



**GUIDE POUR LA MISE EN PLACE
D'INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL DE
RESEAUX DE TELECOMMUNICATIONS EN
FIBRE OPTIQUE**



SOMMAIRE

1	CONTEXTE ET ENJEUX	4
1.1	LES ENJEUX LIÉS AU DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATION ET L'AMÉNAGEMENT NUMÉRIQUE DES TERRITOIRES.....	4
1.2	L'AMÉNAGEMENT NUMÉRIQUE DANS LE DOUBS	5
1.3	DES PRÉCISIONS SUR LES OPPORTUNITÉS DE POSE D'INFRASTRUCTURES (FOURREAUX, CHAMBRES)	6
2	CADRE REGLEMENTAIRE	7
2.1	LE ZONAGE DU TERRITOIRE NATIONAL	7
2.2	LA DÉCISION DE L'ARCEP N° 2010-1312 DU 14/12/2010	7
2.3	L'ARTICLE L.2224-35 DU CGCT (CODE GÉNÉRAL DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES)	8
2.4	L'ACCORD NATIONAL SIGNÉ ENTRE L'AMF, LA FNCCR ET FRANCE TÉLÉCOM.....	9
2.5	L'ARTICLE L. 49 DU CPCE (CODE DES POSTES ET DES COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES).....	10
3	CONNAITRE SES BESOINS EN INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL	11
3.1	POUR QUELLES RAISONS ?.....	11
3.2	DANS QUELS CAS ?	13
4	DECRIRE SES BESOINS EN INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL.....	14
4.1	INFRASTRUCTURES SOUTERRAINES (FOURREAUX ET CHAMBRES)	14
4.1.1	<i>Réseau de collecte</i>	14
4.1.2	<i>Réseau de transport</i>	14
4.1.3	<i>Réseau de distribution (desserte)</i>	15
4.1.4	<i>Réseau d'adduction d'immeuble (raccordement)</i>	16
4.2	LOCAUX TECHNIQUES	16
4.2.1	<i>PM</i>	16
4.2.2	<i>NRO</i>	18
4.3	CAS SPÉCIFIQUES	18
4.3.1	<i>Zones d'activités</i>	18
4.3.2	<i>Lotissements</i>	21
5	METTRE EN ŒUVRE SES INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL.....	22
5.1	EN ZONE D'INITIATIVE PRIVÉE	22
5.1.1	<i>En termes d'informations</i>	22
5.1.2	<i>Définition du projet</i>	22
5.2	EN ZONE D'INITIATIVE PUBLIQUE	22
5.2.1	<i>Définition du projet</i>	22
5.2.2	<i>Consultation des opérateurs</i>	23
5.2.3	<i>Etudes</i>	23
5.2.4	<i>Travaux</i>	23
5.2.5	<i>Réception / documentation</i>	24
6	EXPLOITER SES INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL	25
6.1	EN ZONE D'INITIATIVE PRIVÉE	25
6.2	EN ZONE D'INITIATIVE PUBLIQUE	25
7	ANNEXE 1 – PRINCIPES DES RESEAUX TELECOMS	26
7.1	TOPOLOGIE DES RÉSEAUX.....	26
7.2	MODES DE POSE DES RÉSEAUX	28

7.3	TECHNIQUES DE GÉNIE CIVIL	29
7.3.1	Tranchée "traditionnelle"	29
7.3.2	Micro-tranchée.....	31
7.3.3	Saignée.....	31
7.3.4	Fonçage / forage dirigé	31
7.3.5	Exemples de tranchées types	32
7.4	FOURREAUX	34
7.4.1	Fourreaux PEHD	34
7.4.2	Fourreaux PVC.....	34
7.4.3	Règles communes.....	35
7.5	CHAMBRES.....	35
7.5.1	Chambres sous trottoir.....	35
7.5.2	Chambres sous chaussée.....	35
7.6	POTEAUX	36
7.6.1	Mise en place d'infrastructures aériennes	36
7.6.2	Reprise d'infrastructures aériennes.....	36

1 CONTEXTE ET ENJEUX

1.1 *Les enjeux liés au développement des réseaux de télécommunication et l'aménagement numérique des territoires*

La France compte aujourd'hui plus de 20,5 Millions d'abonnés ADSL (source : Arcep¹ – 2011) avec un double constat : ce nombre est en croissance constante et les besoins en débits augmentent sans cesse. Ils concernent aussi bien les particuliers que les entreprises ou les services publics. Les usages domestiques ainsi que les usages professionnels à destination des particuliers (télétravail, éducation, santé) évoluent de plus en plus rapidement grâce à la créativité rendue possible par les échanges de volumes importants dans un temps très court, c'est à dire grâce à de meilleurs débits d'échanges de données.

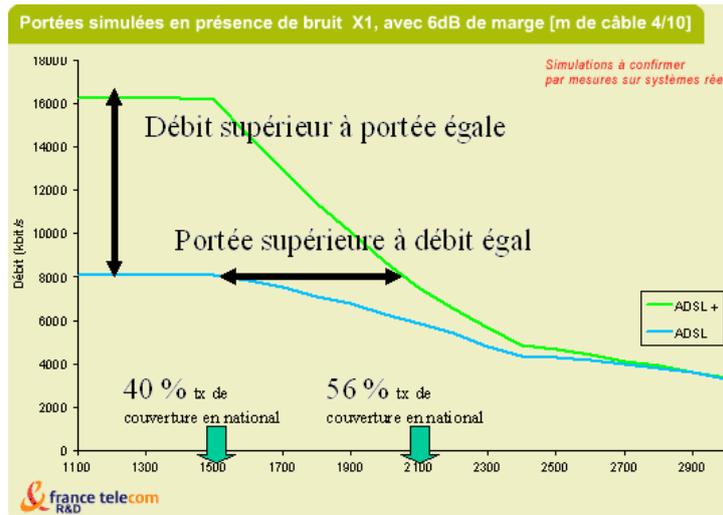
Sont en particulier à l'origine de cette tendance :

- Pour les particuliers :
 - o Amélioration de la qualité des images (haute définition, 3D)
 - o Multiplication des équipements communicants (TV, PC, tablettes, ...)
 - o Simultanéité des usages
- Pour les applications professionnelles :
 - o Echanges de fichiers lourds, stockage de fichiers à distance
 - o Télétravail, visioconférences HD, formation à distance
 - o E-administration (dématérialisation des marchés publics, formalités en ligne...)
 - o E-commerce (catalogues produits enrichis de vidéos et 3D)
 - o E-éducation (compléments interactifs et 3D en ligne, intervention d'enseignants de matières « rares » pour plusieurs établissements, soutien scolaire en visioconférence...)
 - o E-santé (suivi vidéo à domicile des personnes dépendantes, téléconsultation, télédiagnostic...)

Or, si ~ 3,5 Mbit/s sont nécessaires pour regarder la télévision dans une qualité standard, ce sont minimum 8 Mbits/s qui sont nécessaires pour des flux vidéo plus performants (HD, 3D, imagerie médicale,...).

Jusqu'à présent, l'amélioration des débits était apportée en dopant le réseau cuivre (ADSL → ADSL 2+) mais seuls les abonnés proches (< 2,5km) des centraux téléphoniques (NRA) sont concernés c'est-à-dire seulement ~60% des foyers français.

¹ <http://www.arcep.fr>



Le VDSL2 est efficace sur de courtes distances (100Mbits/s à 500m) mais à partir de 1,5km, cette technologie reste équivalente à l'ADSL 2+.

Une autre solution technique est de réduire la distance séparant les centraux téléphoniques des abonnés en créant de nouveaux centraux plus proches, en transformant les nœuds intermédiaires (SR = sous répartiteurs) en nouveaux centraux. Cette solution, appelée « montée en débit à la sous-répartition », a été rendue possible mi 2011 avec la publication d'une offre de référence par France Télécom (offre dite « PRM »). Mais son coût est relativement élevé (environ 70K€ à 120K€ d'investissement par unité, hors coûts d'exploitation) et les investissements consentis pas ou peu récupérables pour le passage à la fibre optique. En outre, cette solution n'est efficace que pour les lignes situées à proximité des sous-répartiteurs, ce qui n'est pas toujours le cas notamment dans des zones à faible densité d'habitat.

La fibre optique offre la réponse la plus appropriée, avec des débits potentiellement quasiment illimités et pour un investissement pérenne à long terme.

1.2 L'Aménagement Numérique dans Le Doubs

Le Syndicat Mixte (en cours de création) associe le Département et les EPCI du Doubs dans un projet commun : l'aménagement numérique du territoire pour la mise en place d'un réseau haut et très haut débit de communications électroniques pour répondre aux nouveaux usages aux débits sans cesse croissants.

Ce projet traite simultanément de :

- l'arrivée du très haut débit sur le territoire (FTTH),
- la montée en débit grâce à un réseau de collecte en fibre optique permettant de transporter l'information numérique avec un haut débit grâce à des technologies alternatives (cuivre, radio).

1.3 Des précisions sur les opportunités de pose d'infrastructures (fourreaux, chambres)

Les conditions de mise à disposition des infrastructures de France Télécom incitaient jusqu'ici les collectivités à créer systématiquement leurs propres infrastructures. Si ces conditions se sont largement améliorées depuis le début d'année 2011, il n'en demeure pas moins que la pose d'infrastructures en propre (fourreaux, chambres,...) à l'occasion de travaux réalisés par les communes peut s'avérer dans certains cas pertinente.

En effet, la nouvelle offre d'accès aux installations de génie civil de France télécom pour les réseaux FTTx en zone moins dense différencie le tarif de droit de passage du câble optique selon le segment de réseau FTTH concerné : en amont du point de mutualisation² (PM), il dépend du diamètre du câble (0,38€/m/cm² pour l'utilisation d'un fourreau situé, par exemple, entre le NRA et la SR,) alors qu'en aval du PM, il est fonction du nombre de locaux constitutifs de la zone dépendant du PM (1,42€ par accès actifs cuivre et fibre).

Sur les segments amont au PM, les tarifs d'utilisation des fourreaux ont été divisés par 8, ce qui peut rendre cette offre pertinente en termes de coûts par rapport à une création de génie civil, même en considérant une durée d'amortissement longue (30 ou 40 ans).

En aval du PM, l'avantage ou non d'une utilisation des fourreaux de FT repose sur la proportion de ces infrastructures par rapport aux infrastructures alternatives mobilisables (ERDF principalement), de la densité de l'habitat ou encore de l'architecture (bi-fibres versus mono-fibre).

Sur une durée de 15 ans, l'économie engendrée par la location des fourreaux à France Télécom par rapport à la création d'un nouveau génie civil peut représenter entre 30% et 50% du coût de déploiement d'un réseau.

En outre, France Télécom ne dispose pas toujours de fourreaux. Ainsi au niveau national, 16% de ses câbles sont posés en « pleine terre » et il existe de fortes disparités suivant les secteurs géographiques.

Ainsi, il existe des règles générales de cas pour lesquels la pose de fourreaux s'avère pertinente mais ces principes doivent être complétés par une étude précise systématique de la localisation des tronçons où passe le réseau.

Les tracés du futur réseau, par mode de pose, proposés dans le schéma d'ingénierie seront à ce titre à prendre en compte lors de travaux d'enfouissement ou de voirie.

² Voir §2 - Principes d'architecture

2 CADRE REGLEMENTAIRE

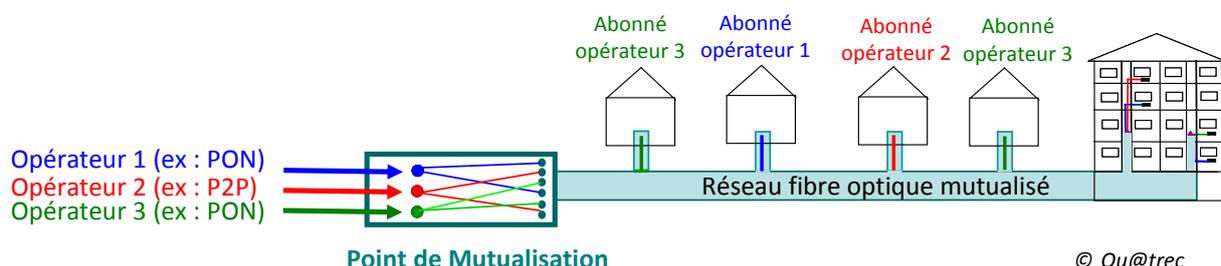
2.1 Le zonage du territoire national

Le territoire national est décomposé en trois zones, régies par des droits et obligations distincts :

- les zones dites "très denses", définies par l'Arcep dans sa décision n° 2009-1106 du 22/12/2009. Elles regroupent 148 communes et 5,6 millions de foyers. Il s'agit essentiellement des communes-centres des 20 principales unités urbaines. Dans ce périmètre, la concurrence est forte, les principaux opérateurs privés (Orange, SFR, Free, Bouygues Télécom) financent et déploient chacun leur réseau.
- les zones intermédiaires sur lesquelles les opérateurs ont été invités à faire part de leurs intentions d'investissement, déploient en commun, et sont prioritaires sur l'initiative publique. Sont concernées environ 3400 communes en France, dont dans le Département du Doubs : la Communauté d'Agglomération du Grand Besançon (59 communes), le Pays de Montbéliard Agglomération (29 communes) ainsi que la ville de Pontarlier³. Ces deux zones couvrent ~ 57% des ménages français⁴.
- le reste du territoire (regroupant essentiellement des communes rurales) qui n'offre pas de rentabilité pour les opérateurs privés et sur lequel les collectivités peuvent agir immédiatement.

2.2 La décision de l'ARCEP n° 2010-1312 du 14/12/2010

Aucune des communes du Doubs n'étant classée dans les zones très denses définies par l'Arcep, l'ensemble du réseau optique (zones d'initiatives publiques ou privées) respectera les principes définis pour les zones moins denses par la décision n° 2010-1312 du 14/12/10, en particulier les principes de neutralité technologique et de mutualisation de la partie terminale, tel qu'illustrés de façon synthétique par le schéma suivant :



³http://indicateurs.territoires.gouv.fr/indicateurs/ind_gcp/geodb_fr.php?typind=&cle=00193&indic=F_Com_Inf_193&lang=&maille=com

⁴ <http://investissement-avenir.gouvernement.fr>

Un seul réseau sera construit à partir du Point de Mutualisation (PM) jusqu'à proximité immédiate des logements pour l'ensemble des opérateurs susceptibles de fournir des services aux abonnés. Ce réseau sera susceptible d'être activé par des opérateurs utilisant aussi bien des équipements Point à Point (P2P) que Point à Multipoints (PON). L'opérateur qui déploiera le réseau (l'opérateur d'immeuble), donnera accès en ce point à l'ensemble des lignes desservant la zone arrière de ce point de mutualisation.

Dans sa décision n° 2010-1312 du 14/12/10, l'ARCEP précise également qu' "une taille minimale de 1 000 logements ou locaux à usage professionnel permet d'assurer un coût de déploiement par ligne raisonnable et limite le nombre de points à raccorder et à exploiter".

Dans les zones à faible densité, ce seuil de prises n'est pas toujours atteint. Dans le cas de PM de taille inférieure à 1 000, une offre de raccordement distant du PM jusqu'à un nœud de réseau regroupent plus de 1.000 logements ou locaux à usage professionnel devra être proposée. Sauf exception justifiée, la zone arrière du point de mutualisation doit avoir une taille minimale de 300 logements ou locaux à usage professionnel.

2.3 L'article L.2224-35 du CGCT (Code Général des Collectivités Territoriales)

S'il n'y a aucune obligation légale au niveau national imposant la mise en souterrain des lignes de communications électroniques notamment celles de France télécom, en revanche, un cadre juridique a été posé pour les enfouissements coordonnés, par l'article L. 2224-35 du CGCT (Code Général des Collectivités Territoriales), dont la dernière modification législative remonte à la loi du 17 décembre 2009 relative à la lutte contre la fracture numérique (dite « loi Pintat »).

Dorénavant, l'article L.2224-35 du CGCT prévoit que :

« les infrastructures d'accueil d'équipement de communications électroniques, en particulier les fourreaux et les chambres de tirage, peuvent faire l'objet d'une prise en charge financière partielle ou complète par la collectivité ou par l'établissement public de coopération, qui dispose alors d'un droit d'usage ou de la propriété de ces infrastructures dans les conditions fixées par la convention prévue au dernier alinéa. Dans le cas où la collectivité est propriétaires des infrastructures, l'opérateur dispose alors d'un droit d'usage pour rétablir ses lignes existantes. »

« Une convention conclue entre la collectivité ou l'établissement public de coopération et l'opérateur de communications électroniques fixe les modalités de réalisation et, le cas échéant, d'occupation de l'ouvrage partagé, notamment les responsabilités et la participation financière de chaque partie, sur la base des principes énoncés ci-dessus, et indique le montant de la redevance qu'il doit éventuellement payer au titre de l'occupation du domaine public . »

L'opérateur de communication électroniques prend toujours à sa charge les coûts de dépose, de réinstallation en souterrain et de remplacement des équipements de communications électroniques incluant en particulier les câbles et les coûts d'études et d'ingénierie correspondants ainsi que les coûts d'entretien de ses équipements.

Par conséquent, trois options se présentent pour la collectivité territoriale et l'opérateur :

- financement total des fourreaux et des chambres de tirage par l'opérateur : l'opérateur en est propriétaire,
- financement total des fourreaux et des chambres de tirage par la collectivité : elle en est alors propriétaire et l'opérateur a un droit d'usage pour rétablir ses lignes existantes,
- financement partiel par la collectivité des fourreaux et des chambres de tirage : l'opérateur en est propriétaire et la collectivité dispose alors d'un droit d'usage.

Cette modification législative encourage donc la pose de fourreaux surnuméraires en complément de ceux strictement nécessaires à la mise en souterrain des lignes aériennes.

La Loi de Modernisation de l'Economie (LME) du 4 août 2008 affirmait par l'article L.2224-36 et L.2224-11-6 le droit des entités gestionnaires de réseaux d'eau, d'électricité et d'assainissement à poser des infrastructures de réseaux de communications électroniques sans nécessité de détenir la compétence prévue à l'article L.1425-1 du CGCT. Les dispositions introduites par la « loi Pintat » autorisent une bien meilleure articulation avec les dispositions de l'article L.2224-36 du CGCT avec la possibilité de partage des chambres.

2.4 L'accord national signé entre l'AMF, la FNCCR et France Télécom

Sur la base de ces dispositions législatives, un nouvel accord national portant sur l'enfouissement coordonné des réseaux d'électricité et de communications électroniques, sur la propriété des installations de communication électroniques et sur la pose d'installations surnuméraires, a été signé le 17 décembre 2010.

Cet accord propose à la collectivité deux options à négocier, pour chaque chantier, avec France Télécom :

- Option A : la collectivité finance intégralement les infrastructures souterraines ainsi créées et en reste propriétaire. Elle en assure la gestion, l'entretien et la maintenance. France Télécom y dispose d'un droit d'usage pour rétablir ses câbles de communications électroniques existants, et s'acquitte du prix de location des infrastructures de génie civil mises à sa disposition;
- Option B : la collectivité finance partiellement les infrastructures souterraines ainsi créées et France Télécom en reste propriétaire.

Les deux modèles de convention ont fait l'objet d'expérimentations au cours du 1^{er} semestre 2011 et sont en cours de validation au niveau national. En l'absence de version définitive, le modèle de convention locale signé le 7 juillet 2005 et modifié en 2009 demeure applicable.

Par ailleurs, le législateur a prévu qu'en cas de financement partiel des infrastructures d'accueil par la collectivité territoriale à l'initiative des travaux d'enfouissement, celle-ci disposera d'un droit d'usage dans les infrastructures créées, appartenant à l'opérateur.

2.5 L'article L. 49 du CPCE (Code des Postes et des Communications Electroniques)

Par ailleurs, l'article L.49 du Code des Postes et des Communications Electroniques (CPCE) impose aux maîtres d'ouvrages de travaux d'installation ou de renforcement d'infrastructures de réseaux d'une longueur significative⁵ sur domaine public, d'informer la collectivité ou le groupement de collectivités désigné par le schéma directeur territorial d'aménagement numérique prévu à l'article L.1425-2 du CGCT, ou en l'absence de schéma directeur, le représentant de l'Etat dans la région, dès la programmation de ces travaux :

- pour les aménagements de surface, lorsque l'opération nécessite un décapage du revêtement et sa réfection ultérieure ;
- pour les réseaux aériens, lorsque l'opération nécessite la mise en place ou le remplacement d'appuis ;
- pour les réseaux souterrains, lorsque l'opération nécessite la réalisation de tranchées.

Le destinataire de l'information assure sans délai la publicité de celle-ci auprès des collectivités territoriales ou groupements de collectivités territoriales concernés ainsi que des opérateurs de réseaux de communications électroniques au sens du 15° de l'article L.32 du présent code.

Sur demande motivée d'une collectivité territoriale, d'un groupement de collectivités territoriales ou d'un opérateur de communications électroniques, le maître d'ouvrage de l'opération est tenu d'accueillir dans ses tranchées les infrastructures d'accueil de câbles de communications électroniques réalisées par eux ou pour leur compte, ou de dimensionner ses appuis de manière à permettre l'accroche de câbles de communications électroniques, sous réserve de la compatibilité de l'opération avec les règles de sécurité et le fonctionnement normal du réseau pour lequel les travaux sont initialement prévus.

Sauf accord du maître d'ouvrage de l'opération initiale sur un mode de prise en charge différent, le demandeur prend en charge les coûts supplémentaires supportés par le maître d'ouvrage de l'opération initiale à raison de la réalisation de ces infrastructures et une part équitable des coûts communs.

Les conditions techniques, organisationnelles et financières de réalisation de ces infrastructures sont définies par une convention entre le maître d'ouvrage de l'opération et le demandeur.

Les infrastructures souterraines ainsi réalisées deviennent, à la fin de l'opération de travaux, la propriété du demandeur. Dans le cas d'infrastructures aériennes, le demandeur dispose d'un droit d'usage de l'appui pour l'accroche de câbles de communications électroniques.

⁵ Le décret 2010-726 du 28 juin 2010 fixe les longueurs significatives de voirie à 150 m pour les réseaux situés totalement ou partiellement en agglomération et 1000 m pour les réseaux en dehors des agglomérations

3 CONNAITRE SES BESOINS EN INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL

3.1 Pour quelles raisons ?

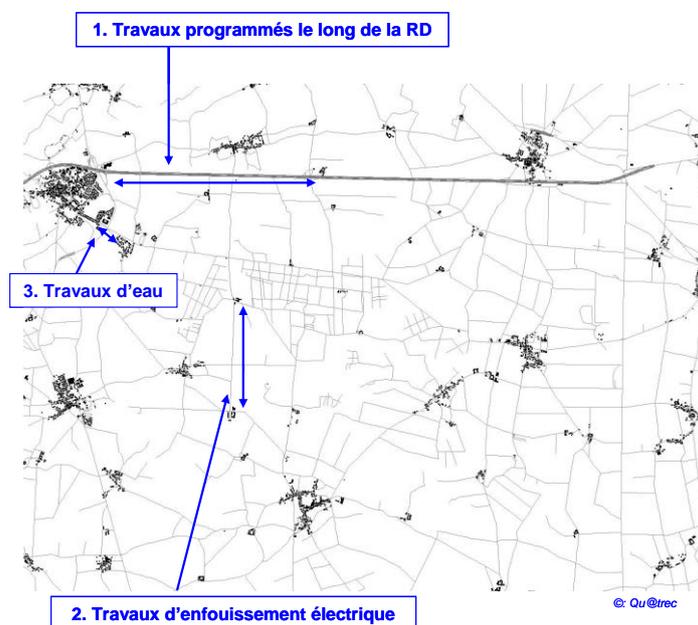
L'accès internet par l'ADSL ne nécessite pas la construction d'un nouveau réseau sur sa partie terminale mais seulement l'ajout d'équipements spécifiques aux deux extrémités du réseau, dans les centraux et chez l'abonné (installation d'un filtre sur la prise et du modem).

L'arrivée de la fibre optique jusqu'à l'abonné implique le déploiement de nouveaux câbles et accessoires (coffrets de dérivation, ...) installés dans des infrastructures d'accueil : souterraines (fourreaux, conduites, galeries) ou aériennes (poteaux, potelets), existantes ou à créer.

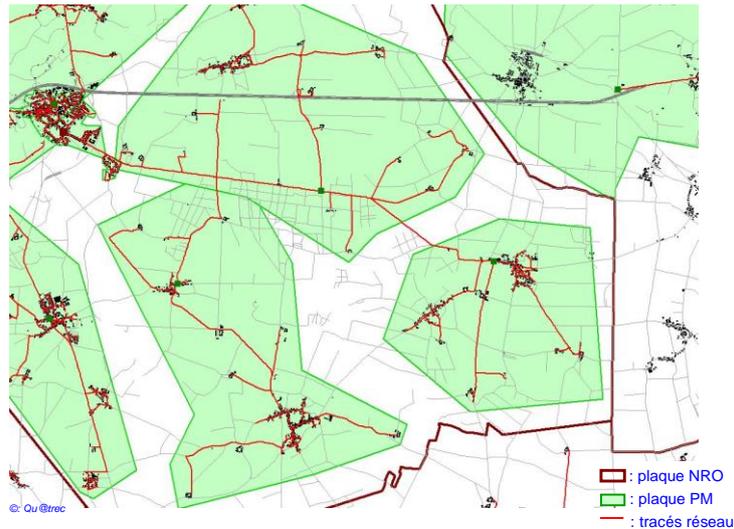
Connaître l'architecture cible et les tracés du futur réseau FTTH à l'échelle de l'ensemble du territoire du Doubs offre l'avantage de sécuriser les programmes d'actions permettant, par anticipation, de réduire les coûts de déploiement en se coordonnant sur des travaux seulement là où ils seront utiles.

En effet, la pose de fourreaux à l'occasion de travaux de voirie divers (aménagements routiers, ...) ou d'enfouissement (notamment de réseaux électriques), peut s'avérer plus ou moins pertinente selon la localisation du tronçon concerné et il est important pour les collectivités de ne pas surinvestir et de faire en sorte que les sommes dépensées le soient à bon escient.

L'exemple suivant illustre des cas où la pose de fourreaux ne s'avère pas utile (cas n°1 et n°2) et une autre où la pose d'un nombre plus important de fourreaux serait nécessaire (5 Ø dans le cas n°3) :

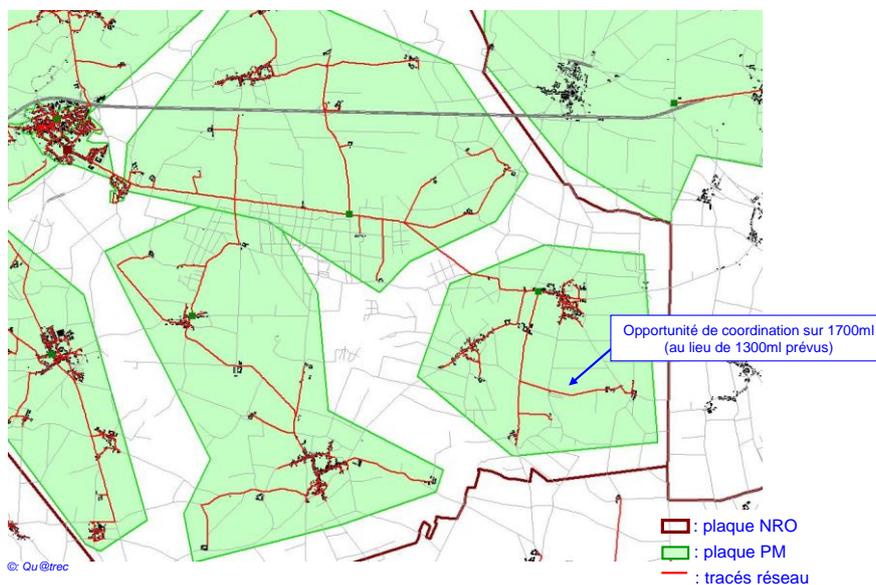


En effet, dans cet exemple, le schéma d'ingénierie FTTH a prévu les futures coupes en plaques NRO et en PM, ainsi que les tracés de distribution comme suit :



Il sera néanmoins nécessaire lors de la mise en œuvre effective des travaux, de reprendre le schéma d'ingénierie qui aura été défini pour valider au cas par cas les tracés et les besoins.

En effet, il se peut qu'un tracé « optimal » puisse être remplacé par un tracé un peu plus long mais qui s'avère plus pertinent compte tenu de la réalisation d'autres travaux permettant la pose de fourreaux à coût inférieur. Ce cas est illustré sur la carte suivante :



Au-delà de ces principes fondamentaux, il sera nécessaire de prendre en compte plus spécifiquement les tronçons complémentaires aux fourreaux France Télécom.

Si la nouvelle tarification des fourreaux de France Télécom en vigueur depuis janvier 2011 rend opportune dans certains cas leur utilisation, il n'en demeure pas moins qu'en moyenne, sur le territoire français, ~16% des linéaires de câbles sont posés en pleine terre et que, les tracés optimum du réseau fibre optique ne suivront pas toujours ceux du réseau

téléphonique. En effet, celui-ci ayant été créé il y a plusieurs dizaines d'années, il a dû suivre l'évolution de l'habitat dans le temps et s'y adapter au fur et à mesure. L'opportunité de créer un nouveau réseau complet est l'occasion de reconsidérer l'architecture du réseau en choisissant les meilleures solutions, sur le plan technico-économique.

3.2 Dans quels cas ?

En tant que gestionnaire du domaine public, la collectivité édicte le règlement de voirie et impose son respect aux occupants du domaine public. Elle délivre aux opérateurs les permissions de voirie et recouvre les redevances d'occupation. Elle peut inviter les opérateurs à utiliser les fourreaux déjà existants et faire mettre en œuvre de fourreaux supplémentaires. Enfin, elle peut (et doit) exiger les plans de recollement des réseaux sous forme de données numériques vectorielles géolocalisées pouvant être reprises dans des systèmes d'informations géographiques, dans les systèmes nationaux de référence de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques tels que définis dans le décret n° 2006-272 du 3 mars 2006.

En tant qu'aménageur, la collectivité peut constituer un patrimoine de fourreaux à l'occasion de :

- la modernisation, l'extension de réseaux d'assainissement, de distribution électrique, d'eau potable, de gaz
- l'enfouissement de réseaux aériens existants
- La viabilisation d'une ZAE ou d'un lotissement
- la création ou la rénovation de voiries (rond-point, réhabilitation urbaine)

4 DECRIRE SES BESOINS EN INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL

4.1 Infrastructures souterraines (fourreaux et chambres)

Les besoins en infrastructures souterraines vont largement dépendre du type de segment d'infrastructure télécoms concerné, en termes de matériau, de nombre et diamètre de fourreaux mais aussi de type de chambre et de fréquence d'implantation de celles-ci.

4.1.1 Réseau de collecte

Comme décrit au chapitre 3.1, les parcours de ce segment de réseau sont normalement du ressort des opérateurs privés ou de l'opérateur public départemental. Le schéma d'ingénierie concerne uniquement les réseaux en aval des NRO et ne prend donc pas en compte les besoins en réseaux de collecte.

Toutefois, lors de travaux présentant des linéaires importants (à minima plusieurs centaines de mètres), il est pertinent, avant la consultation formelle des opérateurs prévue dans le cadre de l'article L.49 du CPCE, de se rapprocher d'eux, pour mesurer la pertinence de poser ce type d'infrastructures d'accueil en propre et les mettre ensuite à leur disposition.

Généralement les fourreaux sont de type PEHD de diamètre 33/40mm pour d'installer les câbles optiques en utilisant des techniques dites de soufflage ou portage.

Avec ces modalités de pose des câbles, les besoins en chambre de tirage sont réduits. Les chambres sont principalement à prévoir lorsque des dérivations sont nécessaires pour partir dans d'autres directions ou que le tracé subit des changements d'angles de direction trop importants.

4.1.2 Réseau de transport

Ce segment de réseau (NRO → PM) est également du ressort des opérateurs qui peuvent décider entre utiliser les infrastructures mises en place par les collectivités ou créer leur propre réseau. Ainsi, il conviendra avant la consultation formelle des opérateurs prévue dans le cadre de l'article L.49 du CPCE, de se rapprocher d'eux, avant d'envisager de poser ces infrastructures d'accueil en propre.

Suivant la taille du PM, la technologie utilisée par les opérateurs (point à point, point multipoints), la capacité des câbles de transport peut être variable. Néanmoins, ces segments de réseaux optiques sont moins consommateurs de capacité que leurs homologues en cuivre. Il n'était pas rare de voir des quantités de fourreaux importantes (une dizaine voire plus) ainsi que des diamètres généralement plus importants (80mm par exemple).

Il convient de distinguer le cas où les PM ont moins de 1000 lignes où une offre de raccordement distant passive en fibre optique, doit obligatoirement être proposé par celui qui déploie le réseau du PM jusqu'à un nœud de réseau plus important.

Le dimensionnement et le parcours de ces liens a été proposé dans le cadre du schéma d'ingénierie et il conviendra de partir de cette base pour la consultation préalable des opérateurs.

4.1.3 Réseau de distribution (desserte)

Mutualisé et vraisemblablement sous maîtrise d'ouvrage des collectivités dans les zones moins denses n'ayant pas fait l'objet de manifestation d'intention d'investissement, ce segment de réseau (PM → PBO) est celui sur lequel les collectivités doivent prêter le plus d'attention. Tout travaux d'opportunité devra être analysé et ceci, au regard du schéma d'ingénierie prédéfini.

Compte tenu qu'un arbitrage a souvent été réalisé au moment de l'élaboration du schéma d'ingénierie entre l'utilisation des différentes infrastructures (par exemple entre les infrastructures aériennes d'électricité et de téléphone), il conviendra au préalable de faire apparaître sur plan, les tracés de toutes les infrastructures mobilisables de ces réseaux dans le périmètre et d'analyser la pertinence du maintien (ou non) du choix initial compte tenu de ces nouvelles opportunités. En effet, il se pourra par exemple que le schéma d'ingénierie préconise de passer par une artère téléphonique aérienne plus longue qu'une artère HTA du réseau électrique mais parce que cette dernière avait été pressentie comme ne pouvant supporter le poids d'un nouveau câble optique compte tenu de sa capacité. Or, si le projet prévoit l'enfouissement de cette ligne HTA, il peut devenir très pertinent de considérer l'opportunité de poser un fourreau supplémentaire pour faire passer le câble optique. L'emprise du périmètre à comparer sera donc fréquemment plus large que celle des travaux ;

De la même manière, le schéma d'ingénierie peut pressentir l'utilisation de fourreaux France Télécom. Or, la disponibilité réelle de fourreaux n'a pu être analysée au stade du schéma d'ingénierie. Il convient donc, si des travaux sont pressentis sur un parcours commun à celui pressenti ou sur un parcours alternatif, de procéder à une vérification de la disponibilité des fourreaux de France télécom, afin de ne pas oublier de saisir l'opportunité de pose de fourreaux surnuméraires dans le cas où l'utilisation des fourreaux de France Télécom s'avèrerait impossible.

L'état de la documentation fournie par France Télécom n'étant ni exhaustive, ni dans certains cas de qualité satisfaisante, il arrivera à l'inverse, que des segments de réseaux prévus en génie civil (à défaut d'être documentés comme fourreaux mobilisables) s'avèreront à contrario possibles via les infrastructures de France Télécom. Il convient donc de vérifier avant de décider de la pose de fourreaux surnuméraires, si des fourreaux ne seraient au final pas disponibles, en effectuant des repérages terrain.

Enfin, l'offre de mise à disposition des fourreaux de France Télécom étant forfaitaire à la ligne et basée sur le nombre total de lignes situées dans la zone arrière du PM, il convient d'arbitrer si la création d'un génie civil ne serait pas systématiquement intéressante sur une zone complète de PM. Ce peut être le cas si une utilisation marginale des infrastructures de France Télécom est prévue (cas d'un réseau essentiellement en aérien avec utilisation massive des poteaux électriques). Dans ce cas, la création de génie civil en propre sera à privilégier.

Les besoins en fourreaux et chambres sur le réseau de distribution (dénommé également desserte) dépendront de la localisation des travaux. En zone urbanisées, ils seront de type PVC de diamètre 45mm. En zone non urbanisée et sur un linéaire important (plusieurs centaines de mètres), ils seront de type PEHD de diamètre 33/40mm.

Le nombre de fourreaux dépend de la localisation du tronçon. D'une manière générale trois fourreaux (deux utilisés, un de réserve ou manœuvre) suffira, cinq dans le cas échéant.

Toutefois, à proximité des PM, ou sur des segments plus critiques, un nombre plus important sera à prescrire. La fréquence des chambres dépend principalement des dérivations à réaliser (changements de direction avec séparation de câbles). Leur taille est fonction de la capacité du boîtier à accueillir et du rangement des surcapacités de câbles. Ainsi, la plupart de chambre sera de type L2T, L3T et K2C. Des chambres plus importantes (L3T, L4T, K3C) seront requises aux nœuds les plus importants de réseau. A contrario, en partie terminale d'un lotissement pavillonnaire, les chambres seront de type L1T aux changements important de direction, lorsqu'il n'y a pas de dérivation.

4.1.4 Réseau d'adduction d'immeuble (raccordement)

Lorsque des travaux de rénovation de réseaux concernent également des branchements d'abonnés (ex : eau, assainissement, enfouissement de réseaux électriques), il convient de s'interroger sur l'opportunité de prévoir la pose de fourreaux d'adduction.

Généralement deux fourreaux PVC de 28mm conviennent.

L'implantation d'un regard en limite du domaine privatif (30 x 30 cm ou de type LOT) sert de délimitation entre les infrastructures situées dans le domaine public et celles situées sur le domaine privé.

4.2 Locaux techniques

4.2.1 PM

Les PM se matérialisent par des armoires ou des shelters, selon le nombre de logements desservis. Il peut également s'agit d'un emplacement dans un local directement accessible, mis à disposition par la collectivité, si celle-ci en dispose.

Les armoires de rue sont réservées aux PM de faible capacité (300 à 400 logements).

Dans les autres cas, il s'agira d'un shelter dont la taille sera approximativement la suivante (à confirmer en fonction des choix d'agencement qui seront retenus dans l'ingénierie détaillée) :

- 1.000 / 1.200 lignes : 2,5 m x 2,5 m
- 1.200 / 1.500 lignes : 2,5 m x 3 m
- 1.500 / 2.000 lignes : 3,5 m x 3 m
- 2.000 / 2.500 lignes : 5 m x 3 m

La photo ci-dessous illustre l'exemple d'un PM à Saint-Lô (50), matérialisé par un shelter de 2,1 m (L) x 1,6 m (l) x 2,8 m (h) prévu pour 1.200 lignes à terme et permettant l'hébergement de 4 opérateurs :



La photo ci-dessous illustre l'exemple d'un PM à Issoire (63), matérialisé par une armoire de rue d'environ 1,6 m (L) x 1,5m (h) x 0,45m (p) permettant l'hébergement de 4 opérateurs.



Source : France télécom

4.2.2 NRO

Les NRO sont des locaux destinés à accueillir les équipements actifs des opérateurs en plus des têtes de câbles du réseau de desserte de la zone desservie par le NRO.

Ces NRO se matérialisent par des shelters de taille plus importante que celle des PM ou des locaux directement accessibles situés dans des bâtiments le plus souvent publics.

Le choix de la création d'un NRO et de son dimensionnement doit se faire en étroite concertation avec les opérateurs. En effet, la décision de positionner des équipements actifs à tel ou tel endroit dépend de la technologie d'activation du réseau et des choix d'ingénierie propres à chacun d'eux. Par ailleurs, France Télécom proposant une offre d'hébergement d'équipements FTTH dans ses NRA, les opérateurs pourront préférer utiliser ces espaces notamment lorsqu'ils y sont déjà présents (pour le dégroupage par exemple).

La photo ci-après illustre l'exemple d'un NRO de 8 m (L) x 3,5 m (l) x 2,5 m (h) à Chevry-Cossigny (77), faisant également office de PM pour environ 3.000 lignes à terme et permettant l'hébergement de 4 à 6 opérateurs, selon leurs besoins.



4.3 Cas spécifiques

4.3.1 Zones d'activités

Du fait de l'implantation d'entreprises, la « double adduction » peut être demandée par certaines d'entre elles afin de sécuriser leurs flux d'échanges. Par conséquent, il est pertinent, dès l'aménagement de la zone, de prévoir d'être à même de fournir une double adduction à n'importe quelle parcelle, même si les travaux spécifiques nécessaires à cette double adduction ne seront réalisés qu'en fonction de la demande effective. De la même

manière, il convient de prévoir deux chambres d'entrée de zones distinctes (quitte à implanter la deuxième ultérieurement, si la demande n'est pas effective) afin que la sécurisation physique (chemin empruntés différents) de la double adduction soit prolongée jusqu'en périphérie de la zone.

Si le réseau cuivre est déjà existant, il convient généralement de poser 3 fourreaux de Ø45mm (1 fourreau pour la fibre optique, 1 fourreau de réserve et un fourreau de manœuvre) et 1 fourreau complémentaire pour le cuivre s'il s'agit d'une nouvelle zone encore à desservir en cuivre.

En fonction de la taille et des caractéristiques de la zone, un opérateur pourra avoir besoin d'implanter ses équipements dans un local technique desservant toute la zone. Il s'agira généralement d'une armoire d'environ 1,5 m x 1,5 m x 0,6 m. par conséquent, il est préconisé dans tous les cas, de réserver un emplacement à cet effet avec possibilité d'une double adduction de fourreaux. Cet emplacement devra être accessible 24h/24h 7j/7j et pouvoir disposer d'un accès en énergie, voire d'une ligne France Télécom.

La nécessité de répondre à des situations très diverses tant en ce qui concerne les zones d'activité que les besoins des entreprises a conduit l'état à mettre en œuvre un « Label Zone d'Activité Très Haut Débit » (Label ZA THD).

Pour être éligible au Label, une zone d'activités doit démontrer la présence d'au moins un opérateur de collecte. Pour la desserte, l'éligibilité se traduit par (cf. cahier des charges du Label) :

- L'existence d'infrastructures passive (fibre noire ou disponibilité dans les fourreaux) pour au moins trois opérateurs si aucune offre de gros n'existe et pour au moins deux opérateurs si une telle offre est proposée,
- L'engagement d'au moins deux opérateurs à fournir une offre de détail à un débit minimum de 100Mbits.

Le tableau suivant indique quelles sont les types d'installation éligibles au Label, en fonction des choix technologiques :

Technologie	Type d'installation		
	Fourreaux, sous-fourreaux, chambres	Fibre noire	Fibre activée
Génie civil traditionnel	Éligible	Éligible	Éligible
Tranchée de faible dimension	Éligible	Éligible	Éligible
Micro-tubes	Éligible	Éligible	Éligible
Aérien	-	Éligible	Éligible
Canalisation	-	Éligible	Éligible

La zone d'activité doit à minima comporter les équipements suivants :

- Au moins une chambre de tirage mutualisée en entrée de zone, reliée au réseau de desserte de la zone d'activité,
- Un emplacement pouvant accueillir un local technique (tel que shelter, armoire de rue, chambre souterraine, ...) pour les équipements des opérateurs. Cet emplacement sera constitué à minima d'une réserve foncière mobilisable d'une surface minimum de 4 m² dont la plus petite dimension ne pourra être inférieure à 1 m et être proche de la chambre de tirage mutualisée définie ci-dessus. Ce local peut être mutualisé entre plusieurs zones d'activités et dans ce cas, il devra être relié à la zone d'activités par un réseau de collecte.

- Les chambres d'adduction (repère A) des parcelles et des locaux techniques (repère T) schématisés sur la figure suivante :

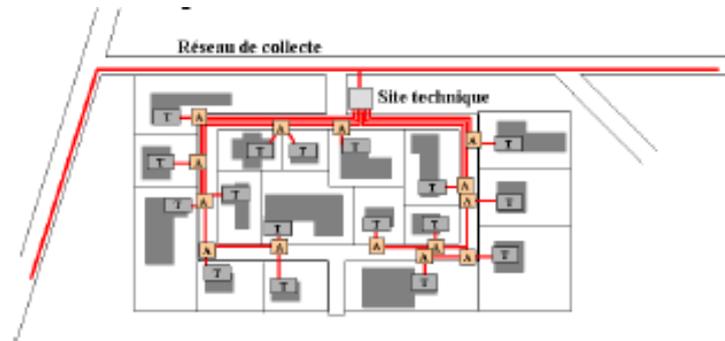


Figure 2 : Exemple d'implantation des infrastructures

Pour chaque parcelle (non encore raccordée en fibre optique), présence d'une chambre technique d'adduction (repère A) sur le domaine public permettant de raccorder la dite parcelle au réseau de fourreaux de la zone, avec une distance résiduelle de génie civil sur le domaine public inférieure à 30 m dans 80% des cas et inférieure à 50 m dans 20% des cas restants :

- o la présence de cette chambre n'est obligatoire que dans le cas d'offres de fourreaux, dans le cas contraire un point de présence du câble optique est exigé avec les mêmes conditions ;
- o une même chambre d'adduction peut traiter plusieurs parcelles adjacentes à condition de rester dans les limites de 30 m, néanmoins la chambre devra être dimensionnée en conséquence ;
- en l'absence d'une offre de revente de capacité, au moins trois opérateurs doivent pouvoir accéder à chaque parcelle par un chemin optique continu sur fibre noire entre la chambre la plus proche de la parcelle et la chambre d'entrée de zone ;
 - o à défaut d'un chemin optique, par un chemin de vide continu entre la chambre la plus proche de la parcelle et la chambre d'entrée de zone, soit par utilisation d'un fourreau dédié, soit par sous-tubage d'un fourreau, soit par micro-tube et en vérifiant la disponibilité des chambres traversées (à noter que le fourreau de manœuvre réservé à la maintenance de l'infrastructure n'est pas pris en compte comme chemin de vide),
 - o un chemin optique peut être supporté par une fibre noire disponible à la location en point à point,
 - o pour une même parcelle, les fibres noires proposées aux opérateurs peuvent être soit accueillies dans des fourreaux séparés, soit mutualisées dans un même fourreau mais avec une fibre par opérateur,
- en présence d'une offre de revente de capacité, pour chaque parcelle, au moins deux opérateurs doivent pouvoir disposer chacun d'un chemin optique continu sur fibre noire et/ou d'un chemin de vide.

Le cahier des charges complet est disponible en téléchargement à l'adresse suivante : <http://www.labelzathd.fr/?q=labelliser-ma-za/cahier-des-charges>

4.3.2 Lotissements

Pour l'aménagement des zones pavillonnaires, il est important de prévoir des fourreaux surnuméraires, dédiés à la fibre en parallèle à ceux encore implantés pour le réseau cuivre. En effet, le cheminement du réseau fibre optique peut être calé sur celui du réseau cuivre afin d'optimiser le coût des tranchées.

Deux fourreaux de distribution supplémentaires suffisent généralement (1 occupé, 1 de manœuvre), sauf dans le cas où le lotissement dessert un nombre élevé de logements ou quand il n'est pas situé en partie terminale d'artère mais entre deux zones d'habitat à desservir. Dans ces cas, un nombre plus important est à prescrire.

Ces fourreaux sont généralement en PVC, en barre de 6m, de diamètre 45 mm et relient des chambres de distribution.

Si elles sont spécifiquement dédiées à la fibre optique, ces chambres seront de type L2T, voire L3T aux carrefours, et seront prévues pour desservir 5 à 7 logements en moyenne. Leur mutualisation avec celles du réseau cuivre est possible et conseillée même si France Télécom est encore réticente à l'accepter. Dans le cas d'une chambre partagée entre le cuivre et l'optique, il conviendra de prévoir un surdimensionnement (ex : L2T → L3T), afin de permettre l'installation des équipements de dérivations propres à chacune des technologies.

En parallèle, des fourreaux de branchements sont posés depuis les chambres jusqu'en limite de propriété où de petits regards de type LOT seront implantés afin que le propriétaire puisse ensuite aisément assurer l'interconnexion jusqu'à son pavillon. De la même manière, une chambre commune pour les réseaux cuivre et optique est conseillée et contrairement aux chambres de distributions, aucun surdimensionnement n'est à prévoir.

Les fourreaux de branchements seront également en PVC et auront un diamètre de 28 mm. Il est préférable d'installer deux fourreaux de 28mm (1 pour le cuivre, 1 pour l'optique).

Concernant les infrastructures existantes :

A partir de janvier 1997, les infrastructures (fourreaux et chambres), créées à l'initiative d'une collectivité ou d'un aménageur et financées par ces derniers, ne peuvent être remises gratuitement à un opérateur privé, France Télécom en particulier. Elles sont donc propriété de celui qui les a financées.

Pour les infrastructures créées avant 1997, leur propriété doit être analysées au cas par cas, selon leur modalités de financement et les conventions passées entre les acteurs.

5 METTRE EN ŒUVRE SES INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL

5.1 En zone d'initiative privée

Cette zone concerne :

- les 59 communes de la Communauté d'Agglomération du Grand Besançon
- les 29 communes du Pays de Montbéliard Agglomération
- la ville de Pontarlier

5.1.1 En termes d'informations

L'opérateur déployant un réseau FTTH en zone AMII peut avoir intérêt, dans la conduite de son projet, de relayer en amont ses besoins afin de pouvoir optimiser les coûts et délais de déploiement mais il n'en a pas l'obligation.

De leur côté, les collectivités pourront préparer au mieux l'arrivée de la fibre en complémentarité avec les services de l'opérateur.

5.1.2 Définition du projet

Si l'opérateur privé déployant le réseau FTTH communique avec précision son plan de déploiement ainsi que son phasage, des opérations de créations d'infrastructures adaptées lors de travaux réalisés par la collectivité peuvent permettre une économie pour l'opérateur et réduire les futures nuisances des travaux dans cette zone.

5.2 En zone d'initiative publique

5.2.1 Définition du projet

En dehors des 89 communes précitées, il s'agit concrètement pour la collectivité de :

- Délimiter précisément, sur un plan au format adapté, le périmètre géographique concerné par les travaux et le contenu précis des travaux prévus (profondeur des tranchées, nombre de fourreaux, type de fourreaux, pose de chambres ou autres accessoires, ...)
- Identifier les infrastructures de télécommunications à poser en :
 - o Rapprochant ce périmètre du schéma d'ingénierie FTTH pour vérifier si la pose de fourreaux et de chambres est pertinente ou non. Compte tenu qu'un arbitrage a souvent été réalisé au moment de l'élaboration du schéma d'ingénierie entre l'utilisation des infrastructures aériennes d'électricité et de téléphone, il conviendra au préalable de faire apparaître les tracés de toutes les infrastructures mobilisables de ces réseaux dans le périmètre et d'analyser la pertinence du maintien (ou non) du choix initial compte tenu de ces nouvelles opportunités. En effet, il se pourra par exemple que le schéma d'ingénierie préconise de passer par une artère téléphonique aérienne plus longue qu'une artère HTA du réseau électrique parce que la capacité des câbles envisagée était trop importante. Or, si un projet prévoit l'enfouissement d'une ligne HTA, il peut devenir très pertinent de considérer l'opportunité de poser un fourreau supplémentaire pour faire

- passer le câble optique. L'emprise du périmètre à comparer sera fréquemment plus large que celle des travaux.
- Utilisant les règles générales décrites dans le présent document, suivant le type de travaux concerné. Si besoin, faire procéder à une étude optique complémentaire de type APS (le schéma d'ingénierie n'est pas un APS de câblage optique).
 - Quantifier et évaluer le budget des travaux à réaliser pour décider de l'opportunité (ou non) de les réaliser, en prenant en compte le planning de déploiement fibre optique prévu pour la zone.

5.2.2 Consultation des opérateurs

La mise à disposition par la collectivité d'infrastructures neutres (voire de fibres optiques), par la collectivité peut être de nature à accélérer les déploiements des opérateurs mais pourrait ne pas s'avérer pertinente notamment sur des segments de réseau de collecte (inter NRO) ou de transport (NRO → PM) ainsi que des locaux techniques, les opérateurs pouvant faire des choix qui leurs sont propres. Par conséquent, pour ce type d'infrastructure, il est opportun de sonder les opérateurs pour connaître leur appétence sur la mise à disposition de ces infrastructures et de mieux cerner leur dimensionnement éventuel.

En ce qui concerne le réseau de desserte (PM → PBO) ou de branchement (PBO → abonné), celui-ci devra être mutualisé et utilisé par tous les opérateurs. Dans les zones dites « rentables », il sera construit par un opérateur privé (en co-investissement avec les autres) mais dans les autres zones (comme le territoire de la CC du Diois), la personne publique aura la maîtrise d'ouvrage de ces déploiements, avec la possibilité de déposer un dossier au CGI pour obtenir des fonds du grand emprunt (guichet B).

Par conséquent, sur ce segment de réseau, il s'avère très opportun d'analyser dès à présent, toutes les opportunités de mise en place d'infrastructures par anticipation, là où aucune infrastructure mobilisable n'existe et au regard du schéma d'ingénierie (cf. définition de projet ci-avant). La consultation préalable des opérateurs sur le projet FTTH est souhaitée mais n'est pas obligatoire (hors article L .49), surtout dans les zones rurales; les opérateurs ne se sentiront pas directement concernés.

5.2.3 Etudes

L'étape suivante consistera à faire réaliser un dossier d'ingénierie d'exécution à fournir à la société en charge des travaux d'infrastructures de communications électroniques et à le valider une fois celui-ci remis à la collectivité, afin de s'assurer du respect des prescriptions.

5.2.4 Travaux

La collectivité réalisera ensuite les travaux, en passant une commande soit dans le cadre d'un marché de travaux en cours, soit en utilisant le marché de travaux du maître d'ouvrage des travaux à l'origine de l'opportunité (moyennant convention avec celui-ci), soit en passant un marché de travaux spécifique.

Le suivi de l'exécution des travaux mobilise des ressources qu'il convient que la collectivité prévoit également.

5.2.5 Réception / documentation

Une fois les travaux réalisés, la collectivité aura à charge de réceptionner les travaux et se prononcer sur la conformité des ouvrages (qualité du travail fourni, conformité au cahier des charges), identifier d'éventuelles réserves et faire procéder à leur levée. Elle aura également à charge d'analyser le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) et de s'assurer de la bonne intégration des données au format SIG.

Les principaux points à vérifier sont :

- les tests de mandrinage et d'étanchéité des fourreaux
- le contrôle de la profondeur des fourreaux (il peut être indiqué dans le CCTP d'avoir recours à la détection à distance du fil inox (si un tel fil est posé) ou à défaut de procéder à quelques sondages
- des essais de compactage dans l'environnement de la chambre
- le contrôle des tampons des chambres (grilles antichute, planéité des tampons, verrouillage, ...)

6 EXPLOITER SES INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL

6.1 *En zone d'initiative privée*

Assurer la gestion des ouvrages, en propre ou via la mise à disposition de ces infrastructures auprès de l'opérateur privé déployant le réseau FTTH avec prise en charge des tâches d'exploitation.

Si la collectivité choisit de les exploiter en propre, elle devra se doter d'un outil de gestion approprié lui permettant d'intégrer la documentation du réseau et la consulter afin de :

- assurer des opérations de maintenance et d'entretien
- répondre aux DR / DICT
- connaître la disponibilité des infrastructures et les proposer aux opérateurs
- percevoir les redevances d'occupation.

6.2 *En zone d'initiative publique*

Assurer la gestion des ouvrages, en propre ou via un opérateur (le futur délégataire exploitant le réseau Très Haut Débit, par exemple).

Si la collectivité choisit de les exploiter en propre, elle devra se doter d'un outil de gestion approprié lui permettant d'intégrer la documentation du réseau et la consulter afin de :

- assurer des opérations de maintenance et d'entretien
- répondre aux DR / DICT
- connaître la disponibilité des infrastructures et les proposer aux opérateurs
- percevoir les redevances d'occupation.

7 ANNEXE 1 – PRINCIPES DES RESEAUX TELECOMS

7.1 Topologie des réseaux

Typiquement, un réseau de télécommunication en fibre optique jusqu'à l'abonné (FTTH = Fiber To The Home) est constitué de 4 principaux segments :

- Collecte
- Transport
- Desserte
- Branchement

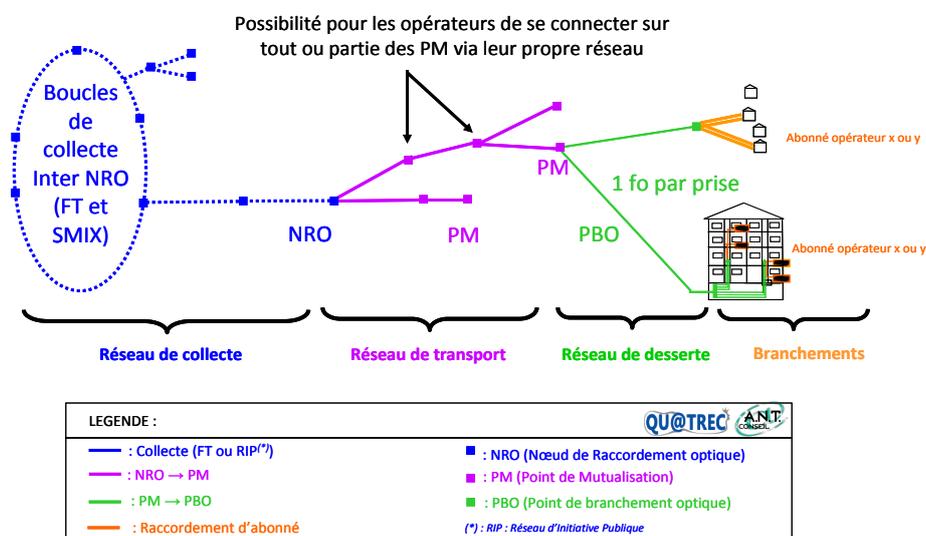
Le réseau de collecte permet l'interconnexion des nœuds principaux de réseaux appelés « NRO ».

Le réseau de transport (NRO → PM) permet de desservir les points de mutualisation (PM) à partir des nœuds principaux de réseau (NRO). Chaque opérateur peut construire son propre réseau de transport mais l'utilisation d'un réseau commun (public ou privé) est à privilégier.

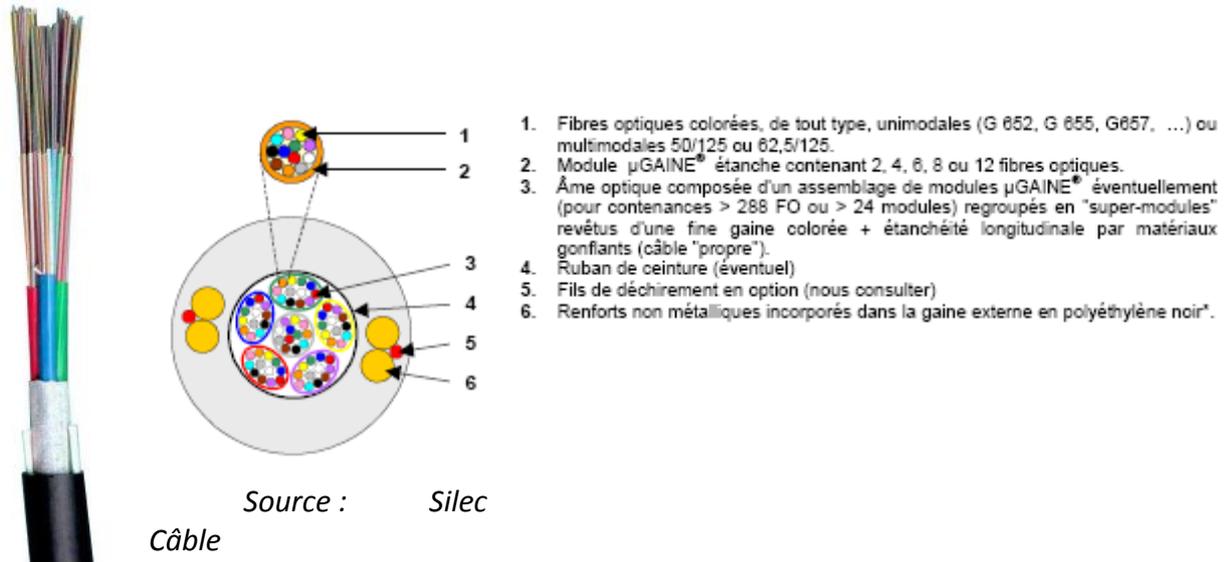
Le réseau de desserte (PM → PBO) est le réseau capillaire qui dessert depuis les Points de Mutualisation (PM) les points de branchements (PBO) à partir desquels sont réalisés les branchements d'abonnés. Il est obligatoirement unique et mutualisé entre tous les acteurs. Neutre technologiquement, il peut être construit par un opérateur privé ou par une personne publique, appelé « opérateur d'immeuble ». Le cadre réglementaire régit les conditions de déploiement et de commercialisation de ce segment de réseau

Les branchements constituent la partie terminale du réseau jusqu'aux prises d'abonnés situés dans les locaux (logements, entreprises, sites publics). Ils sont généralement effectués au moment de la souscription d'un contrat de fourniture de services par un utilisateur final auprès d'un FAI (Fournisseur d'Accès Internet). L'opérateur commercial se rapproche de l'opérateur d'immeuble qui a déployé le réseau jusqu'aux points de branchements pour obtenir toutes les informations techniques nécessaires. Les branchements peuvent réalisés soit par l'opérateur d'immeuble, soit l'opérateur commercial si ce dernier en fait la demande

Le schéma ci-après illustre les 4 segments de réseau décrits ci-dessus :



Les câbles optiques contiennent un nombre de fibres variable selon les besoins (par exemple: 12 fo, 48 fo, 72 fo, 144 fo, 288 fo, 576 fo, 864 fo sur le réseau de desserte et 1 fo, 2 fo ou 4 fo pour les branchements). Les fabricants ont améliorés leurs techniques de fabrication et réduire les contraintes (poids, diamètre). Ainsi par exemple, un câble de 864 fibres pour pose en conduite est organisé en 6 tubes contenant chacun 12 modules de 12 fibres, et ne mesure que 25mm de diamètre, comme l'illustre l'exemple suivant :



Les photos ci-après illustrent les principaux équipements nécessaires au raccordement optique :

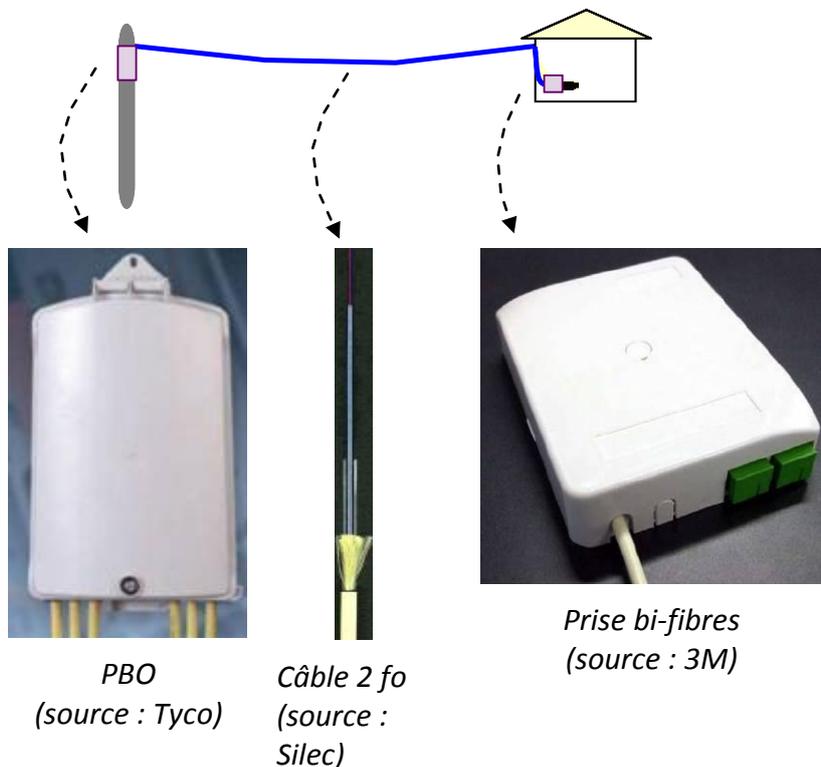


Illustration cartographique : © Qu@trec

La connexion entre deux fibres optiques est effectuée soit par soudure, soit à l'aide d'un connecteur installé à chaque extrémité.



Soudure fibre raccordement
Source : © Qu@trec



Exemple de connecteur et raccord SC / APC

7.2 Modes de pose des réseaux

Les réseaux fibres optiques sont déployés en privilégiant au maximum les infrastructures existantes, en particulier dans les fourreaux appartenant aux collectivités ou à France Télécom.

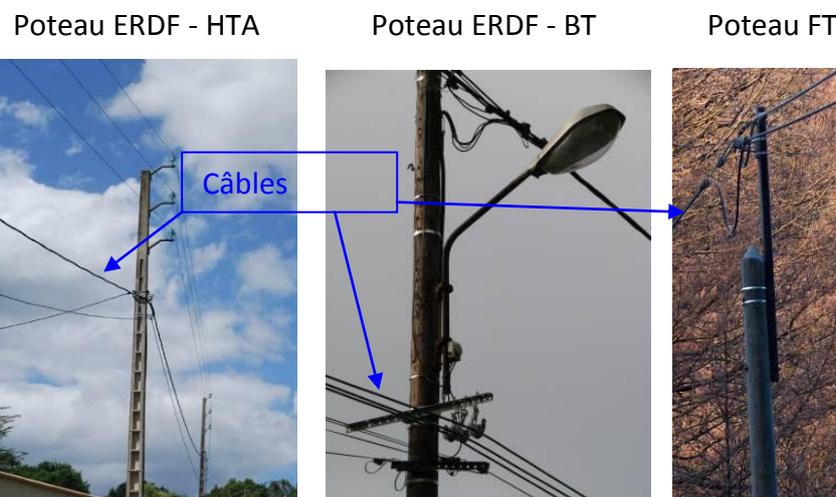
Ils suivent généralement le cheminement des réseaux électriques et/ou téléphoniques.

Les conditions techniques, opérationnelles et financières d'utilisation des fourreaux et chambres de France Télécom sont disponibles dans « l'offre d'accès aux installations de génie civil de France Télécom pour les réseaux FTTx » destinée aux opérateurs exploitant des réseaux FTTx ouverts au public.

Lorsque les réseaux électriques et/ou téléphoniques sont déployés en aérien, leurs supports peuvent accueillir des câbles et boîtiers fibres optiques (sous réserve de validation technique).

ERDF met à disposition ses poteaux (HTA et BT) pour le déploiement de la fibre optique, moyennant la signature d'une convention et le paiement d'une redevance unique d'utilisation.

Les appuis aériens de France Télécom (poteaux, potelets, supports d'ancrage en façade) entrent dans le périmètre de l'obligation d'accès. Des expérimentations ont eu lieu en 2011 et les modalités opérationnelles et financières seront prochainement publiées.



Source : © Qu@trec / ANT Conseil

Les réseaux optiques peuvent également cheminer le long des façades (boitier vertical et câbles blancs) à l'image du réseau électrique (câbles noirs) ou du réseau téléphonique (boitier horizontal et câbles blancs).



Source : © Qu@trec

Lorsqu'aucune infrastructure existante n'est mobilisable, une nouvelle infrastructure support de la fibre optique devra être déployée. Il s'agira de poser des fourreaux, selon différentes techniques de génie civil (traditionnelle, allégée, ...) voire dans certains cas d'implanter de nouveaux supports.

7.3 Techniques de génie civil

7.3.1 Tranchée "traditionnelle"

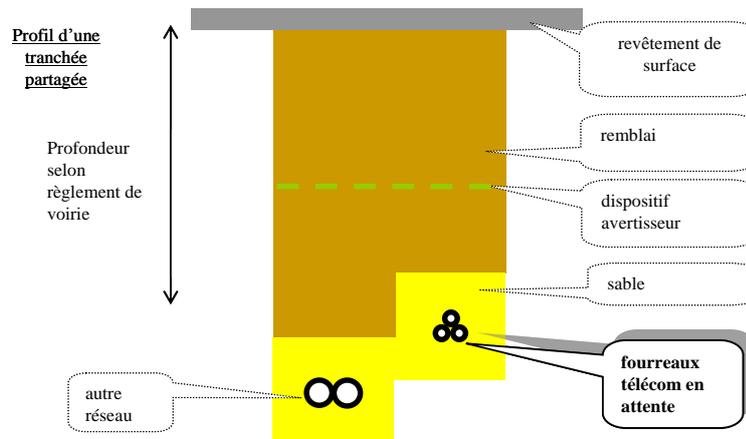
Cette technique est utilisée en terrain naturel, sous trottoir et sous chaussée. Une pelle mécanique creuse une tranchée de largeur variable en fonction du nombre et du diamètre des fourreaux télécoms, voire d'autres fourreaux ou canalisations en cas de coordination de travaux.

Lorsqu'il s'agit uniquement de réseaux télécoms, la tranchée a généralement une largeur de 25 à 30cm. Les fourreaux sont ensuite posés sur un lit de sable d'une hauteur d'environ 5 à 10cm selon la technique de compactage. Les gravats retirés lors de la fouille ne sont en général pas réutilisés pour le remblaiement mais la fouille est comblée par des matériaux normalisés. La hauteur de remblaiement dépend de la nature du revêtement (par exemple : 40cm sous trottoir ou 60cm sous chaussée (au dessus de la génératrice supérieure des fourreaux). Les règlements de voirie (communaux et départementaux) précisent généralement les contraintes en la matière.

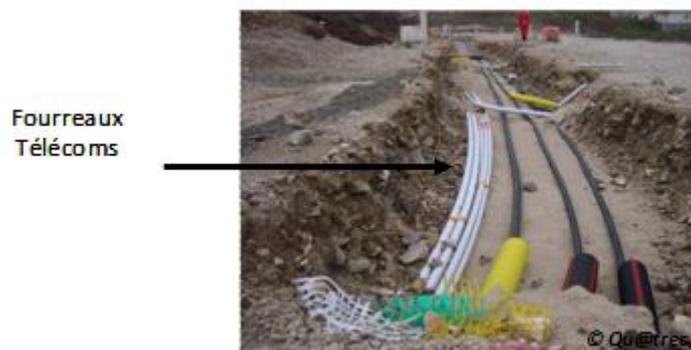
Sauf exception, les réseaux se posent "côte à côte" et non "l'un au dessus de l'autre". Il peut donc arriver que la pose de fourreaux de télécommunications induise une sur-largeur par rapport à la tranchée initialement prévue. Toutefois, ce n'est pas toujours le cas avec des tranchées très profondes (assainissement notamment), qui sont également assez larges à la profondeur requise pour les réseaux de télécommunications.

En cas de coordination avec les réseaux électriques, compte tenu de la nature "diélectrique" des câbles optiques, l'espacement entre les nappes est réduit à 5cm au lieu de 20cm pour les câbles cuivre (arrêté du 10 mai 2006 sur les distributions d'énergie électrique), ce qui n'occasionne pas systématiquement de sur-largeur (en fonction de la taille des godets).

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



Source : Qu@trec / Avisem pour Arcep – 2007



Source : ©Qu@trec



Source : ©Qu@trec

7.3.2 Micro-tranchée

La micro-tranchée, appelée également technique de génie civil "allégée", se caractérise par des fouilles plus étroites (généralement ~ 15cm) et moins profondes (30cm de charge au-dessus de la génératrice du fourreau par exemple), ce qui implique l'emploi d'un matériau spécifique, de type béton auto-compactant pour reboucher la chaussée, sans créer de "points durs". Elle est réservée aux fouilles sous la chaussée et ne peut donc pas être employée en terrain naturel par exemple. Elle a été normalisée en juin 2009 (NF XP P98-333).

L'avantage de cette technique est que l'ensemble des opérations (tranchée, évacuation des gravats, pose de fourreaux, remblaiement) est réalisé par un atelier unique, composé de plusieurs machines qui interviennent successivement. Elle est parfaitement adaptée en milieu rural et présente un coût de réalisation inférieur à celui d'une tranchée "traditionnelle". A la fin de la journée, le chantier est terminé et peut être à nouveau ouvert à la circulation.

Cependant, cette technique est réservée à la pose d'un nombre plus limité de fourreaux toutefois suffisant en général pour la pose de seuls câbles à fibres optiques. Compte tenu de la taille de l'atelier, elle est également peu pratique dans les centres urbains denses.



Trancheuse – Source : Marais SA (fabricant)

7.3.3 Saignée

Cette technique, non encore normalisée, est également une forme de micro-tranchée. Elle est plus spécifiquement dédiée à la pose sous trottoir, en particulier dans le cadre des branchements d'abonnés, lorsque les fourreaux existants s'avèrent inexistantes ou bouchés.

Compte tenu de sa faible profondeur (5cm au-dessus de la génératrice supérieure du fourreau) et de sa faible largeur (~ 5 à 10cm), elle est réservée à la pose d'un seul câble et utilisée dans le cadre d'adduction, de pavillons ou de petits immeubles.

7.3.4 Fonçage / forage dirigé

Le fonçage consiste à pousser une gaine en acier et à extraire les déblais à l'extrémité. Elle est ponctuelle, coûteuse et nécessite d'avoir un espace de travail important, ceci aux deux extrémités. Elle est donc réservée à des passages où les techniques de génie civil,

traditionnelles et allégées, présentent des inconvénients majeurs, tels que des traversées de voies très fréquentées par exemple.

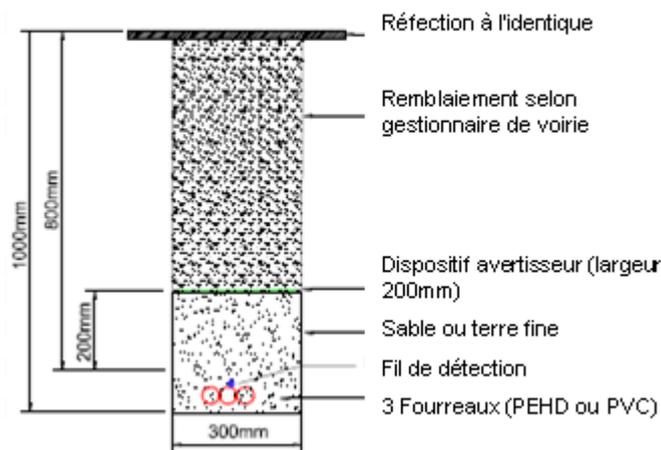
Une variante de cette technique est le forage dirigé qui comme son nom l'indique, consiste à téléguider une tête de forage, contrairement au fonçage dont le guidage ne s'effectue que depuis le point de départ. Elle est donc plus précise mais également plus coûteuse que le fonçage et nécessite également de l'espace et un processus d'autorisation spécifique.

7.3.5 Exemples de tranchées types

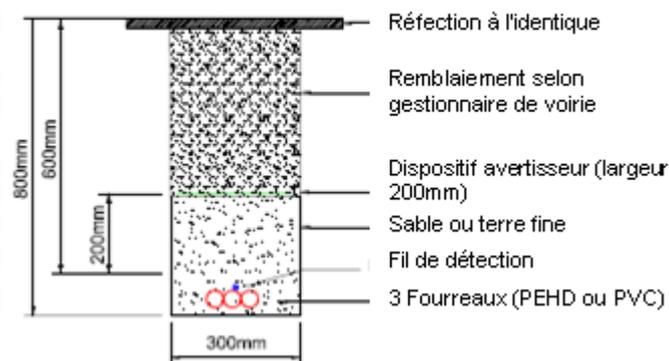
La largeur et la profondeur de la tranchée, la nature des matériaux de remblaiement, l'épaisseur, la largeur et le matériau de réfection de la tranchée sont à définir au cas par cas en fonction de la nature du terrain (espace vert, trottoir, chaussée, ...), de la technique de fouille et du gestionnaire de voirie (règlements existants avec des contraintes différentes en particulier sur voirie départementale).

Les coupes ci-dessous présentent quelques cas types parmi les plus utilisés. Le nombre, le diamètre et la nature des fourreaux à poser ont également quelquefois des conséquences sur le choix des techniques de tranchées.

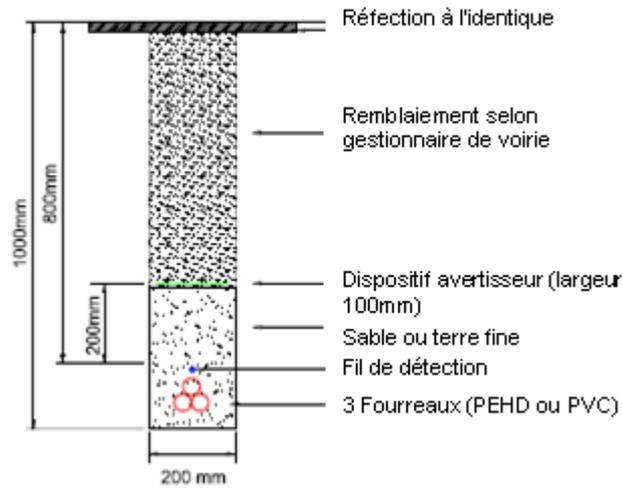
Pose traditionnelle sous chaussée



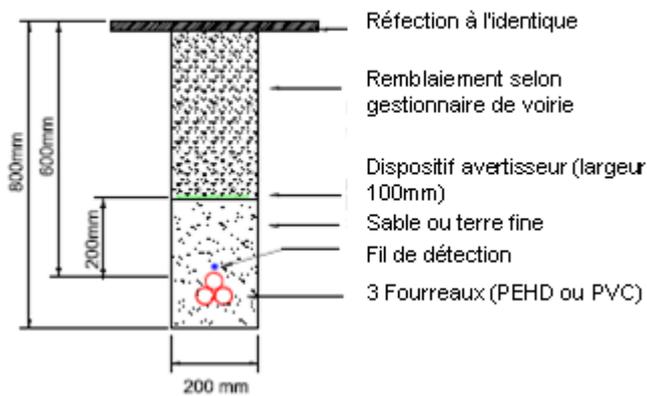
Pose traditionnelle sous trottoir



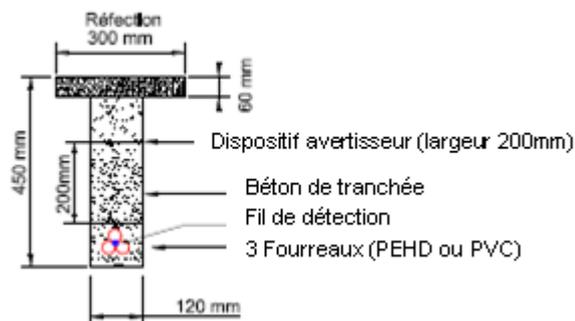
Pose mécanisée sous chaussée



Pose mécanisée en rives de chaussée et accotement



Micro-tranchée sous chaussée



7.4 Fourreaux

7.4.1 Fourreaux PEHD

Grâce à leur matériau rigide, les fourreaux de type PEHD permettent l'installation des câbles à fibres optiques sur de grandes longueurs. Par conséquent, les techniques de pose doivent être adaptées : portage à air ou à eau (pas de tirage avec un treuil par exemple). Ils sont donc utilisés largement sur des réseaux interurbains et sont largement liés à l'utilisation de génie civil de type micro-tranchée. Ils sont livrés sur tourets. Les diamètres (intérieur/extérieur) les plus fréquemment utilisés sont 27/33mm et 33/40mm.



Source : Pipelife

Le fonds de fouille doit être particulièrement plat afin de limiter les points de frottement au moment de la pose de câble ou du sous-fourreautage.

Ce type de fourreau est également utilisé en tant que sous tube de conduite existante, individuellement ou en nappe. Dans ce cas leurs diamètres (intérieur/extérieur) sont plus réduits, par exemple, 8/10mm ou 11/14mm. Les configurations de tubages autorisées dans les fourreaux de France Télécom dépendent de la taille des fourreaux existants et de leur taux d'occupation. Elles sont détaillées dans "l'offre d'accès aux installations de génie civil de France Télécom pour les réseaux FTTx".

7.4.2 Fourreaux PVC

L'autre type de fourreau utilisé pour les réseaux de télécommunication est le fourreau PVC. Utilisé largement pour le déploiement de réseau cuivre en zone urbaine, il se présente généralement en barre rigide d'une longueur de 6m. Par conséquent, il est souvent utilisé sur de faibles distances. L'installation des câbles optiques se fait par tirage, avec éventuellement l'aide d'un treuil, lorsque la distance des chambres est importante ou que les câbles ont un poids important (gros diamètre). Son coût est moindre que celui d'un fourreau PEHD. Les diamètres (intérieur/extérieur) les plus fréquents sont 42/45mm et 56/60 mm.



Source : Pipelife

Son principal inconvénient est le manchonnage des barres, par collage, tous les 6m, ce qui proscrit les techniques de portage des câbles optiques (résistance peu élevée à la pression).

Dans les changements de direction, il faut assurer un rayon de courbure minimal 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 de respecter un rayon de courbure de :

- 4m pour les tubes de 42/45mm,
- 6m pour les tubes de 56/60mm.

7.4.3 Règles communes

Les fourreaux doivent être perpendiculaires aux piédroits des chambres.

Ils doivent être enrobés de béton sur 1m (voire 1,5m) de part et d'autre des chambres de tirage avec un épanouissement à réaliser (sur ~ 1,5m) avant l'arrivée dans la chambre.

Les fourreaux PEHD doivent dépasser sur 15 à 30cm 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 en polyéthylène de couleur et 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 15cm du revêtement de surface (sauf cas de fouilles réalisés en "micro tranchée").

7.5 Chambres

7.5.1 Chambres sous trottoir

Lorsque cela est possible, il faut privilégier la pose de chambre sous trottoir, plus économe. Les chambres sont de type LxT, où x représente le nombre de tampons. Ces tampons en fonte sont de différents modèles, en fonction de la résistance souhaitée (généralement 250KN).

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des principales chambres utilisées sous chaussée pour les réseaux fibres optiques :

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

7.5.2 Chambres sous chaussée

Lorsque l'implantation sous chaussée est nécessaire, les chambres sont de types KxC, où x représente également le nombre de tampon. Ceux-ci présentent généralement une résistance supérieure, typiquement 400KN.

Le tableau ci-après illustre les principales chambres utilisées sous trottoir pour les réseaux optiques :

Type	Nombre tampon	Longueur extérieure (cm)	Largeur extérieure (cm)	Profondeur extérieure (cm)	Longueur intérieure (cm)	Largeur intérieure (cm)	Profondeur intérieure (cm)
K1C	1	108	108	85	75	75	75
K2C	2	183	108	85	150	75	75
K3C	3	257	108	85	225	75	75

7.6 Poteaux

7.6.1 Mise en place d'infrastructures aériennes

Dans le cadre du déploiement d'un réseau FTTH, il peut être pertinent, principalement du point de vue économique, de réaliser une infrastructure d'accueil aérienne car son coût de mise en œuvre est très inférieur à celui d'une infrastructure souterraine.

Les supports à implanter pourront être en béton, bois ou métal.

Matériau, classe et effort supporté par chaque support seront définis suite au calcul de charge des supports qui sera réalisé à l'aide d'un logiciel adapté type COMAC ou équivalent.

7.6.2 Reprise d'infrastructures aériennes

La mutualisation des supports aériens est bien évidemment à privilégier.

Deux réseaux principaux sont mutualisables : le réseau de distribution électrique (HTA et BT) et le réseau téléphonique.

D'une façon générale, le déploiement du réseau FTTH sur infrastructure existante devra respecter les normes en vigueur, le guide des appuis communs pour les réseaux de distribution électrique, l'offre IBLO et ses annexes pour les réseaux aériens télécom.

Les distances inter-réseaux et les hauteurs libres devront être respectées. Dans le cas des réseaux HTA, particulièrement, un profil en long de la ligne existante et de la ligne fibre optique devra être réalisé afin de s'assurer du respect de la hauteur libre par rapport au sol et aux éléments en sursol (végétation, bâti ...).

Réseaux BT

Concernant le réseau de distribution électrique de Basse Tension, ce réseau a, dans la grande majorité des cas, été calculé pour permettre l'accueil d'autres réseaux (télécom notamment) et d'autres appareillages (éclairage public).

Afin de pouvoir utiliser ces infrastructures, le calcul de charge des supports doit être réalisé en tenant compte des réseaux existants et en ajoutant le réseau à déployer. Ce calcul de charge se fait via un logiciel de calcul agréé par Erdf (COMAC ou équivalent).

Réseaux HTA

Les réseaux de distribution aérienne électrique de Haute Tension catégorie A (HTA, généralement en 20.000V) est un réseau qui a été créé pour ce seul réseau mais, suite à certaines expérimentations suivies de déploiements à grande échelle, ce type de réseau, sous certaines conditions, est bien adapté pour être utilisé lors du déploiement d'un réseau FTTH (dans sa partie transport).

Afin de pouvoir utiliser cette infrastructure, le calcul de charge des supports doit être réalisé en tenant compte des caractéristiques du réseau existant et en ajoutant le réseau à déployer. Ce calcul de charge se fait via un logiciel de calcul agréé par Erdf, CAMELIA ou équivalent. La dernière version de CAMELIA (V4.31) intègre un module spécifique pour le calcul d'ajout de fibre optique sur un réseau existant.

Réseaux Telecom

Les règles et procédures à respecter dans le cas d'utilisation des réseaux aériens télécom existants sont décrites dans l'offre iBLO de France Telecom et dans ses annexes.