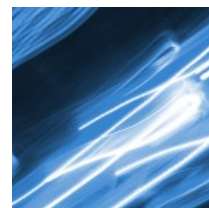


Réseaux optiques de collecte : pose d'infrastructures sous voirie

**Bonnes pratiques d'ingénierie à destination des
services voirie départementaux et intercommunaux**



Contexte

Le déploiement des réseaux de communications électroniques à haut et très haut débit sur le territoire s'appuie notamment sur la mise en place de liaisons par câbles optiques. Les fibres optiques constituent en effet le meilleur support physique aujourd'hui pour véhiculer des débits de données très élevés sur de longues distances. Il s'agit par ailleurs d'un support pérenne : les équipements électroniques placés à chaque extrémité des câbles vont évoluer afin de permettre des débits 10, 100 ou 1000 fois plus élevés, mais la fibre en elle-même dispose d'une capacité suffisante pour les vingt-cinq prochaines années au moins.

Les besoins d'infrastructures optiques se situent aujourd'hui principalement au niveau du transport (pour relier les pays et les continents) et de la collecte (pour mailler le territoire national, à l'échelle des régions et des départements). Demain, ces besoins vont s'étendre au niveau de la desserte (échelle communale et infracommunale), avec des liens à très haut débit jusqu'à chez l'abonné.

Les câbles optiques sont souvent placés dans des fourreaux enfouis, à la fois pour leur assurer une protection optimale et pour des questions d'intégration paysagère. Or l'enfouissement des fourreaux coûte cher ; si on souhaite créer un réseau de communications électroniques par fibre optique *ex nihilo*, le génie civil représente en moyenne les trois quarts du coût d'investissement total, qui s'élève en moyenne à environ 100-150€/ml si la pose se fait sous chaussée. Il s'agit donc d'un frein important au développement des réseaux sur les territoires.

L'article L1425-1 du Code général des collectivités territoriales permet à celles-ci d'intervenir en faveur de l'aménagement numérique de leurs territoires, notamment par la construction d'infrastructures d'accueil qu'elles peuvent ensuite partager pour une mise à disposition au bénéfice des opérateurs (diminuant ainsi le « coût d'entrée » sur le territoire), ou utiliser pour la réalisation d'un réseau d'initiative publique.

Au niveau d'un département, ces infrastructures ont notamment vocation à relier entre elles les parties urbanisées des différentes communes. Leur tracé « cible » est donc assez proche de celui des réseaux routiers départementaux. Par ailleurs, ces infrastructures peuvent être accueillies sur le domaine public, dans le respect des règles d'occupation de ce dernier.

Pour ces raisons, les conseils généraux, en raison de leur échelle d'intervention géographique et de leur maîtrise du domaine public routier départemental, peuvent jouer un rôle important : ils sont en effet en position de développer, sous leur réseau routier, un patrimoine d'infrastructures d'accueil publiques, en profitant notamment des différents travaux réalisés sur la voirie (extension, création de nouveaux axes, mise à 2x2 voies, travaux de rénovation, etc.). Cette mutualisation des travaux de génie civil permet de réaliser la pose des infrastructures d'accueil à un coût marginal, et donc de réduire le coût global de l'établissement de réseaux optiques de collecte.

Objet du document

Une des questions qui se posent pour les services des conseils généraux, en charge de la maîtrise d'ouvrage - voire de la maîtrise d'œuvre - des projets de voirie, est la suivante : quelles sont les infrastructures à mettre en place pour pouvoir assurer un accueil optimal et pérenne aux réseaux de collecte des opérateurs (publics ou privés), tout en maintenant un niveau d'investissement raisonnable ?

L'objet du présent document est d'apporter les premiers éléments de réponse à cette question. Le présent document n'aborde pas dans le détail toute l'ingénierie des infrastructures. Il se limite à proposer quelques recommandations sur une infrastructure susceptible de répondre aux besoins et situations les plus courants, et donne quelques indications pour adapter ces recommandations à différentes situations.

Ce guide n'a bien entendu aucun caractère normatif : il s'appuie simplement sur les bonnes pratiques constatées dans les réalisations d'aujourd'hui.

Note : les services techniques en charge de la voirie dans les conseils généraux constituent la cible principale de ce document ; toutefois, les services des communautés de communes (suivant leur échelle) peuvent également être concernés. De même, les services de l'État intervenant dans l'ingénierie des projets routiers du réseau national correspondant à une échelle de collecte pourront y trouver des informations adaptables à leurs projets.

Contact : CETE de l'Ouest – Pôle d'appui national Aménagement Numérique des Territoires
Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables
02 40 12 85 31 / ant.cete-ouest@equipement.gouv.fr

Document coordonné par : Stéfane LE DU – CETE Ouest / Groupe Aménagement Numérique des Territoires
02 40 12 85 31 / stefane.le-du@equipement.gouv.fr

Contributeurs : Jean-Christophe Boyard (syndicat Manche Numérique), Thierry Houdard (société Axione), Jean-Marie Limondin (Conseil Régional Rhône-Alpes), Pascal Lahoz (CETE de Lyon), Philippe Mabillon (société Cités.com), les participants du groupe de travail FTTx du Comité des Réseaux d'Initiative Publique (CRIP)

Dernière mise à jour : octobre 2007

Document téléchargeable sur le site Atelier ANT : <http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr>

1. Besoins fonctionnels

Les infrastructures mises en place doivent répondre à un certain nombre de besoins fonctionnels, découlant de quelques grands principes de l'action publique en matière de réseaux de communications électroniques. Ainsi :

- L'infrastructure devra permettre la **concurrence** entre plusieurs opérateurs sur le territoire, par une mise à disposition neutre et non discriminatoire. Une capacité à accueillir au minimum trois opérateurs apparaît comme un compromis pertinent entre bon fonctionnement de la concurrence et réalisme technico-économique des ouvrages à réaliser.
- L'**interconnexion** de l'infrastructure réalisée avec d'autres réseaux (existants ou à venir) devra être possible sans difficultés technico-économiques majeures. Ceci porte autant sur l'interconnexion avec d'autres réseaux de collecte qu'avec les niveaux transport et desserte, et ce pour un maximum d'opérateurs et gestionnaires d'infrastructures (réseaux de téléphonie mobile, infrastructures des régies et syndicats d'électricité...). Si la collectivité dispose d'un schéma directeur des infrastructures de communications électroniques, les besoins d'interconnexion pourront être évalués avec davantage de précision.
- L'infrastructure étant accueillie sur le domaine public routier, son exploitation, sa maintenance et son évolution ultérieure devront pouvoir se faire avec le minimum de gêne à la circulation et sans contraintes trop lourdes pour les intervenants.

2. Les infrastructures linéaires

Les infrastructures linéaires sont celles qui accueillent les câbles optiques en section courante : il s'agit des fourreaux, et de leurs accessoires éventuels. Le dimensionnement des fourreaux (nombre et calibres) est guidé par quelques principes simples, dont les deux suivants :

- **on ne passe généralement qu'un seul câble par fourreau sur les réseaux longue distance**

Dans un contexte de création d'une infrastructure neuve, il est préférable de prévoir un seul câble optique par fourreau (en cas de besoin, il sera toutefois possible de sous-tuber un fourreau existant afin d'y faire passer plusieurs câbles).

- **les infrastructures déployées par les collectivités doivent pouvoir être mises à disposition des opérateurs dans des conditions non discriminatoires**

Il est donc important de ne pas limiter le dimensionnement à l'accueil du réseau d'un seul opérateur, car cela limiterait *de facto* toute concurrence sur le territoire. Les infrastructures déployées doivent permettre l'accueil de plusieurs opérateurs.

Dimensionnement

Architecture générale

Si la collectivité en a la possibilité, elle commence par réaliser une étude des besoins, en consultant les opérateurs, en prenant en considération ses propres besoins (en lien avec une stratégie départementale d'aménagement numérique) et avec une vision prospective du territoire. Cette estimation des besoins permettra de déterminer le dimensionnement à prévoir sur les différents axes routiers du département.

De manière générale, l'architecture et le dimensionnement des infrastructures mises en place seront d'autant plus pertinents et adaptés durablement aux besoins qu'ils seront reliés à un **schéma directeur** d'aménagement numérique du territoire, définissant les grandes orientations et le schéma cible des réseaux de communications électroniques sur le département.

L'architecture générale de l'infrastructure posée sera calquée sur le réseau routier, pour les raisons évoquées en introduction. Toutefois, dans certains cas, il pourra être pertinent de ne pas se limiter au strict périmètre des travaux de voirie (exemple : travaux routiers passant à quelques dizaines de mètres d'un répartiteur téléphonique).

Nombre et diamètre des fourreaux

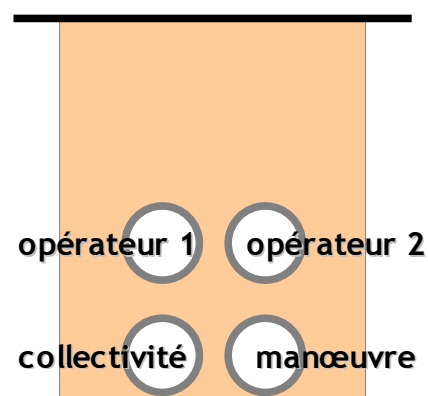
S'il n'est pas possible de prévoir les besoins (calendrier du projet trop serré, difficultés à obtenir des informations de la part des opérateurs...), **au moins quatre fourreaux** seront mis en place : un pour la collectivité (pour besoins

propres et/ou réseau d'initiative publique), au moins deux pour l'accueil des câbles des opérateurs privés, et un pour la manœuvre.

De manière générale, il vaut mieux mettre en place un ou deux fourreaux en excès plutôt que de risquer un sous-dimensionnement ; le coût du fourreau est en effet très faible en comparaison du coût de l'ouverture d'une tranchée qui serait rendue nécessaire par une infrastructure d'accueil sous-dimensionnée.

En ce qui concerne le calibre des fourreaux, à l'échelle où l'on se place ici, le diamètre normalisé **32,6/40** apparaît comme un bon compromis entre capacité et coût. Le diamètre 26,2/32 peut également convenir mais les possibilités de sous-tubage ultérieur seront alors plus limitées.

NB : ce dimensionnement (nombre et calibre) « par défaut » est à manier avec précaution. Il ne remplace pas une étude d'ingénierie réalisée spécifiquement pour le projet considéré, et prenant en compte toutes les spécificités locales (localisation des zones à forts besoins, architecture générale du réseau cible, position dans la hiérarchie du réseau, appétence des opérateurs, etc.).



Coupe schématique de la configuration minimale

Type de fourreaux

Compte tenu de l'échelle à laquelle on se place dans le présent document (routes départementales interurbaines), on se trouve ici dans un contexte de distances relativement longues entre les chambres, avec peu d'intersections. Par conséquent, les câbles optiques gagnent à être déployés par portage (à l'air ou à l'eau), technique permettant une pose rapide des câbles sur de longues distances (à opposer à la technique de pose par tirage, adaptée uniquement aux courtes distances). La pose par portage nécessite des **fourreaux PEHD** prévus spécifiquement pour cette technique (fourreaux rainurés et lubrifiés afin d'augmenter les performances du portage ; classe de résistance à la pression PN12 ou PN16). Les fourreaux PEHD présentent de plus l'avantage d'être bien adaptés à la pose mécanisée, ce qui permet de réduire la durée (et donc le coût) des chantiers de pose.

Géométrie

Dans la tranchée

En cas de tranchées partagées ou de croisements avec d'autres réseaux, les distances à respecter entre les différents réseaux sont fixées par la norme NFP 98-332.

Par rapport à la chaussée

La pose peut se faire sous la chaussée ou en accotement. De manière générale, **la pose en accotement est à privilégier** : coûts de réalisation moindre, préservation de l'intégrité de la structure de chaussée et de la bande de roulement, interventions ultérieures sur le réseau (maintenance, modification) n'entraînant pratiquement pas de gêne à la circulation.

La pose sous la chaussée peut toutefois être intéressante, voire nécessaire dans certains cas : d'une part, elle permet une meilleure sécurisation des infrastructures dans les zones où les interventions lourdes sur accotement sont nombreuses. D'autre part, il est possible que les accotements soient déjà encombrés, par exemple par les infrastructures du réseau électrique ou par celles du réseau de communications électroniques de l'opérateur historique. Dans ce cas-là, on préférera la pose sous bande d'arrêt d'urgence, si elle existe.

Une étude au cas par cas est préconisée afin de déterminer la meilleure solution.



Pose de fourreau PEHD

Compléments d'information sur les fourreaux

- Le rayon de courbure minimum à respecter pour la pose des fourreaux est d'environ 100 fois le rayon des fourreaux (soit un rayon de 2m pour des fourreaux de diamètre 40mm), afin de permettre la pose des câbles par portage sans difficultés. Par ailleurs, les courbes multiples sont à éviter, car même en respectant le rayon de courbure à chaque changement de direction, un tracé trop sinueux posera problème lors de la pose (des difficultés apparaissent à partir d'une dizaine de changements de direction entre deux chambres consécutives). Lorsque ces règles ne peuvent pas être respectées, une chambre de tirage supplémentaire est à prévoir.
- Selon la norme NFP 98-331 relative aux tranchées, les fourreaux doivent être signalés dans la tranchée par un grillage avertisseur normalisé, posé à 30cm au dessus de la génératrice supérieure du faisceau de fourreaux.
- Un fil de localisation électromagnétique peut être prévu afin de faciliter un repérage ultérieur précis des fourreaux. Ce dispositif est toutefois relativement coûteux à utiliser. Un géoréférencement réalisé avec soin au moment du récolement des travaux et correctement maintenu (avec notamment une mise à jour lors des évolutions ultérieures du réseau) permettra de se passer de ce dispositif dans la majorité des cas. Au besoin, il sera possible de passer temporairement un fil de localisation dans un fourreau pour effectuer ponctuellement un repérage précis, afin par exemple de compléter ou valider les données géoréférencées.
- Les fourreaux doivent être obturés pour permettre leur utilisation ultérieure dans de bonnes conditions ; un fourreau non obturé peut en effet se retrouver bouché par des apports au cours du temps.
- Les fourreaux doivent dépasser d'environ 30cm dans les chambres, afin de permettre les mandrinages et la mise en pression, ainsi que la mise en continuité si nécessaire.
- Un système de bandes de couleurs pourra faciliter l'identification des fourreaux au niveau des masques de chaque chambre.
- Les fourreaux doivent être bien tendus lors de la pose.



Tranchée, fourreaux et grillage avertisseur Pose en bordure d'une route bidirectionnelle

3. Les infrastructures ponctuelles

Il s'agit des chambres, qui permettent d'accéder aux fourreaux et donc aux câbles optiques. Reliées entre elles par les fourreaux, elles remplissent deux fonctions principales :

- **permettre la mise en place des câbles** dans les fourreaux, en offrant des points d'entrée et de sortie à ces derniers, ainsi qu'un espace de travail suffisant : ce sont les chambres de tirage/soufflage ;
- **permettre de réaliser des changements de direction des câbles, des dérivations et des raccordements**, en offrant un espace de stockage de surlongueur de câble (lovage) et une accessibilité aux câbles et fibres : ce sont les chambres de raccordement ou de dérivation.

Il existe deux catégories de chambres, définies par leur niveau de résistance mécanique : les KxC qui peuvent être placées sous des voies circulées, et les LxT pour la pose sous trottoir et accotements.

Les principaux modèles utilisés sont les L2T et L3T pour l'aide à la pose de câbles, et les K2C, K3C, L3T et L5T pour le raccordement et la dérivation. Les petites chambres K1C et L1T sont inadaptées aux opérations de manutentions de câbles, elles sont donc déconseillées.

Situées à des points névralgiques du réseau, les chambres doivent garantir la sécurité de ce dernier, à l'aide notamment de tampons verrouillables et de grilles ou protections anti-chutes permettant de préserver les câbles et équipements en cas de chute des tampons lors de la manipulation de ces derniers.

Les traversées

Différentes techniques permettent de réaliser les traversées de chaussée ponctuellement, en fonction des besoins : pose par encorbellement au niveau des ponts, utilisation des passages souterrains et busages existants, réalisation de forages... Il n'est donc pas indispensable de systématiquement prévoir toutes les traversées dès la réalisation de l'infrastructure principale.

Bien entendu, si des besoins de traversée sont déjà connus au moment des travaux (présence d'une zone à desservir, d'un point de raccordement à un réseau d'opérateur...), il y a tout intérêt à les intégrer en posant en traversée de route un ou plusieurs fourreaux PEHD, qui pourront être passés dans une gaine de diamètre supérieur. Ces fourreaux seront reliés à l'infrastructure principale au niveau d'une chambre de dérivation.



Intervention sur les câbles au niveau d'une chambre

Par ailleurs, la pose de chambres à intervalles réguliers (voir ci-après) permet de limiter les difficultés ultérieures, car ces chambres pourront être utilisées pour faciliter la mise en place de nouvelles traversées.

Positionnement des chambres

Transversalement

Les chambres, en particulier celles utilisées pour le raccordement et la dérivation, doivent être accessibles sans que l'intervention n'entraîne une gêne majeure pour la circulation. Par conséquent, elles sont à placer préférentiellement sous accotement, que les fourreaux soient eux-mêmes sous accotement ou non. Ceci réduira par ailleurs les contraintes mécaniques auxquelles elles sont soumises et augmentera donc leur durée de vie.

Les chambres de raccordement ne seront probablement pas utilisées directement par les opérateurs, qui préfèrent disposer de leurs propres chambres. Par conséquent, dans la mesure du possible, il conviendra de prévoir, à proximité des chambres de raccordement mutualisées, l'espace nécessaire à la mise en place de chambres par les opérateurs utilisateurs des infrastructures linéaires mises à disposition par la collectivité.

Longitudinalement

L'espacement entre les chambres successives ne doit pas être trop important pour que la pose des câbles soit possible sans difficultés, mais il ne doit pas être trop faible afin de ne pas augmenter inutilement le coût de l'infrastructure. Les ordres de grandeur d'espacements proposés ci-après sont à adapter suivant les situations.

Pour les chambres de tirage

- section courante sans changements de direction : une chambre tous les 2000m environ ;
- si le réseau routier accueillant l'infrastructure présente de nombreux changements de direction et intersections : une chambre tous les 1000m environ ;
- une chambre aux changements de direction importants ;
- une chambre est également recommandée de part et d'autre des points durs du cheminement du réseau (ouvrages d'art de longueur importante, croisements de voies ferrées, carrefours...).

Pour les chambres de dérivation et raccordement

- en zone urbaine : une chambre tous les 300 à 500m environ ;
- en zone rurale et péri-urbaine : une chambre tous les 2000m environ ;

- une chambre au droit de chaque point de raccordement au réseau de desserte : bâtiments et zones dont les besoins sont prévisibles (zone d'activité, administration, établissement scolaire, hôpital, etc., qu'ils soient existants ou en projet) ;
- une chambre lors du passage à proximité d'un réseau d'opérateur déjà présent, afin de permettre des interconnexions ultérieures, et a minima au départ des raccordements aux autres réseaux (répartiteurs téléphoniques de France Télécom, relais de téléphonie mobile, points de présence des opérateurs...).

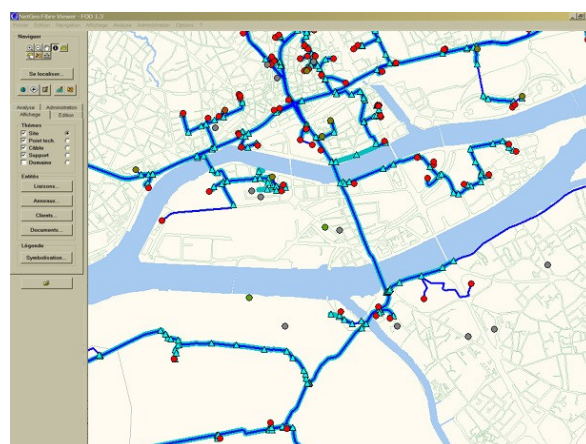
Dans tous les cas (zone urbaine, péri-urbaine ou rurale), le pas est à adapter en fonction du potentiel de clientèle de la zone considérée et de sa répartition géographique.

Le sous-dimensionnement (par omission ou volontaire) est moins pénalisant avec les chambres qu'avec les fourreaux : il est plus acceptable, économiquement, de mettre en place une chambre supplémentaire sur un réseau d'infrastructures existant (fouille ponctuelle pour la mise en place de la chambre, qui peut être sans fond afin de limiter l'impact sur les fourreaux déjà en place) que de mettre en place un fourreau supplémentaire (tranchée à ouvrir sur la totalité du tracé).

4. La gestion

Intégration des infrastructures dans le SIG de la collectivité

Une telle action permet de disposer d'une connaissance fiable, à jour et diffusable de la disponibilité des infrastructures qui ont été mises en place sur le territoire. La collectivité est ainsi en mesure d'indiquer à un opérateur de quelles infrastructures il pourra disposer pour relier un point A à un point B, et lesquelles seront à construire. Bien entendu, cette action repose sur la mise en place préalable d'un SIG « réseaux » au niveau de la collectivité. Les données doivent être reportées dans le SIG avec soin à l'issue des travaux, puis mises à jour à chaque modification des infrastructures (caractéristiques, tracé, occupation...). Pour que les données soient aussi complètes, précises et à jour que possible, il est indispensable de mettre en place une collaboration efficace entre la collectivité, les gestionnaires des différents réseaux et les entreprises de travaux qui réalisent les modifications des infrastructures.



Source données : Nantes Métropole

Mise en place d'une organisation adaptée

Pour les opérateurs, une des difficultés est la multiplicité des interlocuteurs lorsqu'il s'agit de venir établir un réseau sur un territoire. En se regroupant à la fois fonctionnellement (en regroupant les informations et les démarches derrière une interface unique) et géographiquement à une échelle pertinente, les collectivités facilitent le travail des opérateurs et contribuent à diminuer les délais de déploiement.

Par ailleurs, ce regroupement permet aux collectivités de disposer de pouvoirs d'influence et de négociation plus importants que si elles restent isolées (ou regroupées à des échelles trop réduites) : un opérateur sera plus disposé à discuter et à consacrer du temps et de l'énergie à une structure représentant une population suffisante.

Enfin, une logique de « guichet unique » facilitera le suivi interne du déploiement des infrastructures et de la gestion des données relatives à celles-ci.

5. Compléments et approfondissements

Les questions à se poser pour préciser les besoins

- Le tracé n'est pas nécessairement constitué d'une infrastructure homogène sur l'ensemble de ses tronçons ; il peut être utile de distinguer des sous-ensembles de besoins semblables, les besoins étant déterminés par les facteurs suivants :
 - Des opérateurs manifestent-ils le souhait de déployer des réseaux sur les tronçons considérés ?
 - Les tronçons sont-ils proches de zones urbanisées, de pôles d'activités, existants ou en projet ?
 - Les tronçons correspondent-ils à des parties terminales du réseau (branches reliant la collecte à des points d'entrée dans les réseaux de desserte) ou bien font-ils partie de la « colonne vertébrale » (branches reliant des nœuds de collecte entre eux) ?
- Les questions suivantes apporteront des précisions quant au dimensionnement du réseau d'infrastructures dans son ensemble :
 - La collectivité a-t-elle un projet de réseau d'initiative publique (fibre noire ou activée) ?
 - Combien d'opérateurs sont déjà présents sur le territoire, au niveau de la collecte ?
 - Combien d'opérateurs sont présents sur le territoire ou intéressés pour s'y déployer, pour la partie desserte ? Avec quelles technologies (ADSL, Wi-Fi/WiMAX, FTTx...) ? Où se trouvent les points d'interconnexion entre la collecte et la desserte ?

L'ensemble de ces questions relèvent de la définition d'une stratégie d'aménagement numérique du territoire considéré, et de la mise en place d'un schéma directeur des infrastructures de réseaux de communications électroniques. Comme indiqué dans la partie relative à l'architecture générale des infrastructures à mettre en place, une démarche stratégique traduite notamment dans un document fixant les orientations pour la construction est fortement recommandée.

Ordres de grandeur de prix

Note : les coûts présentés ici sont des ordres de grandeur. Ils ne peuvent servir qu'au calcul d'une estimation très sommaire du coût d'une infrastructure. Les coûts réels dépendent de chaque projet, et sont liés notamment aux choix techniques réalisés, aux quantités prévues dans le marché, aux contraintes propres à chaque chantier.

- Construction d'un réseau de 4 fourreaux PEHD, chambres incluses, incluant le coût du génie civil pour une pose en accotement (zone peu dense) : de 20 à 40 €/ml
- Construction d'un réseau de 4 fourreaux PEHD, chambres incluses, incluant le coût du génie civil pour une pose sous chaussée existante : environ 100-150 €/ml. Le coût augmente en zone dense (déroulement de chantier plus complexe, réfection souvent plus coûteuse).
- Ajout d'un fourreau supplémentaire : environ 2,5 €/ml
- Ajout d'une chambre, en accotement : de 1000 à 1500 € pour L3T ou K2C (variable suivant le type de chambre)
- Sous-tubage d'un fourreau avec trois tubes : de 5 à 8 €/ml

Documentation

Les documents suivants permettent d'approfondir le sujet de la pose d'infrastructures de réseaux de communications électroniques dans les emprises de voirie.

Technique

- La Région Rhône Alpes, en partenariat avec les conseils généraux de la région, a publié en 2004 un guide intitulé « Manuel d'aide à la réalisation d'une infrastructure de génie civil de pose de câble optique pour des réseaux à hauts débits ». Ce document contient de nombreuses informations relatives au dimensionnement des infrastructures et à la réalisation en phase travaux.

> <http://www.rhonealpes.fr>

> rubrique *Aménagement du territoire*, sous-rubrique *TIC*



- L'association interprofessionnelle CREDO publie une documentation technique sur les règles à respecter et les bonnes pratiques en matière de construction de réseaux optiques métropolitains, départementaux et régionaux.

> <http://www.cercle-credo.com>

> rubrique *Publications*, sous-rubrique *Guides CREDO*



- Les fiches suivantes proposent des explications pédagogiques sur les aspects techniques :

> *La problématique des infrastructures* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=276

> *Les différentes couches des réseaux* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=272

> *Infrastructures d'accueil de réseaux filaires* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=17

> *Travaux pour un réseau enfoui* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=196

Organisation et réglementation

- Le guide « Voirie, domaine public et réseaux haut débit » publié par le groupe ANT du CETE de l'Ouest donne des indications relatives aux actions que peuvent mener les gestionnaires de domaine public dans le cadre des projets d'aménagement numérique, avec un éclairage plutôt juridique et organisationnel que technique.

> <http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr>

> rubrique *Agir*, sous-rubrique *Collectivités*



- Le Comité des Réseaux d'Initiative Publique des points de repère autour de l'action des collectivités en matière de réseaux de communications électroniques. Est notamment disponible une convention type de mise à disposition d'infrastructures :

> <http://www.arcep.fr>

> espace *collectivités*, archives du *CRIP*



- Les fiches suivantes proposent des explications pédagogiques sur les aspects organisationnels et juridiques :

> *Gestion du domaine public et haut débit* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=33

> *Mutualisation des réseaux* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=28

> *Mise à disposition d'infrastructures* : http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr/article.php3?id_article=282

**Centre
d'Études
techniques
de l'Équipement**

**division
informatique
organisation
gestion**

**groupe Aménagement
Numérique
des Territoires**

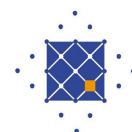
**CETE de l'Ouest
MAN – rue René Viviani
BP 46223
44262 Nantes cedex 2**

**téléphone :
02 40 12 85 31**

**télécopie :
02 40 12 84 44**

**ant.cete-ouest
@equipement.gouv.fr**

**[http://extranet.ant.
cete-ouest.equipement.
gouv.fr](http://extranet.ant.cete-ouest.equipement.gouv.fr)**



**Le CETE de l'Ouest
fait partie du Réseau
Scientifique et Technique
de l'Équipement**