

LES REGLES TECHNIQUES EN MATIERE D'AMENAGEMENT NUMERIQUE

La fibre optique réunit de manière optimale toutes les conditions nécessaires à un très haut débit de qualité pour tous les usagers potentiels.

Son déploiement est cependant freiné, car dépendant de génie civil dont les coûts de réalisation sont bien supérieurs à ceux du déploiement des fibres optiques elles-mêmes.

Or, en saisissant les opportunités de mutualisation de travaux, les collectivités ont la possibilité de préparer l'arrivée du haut débit sur leur territoire à des coûts marginaux.

(Il y a environ 53.000 Km de réseaux d'eau et d'électricité créés ou rénovés par an en France).

Ce manuel d'aide à la réalisation d'une infrastructure de fourreaux pour des réseaux à hauts débits est destiné à tout aménageur susceptible de réaliser des travaux structurants.

Ce dossier a pour objectif d'apporter des précisions sur les réseaux de communications électroniques à enfouir dans le sol.

Quels aménagements à prévoir ?

- ✦ 3 fourreaux pour la distribution et le transport
- ✦ 1 fourreau pour les branchements
- ✦ Chambres L3T sur trottoir et K2C sur chaussée

Définitions :

Alvéole : désigne toute gaine, tout tube, toute canalisation en conduite souterraine permettant la pose de tubes, de sous tubes ou de câbles.

Chambre : ouvrage de génie civil enterré permettant le tirage et le raccordement de câbles.

Nous distinguons deux types de chambres de télécommunication :

- des chambres de tirage,
- des chambres de lovage et de raccordement.

Conduite : appelée aussi canalisation, c'est l'ensemble des fourreaux rassemblés en un bloc enrobé le plus souvent de sable et posée dans une tranchée.

Filin d'aiguillage (appelé « Aiguille ») : dispositif souple permettant le tirage de câbles dans un fourreau.

Fonçage : technique permettant de creuser horizontalement.

Fourreau : désigne toute gaine, tout tube ou toute canalisation en conduite souterraine permettant la pose de tubes, de sous tubes ou de câbles à fibres optiques.

Il peut être en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en polychlorure de vinyle (PVC).

Encorbellement : technique de franchissement d'un ouvrage avec la mise en place d'un équipement pour permettre la continuité du génie civil pour le câble fibres optiques.

Installations : désigne les fourreaux, les chambres et les bornes de raccordement dans lesquels transitent les câbles de communications électroniques.

Masque (d'une chambre) : ensemble physique groupé de sections de fourreaux au niveau de la paroi intérieure d'une chambre.

Manchon : dispositif assurant la protection mécanique et permettant le raccordement soit d'un câble à un autre câble de même capacité, soit d'un câble à plusieurs câbles de capacité inférieure. Il s'agit d'un dispositif sur lequel un opérateur n'intervient qu'une fois, sauf dans le cadre d'une opération de maintenance suite à dérangement.

Mandrinage : opération de contrôle des fourreaux par le passage dans les conduites d'un gabarit.

Voussoir : éléments d'ouvrage d'art permettant de relier les piles et de supporter le tablier et les voies de circulation.



1 Les tranchées

Une tranchée est définie par :

- ⤴ la position de celle-ci dans son environnement (fonction des milieux rencontrés).
- ⤴ le nombre de fourreaux qu'elle contient.
- ⤴ le diamètre des fourreaux.

Si une étude de besoins peut être menée au préalable, celle-ci permettra le dimensionnement du nombre exact de fourreaux à mettre en place dans la tranchée.

Dans ce cas, chaque titulaire ou client potentiel se verra allouer un tube, plus un pour l'aménageur de l'infrastructure et un pour la manoeuvre.

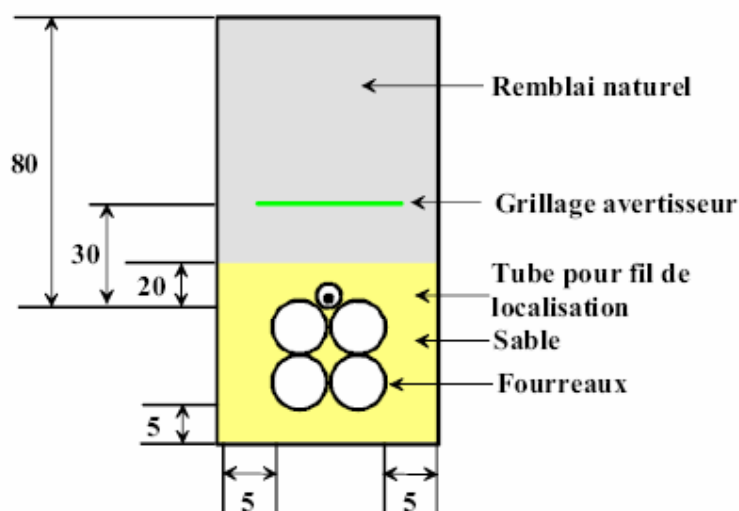
Si cette étude ne peut être menée par manque de temps ou plus par manque d'information, il est conseillé d'installer au **minimum 3 fourreaux**.

1.1 Les tranchées en terrain naturel (espaces verts, champs, etc.) :

Cette tranchée peut être décomposée en trois strates :

1. la strate contenant les fourreaux. Au minimum 20 cm de sable compacté recouvriront les différentes conduites ou fourreaux.
2. la strate entre le grillage avertisseur et le sable. Cette strate sera réalisée par compactage des matériaux extraits de la fouille.
3. la couche de remblai final réalisée par compactage des matériaux extraits de la fouille.

L'enrobage latéral des conduites doit avoir une largeur minimale de **5 cm**.

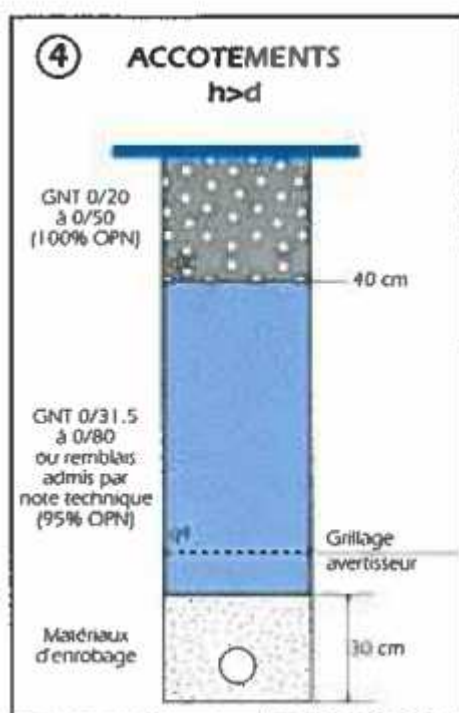


1.2 Passage de la tranchée en accotement :

Cette tranchée peut être décomposée en trois strates :

1. la strate contenant les fourreaux avec un matériau d'enrobage, sur 30 cm d'épaisseur.
2. la strate constituée d'une couche de grave non traitée 0/31,5 à 0/80, située entre le matériau d'enrobage et la structure de chaussée.
3. la strate constituant la structure de chaussée et composée d'une couche de grave non traitée 0/20 à 0/50, sur une épaisseur de 40 cm.

L'enrobage latéral des conduites doit avoir une largeur minimale de **5 cm**.



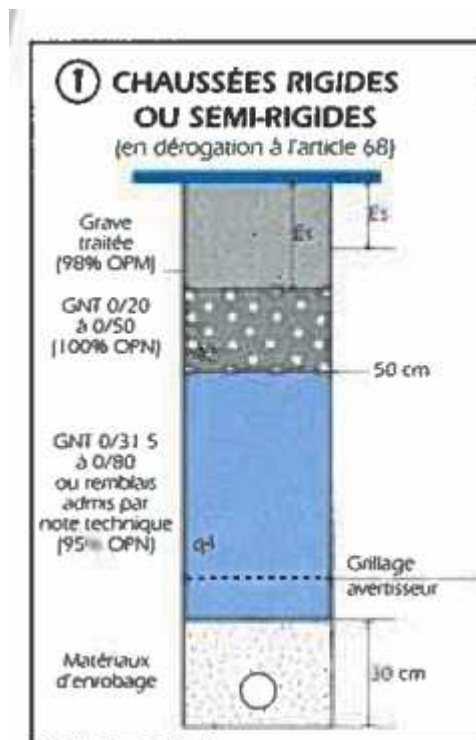
1.3 Les tranchées longitudinales sous chaussée rigides ou semi rigides :

Lorsque le cheminement impose une tranchée sous trottoir ou sous chaussée circulée, ce type de tranchée sera réalisé.

Cette tranchée peut être décomposée en quatre strates :

1. la strate contenant les fourreaux avec un matériau d'enrobage, sur 30 cm d'épaisseur.
2. la strate constituée d'une couche de grave non traitée 0/31,5 à 0/80 et située entre l'enrobage et la profondeur moins 50 cm par rapport à la couche de roulement.
3. la strate constituant la couche de fondation de la chaussée et composée d'une couche de grave non traitée 0/20 à 0/50.
4. la strate constituant la couche de base de la chaussée et composée d'une grave traitée, d'épaisseur égale à la structure initiale. La couche de roulement sera reconstituée à l'identique.

L'enrobage latéral des conduites doit avoir une largeur minimale de **5 cm**.



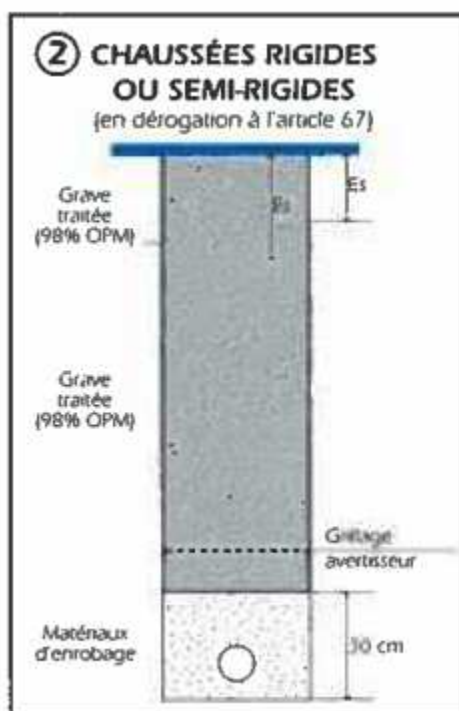
1.4 Les tranchées transversales rigides ou semi rigides :

Lorsque le cheminement impose une tranchée sous chaussée circulée par des poids lourds, ce type de tranchée sera réalisé.

Cette tranchée peut être décomposée en trois strates :

1. la strate contenant les fourreaux avec un matériau d'enrobage, sur 30 cm d'épaisseur.
2. la strate constituée d'une couche de grave traitée située entre le matériau d'enrobage et la couche de roulement.
3. la couche de roulement reconstituée à l'identique.

L'enrobage latéral des conduites doit avoir une largeur minimale de **5 cm**.

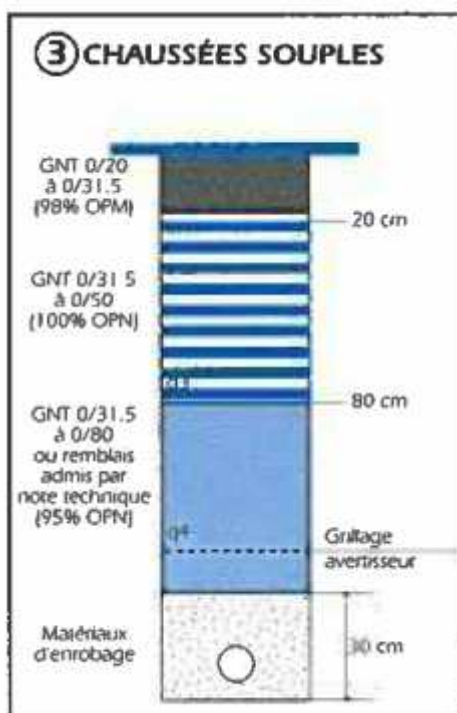


1.5 Tranchées sous chaussées souples :

Lorsque le cheminement impose une tranchée sous chaussée circulée par des poids lourds, ce type de tranchée sera réalisé.

Cette tranchée peut être décomposée en cinq strates :

1. la strate contenant les fourreaux avec un matériau d'enrobage, sur 30 cm d'épaisseur.
2. la strate constituée d'une couche de grave non traitée 0/31,5 à 0/80 et située entre l'enrobage et la profondeur moins 80 cm par rapport à la couche de roulement.
3. la strate constituée d'une couche de grave non traitée 0/31,5 à 0/50 sur une épaisseur de 60 cm.
4. la strate constituée d'une couche de grave non traitée 0/20 à 0/31,5 sur une épaisseur de 20 cm.
5. la couche de roulement sera reconstituée à l'identique.



1.6 Tranchées exécutées à la trancheuse :

1. Sous accotement : profondeur entre 50 cm et 80 cm. Remblais avec le terrain naturel (schéma 1.1)
2. Sous chaussée : profondeur 50 cm. Remblaiement en béton rouge. Réfection de la couche de roulement à l'identique avec 50 cm de reprise de part et d'autre de la tranchée.

1.7 Passage de points difficiles :

Les points difficiles usuellement rencontrés sont les traversées d'ouvrages d'art ou des points durs tels que les cours d'eau, les voies SNCF, les bretelles ou sections routières.

- **Les ponts** : le franchissement des passages inférieurs se fait suivant l'ouvrage par :

- ⤴ chemin de câbles dans les voussoirs de l'ouvrage.
- ⤴ encorbellement.



Le dispositif est fixé suivant l'ouvrage :

- soit derrière les équipements de sécurité,
 - soit sur le côté du tablier,
 - soit sous le tablier.
- ⤴ chemin de câbles capoté sur trottoir,



- ✦ caniveau sur tablier.



- Le franchissement d'un **cours d'eau** se fait par : fonçage.

L'utilisation du fonçage est à envisager uniquement lorsqu'un sciage de chaussée est impossible du fait de la structure de la chaussée, d'un revêtement récent, d'un trafic contraignant,...

Le diamètre minimum de fonçage sera de 273 mm.

Le fonçage sera équipé d'un tuyau en acier correspondant au diamètre de fonçage. Ce tuyau sera équipé du maximum admissible de fourreaux PVC.

A chaque extrémité du fonçage, il sera posé une chambre de tirage L5T avec un fonçage en biais pour permettre de passer en continu les fourreaux en respectant le rayon de courbure " $r > 20m$ ".

- Le franchissement d'une **bretelle ou section routière** se fait par :

- ✦ fonçage
- ✦ sciage de chaussée

2 Les fourreaux

3 types de réseaux se distinguent : le transport, la distribution et les branchements.

- ✦ **Transport** : souvent en extra urbain. On utilisera des tubes type PEHD 26/33 ou 33/40. Ces réseaux, lorsqu'ils sont en zones urbanisées, ont le même espacement de chambre que la distribution (**150m**). 3 fourreaux suffisent.
- ✦ **Distribution** : presque toujours en zones urbanisées. Pour ce réseau, on utilisera indifféremment le PEHD 33/40 ou le PVC 40/45. Cela dépendra du mode de pose. 3 fourreaux suffisent également.
- ✦ **Branchements** : ce réseau ira depuis la distribution vers les habitations. Un seul fourreau PVC 40/45 suffit. Ce dernier aura pour origine une chambre sous trottoir et cheminera jusqu'à la limite de domaine public de l'habitation ou groupe de logements.

La pose de fourreau permet la mise en place ultérieure de la fibre optique sans réaménagement de la voirie.

Lors de travaux sur la voirie (réfection de surface, mise à 2x2 voies, nouvelle route), il peut être intéressant de poser des fourreaux.

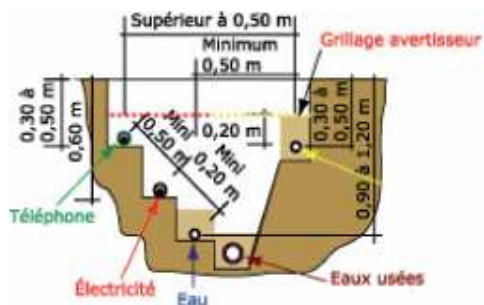
Exemples de travaux souterrains qui demandent réflexion quant à la pose de fourreaux :

- ✦ **lors d'enfouissement de réseaux aériens** : lors d'un effacement de réseaux aériens, des tranchées vont être réalisées pour enterrer les lignes électriques et téléphoniques. Il est alors économiquement intéressant d'effectuer une surlargeur afin de poser des fourreaux supplémentaires pour les réseaux futurs.
- ✦ **lors de travaux sur les réseaux souterrains** : la rénovation de réseaux souterrains tel que les réseaux d'assainissement ou d'eau potable est l'occasion de poser des fourreaux à moindre frais. En effet si les travaux de rénovation de réseaux nécessitent de creuser des tranchées il est alors intéressant de poser des fourreaux.

Remarque : l'accord entre France Télécom, l'AMF (Association des Maires de France) et la FNCCR (Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies) permet aux collectivités de garder la propriété des fourreaux de communication électronique. En effet, à partir du moment où la collectivité a participé au financement des infrastructures, il est normal que les infrastructures passives tels que des fourreaux tombent dans le domaine public.

En cas d'emplacement réduit ou restreint, la juxtaposition de la fibre optique avec les autres réseaux est totalement compatible (voir règles d'occupation des installations et de séparation des réseaux).

Profil type d'une tranchée partagée



Les collectivités doivent aussi récupérer les infrastructures de fourreaux déployées par les aménageurs, mais aussi imposer à ces derniers de prévoir les fourreaux nécessaires à la fibre optique.

Les fourreaux doivent être installés en nappe dans la tranchée.

Entre deux chambres, la disposition des fourreaux doit rester constante (sans croisement).

Les raccordements des fourreaux entre eux doivent être étanches. Ces raccordements doivent résister à une traction équivalente à celle de la rupture du fourreau.

Dans les changements de direction, il faut assurer un rayon de courbure important pour d'une part faciliter la pose de câble, d'autre part respecter les contraintes de rayons de courbure des câbles. Nous préconisons une courbe minimum de 1.6 mètre. Cette valeur peut être ramenée à 0.80 mètre pour les dérivations des fourreaux vers les chambres de télécommunications.

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

3 Les chambres

Les chambres utilisées répondront aux normes NF P 98050 et NF P 98051.

Les chambres de tirage sont nécessaires sur les fourreaux pour faciliter le passage de l'aiguille et le tirage des câbles.

Dans une infrastructure génie civil dédiée aux télécoms, une chambre de tirage est composée des sous ensembles suivants :

- ⤴ d'une ossature en béton armé correspondant à la chambre proprement dite,
- ⤴ d'une rehausse éventuelle permettant la compensation d'une élévation ou d'un dénivelé du sol (talus, merlon, etc.),
- ⤴ d'une grille de protection,
- ⤴ d'un cadre en acier,
- ⤴ d'un ou plusieurs tampons.

Les critères ci-dessous doivent être pris en compte pour l'implantation des chambres de tirage :

- ⤴ le stationnement à proximité immédiate des chambres doit être possible avec un véhicule léger,
- ⤴ les chaussées ou passages routiers doivent être évités autant que possible,
- ⤴ le raccordement de points stratégiques (école, administration, zone industrielle,...),
- ⤴ le passage à proximité de réseau d'opérateur (par exemple proche d'une autoroute).

Chaque chambre possède au minimum :

- ⤴ 2 masques permettant la pénétration des fourreaux,
- ⤴ un puisard (cône en partie basse) pour l'évacuation des eaux de pluie et d'infiltration.

Elles sont de deux modèles :

- ⤴ **L3T sous trottoir,**
- ⤴ **K2C sous chaussée.**

Elles sont généralement espacées de **400 m en zone urbaine**, d'environ **2 km en zone rurale**.

Une chambre sera également construite à chaque **fort changement de direction**.

Sur une voirie rurale, il faut aussi prévoir des chambres aux intersections de voirie importante, au niveau des points hauts et lors de la présence à proximité de bâtiments stratégiques.

La fréquence des chambres dépend également du type de réseau.

Pour la distribution, un maximum de **150 m** sera laissé.

Néanmoins, les chambres dédiées aux branchements peuvent servir pour la distribution.

On disposera une chambre pour **8** branchements au maximum.

Pour mémoire, France Télécom dispose :

- ⤴ pour son réseau de collecte : une chambre de tirage tous les 300 m,
- ⤴ pour son réseau de desserte : une chambre tous les 50 m.

La norme NF P 98311 définit trois familles de trappes pour fermeture des chambres de tirage. Ces trois familles correspondent aux lieux d'implantation des chambres de tirage :

- ⤴ 125 kN : ces trappes ou tampons seront utilisés lorsque les chambres seront implantées en zones piétonnières, en trottoirs et zones comparables et aires de stationnement pour voitures.
- ⤴ 250 kN : ces trappes ou tampons seront utilisés lorsque les chambres seront implantées en zones piétonnières, en trottoirs, caniveaux dans les rues, accotements des routes et parking accessibles aux poids lourds.
- ⤴ 400 kN : ces trappes ou tampons seront utilisés lorsque les chambres seront implantées sur des voies de circulation (y compris les rues piétonnes), sur les accotements stabilisés et les aires de stationnement pour tous types de véhicules routiers.

4 Règles d'occupation des chambres

Les contraintes en matière d'exploitation des réseaux peuvent exiger, sur chaque tronçon de génie civil, le maintien d'un **espace de manoeuvre**. Cet espace vise à permettre les opérations de maintenance et le passage.



Pour toute intervention en chambre, il est rappelé que l'Opérateur doit en informer la Collectivité en indiquant l'adresse, la date, la plage horaire ainsi que la durée prévue des travaux.

Les modalités d'occupation et de traversée des chambres tiennent notamment compte :

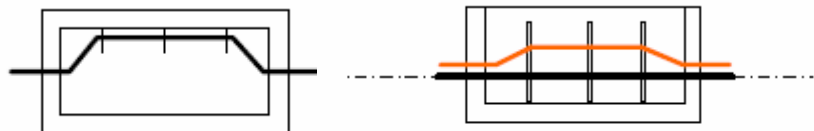
- ✦ de l'encombrement des chambres (il est nécessaire de définir des règles d'encombrement admissibles en fonction de l'occupation actuelle et du dimensionnement des chambres, et des équipements),
- ✦ du positionnement/arrimage des dispositifs (il est défini en fonction des contraintes d'exploitation du réseau et des équipements déjà présents),
- ✦ des matériels utilisés.

Le câble qui transite dans les chambres de la Collectivité doit être **identifié** par une étiquette fixée au câble à l'entrée et à la sortie de chaque chambre et marqué d'une couleur spécifique à l'Opérateur.

Aucun love de câble n'est autorisé dans les chambres de passage, sauf autorisation expresse de la collectivité.

Le câble ne doit pas :

- ✦ entraver l'exploitation des équipements déjà en place,
- ✦ traverser la chambre par son axe médian ou un axe passant par l'espace de travail.



Il chemine sur le pied droit le plus proche équipé de supports de câbles, et est positionné autant que faire se peut sur le même plan horizontal que le fourreau qu'il occupe (voir schéma ci-dessus).

Les fourreaux sont interrompus dans les chambres et dépassent à l'intérieur d'environ **20 à 30 cm**, pour faciliter les opérations éventuelles de soufflage/portage.

Tous les fourreaux sont obligatoirement **bouchés** (bouchons du fabricant).

Il ne peut y avoir aucun croisement des fourreaux dans la tranchée afin d'avoir une homogénéité de disposition au niveau des masques.

L'opérateur utilise les supports de câbles existants.

En aucun cas il ne doit déplacer, substituer ces supports par des supports qui lui sont propres.

En cas d'absence ou de manque de place sur les supports existants, l'Opérateur est autorisé à fixer ses câbles avec ses propres supports dans le respect des règles ci-dessus.

5 Règles d'occupation des installations et de séparation des réseaux

Les règles suivantes doivent être respectées par l'Opérateur :

- ⤴ l'opérateur utilise en priorité les alvéoles **déjà occupés**,
- ⤴ lorsqu'un alvéole contient des éléments relevant de l'Opérateur, ce dernier n'est pas obligé d'effectuer un sous tubage,
- ⤴ lorsque un alvéole contient des éléments ne relevant pas de l'Opérateur, l'Opérateur effectue un sous tubage,



Lorsqu'un alvéole est vide, l'Opérateur respecte les règles d'utilisation partagée définies ci-dessous :

- ⤴ dès lors qu'un alvéole est utilisé exclusivement par l'Opérateur, celui-ci doit en optimiser le remplissage, avec ou sans sous tubage.

Les règles suivantes relatives au tubage doivent être respectées par l'Opérateur :

- ⤴ le tubage est systématiquement interrompu en traversée de chambres,
- ⤴ l'utilisation d'assemblage de tubes est privilégiée (bitubes, nappes...).

Il faut en général (cf. norme NFP 98-332) respecter une distance d'au moins **20 cm en horizontal** entre les réseaux.

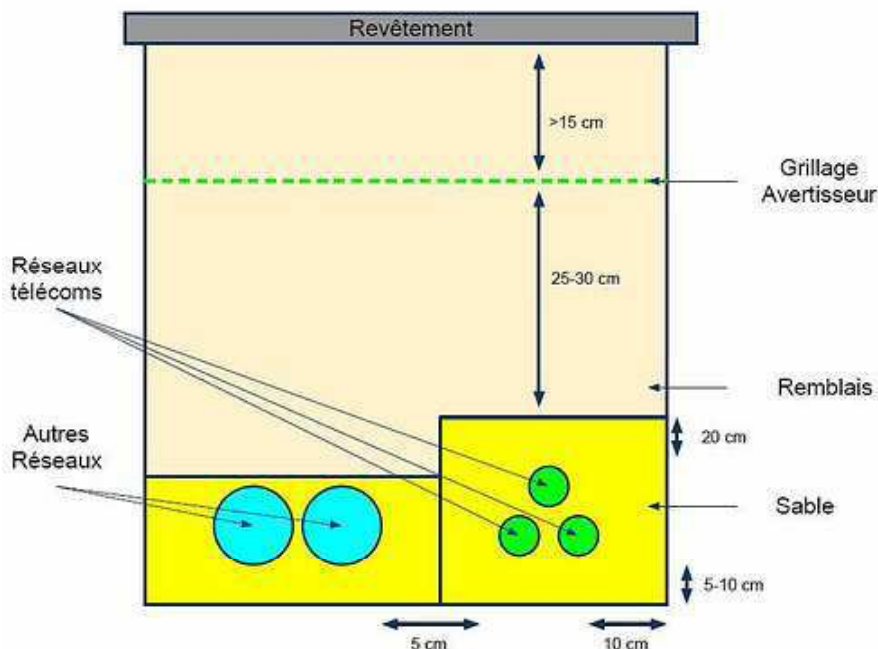
Toutefois il est à présent admis de poser un réseau de télécommunication à **5 cm** seulement d'un réseau électrique, en utilisant des câbles diélectriques sous fourreau (arrêté du 10 mai 2006 sur les distributions d'énergie électrique).

Dans ce cas il n'y a qu'un seul **grillage avertisseur** pour les deux réseaux (voir schéma).

Le grillage avertisseur est une bande plastique imputrescible, de couleur et placée à **30 cm au-dessus** de la multitubulaire.

Cette bande permet, lors de travaux au voisinage de l'infrastructure, de prévenir de la présence des équipements.

Pour les infrastructures de génie civil dédiées aux télécoms, la norme « NF EN 12613 » impose une bande de couleur verte.



6 Les caractéristiques techniques

6.1 Informations standard sur les fourreaux :

Suivant la nature du fourreau, plusieurs sections sont disponibles.

Le tableau ci-dessous reprend les sections couramment installées dans les réseaux d'infrastructure de télécommunications (sur fond jaune).

	Diamètre extérieur nominal (mm)	Diamètre intérieur nominal (mm)	Observations		Diamètre extérieur nominal (mm)	Diamètre intérieur nominal (mm)	Observations
PEHD	22.0	18.0	seulement 1 câble	PVC	28.0	25.0	seulement 1 câble
PEHD	26.0	21.6	seulement 1 câble	PVC	33.0	30.0	2 câbles envisageables
PEHD	31.0	25.0	seulement 1 câble	PVC	40.0	34.0	2 câbles envisageables
PEHD	33.0	27.0	2 câbles envisageables	PVC	45.0	41.4	2 câbles envisageables
PEHD	40.0	32.6	2 câbles envisageables	PVC	50.0	42.6	2 câbles envisageables
PEHD	50.0	40.8	2 câbles envisageables	PVC	63.0	53.6	permet le sous fourreautage
PEHD	60.0	51.0	permet le sous fourreautage	PVC	75.0	64.0	permet le sous fourreautage
				PVC	90.0	76.8	permet le sous fourreautage

Les fourreaux utilisés pour le sous tubage sont généralement de type PVC, par exemple :

Diamètre extérieur nominal (mm)	Diamètre intérieur nominal (mm)	Observation Nombre de sous fourreaux
24.0	22.0	3 pour sous tuber en Ø 63 4 pour sous tuber en Ø 75 5 pour sous tuber en Ø 90
28.0	25	3 pour sous tuber en Ø 75 4 pour sous tuber en Ø 90
33.0	30.0	3 pour sous tuber en Ø 90

Les conduites de fort diamètre (63 à 90) devront être systématiquement sous tubées avant la mise en place d'un câble télécom.

Le sous tubage ou sous fourreautage est à réaliser avec des tubes de faible diamètre (22 à 33 mm).

Pour se faire, au minimum 3 tubes sont introduits par tirage entre 2 chambres d'accès dans la conduite de fort diamètre.

Les tubes utilisés pour le sous tubage sont généralement de type PVC.

6.2 Tableau récapitulatif sur les types de chambres :

- ⤴ Pour la pose en accotement sur trottoir (type *LxT*)
Les chambres font généralement 8 cm d'épaisseur.

Type	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite	Remarques
L0T	63	45	38	3Ø45	Sert à remplacer les regards 30x30 lorsqu'ils sont impossibles à mettre sur le domaine privé
L1T	77	63	68	5 Ø45 ou 3 Ø45+2 Ø60	Sert à raccourcir les grandes longueurs de conduite et à éviter les courbes trop prononcées
L2T	141	63	68	7 Ø45+3 Ø60	Ces chambres sont destinées à recevoir les derniers équipements de télécommunication sur le domaine public (point de concentration, amplificateur.) Les armoires de rue y sont rattachées.
L3T	162	77	68	7 Ø45+3 Ø80	
L4T	212	77	68	7 Ø45+6 Ø80	
L5T	204	113	128		Sert à recevoir une quantité importante de tuyaux. C'est ici que se divisent les gros câbles, les sous répartiteurs y sont rattachés ainsi que tous les équipements de télécommunication
L6T	267	113	128		

Les dimensions des chambres seront adaptées à leur utilisation :

- ⤴ tirage,
- ⤴ stockage ou lovage de câble,
- ⤴ raccordement / distribution,
- ⤴ mais aussi à leur position dans l'environnement (implantée ou non sous chaussée circulée).

Le tableau ci-après reprend pour chaque taille de chambre, le nombre de fourreaux pouvant être installé dans les masques.

La mise en place sur un même masque de fourreaux de diamètre différent est tout à fait réalisable.

	L2T	L3T	L4T	L5T	L6T	K2C	K3C
PEHD 33 x 27	16	24	24	30	30	30	30
PEHD 40 x 32.6	12	15	15	24	24	24	24
PVC 63 x 53.6	6	8	8	15	15	15	15
PVC 75 x 64	6	8	8	12	12	12	12
PVC 90 x 76.8	3	4	4	9	9	9	9

▲ Pour la pose sous les voies circulées

Type	Longueur (cm)	Largueur (cm)	Profondeur (cm)	Taille maxi de la conduite	Remarques
K1C	107	107	84	7 Ø45+3 Ø60	Remplace L1T et L2T
K2C	182	107	84	7 Ø45+6 Ø80	Remplace L3T et L4T
K3C	257	107	84		Remplace L5T et L6T

7 Consistance des travaux :

7.1 En environnement urbain :

Réalisation des tranchées	<p>Le coût de réalisation du génie civil en milieu urbain est naturellement élevé.</p> <p>Le sous-sol des secteurs urbains est très encombré par différents réseaux d'adduction d'eau, de gaz, d'alimentation électrique ou d'assainissement qui doivent cohabiter en subissant leurs contraintes.</p> <p>Compte tenu des contraintes de circulation et du nombre important de réseaux, il est difficile d'employer la méthode de pose mécanisée. Il convient donc de privilégier la pose "manuelle" ou d'appliquer, suivant le potentiel disponible, les méthodes pouvant limiter le coût du génie civil.</p>
Nombre de fourreaux	<p>Compte tenu des difficultés pour réaliser les travaux en milieu urbain, il est souhaitable de mettre un maximum de fourreaux de diamètre important pour, si nécessaire, envisager plus tard un sous tubage des conduites.</p>
Positionnement des tranchées	<p>Nous ne préconisons pas le positionnement des tranchées sous les trottoirs car nous trouvons la plupart des réseaux avec les dérivations nombreuses vers les immeubles.</p> <p>Il convient donc de privilégier le positionnement dans la rue, mais il faut une profondeur minimale d'enfouissement de 800 mm pour s'affranchir des risques d'arrachement lors des réfections des chaussées et d'écrasement des fourreaux par la circulation.</p>
Pas d'implantation des chambres	<p>Chambre mutualisée : 100 ml Chambre de raccordement : 1000 ml et suivant le potentiel de raccordement</p>
Positionnement des chambres	<p>En dehors des voies de circulation pour ne pas occasionner des perturbations. En général dans les trottoirs ou espaces verts.</p>
Réfection chaussée	<p>A l'identique.</p>

7.2 En environnement semi urbain et rural :

Réalisation des tranchées	<p>Le sous-sol dans cet environnement est moins occupé que dans l'environnement urbain. Le coût de réalisation sera inférieur à celui en milieu urbain. La réalisation des tranchées pourra se faire suivant la pose mécanisée ou manuelle pour les points particuliers.</p>
Nombre de fourreaux	<p>Le nombre de fourreaux est fonction du potentiel de la liaison et du nombre de cohabitant envisageables.</p> <p>Nombre minimum de fourreaux : 3 - 1 département, 1 de manœuvre et 1 de réserve</p>
Positionnement des tranchées	<p>Afin de sécuriser le réseau, nous préconisons son positionnement dans l'axe d'une voie de circulation.</p>
Pas d'implantation des chambres	<p>Chambre mutualisée : 1000 ml Chambre de raccordement : 2400 ml et suivant le potentiel de raccordement</p>
Positionnement des chambres	<p>En accotement, en dehors des zones de circulation.</p>

7.3 La validation des travaux

Généralement, la validation des travaux comprend 2 types d'essais :

- ⤴ **les essais de mandrinage** : passage d'un mandrin dans chaque fourreau pour en garantir le diamètre,
- ⤴ **les essais d'étanchéité** : il s'agit de vérifier sur chaque tronçon (entre 2 chambres existantes) que les fourreaux sont étanches. Cet essai est réalisé en mettant le fourreau sous une pression de 1 ou 2 bars et en vérifiant que la pression reste inchangée après 2 heures.

Au titre de la construction de l'infrastructure, l'entrepreneur devra réaliser :

- ⤴ l'établissement du dossier de construction,
- ⤴ le piquetage avant travaux,
- ⤴ les Déclarations d'Intention de Commencement des Travaux auprès des différents concessionnaires de réseau,
- ⤴ la fourniture des différents équipements et accessoires de l'infrastructure,
- ⤴ la construction de l'infrastructure de génie civil,
- ⤴ la fourniture et la mise en place de la signalisation de chantier,
- ⤴ la remise en état des lieux,
- ⤴ les essais des équipements,
- ⤴ l'établissement du dossier des ouvrages exécutés.

7.4 Plan de récolement

Certains fourreaux mis en place il y a plusieurs années et non intégrés dans un système d'information fiable sont aujourd'hui inutilisables, soit parce qu'on ne sait plus où ils se trouvent exactement, soit parce qu'on ne peut pas garantir leur bon état, l'absence d'information ayant conduit à une absence de maintenance et de protection vis-à-vis d'opérations de travaux de voirie (en raison de réponses incomplètes ou imprécises aux DR et DICT, par exemple).

La qualité du dossier de récolement est donc un point capital qu'il ne faut surtout pas négliger. En particulier, à l'issue des travaux, le Conseil Général devra avoir intégré dans son SIG toutes les données nécessaires à l'exploitation de l'infrastructure, en vue de sa mise à disposition auprès des opérateurs.

Les plans de récolement (échelle 1/200^e) seront établis sur la base des ouvrages réellement exécutés, avec une précision décimétrique. La localisation exacte des différents éléments sera incluse dans les plans (fourreaux, chambres, manchons de raccordement, locaux techniques, changement de direction et de profondeur).

Les informations seront fournies sous format papier et électronique. Les formats de fichiers devront être compatibles avec les logiciels utilisés par les services du Conseil Général, notamment en matière de SIG et de DAO (Autocad DWG).