

DECRET N°2021-1245 PRES/PM/MINEFID/
MENPTD portant adoption du Référentiel Général
pour le Déploiement des infrastructures de
communications électroniques en fibre optique
(RGD-FO) au Burkina Faso

LE PRESIDENT DU FASO,
PRESIDENT DU CONSEIL DES MINISTRES,

- Vesta CF n°01011*
- Vu** la Constitution ;
- Vu** le décret n°2021-0001/PRES du 05 janvier 2021 portant nomination du Premier Ministre ;
- Vu** le décret n°2021-0628/PRES/PM du 30 Juin 2021 portant remaniement du Gouvernement ;
- Vu** le décret n°2021-0023/PRES/PM/SGG-CM du 1^{er} février 2021 portant attributions des membres du Gouvernement ;
- Vu** la loi n°061-2008/AN du 27 novembre 2008 portant réglementation générale des réseaux et services de communications électroniques au Burkina Faso, ensemble ses modificatifs ;
- ZH/M/2021*
- Vu** le décret n°2019-0837-PRES-PM-MDENP-MINEFID du 07 Août 2019 portant adoption du Schéma directeur d'aménagement numérique (SDAN) ;
- Vu** le décret n° 2021-0498/PRES/PM/MENPTD du 07 juin 2021 portant organisation du Ministère de l'économie numérique, des postes et de la transformation digitale ;
- Sur** rapport du Ministre de l'Economie Numérique, des Postes et de la Transformation Digitale ;
- Le** Conseil des ministres entendu en sa séance du 27 octobre 2021 ;

DECRETE

Article 1 : Est adopté le référentiel général pour le déploiement des infrastructures de communications électroniques en fibre optique (RGD-FO) au Burkina Faso dont le texte est joint en annexe au présent décret.

Article 2 : Tout projet de déploiement d'infrastructures de communications électroniques en fibre optique sur le territoire national est soumis à un avis de conformité au présent référentiel. Toutefois pour les liens de desserte de moins de deux (02) kilomètres, une déclaration est suffisante sans préjudice de l'obligation de respect des dispositions techniques du référentiel.

Article 3 : L'avis de conformité est délivré par le ministère en charge de l'économie numérique au profit du demandeur. Cet avis est délivré dans un délai de deux (02) mois à compter de la date de réception de la demande complète. Passé ce délai, l'avis de conformité est réputé accordé.

L'avis de non-conformité doit être motivé.

Article 4 : Le défaut d'avis de conformité et/ou de non-conformité des travaux de fibre optique au RGD-FO fait l'objet de sanctions administratives prononcées par le Ministre chargé de l'économie numérique.

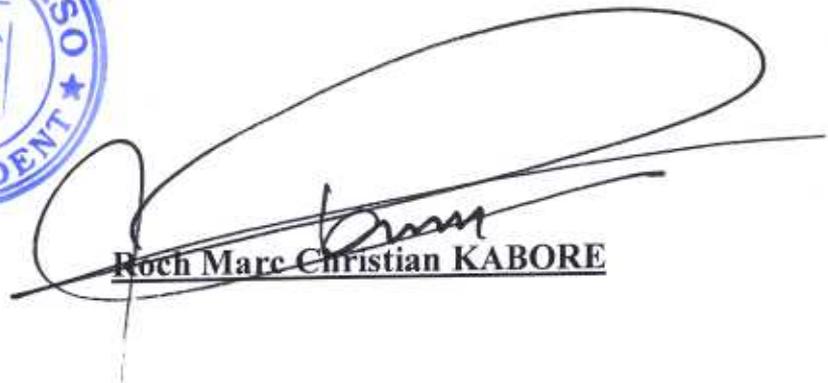
La nature et les modalités des sanctions administratives prévues à l'alinéa ci-dessus sont précisées par arrêté du Ministre chargé des communications électroniques

Article 5 : Tout projet de déploiement de fibre optique en cours de réalisation à la date d'entrée en vigueur du présent décret, doit se conformer au RGD-FO, dans un délai de six (06) mois, pour les travaux non encore réalisés.

Article 6 : Le Ministre de l'Economie, des Finances et du Développement et le Ministre de l'Economie Numérique, des Postes et de la Transformation Digitale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret qui sera publié au Journal officiel du Faso.

Ouagadougou, le 29 novembre 2021




Roch Marc Christian KABORE

Le Premier Ministre



Christophe Joseph Marie DABIRE

Le Ministre de l'Economie, des
Finances et du Développement


Lassané KABORE

Le Ministre de l'Economie/Numérique, des
Postes et de la Transformation Digitale


Hadja Fatimata OUATTARA/SANON





BURKINA FASO

Ministère de l'Economie
Numérique, des Postes et
de la Transformation
Digitale (MENPTD)

REFERENTIEL GENERAL POUR LE DEPLOIEMENT DES INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATIONS ELECTRONIQUES EN FIBRE OPTIQUE (RGD-FO) AU BURKINA FASO

SOMMAIRE

Table des matières	
GLOSSAIRE	7
INTRODUCTION GENERALE	15
A. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX ÉTUDES DES INFRASTRUCTURES A GÉNIE CIVIL SOUTERRAIN POUR RÉSEAUX FIBRES OPTIQUES	18
Introduction.....	19
A.1 Étapes de conduites des études	20
A.2 Études pour Génie Civil Souterrain	21
A.2.1 Études d'avant-projet sommaire (APS)	21
A.2.2 Études d'avant-projet détaillé (APD)	22
A.2.3 Étude pour infrastructure souterraine existante	24
A.3 Règles de conception des réseaux souterrains	24
A.3.1 Recommandations générales.....	24
A.3.2 Profondeurs des tranchées	25
A.3.3 Zone de servitudes	26
A.3.4 Position des tranchées	26
A.3.5 Conduites sous-terraines.....	27
A.3.6 Signalisation présence de conduites	28
A.3.7 Système de détection des tranchées.....	28
A.3.8 Chambres	30
A.3.9 Câbles	32
A.3.10 Systèmes de protection d'épissures (BPE).....	34
A.3.11 Tiroirs optiques.....	35
A.3.12 Plan des infrastructures en zones urbaines.....	36
A.3.13 Élaborations des plans	36
A.3.14 Schématisation globale du réseau	37
A.3.15 Mémento détaillé de la pose.....	38
A.4 Cas spécifique des réseaux FTTx	39
A.4.1 Considérations sur les études APS- APD.....	39
A.4.2 Considérations sur la conception du réseau.....	40
A.4.3 Règles d'ingénierie pour les réseaux FTTH	46
A.5 Synthèse – documentation	49
B. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES A GENIE CIVIL SOUTERRAIN POUR RESEAUX OPTIQUES	50

Introduction.....	51
B.1 Organisation du chantier.....	52
B.1.1 Gestion de projet	52
B.1.2 Planning	53
B.1.3 Dossier d'exécution de l'ouvrage (DEO)	53
B.1.4 Dispositions de sécurité	54
B.1.5 Mise en œuvre du Plan de gestion environnemental et social (PGES)	56
B.2 Mise en œuvre des infrastructures souterraines	56
B.2.1 Piquetage	56
B.2.2 États des lieux.....	56
B.2.3 Ouverture et fermeture des tranchées, pose des conduites	57
B.2.4 Travaux dans des zones particulières.....	62
B.2.5 Chambres.....	66
B.3 Matériaux de construction	69
B.4 Cas spécifique des réseaux urbains et FTTx	71
B.5 Réceptions des ouvrages	71
B.5.1 Réception des tranchées.....	71
B.5.2 Réception des chambres	72
B.5.3 Réception des conduites PEHD.....	72
B.6 Documentation	74
B.6.1 Avant travaux	74
B.6.2 Après travaux.....	74
C. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX ETUDES ET TRAVAUX POUR RESEAUX AÉRIENS EN FIBRE OPTIQUE	76
Introduction.....	78
C.1 Études de conception du réseau	79
C.1.1 APS-APD réseau optique en aérien à créer	79
C.1.2 APS-APD pour réseau optique en aérien sur support existant	80
C.2 Règles de conception des réseaux aériens.....	86
C.2.1 Principes généraux relatifs à l'utilisation des artères SONABEL	86
C.2.2 Création d'une infrastructure nouvelle.....	91
C.2.3 Câbles et accessoires pour pose en aérien	93
C.2.3.3 Boîtiers	95
C.2.4 Règles pour le déploiement du câble en aérien	99
C.2.5 Mémento détaillé de la pose	100
C.3 Travaux	101

C.3.1	Normes et règles.....	101
C.3.2	Consignes de travail pour un opérateur de communications électroniques ...	102
C.3.3	Environnement de la ligne	103
C.3.4	Équipement des supports existants utilisables	103
C.3.5	Pose de nouveaux supports.....	104
C.3.6	Redressement d'un support existant.....	105
C.3.7	Tirage de câble en aérien.....	105
C.4	Contrôle et réception.....	110
C.4.1	Contrôles visuels	110
C.4.2	Tests de continuité et mesures optiques.....	112
C.5	Documentation	112
D.	RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX TRAVAUX DE CABLAGE POUR LA CONSTITUTION DES RESEAUX OPTIQUES.....	114
	Introduction.....	115
D.1	Étapes clés pour la constitution du câble.....	116
D.2	Réception des fournitures.....	116
D.3	Préparation de chantier	117
D.3.1	Transport, manutention et stockage des lourets.....	117
D.3.2	Préparation de la chambre.....	117
D.4	Installation du câble	118
D.4.1	Techniques d'installation	118
D.4.2	Contraintes appliquées aux câbles	118
D.4.3	Matériels pour l'installation du câble	119
D.4.4	Mise en œuvre.....	120
D.4.5	Raccordement de fibres optiques	124
D.4.6	Étiquetages	127
D.5	Contrôle et recettes optiques.....	127
D.5.1	Opérations de contrôle	127
D.5.2	Tests et Recettes optiques.....	128
D.5.3	Analyse des résultats des mesures.....	132
D.6	Réception de câblage	132
D.6.1	Démarrage.....	132
D.6.2	Vérification visuelle	132
D.6.3	Test des câbles	133
D.7	Spécificités réseaux FTTx.....	134
D.7.1	Travaux de câblage au niveau NRO.....	134

D.7.2	Pose et raccordement des PBO	135
D.7.3	Tests de mesures optiques	135
D.8	Documentation	138
D.8.1	Rapports d'avancements des travaux.....	138
D.8.2	Documents d'achèvement	138
E. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF A LA MUTUALISATION TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET DEPLOIEMENT DE RÉSEAUX PASSIFS FIBRES OPTIQUES		139
Introduction.....		140
E.1	Recommandations pour la phase Études.....	141
E.1.1	Étapes d'études pour des travaux de voiries, routes et ouvrages d'art.....	141
E.1.2	1ère phase : étude préliminaire	141
E.1.3	2ème phase : Phase d'avant-projet sommaire	142
E.1.4	3ème phase : étude environnementale et étude économique	142
E.1.5	Étude d'impact environnemental et social.....	143
E.1.6	4ème phase : étude d'avant-projet détaillé	143
E.2	Exécution des travaux	144
E.2.1	Généralités sur la réalisation des travaux.....	144
E.2.2	Mutualisation des travaux routes et infrastructures de communications électroniques	145
E.3	Normes d'enfouissement des réseaux.....	149
E.3.1	Les codes de couleur.....	149
E.3.2	Couleurs conventionnelles.....	149
E.3.3	Distances normalisées entre réseau.....	150
CONCLUSION GENERALE.....		151
ANNEXE : AVIS DE CONFORMITE AU RGD-FO		152

TABLE DES FIGURES

Figure A.1 : études de déploiement d'un réseau fibre optique	20
Figure A.2 : Topologie de réseaux pour une architecture point-à-multipoint	47
Figure C.1: études de déploiement d'un réseau fibre optique	79
Figure C.2 : Exemple de différentes configurations de la hauteur d'un câble	82
Figure C.3 : Principe de séparation des réseaux.....	84
Figure C.4 : Réservation d'une zone d'éclairage public.....	88
Figure C.5 : Présence d'un réseau d'éclairage public	89
Figure C.6 : Absence et non prévision de l'éclairage public	90
Figure C.7 : Distance entre les réseaux sur support HTA.....	90
Figure C.8 : Positionnement des réseaux et des équipements sur un support BT : Cas de la présence de l'éclairage public	96
Figure C.9 : Positionnement des réseaux et des équipements sur un support HTA	97
Figure C.10 : Schématisation flèche et portée s'un câble aérien	99
Figure C.11 : Hauteurs et traversées d'espace	100
Figure C.12 : Illustration de la fixation du boîtier et du lovage	109
Figure C.13 : Branchement mixte/souterrain.....	110
Figure D.1 : Étapes clés pour la constitution du câble.....	116
Figure E.1 : Étapes d'études pour des travaux de voiries, routes et ouvrages d'art.....	141
Figure E.2 : étapes associées aux travaux de télécoms.....	145
Figure E.3 : Profil type de tranchée en traversée de chaussée	147
Figure E.4 : Distances entre les réseaux urbains souterrains	148
Figure E.5 : Couleurs normalisées et distances	150

TABLEAUX

Tableau A.1: Profondeurs de tranchées	25
Tableau A.2 : Types de Chambres optiques.....	30
Tableau A.3 : couvercles des chambres apparentes	31
Tableau B.1 : Classification générale des techniques de forage guidé et directionnel à employer en fonction du type de sol (Source : Recom ITU L.38).....	63
Tableau C.1: Point de branchement optique (PBO)	98
Tableau D.1 : Courbes réflectométriques.....	130
Tableau D.2 : réflectances	130
Tableau D.3 : Pentas	131
Tableau D.4 : Bilan de liaison.....	131

GLOSSAIRE

Backbone

Les réseaux de communications électroniques présentent une architecture hiérarchisée en trois niveaux, le réseau dorsal, le réseau de collecte et le réseau de desserte. Le backbone correspond au réseau dorsal. C'est la partie du réseau qui supporte le gros du trafic, en utilisant les technologies les plus rapides et une grande bande passante sur des distances importantes.

Backhaul (synonyme réseau de collecte)

Le réseau de collecte est défini comme l'ensemble des réseaux de communications électroniques permettant d'accéder aux nœuds d'extrémité des réseaux boucle locale.

Bilan de liaison

Somme des pertes d'une ligne de transmission entre une source et un récepteur.

Boîte d'épissurage/ Boîte de raccordement/ Boîte de protection d'épissures (BPE)/ Boîte à épissures

Boîte protégeant des épissures et généralement en environnement extérieur. Par opposition à un manchon, une boîte d'épissure peut être rouverte.

Boucle Locale

C'est la partie terminale du réseau qui raccorde une prise téléphonique au réseau de l'opérateur ou fournisseur d'accès. La boucle locale peut être filaire ou radio. Dans le premier cas, il peut typiquement s'agir soit de la partie du réseau en « fils de cuivre » qui sépare la prise téléphonique du répartiteur (le central téléphonique local de l'opérateur) auquel est raccordée la prise, soit de la partie terminale d'un réseau très haut débit en fibre optique. Dans le cas d'une boucle locale radio, il s'agit de la partie du réseau qui relie l'équipement terminal (ordinateur ou téléphone etc.) à l'antenne la plus proche de l'opérateur.

BLOM (Boucle Locale Optique Mutualisée)

Désigne les déploiements capillaires (c'est-à-dire l'ensemble des sites clients d'une zone) d'accès optique ; il s'agit des réseaux FttH déployés dans le cadre de régulation symétrique établi par l'Arcep, qui doivent desservir à la fois les locaux d'habitation et les professionnels.

BE

Bureau d'Etude

Chambre/ Chambre de raccordement/ Chambre de tirage

Ouvrage de génie civil enterré réalisant la jonction entre canalisations. Elle permet le tirage, le raccordement, et la division des câbles. Il existe différents types de chambres normalisées (L3T, L5T ...)

Chambre apparente

Chambre dont la partie supérieure est au-dessus du TN (terrain normale) et muni d'un couvercle en fonte ou en béton avec système de verrouillage.

Chambre enterrée

Chambre dont la partie supérieure est au-dessous du TN (terrain normale) et muni d'un couvercle en béton

Collecte

Voir backhaul

Concession

C'est une des formes de contrat que peut prendre une délégation de service public. Elle se distingue de l'affermage par la prise en charge par le concessionnaire (souvent une société privée) non seulement des frais d'exploitation et d'entretien courant, mais également des investissements. Le concessionnaire se rémunère directement auprès de l'utilisateur. Dans ce type de contrat, la collectivité délégante est souvent dégagée de toute charge financière d'investissement. En contrepartie, elle doit accepter une durée de concession généralement plus longue que l'affermage.

DTIo (Dispositif de Terminaison Intérieur Optique)

Élément passif situé à l'intérieur du bâtiment de l'abonné et constitue l'extrémité du réseau. C'est aussi la limite entre ce qui relève de la responsabilité de l'opérateur de réseau et la desserte interne du bâtiment (surtout en entreprise), qui relève de la responsabilité de l'abonné. Le DTIo est généralement placé au niveau du tableau de communication, dans la gaine technique du local. Il matérialise le point optique connecté au niveau duquel est raccordé l'équipement actif optique fourni par l'opérateur usager à son abonné

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

Épissure

Fusion : Résultat d'une technique d'épissage (arc électrique, plasma ...) dans laquelle le raccordement permanent des deux fibres en position centrée s'effectue sous l'effet d'une Chaleur intense.

Mécanique : pièce dans laquelle le raccordement permanent des deux fibres en position centrée s'effectue grâce à des techniques « mécaniques » diverses: sertissages, collages ...

Équipement actif

Élément électronique du réseau, générant et traitant des signaux (ondes radio, électriques ou lumineuses, suivant le type de réseau)

FAI (Fournisseur d'Accès à Internet)

Opérateur offrant une connexion au réseau informatique Internet.

Fibre optique

Il s'agit d'un câble qui permet de transporter des signaux sous forme lumineuse (par rayonnement optique). C'est un guide d'onde optique en forme de filament, composé de substances diélectriques.

Le câble de fibre optique véhicule de la lumière mais ne transporte pas de courant électrique. La fibre optique est une solution technique idéale lorsque l'on souhaite obtenir du très haut débit sur une longue distance (de plusieurs centaines de mètres à plusieurs dizaines de kilomètres).

FON

La Fibre Optique Noire (FON) est une fibre optique installée mais pas encore activée.

FTT (Fiber to the Enterprise - Fibre jusqu'à l'entreprise)

Ligne de communications électroniques à très haut débit en fibre optique se basant sur la même offre que le FTTH grand public, mais étant proposée aux entreprises.

FTTH (Fiber to the Home - Fibre optique jusqu'à l'abonné)

Ligne de communications électroniques à très haut débit en fibre optique déployée jusqu'à un logement ou local à usage professionnel et permettant de desservir un utilisateur final.

FTTx (Fiber To The...)

Littéralement, "fibre jusqu'à...". Le FTTx désigne la famille de desserte utilisant la fibre optique comme support physique (par opposition aux réseaux cuivre

comme le réseau téléphonique, ou aux réseaux radio). La variable X désigne le point de terminaison de la partie optique, les derniers mètres étant alors généralement réalisés sur cuivre. Déclinaisons les plus fréquentes : FTTH (home : foyer), FTTB (building : immeuble, sous-entendu pied d'immeuble), FTTC/FTTN (curb/neighbourhood : trottoir/quartier).

Fonçage

Technique permettant de creuser horizontalement.

G.652.D

Fibre monomode pour les télécoms (recommandation ITU)

G.657.A2

Fibre monomode pour les télécoms, peu sensible aux courbures (recommandation ITU)

Grillage avertisseur/Grillage de repérage

Élément en matière plastique imputrescible posé quelques centimètres au-dessus d'un câble enterré et servant

Interconnexion

L'interconnexion constitue le fondement d'internet. Elle désigne la relation technico-économique qui s'établit entre différents acteurs pour se connecter et échanger mutuellement du trafic. Elle garantit le maillage global du réseau et permet aux utilisateurs finaux de communiquer entre eux

Jarretière

C'est une certaine longueur de câble optique à une ou à deux fibres équipées des connecteurs d'extrémité

NRO (Nœud de raccordement Optique)

Désigne dans un réseau de desserte par fibre optique (FTTH), le lieu où convergent les lignes des abonnés d'un même quartier ou d'une même ville. On peut le comparer au NRA (nœud de raccordement d'abonnés) de la boucle locale cuivre.

Mandrinage

Opération de contrôle des fourreaux par le passage dans les conduites d'un gabarit d'avertissement en cas d'intervention.

Mesure d'affaiblissement ou d'atténuation

L'affaiblissement de la fibre optique est dû principalement à des causes physiques telles que l'absorption et la diffusion. L'importance de ces pertes lumineuses dépend notamment de la longueur

d'onde de la lumière injectée et de la longueur de la ligne et de la qualité des points de connexion. Afin de déterminer l'affaiblissement (ou l'atténuation) de la fibre optique plusieurs méthodes de mesures sont utilisées, dont notamment : la méthode de perte par insertion et la méthode par rétrodiffusion.

Mesure de perte par insertion ou par photométrie

Cette méthode est utilisée sur site pour effectuer des mesures de puissance de l'énergie lumineuse qui est émise et reçue via une liaison optique. Elle utilise un émetteur de lumière stabilisé et un récepteur (photomètre) étalonné ainsi qu'un jeu de bobines ou de cordons de référence.

Mesure par rétrodiffusion

Méthode de mesure basée sur l'injection et la réception d'une impulsion lumineuse à une même extrémité de la fibre. Cette méthode s'appuie sur les pertes engendrées par la diffusion de Rayleigh. Elle permet de visualiser et caractériser l'ensemble des éléments constitutifs de la liaison optique (Cartographie) :

- Mesure de distances : consiste à déterminer la longueur de tout ou partie d'une liaison optique. Cette mesure de distance est obtenue par mesure du temps mis par l'impulsion de lumière pour effectuer, dans la fibre, un trajet aller - retour.
- Mesure d'affaiblissement ou d'atténuation : la pente de la courbe de rétrodiffusion est proportionnelle à la valeur de l'affaiblissement de la fibre. Il est donc possible de mesurer l'affaiblissement de segments de fibre, les pertes dues aux épissures, aux connecteurs ou à d'éventuels défauts ainsi que l'affaiblissement global de la liaison.
- Localisation des défauts : le réflectomètre identifie et localise les défauts qui apparaissent sur la liaison par exemple: cassure, mauvaise épissure, mauvaise soudure, connecteur défectueux, contraintes, etc...
- Mesures Automatiques : certains réflectomètres disposent de cette fonction qui permet par l'action d'une seule touche de localiser et de mesurer toutes les caractéristiques de la liaison

testée en quelques secondes (pertes aux épissures, atténuations linéiques, caractérisation).

Mutualisation

La mutualisation est comprise comme l'utilisation d'une même infrastructure pour différents types de réseaux (par exemple communications électroniques et électricité, eau, etc.)

Opérateur

On entend par opérateur toute personne physique ou morale exploitant un réseau de communications électroniques ouvert au public ou fournissant au public un service de communications électroniques.

Partage d'infrastructure

le partage d'infrastructure est compris entre différents acteurs du monde des télécoms qui choisissent de diminuer leurs coûts en évitant de creuser deux tranchées simultanément sur des parcours similaires.

PBO (Point de Branchement Optique)

Boîtier placé à l'extrémité en amont du Câblage Client Final (CCF) où l'on vient raccorder les prises optiques des clients au réseau fibre optique vertical.

PM (Point de mutualisation)

Endroit où s'effectue la connexion entre les fibres optiques des différents abonnés et les fibres optiques des opérateurs. Cette connexion peut être une soudure ou un brassage.

PTO (Point de Terminaison Optique ou Prise Terminale Optique)

Partie terminale du réseau FTTH. Il fait partie du Câblage Client Final (CCF) et se trouve entre le réseau d'accès en fibre optique et le réseau privé du client. Le PTO est aussi appelé également DTIO, (Dispositif de Terminaison Intérieur Optique) quand il est intégré dans un boîtier de communication.

Réflexomètre optique OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Un réflexomètre est un appareil de mesure destiné à analyser la réponse de la fibre optique afin de qualifier : l'affaiblissement, la linéarité, les pertes d'insertion, les épissures, les soudures, la longueur et la localisation des défauts des fibres optiques, d'en déduire la réflectance.

Répartiteur optique

Lieu de l'exploitation des terminaisons de câbles (brassage des câbles entre eux ou vers des équipements). Volume, baie ou local, à l'intérieur duquel se trouvent les têtes de câbles, les jarretières de brassage et les dispositifs de gestion de ces

dernières. Suivant les sites, le nombre et la capacité des câbles optiques, on rencontrera un ou plusieurs répartiteurs.

Réseau

Ensemble de matériels, y compris les canalisations, géré par un ou des opérateur(s)/distributeur(s) en amont du point de livraison permettant la distribution d'énergie électrique ou des services de communication.

Réseau de communication

Réseau transmettant des services de communication, les signaux véhiculés pouvant être numériques ou analogiques.

RFID (Radio Frequency Identification)

Méthode utilisée pour stocker et récupérer des données à distance en utilisant des balises métalliques, les « Tags RFID ».

RTO (Répartiteur de Transport Optique)

Équipement passif constituant le point de départ de la BLOM : il accueille l'ensemble des câbles de transports en direction des SRO/points de mutualisation. Toujours localisé dans le NRO, le RTO est situé immédiatement en aval des équipements actifs des FAI proposant leurs services sur la BLOM (les équipements actifs en revanche peuvent être localisés en dehors du NRO, mais cela relève de l'exception).

SIG (Système d'Information Géographique)

Système d'information permettant d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information géographique. La représentation est généralement en deux dimensions, mais un rendu 3D ou une animation présentant des variations temporelles sur un territoire sont possibles.

Soufflage

Le soufflage est un mode de pose de la fibre optique dans les fourreaux. Cette méthode consiste à faire passer un câble dans le fourreau au moyen d'air comprimé.

Shelter

Désigne l'abri aménagé pour l'installation des équipements.

SRO Optique)	(Sous-Répartiteur	Nœud intermédiaire de brassage du réseau, en aval duquel chaque habitation ou entreprise est desservie avec une fibre optique. Il peut être aussi localisé directement au niveau du NRO pour desservir les abonnés situés à proximité immédiate du NRO.
Survey (Enquête terrain)		Inspection d'une zone dans laquelle des travaux sont proposés, dans l'objectif de rassembler des informations pour une conception ou une estimation afin de mener à bien les tâches initiales requises.
Tablier		Dans le cadre d'un pont, plate-forme horizontale supportant la chaussée
Tag (ou étiquette, marqueur, libellé)		Mot-clé (signifiant) ou terme associé ou assigné à de l'information (par exemple une image, un article, ou un clip vidéo), qui décrit une caractéristique de l'objet et permet un regroupement facile des informations contenant les mêmes mots-clés.
Tirage		Le tirage est un mode de pose de la fibre optique dans les fourreaux. Cette méthode consiste à faire passer un câble de tirage dans le fourreau afin de pouvoir tirer ensuite le câble optique préalablement accroché.
Tube ou fourreau PEHD		Tube en PolyEthylène Haute Densité permettant la pose de câbles à fibres optiques en conduite souterraine.

INTRODUCTION GENERALE

La réalisation des objectifs pour le développement des communications électroniques à haut et très haut débit au Burkina Faso passe par un déploiement des infrastructures répondant à un cadre de pratiques industrielles homogènes garant de la rapidité des déploiements mais aussi de la réduction des coûts à travers l'harmonisation technique et la mutualisation des travaux. La définition de ces pratiques doit permettre des processus d'exploitation et de maintenance des infrastructures d'une manière efficiente.

Ainsi, dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'action 2017-2020 de la Stratégie Nationale de Développement de l'Économie Numérique (SN@DEN), adoptée par le décret n°2018-0450/PRES/PM/MDENP/MINEFID du 06 juin 2018, un Schéma directeur d'aménagement numérique (SDAN) du Burkina a été élaboré et adopté par décret n°2019 - 0837-PRES/PM/MDENP/MINEFID du 07 août 2019. Ce schéma directeur national a pour vision : « D'ici 2030, le haut débit est accessible sur l'ensemble du territoire national à un coût modéré, contribuant à la transformation structurelle du Burkina Faso ». Il doit servir d'outil pratique et opérationnel permettant de réduire la fracture numérique en termes d'accès au haut et très haut débit au Burkina Faso.

La mise en œuvre du SDAN prévoit des actions liminaires pour accélérer la réalisation des activités programmées. La première action liminaire consiste en l'adoption d'un décret portant Référentiel Général pour le Déploiement des infrastructures de communications électroniques en fibre optique (RGD-FO) au Burkina Faso.

En effet, pour la mise en œuvre des travaux de déploiement sur le terrain sur initiatives publique ou privée, il est primordial d'adopter un repère sous forme de norme qui sera diffusé à l'ensemble des acteurs participant à la construction des infrastructures de communications électroniques. Ce référentiel doit permettre :

- d'harmoniser les conditions techniques relatives au déploiement de la fibre optique au Burkina Faso ;
- de normaliser les études et les réalisations des projets d'infrastructures de communications électronique ;
- de déterminer les conditions adéquates nécessaires pour la réalisation des différentes tâches assignées aux différentes personnes intervenant dans la construction du réseau ;
 - de définir un guide technique pour la mutualisation des travaux de déploiement d'infrastructures de communications électroniques avec les autres types d'infrastructures (construction des routes, voiries et réseaux divers, des lignes de distribution de l'électricité) dans une démarche de synergie multisectorielle.

Le Référentiel Général élaboré comprend cinq (05) référentiels techniques ayant valeur de cahiers de clauses techniques générales. Ces référentiels élaborés doivent être utilisés dans la réalisation de tout type d'infrastructures fibre optique (réseau

longue distance inter cités, réseau métropolitain et réseau d'accès résidentiel et professionnel). Ils se composent comme suit :

- **Référentiel technique relatif aux études des infrastructures à génie civil souterrain pour réseaux fibres optiques**

Les études sont destinées à fournir les éléments nécessaires à la prise de décision en vue de rédiger les dossiers de conception. L'étude qui sera conduite devra alors identifier les différentes possibilités offertes, vérifier la faisabilité et réaliser l'évaluation financière de la mise en œuvre. Ce référentiel rassemble l'ensemble des éléments requis à l'étude de la conception d'une infrastructure à Génie Civil souterrain pour les réseaux à Fibre optique (FO). Des recommandations pour l'ensemble des fournitures de bases à la réalisation du projet sont proposées afin de fournir des bases à l'estimation financière et à l'évaluation technique de la solution. Dans ce document, il est décrit :

- ✓ les différentes étapes d'études pour le déploiement d'une infrastructure pour réseaux fibre optique ;
- ✓ les règles de conception des réseaux souterrains ;
- ✓ les règles d'ingénierie et de dimensionnement des différentes composantes de l'infrastructure FO ;
- ✓ les spécifications techniques particulières dédiées aux réseaux d'accès fixe par fibre optique (FTTH) ;
- ✓ la documentation requise.

- **Référentiel technique relatif aux travaux pour infrastructures à génie civil souterrain pour réseaux optiques**

Le but de ce référentiel est de fournir un ensemble de recommandations qui visent à harmoniser les pratiques de la construction génie civil de réseau optique, tout en s'assurant du respect des normes, des règles de l'art, de la qualité et de la pérennité des réseaux déployés. Il est détaillé dans ce guide :

- ✓ le modèle type d'organisation du chantier (planification et gestion de projet, constitution d'un dossier d'exécution de l'ouvrage, mesures de sécurité et de gestion environnementale et sociale)
- ✓ les règles pour la mise en œuvre de l'infrastructure souterraine étape par étape ;
- ✓ la réception des ouvrages et la documentation.

- **Référentiel technique relatif aux études et travaux pour réseaux aériens en fibre optique**

Ce référentiel rassemble l'ensemble des éléments requis aux études pour la conception d'une infrastructure en aérien pour les réseaux à Fibre optique (FO) d'une part et les règles pour la réalisation des travaux jusqu'à la réception des ouvrages d'autre part. Ce document est spécifiquement adressé aux règles pour la mutualisation des travaux de déploiement des réseaux de distribution de l'électricité et de ceux des télécommunications. Il fixe aussi les règles dans

l'éventualité de pose de supports aériens dédiés exclusivement pour les câbles de télécommunications.

- **Référentiel technique relatif aux travaux de câblage pour la constitution des réseaux optiques**

Le but de ce document est de fournir un ensemble de règles qui visent à harmoniser les pratiques des travaux de câblage des réseaux optiques incluant pose, raccordement et campagne de test, tout en s'assurant du respect des normes, des règles de l'art, de la qualité et de la pérennité des réseaux déployés. Il comprend les sections décrivant :

- ✓ les conditions pour la réception des fournitures pour câblage ;
- ✓ la mise en œuvre technique de l'installation du câble ;
- ✓ les contrôles et tests pour la réception des travaux et la documentation.

- **Référentiel technique relatif à la mutualisation des travaux d'infrastructures de transport et déploiement de réseaux passifs fibres optiques**

Ce référentiel technique complète les deux premiers en fournissant les conditions nécessaires pour la mutualisation des études et la construction des infrastructures routières, voiries et réseaux divers. Il permet de retenir l'étape appropriée pour l'inclusion des éléments constitutifs des infrastructures de réseaux fibre optique pendant les études et le démarrage des poses lors des grands travaux de construction des ouvrages primaires.

Le Référentiel ainsi présenté constitue un instrument clé indispensable à la planification et au suivi du déploiement des infrastructures large bande pour fibre optique. Il s'adresse aux Bureaux d'Études, aux constructeurs et aux concessionnaires des réseaux. Pour les entités publiques et parapubliques, ce Référentiel constitue le cahier de clauses générales des dossiers d'appel d'offres en marché public et de contrôle sur le terrain par les autorités désignées. Toutefois, la conception des infrastructures pour le déploiement de la fibre optique doit se faire en étroite collaboration avec le ministère en charge des infrastructures pour tenir compte des futurs projets routiers.

**A. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX
ÉTUDES DES INFRASTRUCTURES A GÉNIE CIVIL
SOUTERRAIN POUR RÉSEAUX FIBRES OPTIQUES**

Introduction

Les études sont destinées à fournir les éléments nécessaires à la prise de décision en vue de rédiger les dossiers de conception pour la réalisation sur le terrain des travaux. L'étude qui sera conduite devra alors identifier les différentes possibilités offertes, vérifier sa faisabilité et réaliser l'évaluation financière de sa réalisation.

Ce référentiel rassemble l'ensemble des éléments requis à **l'étude de la conception d'une infrastructure à génie civil souterrain** pour les réseaux à Fibre optique (FO). Des recommandations pour l'ensemble des fournitures de bases à la réalisation du projet sont proposées afin de fournir des bases à l'évaluation technique et à l'estimation financière de la solution.

Dans ce référentiel, il est décrit :

- les différentes étapes d'un projet de déploiement d'infrastructure pour réseaux FO ;
- la méthodologie de conduite des études ;
- les éléments et prérequis nécessaires à la conception de l'infrastructure ;
- les règles d'ingénierie et de dimensionnement des différentes composantes de l'infrastructure ;
- les considérations techniques particulières pour les réseaux d'accès (FtTH) ;
- la documentation globale pour la phase étude.

Le présent référentiel est applicable aux types de réseau suivants :

- réseaux Backbone inter urbains ;
- réseaux métropolitains intra urbains ;
- réseaux d'accès (résidentiels et professionnels).

A.2 Études pour Génie Civil Souterrain

A.2.1 Études d'avant-projet sommaire (APS)

L'avant-projet sommaire donne une estimation la plus précise possible du réseau à construire dans ses aspects techniques et financiers sans pour autant engager des frais importants notamment en ce qui concerne la collecte des données sur le terrain. L'avant-projet sommaire permet de :

- recenser les infrastructures mobilisables (conduites, fourreaux) en vue de leur intégration dans le réseau ;
- préciser les règles d'ingénierie qui seront utilisées ;
- utiliser des données géographiques pour une meilleure précision du tracé à proposer.

Le point de départ des études est le Survey qui est obligatoire et est à réaliser par le Bureau d'Études. L'objectif est de collecter toutes les informations sur les sites, les bâtiments et les ouvrages spécifiques tout au long de la route du câble d'une manière méthodique afin de cartographier les sites et le tracé étudié.

Le Bureau d'Études prendra contact avec les autorités compétentes pour se procurer les fonds de plans et cartes professionnelles nécessaires aux surveys appelés également plans de base. Les plans de base vont être mis à jour par le Bureau d'Études en utilisant le GPS, ou tout autre matériel, en ajoutant les installations en cours de construction, récentes ou existantes ou celles en phase de projet très avancé. Il est important de collecter le maximum d'informations sur le terrain.

La prestation d'APS comprend :

- les prises de contacts de tous les acteurs impliqués en amont et en aval pour la réalisation du projet ;
- l'envoi et la collecte des Demandes de renseignements (DR) ;
- l'élaboration d'un plan projet à une échelle comprise entre 1/2000^e et 1/10 000^e suivant les cas montrant un ou plusieurs parcours (format shapefile, KMZ et PDF) ;
- le tracé du projet et un funiculaire (ou tableau) montrant les linéaires intermédiaires et cumulés, les modes de poses et les difficultés.

Contenus d'un rapport d'études APS :

Le rapport à produire doit contenir au moins les sections suivantes :

- topologie sommaire du réseau à déployer ;
- composition générale de l'infrastructure à déployer ;
- solutions techniques possibles en fonction des contraintes du terrain ;
- calendrier de réalisation ;
- estimation du coût prévisionnel des travaux.

Le rapport comprendra entre autres les informations suivantes :

- les données sur le lien (distance totale, nombre de sections, distance entre sections, site actif, etc) ; une section étant définie entre deux points d'accès au réseau ;
- la position de la tranchée par rapport à la route ;
- l'emplacement des chambres avec mention du type (chambre de tirage, chambre d'épissures) ;
- la position des pylônes opérateurs le long de l'axe ;
- les positions d'autres centres d'intérêts pour le réseau fibre optique (banques, établissements d'enseignement et de santé ; etc) ;
- la présence de lignes Haute Tension (HT) ou Moyenne Tension) (MT) de la SONABEL avec indication de la position par rapport à la route selon le sens du survey ;
- la présence des réseaux des concessionnaires (opérateurs, ONEA, etc) ;
- la présence de sites culturels majeurs, aires protégées, forêts classées et zones de biodiversité le long du tracé ;
- une description des obstacles avec une proposition de solution de traitement ;
- un bordereau estimatif des quantités et des coûts pour l'ensemble du projet incluant tous les travaux à effectuer jusqu'à la livraison complète de l'infrastructure ; le bordereau est libellé en postes de travail et de fournitures avec une unité de base et un prix unitaire ;
- un calendrier de réalisation en précisant les hypothèses, entre autres, le nombre d'équipes à mettre sur le terrain par l'entreprise, le nombre de machines trancheuses, etc.

Le rapport APS est le premier document à déposer auprès des autorités compétentes pour validation et autorisation.

A.2.2 Études d'avant-projet détaillé (APD)

Les avant-projets détaillés, sont l'ultime étape avant la mise en chantier du réseau. Dans ce type d'études, on veut atteindre la plus grande précision possible avant le démarrage des travaux.

Une fois le rapport APS validé, le Bureau d'Études est autorisé à démarrer le processus de production de l'avant-projet détaillé (APD)

L'Avant-projet Détaillé (APD) permet d'obtenir les informations et les paramètres pertinents en ce qui concerne le génie civil à réaliser afin de :

- finaliser la topologie du réseau ;
- produire l'ensemble des quantitatifs nécessaires (câbles, boîtiers, etc...) ;
- préciser les données collectées à la phase APS ;

- recenser l'ensemble des contraintes particulières qui pourraient s'appliquer sur la zone de déploiement ;
- préciser le type de sol (sol normal, dur, rocheux, etc) ;
- préciser les techniques de tranchage et de protection des fourreaux en tranchée ;
- définir les profils de tranchées et des ouvrages spéciaux avec l'indication des profondeurs, la position du grillage avertisseur, la composition du remblai et toute autre sujétion ;
- définir les conditions techniques de réalisation du franchissement des ouvrages d'art en encorbellement ;
- préciser l'usage éventuel de techniques de franchissements tel que le forage dirigé ou le pousse tube ;
- préciser les demandes d'autorisations nécessaires pour le démarrage et le bon déroulement des travaux.

La nature prédominante des terrains, les ponts, les traversées de la route, les talus, les cours d'eaux, les obstacles, le nombre des conduites, les chambres etc. doivent être indiquées.

Les surveys détaillés à réaliser doivent prendre en compte les sondages pour la détermination du type de sol ; les relevés de points GPS le long de l'axe de la fibre, les points étant distants d'au plus 50 m.

Les cartes dans les APD seront produites en utilisant le logiciel AutoCAD ou équivalent et doivent:

- intégrer des coupes transversales pour montrer les anciens ouvrages, la distance par rapport à l'axe de la route, les conduites existantes d'autres concessionnaires (ONEA, SONABEL, Opérateurs télécoms, etc...) ;
- préciser l'itinéraire de câble, les cotes cumulées, l'emplacement (coordonnées GPS) des systèmes de protection d'épissures et des chambres enterrées, les zones rocheuses, les ponts, talus, cours d'eau, traversées de routes, ouvrages particuliers, sites culturels, aires protégées, forêts classées et zones de biodiversité, etc. ;
- faire apparaître toutes sortes d'infrastructures et d'obstacles liés au relief.

Contenus d'un rapport d'études APD.

Le rapport APD comprendra au moins:

- la topologie sommaire du réseau à déployer ;
- la composition générale de l'infrastructure à déployer ;
- le plan détaillé aux formats DWG, SHP et PDF ;
- une mise à jour du fichier KML ainsi que le BoQ estimatif ;
- le synoptique du câblage fibre optique.

NB : Pour les entités publiques, le Bureau d'études élaborera à la fin du rapport APD, le dossier d'appel d'offres (DAO) complet pour la sélection des entreprises qui vont exécuter les travaux. L'entreprise sélectionnée devra fournir avant le démarrage des travaux, un dossier d'exécution sur la base des conclusions de l'APD.

A.2.3 Étude pour infrastructure souterraine existante

Lorsque le projet prévoit l'utilisation d'infrastructure existante pour la mise en œuvre du réseau fibre optique, le Bureau d'Études complétera les tâches suivantes :

- dossier d'autorisation du concessionnaire ;
- dossier technique de conception du réseau ;
- dossier technique de réalisation.

A.3 Règles de conception des réseaux souterrains

A.3.1 Recommandations générales

La conception du réseau doit obligatoirement prendre en compte les éléments suivants :

- le nombre de tubes à considérer au minimum est **de trois (03) dans les sections interurbaines et de quatre (04) en zone urbaines** ;
- le positionnement des chambres : tous les 500 m au maximum et en angle de rue en zone urbaine et tous les 2 000 m au maximum en zone rurale ;
- un mou de 30 m de câble sera laissé dans chaque chambre de tirage et au niveau des chambres de raccordement (L5T) ; 20 m de part et d'autre d'un boîtier d'épissures ;
- les chambres d'épissures et de tirage seront de type L3T ou supérieur en fonction de l'emplacement ;
- les chambres de type K2C lorsque la position est sous chaussée ;
- les chambres de raccordements de sites (actifs ou point de mutualisation) sont du type L5T ;
- les chambres à l'angle des rues pour une meilleure desserte seront prévues ;
- une chambre apparente et sécurisée sera systématiquement placée au niveau des sites « remarquables » (administration, établissement scolaire et de santé, sites opérateurs, sites FAI, etc...) ;
- les couvercles des chambres apparentes sont en fonte et selon le type de chambre ;
- les couvercles des chambres enterrées sont en béton ;
- un système de puisard (drain) sera constitué au fond de chaque chambre pour faciliter l'infiltration d'eau de pluie.

A.3.2 Profondeurs des tranchées

Les profondeurs de tranchées sont définies selon la zone (en ou hors agglomération), le type de tranchée choisi (micro tranchée), la nature du terrain (compact, rocheux, granitique). Les profondeurs peuvent ainsi varier entre 40 cm et 1,20m selon les normes NFP98-331 et XP-P98-333.

Les profondeurs recommandées sont les suivantes :

Tableau A.1: Profondeurs de tranchées

DESCRIPTION	SPECIFICATIONS	OBSERVATIONS
Tranchage mécanisé	Profondeur 1,20 m	Terrains meubles et latéritique (sol normal)
Tranchage manuel	Profondeur 1,00 m	
Zone de granite compact	Profondeur 0,40 m avec enrobage béton	
Zone latéritique compact	Profondeur de 0,40 à 0,80 m, enrobage béton des 0,60 m	
Excavation dans un sol rocheux (roche située à plus de 0,80 de profondeur)	Profondeur 0,80 à 1,00 m	Toute technique de tranchage
Excavation dans un sol rocheux (roche située à moins de 0,80 de profondeur)	Profondeur de 0,40 à 0,80 m, enrobage béton à partir de 0,60 m	
Traversée d'une plateforme rocheuse	Profondeur minimum de 0,30 m avec enrobage intégral en béton	Plateforme roche compacte et apparente à la surface
Traversée de piste/route (méthode conventionnelle)	Profondeur minimale de 1,20 m par rapport à la cote minimale entre celle de la chaussée et celle du terrain naturel	Soumettre un dossier d'exécution pour validation auprès du ministère en charges des infrastructures pour le tranchage et la remise en état de la section tranchée
Traversée de route par forage horizontal	Profondeur minimale de 1,20 m par rapport à la cote minimale entre celle de la chaussée et celle du terrain naturel	Introduire dans le trou un PCV de diamètre égal à celui du trou exécuté pour prévenir d'éventuel éboulement
Traversée route par forage dirigé	Profondeur minimale de 2m	Pose de 4 PEHD 33/40 (avec bouchons étanches) dans un PEHD110

- tranchées sous espace vert ;
- tranchées sous trottoirs.

A.3.5 Conduites sous-terraines

Pour les réseaux longue-distance (hors travaux urbains), les fourreaux doivent être en PEHD (PE 80 minimum) et ne pas comporter de matière recyclée. Pour les travaux urbains, les fourreaux doivent être en PEHD ou en PVC.

Les fourreaux PEHD

Les fourreaux PEHD sont conformes à la norme N F T 54 – 072 ou DIN8074 / 75 ou version plus récente. Les caractéristiques minimales sont en annexe. Les fourreaux PEHD doivent être lubrifiés et/ou rainurés et identifiés par des bandes de coloration.

Les fourreaux doivent être de couleur noire et doivent avoir le marquage suivant :

- métré ;
- date de fabrication ;
- dimensions ;
- nom du concessionnaire ou du projet ;
- nom du fournisseur (optionnel).

La face externe des fourreaux doit être repérée par un nombre pair de bandes de couleur. Seuls les fourreaux de diamètre extérieur supérieur à 40 mm peuvent avoir 2x4 bandes de repères.

Les fourreaux entrants et sortants d'une chambre de raccordement, intermédiaire ou de tirage sont de la même couleur. Ils sont positionnés en vis à vis, sans croisements.

Les Tube PVC

Les tubes en PVC sont utilisés en domaine urbain, pour les infrastructures sous voie publique, sous chaussée ou sous trottoir. Ils sont utilisés pour des courtes distances.

Les tubes sont conformes à la norme N F T 54018 et compatible avec les Tubes PVC pour Lignes Souterraines de Télécommunications (LST).

Traversées d'obstacles

Pour les passages dans certaines zones critiques telles les zones marécageuses et les fonçages horizontaux de traversés des routes bitumées, chemins de fer, gazoducs, etc., les tubes PEHD sont installés dans des tubes PEHD 110 ou PVC 110 à pression selon les cas.

Les diamètres des tubes PEHD sont 93/110 mm et les caractéristiques doivent être les mêmes que les tubes PEHD 40/33.

Tube galvanisé

Pour les passages de pont par encorbellement et le traitement de certaines zones très critiques, les tubes PEHD sont installés dans des tubes galvanisés. Le diamètre des tubes doit être de 110 mm. Les tubes doivent être ronds en acier galvanisé.

A.3.6 Signalisation présence de conduites

La pose d'un grillage avertisseur de couleur verte, dédié télécom, aux normes EN12613 est obligatoire.

La largeur du grillage peut varier de 20 à 30 cm selon les techniques de poses et la largeur de la tranchée.

A.3.7 Système de détection des tranchées

Zone urbaine

Il est recommandé qu'un système de détection de conduites soit installé afin de localiser avec une précision de l'ordre du centimètre la position et la profondeur de la nappe de fourreaux enterrés ou immergés par émission et réception d'un signal électromagnétique et d'identifier les fourreaux sans confusion avec d'autres réseaux ou obstacles selon le cahier de charges fonctionnelles ci-après :

- si le système utilise la détection d'un élément ajouté aux conduites, celui-ci doit être positionné juste au-dessus des multitubulaires.
- si cet élément ajouté doit être alimenté, la tension maximum de fonctionnement doit être inférieure ou égale à 48 volts et être conforme aux directives européennes 89/336/CEE.
- l'accès aux extrémités des dispositifs enterrés doit être indépendant des chambres donnant accès au multitubulaire et être :
 - ✓ dans une chambre étanche répondant aux mêmes contraintes mécaniques, climatiques et chimiques que les chambres de télécommunications,
 - ✓ mutualisé pour l'ensemble des utilisateurs de l'infrastructure sur un lieu donné,
 - ✓ positionné à côté des chambres de tirage ou de raccordement.
- les parties métalliques du système de détection de conduites et de tubes intégrées à l'infrastructure du réseau doivent respecter les règles de protection des personnes et notamment être mises à la terre dans chaque chambre où elles sont accessibles afin de protéger les utilisateurs contre les surtensions préjudiciables.
- le système de détection de conduites doit permettre de détecter une liaison "en ligne" ainsi que les liaisons "dérivées".
- les composants du système de détection intégré à l'infrastructure du réseau doivent être de couleur verte et résister aux effets attendus de la corrosion.

- les éléments fixes et enterrés du système de détection de conduites et de tubes doivent être posés en même temps et être compatibles avec l'ensemble des techniques de pose de tubes et conduites tel que : tranchée ouverte pose en soc, pose en trancheuse, forage dirigé, fonçage, tubage...
- des dispositifs doivent permettre de détecter les raccords de fourreaux et les chambres enterrés.

Il est fortement conseillé d'utiliser pour les réseaux urbains, les grillages avertisseurs équipés de la technologie de type ELIOT (Equipement de Localisation et d'Identification des Ouvrages en Terre), permettant la détection précise, et l'identification des ouvrages enterrés localisés en-dessous. Un tag RFID (Radio Frequency Identification), est fixé sur un grillage avertisseur conforme à la norme NF EN 12613, rendant ce dispositif détectable et identifiable.

La pose de ce produit « 2 en 1 » est identique à la mise en œuvre d'un dispositif avertisseur traditionnel. Le tag est fixé à au moins chaque 10 m le long du grillage avertisseur pour améliorer la précision de la détection.

Zone rase campagne

- **Bornes de repérage en béton**

Dans les traversées des localités non loties et en rase campagne, des bornes de repérage en bétons et colorées en vert peuvent être utilisées pour le repérage de la tranchée. Les bornes sont placées :

- ✓ tous les 100 m en zones rurales habitées (villages) et entre 500 et 1000 m en rase campagne ;
- ✓ à chaque changement d'axe ;
- ✓ à chaque extrémité d'un linéaire non protégé par le dispositif avertisseur.

Les bornes de repérage seront de couleurs vives, elles devront être ancrées dans le sol et bloquées en rotation. Sur la face supérieure de la borne un marquage indélébile doit permettre d'identifier sans ambiguïté le tracé des conduites. Ces bornes porteront l'indication sur la face supérieure la mention : **FO – « Nom Projet ou Opérateur »**. Le béton sera dosé à 350 kg/m³.

Les dimensions recommandées sont en annexe.

- **Boules électromagnétiques**

Les boules EMS et RFID sont implantées le long de l'itinéraire de câble. Elles indiqueront particulièrement les points suivants :

- ✓ tous les 500 mètres pour le repérage de la tranchée (boules EMS) ;
- ✓ la localisation des chambres enterrées (boules RFID) ;
- ✓ l'emplacement des systèmes de protection des épissures (boules RFID) ;

- ✓ les carrefours de la route où les positions de câble changent (boules RFID) ;
- ✓ les traversées des routes, cours d'eau (boules RFID) ;
- ✓ les points où le câble est posé à proximité d'autres ouvrages existants (boules RFID) ;
- ✓ tout autre point particulier (boules RFID) ;

Le marqueur produit un champ électromagnétique qui doit être détecté par des équipements spécifiques (fournis par l'entreprise) à une distance au-delà de 50 cm.

Les caractéristiques minimales recommandées pour le marqueur sont les suivantes:

- ✓ pas de batteries ou de composantes actives ;
- ✓ installation enterrée ;
- ✓ peut être installé dans la tranchée ;
- ✓ localisation facile et rapide ;
- ✓ numéro unique d'identification affichée par le détecteur spécifique.

Le système de détection des boules est de type 1420-RFID/EMS ou équivalent. Ce localisateur de marqueurs doit avoir la possibilité d'écrire, de lire, de verrouiller des informations programmées vers la nouvelle génération de marqueur EMS-ID. Il détecte n'importe quel type de marqueurs existants. Le détecteur est muni d'un système de Communication (GPS/PDA) avec logiciels de cartographie SIG pour relevés topographiques des marqueurs électroniques et permet d'estimer la profondeur d'emplacement du marqueur EMS.

A.3.8 Chambres

Les types de chambres optiques sont définis selon la zone (en ou hors agglomération) et la présence de BPE, et le nombre d'alvéoles pour le passage des fourreaux. La règle de distance entre les chambres ne doit pas excéder 2 km en zone rurale et 500 m en zone urbaine.

Des chambres seront également posées en cas de changement de direction du tracé très prononcé (>75°).

Les chambres sont confectionnées conformément à la norme NFP 98 050-1.

Tableau A.2 : Types de Chambres optiques

DESCRIPTION	SPECIFICATIONS	OBSERVATIONS
Position des chambres en zone urbaine	Tous les 300 à 500 m	
Position des chambres en zone rurale	Tous les 2 000 m	

Chambre de raccordement au POP	L5T, K2C	Chambre apparente
Points d'intérêts (pylônes, administration...)	L2T ou L3T	Chambre apparente pour zones sécurisées
Chambre de tirage et épissure	L3T	
Chambres apparentes	Fermeture fonte avec logo	Logo unique
	Grille de protection anti chute	
	Fermeture sécurisée	
Evacuation d'eau	Puisard + drainage	
Niveau chambre enterrée	0,40 m du TN	
Système de localisation	Bornes de repérages / boules de marquage	Phase 1 ; boules de marquage

Couvercles des chambres apparentes

Les chambres prévues sont de type L3T, L5T et K2C. Pour les chambres apparentes, les couvercles à fournir seront en fonte conformément à la norme EN 124 et avoir les caractéristiques minimales suivantes :

Tableau A.3 : couvercles des chambres apparentes

	Tampon	Cadre
Matière	Fonte EN -GJS-500-7	Acier mécano-soudé
Revêtement	Peinture hydrosoluble noire conforme aux normes environnementales en vigueur	Galvanisé à chaud avec une épaisseur moyenne de 100 µm suivant UTE C66400

Mode de fermeture

- Les chambres apparentes possèdent un système de verrouillage de type 1/4 de tour à 4 verrous, articulé et assisté ;
- **Il est fortement recommandé le Système de verrouillage anti-effraction SAE pour les chambres apparentes.**

Accessoires des chambres :

- support de câbles ;
- support crochet de lovage câble ;
- sneau de tirage (A762) ;
- marche - main courante (A770) ;
- vis et clé de manœuvre spécifiques assurant la protection anti-effraction de l'ensemble ;

- grille de protection anti-chute. Ces grilles seront traitées anti-corrosion. Elles pourront être réalisées en :
 - ✓ acier galvanisé à chaud,
 - ✓ polyester renforcé fibre de verre,
 - ✓ inox.

La grille de protection anti-chute possédera une maille maximale de 50 x 50 mm. Les grilles seront articulées par une charnière située sur le petit côté du cadre à l'opposé du dispositif de verrouillage (cadenas). Un angle d'ouverture d'au moins 160° sera disponible. En position fermée, chaque grille reposera sur un cadre fixé à l'intérieur de la chambre.

Localisation chambre enterrée

Les chambres enterrées sont localisées soit par :

- une borne de repérage avec l'indication du Nom Projet ou Opérateur et type de chambre ;
- une boule électromagnétique RFID.

A.3.9 Câbles

Caractéristiques du câble

La capacité du câble est généralement de 36, 72, 96 Fibres ou plus en modularité 6 ou 12 FO pour les réseaux longues distances.

Les caractéristiques mécaniques, optiques et celles liées à l'environnement ainsi que les essais associés pour le câble devront être conformes aux normes les plus récentes de l'IUT.

Les câbles à fibres optiques, destinés à être installés dans des conduites, devront présenter une protection anti-termites et ne comporter aucune partie métallique.

La structure du câble qui devra satisfaire aux caractéristiques minimales suivantes :

- câble à structure multitubulaire ;
- porteur central non métallique ;
- structure à tubes avec étanchéité longitudinale ;
- ceinture de protection plastique de l'âme optique ;
- gaine intérieur en polyéthylène noir $e \geq 1$ mm ;
- protection mécanique en mèches de verre ;
- gaine extérieure en polyéthylène haute densité noir $e \geq 1,5$ mm ;
- marquage de la gaine extérieure avec l'identification du fabricant, l'année de fabrication, le nombre et type de fibres et le marquage métrique.

Caractéristiques du touret

La livraison des câbles sur touret sera d'au moins 4 km. Compte tenu des aléas de fabrication une tolérance de $\pm 5\%$ est acceptée sur chaque touret de câble. Cependant, la longueur totale à fournir pour chaque type de câble doit être rigoureusement respectée.

Une étiquette d'identification sera proposée sur une face de chaque touret. Cette étiquette comportera au moins les informations suivantes :

- nom du fabricant ;
- numéro d'identification et référence du touret ;
- type de câble sur touret ;
- poids du touret ;
- date de fabrication ;
- référence du contrat et/ou nom du contractant.

Les tourets seront livrés avec leur dossier de mesure usine. Toutes les informations concernant la constitution des tourets et la livraison des câbles doivent être fournies.

Caractéristiques et spécifications de la fibre

Les fibres optiques pour les réseaux longues distances et de distribution urbaines sont de type Monomode compatibles avec les Recommandations UIT-T G.652D et IEC 60793-2-50, B1.3 ; UIT-T G.655D et IEC 60793-2-50, B4_d.

Les caractéristiques minimales des fibres optiques monomodes sont conformes aux normes IUT ou IEC en vigueur en fonction du type choisi pour l'application.

La valeur maximale d'affaiblissement apportée par une irrégularité et mesurée dans les deux sens de transmission doit rester inférieure à 0,1 dB.

Les données suivantes sont nécessaires pour apprécier les potentialités d'utilisation dans la toute la gamme du spectre optique de la fibre :

- les courbes d'atténuation de la fibre en fonction de la longueur d'onde pour les valeurs comprises entre 1280 et 1600 nm,
- les courbes de la dispersion chromatique en fonction de la longueur d'onde pour les valeurs comprises entre 1280 et 1600 nm.

Les fibres optiques seront repérées par la couleur du revêtement primaire. Chaque groupe de fibres doit être représenté par de couleurs différentes. Les tubes de protection doivent être également de couleur différente. Les couleurs des tubes ainsi que celles des fibres doivent être précisées. Le code couleur des tubes et fibres doit être conforme aux standards internationaux.

A.3.10 Systèmes de protection d'épissures (BPE)

On entend par systèmes de protection d'épissures les boîtes destinées aux raccordements et aux dérivations des câbles à fibres optiques.

Le système de protection d'épissures est destiné à :

- assurer une parfaite étanchéité, à l'eau et à la vapeur, des raccordements des câbles à fibres optiques.
- rétablir l'intégrité de l'enveloppe et des porteurs, notamment, la continuité mécanique et électrique.
- protéger les raccords des fibres contre les éléments extérieurs dans tous les types d'installation.
- assurer l'agencement des raccords des fibres et le stockage des fibres excédentaires.

Les systèmes de protection d'épissures doivent être de préférence fabriqués en fibres de verre plastifiées ou tout autre alliage qui augmente leur résistance mécanique conformément aux dernières recommandations de l'UIT-T et de la série de l'ISO 9000 correspondante. La constitution mécanique et technique des systèmes de protection d'épissures proposés doit être décrite.

Les boîtiers d'épissures doivent être étanches conformément à la norme IP 68 (80 mbar permanent ou 500 mbar pendant 15 minutes).

Les boîtiers d'épissures doivent être résistants aux chocs conformément à la norme IK 10 (20 joules) et utilisables en chambre, en enterré, en égout ou en aérien.

Les boîtiers d'épissures doivent être évolutifs et permettre d'augmenter la capacité et les fonctionnalités par simple addition de différents modules.

La protection des câbles à l'entrée et à la sortie doit être assurée par manchon thermo-rétractable.

Les kits d'installation doivent être livrés complet avec tous les accessoires nécessaires pour assurer la fixation des câbles, l'étanchéité, le raccordement des fibres optiques (thermo soudures), la protection de l'épissure et l'agencement des raccords des fibres et le stockage des fibres excédentaires. Les thermo soudures (cigarettes) doivent avoir des longueurs de 45 mm. Pour chaque système de protection d'épissures, la quantité des thermo soudures doit être dédoublée.

Pour chaque proposition de BPE, il faut :

- détailler les chemins utilisés par les fibres et les micros modules dans les boîtiers;
- montrer la facilité de câblage des boîtiers d'épissures ;
- montrer la flexibilité des boîtiers d'épissures concernant les différentes configurations des ports ;

- proposer une solution pour la préparation du câble à l'extérieur des boîtiers d'épissures ;
- montrer l'espace réservé à l'acheminement des micros modules non coupés ;
- donner le détail de protection des fibres dénudées et la description des accessoires de fixation des boîtiers d'épissures dans les chambres ;
- indiquer, s'il y a lieu, l'outillage spécial pour les manipulations dans les boîtiers d'épissures ;
- présenter la méthode de lovage et la configuration maximale en nombre et diamètre des câbles en entrée et en sortie des boîtiers d'épissures.

Pour chaque proposition de BPE, il faut décrire les opérations suivantes :

- ouverture et fermeture des boîtiers d'épissures,
- fixation des boîtiers d'épissures sur les parois des chambres,
- rajout d'un ou plusieurs câbles,
- réalisation d'une fusion entre deux fibres de câbles différents,
- réalisation du dénudage des fibres,
- protection des fibres non coupées dans les boîtiers d'épissures.

A.3.11 Tiroirs optiques

Les répartiteurs optiques sont destinés à recevoir des câbles de différentes capacités. Les répartiteurs optiques recommandés sont du type bâti de 19" ou ETSI d'une hauteur d'environ 2200mm.

Les bâtis sont fournis avec des caches latéraux et arrière et des portières transparentes en face avant. Pour assurer au répartiteur un caractère évolutif, il doit être modulaire. Les modules constitutifs doivent être des tiroirs permettant de réaliser l'épanouissement, le raccordement et le brassage des fibres optiques. Ils peuvent recevoir les cassettes de stockage d'épissures. Ces cassettes doivent être bien dimensionnées permettant un rayon de courbure nominal pour les fibres. Le bâti du répartiteur doit permettre l'arrivée des câbles par le haut ou par le bas et le cheminement vertical des jarretières grâce à des anneaux et des dispositifs de maintien.

La méthode de fixation du porteur central de chaque tiroir doit être précisée. Un tiroir pour chaque direction est à prévoir et chaque tiroir doit permettre l'arrivée de deux (02) câbles et par conséquent deux (02) systèmes de fixation devront y être prévus. Le dimensionnement doit être fait en conséquence en termes de capacité du tiroir.

Il devra être possible d'éclater un seul câble sur plusieurs tiroirs sans aucuns risques d'endommagement des fibres. La méthode utilisée devra être clairement expliquée par le fournisseur.

Pour des besoins d'extension, le fournisseur doit préciser les prix unitaires de tous les articles constituant le répartiteur optique : bâti, jarretières optiques, pigtails, adaptateurs, tiroirs, cassettes, thermo soudures, goulottes, etc...

Les connecteurs doivent être de type SC/APC (Angle Physical Contact) avec un angle de 8° permettant d'avoir une réflectance ≤ -55 dB ou dans une version plus évoluée avec de meilleures performances. L'affaiblissement du connecteur ne doit pas dépasser 0,5 dB et 0,2 dB pour la fusion entre la fibre du câble et le pigtail.

Chaque répartiteur optique sera équipé de jarretières optiques (type monomode G.652 ou autres selon le type de fibres) de longueur 30 m, de pigtails (type monomode G.652 ou autres selon le type de fibres) de longueur 3m, d'adaptateurs SC/APC et de thermo soudures (cigarettes, 60 mm). Le nombre de chaque accessoire dépend de la capacité des câbles qui arrivent dans le site.

Les têtes de câbles doivent avoir la capacité correspondante du site et doivent être de constitution solide (métallique ou équivalent). Le système de fixation du porteur central doit être prévu. Les têtes de câble doivent être de type mural et seront composées de deux compartiments : le premier pour l'agencement des fibres et le deuxième pour les connecteurs. Chaque compartiment sera doté d'une portière et d'une fermeture de sécurité. Chaque tête de câble sera équipée de pigtails de longueur 3m, d'adaptateurs SC/APC et de thermo soudures (cigarettes, 60 mm).

Des valises d'outillage doivent être fournies pour les opérations de raccordement des brins de fibres. Chaque valise doit comprendre l'ensemble de l'outillage nécessaire à la mise en œuvre des systèmes de protection d'épissures, têtes de câbles et répartiteurs optiques : pince à décaper la gaine du câble, pince à dénuder la fibre, pince à cliver, pince coupante, coupe câble, couteaux, soufflante à air chaud (si nécessaire), têtes de clés hexagonales, Clés dynamométriques, Bande PVC adhésive de précision, Mètre ruban pour mesure, Marteau en plastique, Jeu de tournevis, Scie, Alcool, etc.

A.3.12 Plan des infrastructures en zones urbaines

Dans les zones urbaines, le Bureau d'Études remettra un plan d'infrastructures au format DWG superposé au fond de plan cadastral et comprenant les différents calques suivants :

- le tracé des fourreaux à créer (avec matériau, nombre et diamètre) ;
- les chambres à créer (chambres de tirage et de raccordements, avec type) ;
- le tracé des fourreaux existants des autres concessionnaires (avec matériau, nombre et diamètre) ;
- les chambres existantes des autres concessionnaires (avec type).

A.3.13 Élaborations des plans

Pour l'élaboration des plans détaillés, les directives suivantes sont recommandées :

Synoptique des réseaux FTTx

Le Bureau d'Études produira et remettra un synoptique de câblage qui couvrira l'ensemble du réseau entre le PM et le PBO avec le plan et l'affectation des têtes de câbles soudés sur les pigtails des têtes de câbles au site PM.

Ce synoptique contiendra, a minima, la représentation des câbles avec

- le nombre total de fibres ;
- les fibres disponibles ;
- les boîtes de jonctions et d'éclatement avec leurs numéros de nœuds.

Dans le cas de jonctions prévues dans le même ordre des fibres et avec des tubes à modulo équivalents (joint droit sur tube), le synoptique indiquera uniquement la jonction tube amont et tube aval.

Dans le cas de changement de modulo de fibre optique entre le câble amont et le câble aval, le synoptique devra comprendre l'information détaillée des jonctions entre tubes et fibres unitaires.

Pour des questions de taille du document, le synoptique pourra être réalisé en plusieurs parties, mais sera obligatoirement complet par rapport à un câble de départ du PM.

Il n'y aura pas pré-affectation de fibres au PBO, celle-ci aura lieu au moment du raccordement.

Par contre, la référence du PBO dont le Logement dépend sera à documenter dans la table de données du fichier des Logements.

Plans des boîtes d'épissures

Le Bureau d'Études fournira un plan détaillé de chaque boîte d'épissures projetée précisant les soudures par cassette d'épissurage et indiquant les entrées de câbles utilisées en fonction du type de boîte d'épissures.

Bilan Optique théorique

Le Bureau d'Études sera tenu de calculer pour chaque Prise, le bilan optique théorique entre le PM et la PTO et d'inclure ces résultats dans le dossier d'études APS.

Fichier des Logements

Le Prestataire mettra à jour, si besoin, la base de données de Logements de l'Étude détaillée et la complètera avec la référence du PBO associée.

A.3.15 Mémento détaillé de la pose

Ce document sera établi sans échelle. Il sera facilement lisible, en particulier pour les zones dans lesquelles les besoins sont importants. Ce mémento tient lieu de tableau des longueurs. Les distances entre épissures doivent être compatibles avec les

longueurs de câbles FO. Si pour des difficultés de pose, il est nécessaire de couper une longueur de câble le joint supplémentaire doit être souligné. Cependant, la réalisation des joints supplémentaires doit être soumise pour approbation.

La longueur posée de chaque touret doit être précisée ainsi que celle de la chute correspondante. Les chutes de câble inférieures à 100 mètres seront comptabilisées et feront l'objet d'une explication justificative de la part du fournisseur. Toutefois, lors des travaux de la pose, les chutes de câble à fibres optiques doivent être minimisées. Elles ne doivent en aucun cas dépasser les 200 m ni être inférieures à 120 m.

La marge tolérée pour les chutes de PEHD pendant les travaux ne doit excéder 3% de la longueur totale. L'entreprise mettra tout en œuvre pour minimiser les chutes.

A.4 Cas spécifique des réseaux FTTx

A.4.1 Considérations sur les études APS- APD

Les études Avant-Projet à réaliser par le BE auront pour objet d'effectuer les tâches suivantes :

- réaliser un piquetage et fournir un renseignement de la localisation effective des logements et tous sites raccordables, qualifiés par typologie et avec caractérisation des adductions (faisabilité), dans une base de données « Adresses » géo-référencée, à établir et à renseigner par le BE. Cette base de données « Adresses » devra respecter les prérequis fixés par le Maître d'ouvrage et le futur Exploitant du Réseau et devra pouvoir être utilisée directement et sans modification ou reprise par le Maître d'ouvrage et le futur Exploitant du Réseau. Une attention particulière sera apportée au référencement des adresses des sites identifiés avec relevé systématique du numéro et du nom de rue ;
- identifier et qualifier les éventuels logements ou entreprises supplémentaires, identifiés à l'occasion du piquetage terrain (y incluant les prises isolées selon la définition précisée dans le présent programme fonctionnel), et les prendre en compte dans la réalisation des études d'exécution ;
- rechercher et identifier les infrastructures mobilisables (aériennes et souterraines) pour les déploiements et confirmer leur existence, avec localisation notamment des poteaux, recenser les difficultés prévisibles d'accès aux réseaux existants (chambres recouvertes, remplies de terre ou gravats), et tout élément permettant de caractériser les infrastructures comme mobilisable avec ou sans réserve ;
- identifier les voies ne permettant pas de réaliser des tranchées (enrobés de moins de 3 ans, trafic intense, etc) ;
- valider la découpe des plaques NRO ;
- définir les informations essentielles du NRO : nombre de prises, nombre de SRO/PM rattachés, positionnement... ;
- identifier des espaces d'implantation du NRO et des SRO/PM ;
- étudier la faisabilité d'un hébergement au sein de locaux existants (en alternative aux shelters) (demande d'information préalable et demande de faisabilité) ;

- préciser les dispositions générales et les spécifications techniques des équipements répondant aux besoins de l'exploitation ;
- identifier le rattachement de chaque Local aux points techniques (NRO, SRO/PM) ;
- qualifier les locaux qui auraient vocation à être considérés comme isolés, afin de s'assurer que le nombre de ces Locaux demeure conforme avec les objectifs du présent marché ;
- identifier et qualifier les sites publics et économiques ;

Le rapport Avant-Projet sera remis au format papier sous forme de classeur et au format informatique (.doc, .xls, .shp, .dwg, gdb ...).

Le rapport comprend au moins les éléments suivants :

- un dossier pour l'implantation précise du NRO comprenant notamment l'intégralité des échanges avec les gestionnaires de voirie concernés par des travaux de génie-civil, les autorisations administratives et/ou privées ;
- un dossier pour l'implantation précise des SRO/PM comprenant notamment l'intégralité des échanges avec les gestionnaires de voirie concernés par des travaux de génie-civil, les autorisations administratives et/ou privées ;
- un dossier d'études des liens NRO-SRO/PM ;
- le synoptique prévisionnel du réseau donnant l'architecture du réseau de câbles leur dimensionnement et la position des boîtiers ;
- le contour prévisionnel de la zone-arrière du NRO et des zones-arrière SRO/PM
- un fichier prévisionnel du décompte des prises, pour le NRO et pour chaque SRO/PM ;
- le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux à une échelle mensuelle intégrant toutes les étapes intermédiaires, la date prévisionnelle d'achèvement des travaux... ;
- le volet administratif, intégrant l'ensemble des projets de conventionnement nécessaires au déploiement du réseau.

A.4.2 Considérations sur la conception du réseau

Les différents éléments suivants sont inclus dans le dossier d'étude :

- lieu d'implantation prévu du Point de Mutualisation (PM) ou Sous répartiteur optique (SRO) ;
- découpe de la Zone Arrière de desserte de ce Point de Mutualisation ;
- locaux identifiés et géolocalisés ;
- résultat de la modélisation de desserte FTx incluant le mode de pose et les capacités de câbles du réseau de desserte.

Ces données, résultat d'une modélisation théorique vont devoir être complétées et modifiées en fonction des études détaillées sur le terrain.

A.4.2.1 Étude du site SRO

A partir du lieu pressenti issu de la modélisation, le Bureau d'Études réalisera la recherche du lieu d'implantation précis ainsi que toutes les autorisations d'implantation (propriétaire, déclaration de travaux, permis de construire (si besoin), formalités nécessaires au titre de la législation du patrimoine, et notamment les autorisations préalables au titre de la protection des abords des édifices classés ou inscrits, ...).

Afin de pouvoir conduire son étude, le Bureau d'Études devra définir tout d'abord le type de contenant qui devra être mis en place en fonction de l'importance de la zone à desservir et conformément à l'une des six tailles proposée dans la partie fourniture et mise en œuvre de ce marché (XS, S, M, L, XL, XXL).

De même, les éventuels aménagements extérieurs du site (clôture, dallage, ...) seront étudiés par le Bureau d'Études.

On distingue 2 études différentes par SRO, l'étude « externe » et l'étude « interne » du contenant.

Le livrable de l'étude « externe » comportera, à minima, les documents suivants :

- plan de localisation de la parcelle retenue (fonds de plan cadastral 1/500ème, reportage photo, photomontage) avec les contraintes d'implantation du préfabriqué (espace disponible autour du préfabriqué, conditions d'accès au site, ...) ;
- localisation pressentie de la chambre d'adduction du Site SRO ;
- localisation pressentie pour le coffret de branchement électrique ;
- taille et type du contenant.

Le livrable de l'étude « interne » comportera, à minima, les documents suivants :

- taille et type du contenant ;
- schématisation des baies / ossatures ;
- nombre de tiroirs ;
- etc.

A.4.2.2 Étude des Locaux de la Zone Arrière du SRO

A partir d'un fichier de locaux géolocalisés récupéré et complété, le BE réalisera, sur l'ensemble de la Zone Arrière, un relevé exhaustif des locaux potentiels du réseau via une prestation de type « *relevé de boîtes aux lettres* ».

Le fichier fourni est de type SIG Shapefile avec une table attributaire contenant de nombreuses informations liées au local géolocalisé.

Lors de l'opération de « relevé de boîtes aux lettres », le BE assurera :

- le déplacement géométrique éventuel du ponctuel au niveau du bâti concerné (sachant qu'une partie importante de la base a déjà été géolocalisée sur base bâti).
- la validation, ou non, de la pertinence de ce local référencé dans le champ texte dédié « VALID »
 - ✓ « OUI » pour un local retenu ;
 - ✓ « NON » pour un local non retenu ;
 - ✓ « VERIF » pour un local dont le statut doit être étudié plus précisément.
- le commentaire de Validation éventuel, dans le cas où la « VALID » est à « NON » ou « VERIF », dans le champ texte dédié « C_VALID » ;
- le statut actuel d'adduction de réseau Electrique du local dans le champ dédié «Adduct_E»
 - ✓ « Aérien »
 - ✓ « Souterrain »
 - ✓ « Indef » dans le cas où son mode d'adduction n'est pas identifiable.
- Le statut actuel d'adduction éventuelle de réseau Télécom type cuivre ou câble coaxial du local dans le champ dédié « Adduct_T »
 - ✓ « Aérien »
 - ✓ « Souterrain »
 - ✓ « Indef » dans le cas où son mode d'adduction n'est pas identifiable
- La création d'un nouvel enregistrement dans le cas de local identifié, sur le terrain, et non présent dans la base fournie.

A.4.2.3 Étude - Dossiers Immeubles

Outre l'identification des locaux décrite ci-avant, le BE relèvera tous les éléments utiles, aussi bien concernant le cheminement extérieur (si besoin), le cheminement intérieur horizontal (adduction, passage sur chemins de câbles, caves privées, percements à créer, position des PBO ...) que vertical (passage en gaine technique, en apparent, en goulotte, ...).

Il aura à charge d'obtenir les éventuelles autorisations nécessaires aux relevés.

Le prestataire indiquera clairement le nombre de logements par étage et le type de raccordement prévu (passage dans fourreau existant, pose de goulotte jusqu'au logement, etc...).

Un dossier doit être constitué pour tout immeuble nécessitant la pose d'un PBO à l'intérieur de celui-ci. Il a pour but de présenter le projet d'adduction, de cheminement horizontal (si nécessaire) et d'installation des câbles en colonne montante des immeubles à leurs propriétaires ou gestionnaires. Ces données seront complétées des informations de casage (nombre de prises par étage, ...) qui seront à collecter en même temps.

Les informations collectées serviront à constituer un dossier « Immeuble » qui sera utilisé d'une part pour présentation par le BE et obtention de l'accord spécifique par celui-ci et d'autre part pour réaliser les travaux conformément à ce dossier d'immeubles.

Ce dossier d'immeuble devra comprendre :

- un descriptif complet de l'adduction (localisation, fourreau à utiliser etc...) avec photo montage ;
- le positionnement de l'éventuel boîtier d'éclatement, avec photomontage ;
- les parcours horizontaux, localisés sur des photos, avec le dimensionnement des câbles et le mode de fixation et pose (chemin de câble, etc) ;
- les parcours verticaux, localisés sur des photos, avec le dimensionnement des câbles et le mode pose, (gaine technique, goulotte, apparent etc...), avec une photo montage de chaque palier, notamment s'il existe une gaine technique courants faibles et s'il est nécessaire d'effectuer des percements entre les étages le dimensionnement et la localisation des PBO (photo montage) ;
- les cheminements et le mode de pose prévus pour les raccordements individuels ;
- un quantitatif matériels de tous les matériels notamment les coffrets et câbles (modèle et quantité ou longueur) ;
- un tableau d'affectation de fibres.

Pour identifier le nombre et le positionnement de PBO dans l'immeuble il convient de :

- relever le nombre de logements pour chacun des étages ;
- faire la somme de logement par colonne montante ;
- identifier les emplacements possibles pour les PBO au niveau des paliers ;
- s'assurer des possibilités de passer les câbles de la colonne montante et des raccordements individuels ;
- prendre en compte les aspects esthétiques ;
- calculer le nombre et le type de câbles nécessaire à la construction de la colonne.

La limite d'influence d'un PBO est la colonne, mais les PBO seront, autant que faire se peut, équirépartis sur l'ensemble de la hauteur de la colonne.

A.4.2.4 Étude du mode de pose du réseau de desserte FTTx

Le schéma d'ingénierie qualifiant le mode de pose doit prendre en compte les considérations suivantes :

- souterrain Opérateur : infrastructure souterraine mobilisable auprès des concessionnaires de réseaux ;
- aérien ONATEL : infrastructure aérienne mobilisable d'ONATEL ;
- aérien SONABEL BT : infrastructure aérienne mobilisable du réseau d'énergie Basse Tension ;
- aérien SONABEL HTA : infrastructure aérienne mobilisable du réseau d'énergie moyenne tension HTA ;
- GC à créer : Génie civil à créer du fait d'absence d'infrastructure tierce mobilisable.

Sur cette base, le BE va réaliser un relevé sommaire afin de prouver la présence de ces infrastructures et la faisabilité, à priori, vérifier leur utilisation.

A.4.2.5 Schématisation Globale du réseau de desserte FTTx

Suite aux différentes études réalisées précédemment, notamment site PM, locaux, schématisation modifiée, le BE va réaliser la schématisation globale du réseau de desserte FTTx.

Plan des infrastructures

Le BE remettra un plan d'infrastructures aux formats DWG et Shapefile superposé au fond de plan cadastral et comprenant les différents calques suivants :

- le tracé des fourreaux à créer (avec matériau, nombre et diamètre) ;
- les chambres à créer (chambres de tirage et d'hébergement de boîtes d'épissures, avec type) ;
- le tracé des fourreaux « Tiers » utilisés (avec matériau, nombre et diamètre) ;
- les chambres « Tiers » utilisées (avec type) ;
- les poteaux ONATEL utilisés ;
- les poteaux du réseau électrique BT ;
- les poteaux du réseau électrique HTA ;
- les infrastructures en façade (mur, potelet...).

Cas particuliers des infrastructures à construire

Le BE devra établir les plans d'exécution de génie civil ainsi que l'ensemble des plans ou schémas réalisés pour les points particuliers : passages d'ouvrages spécifiques (Voies ferrées, encoffrements, etc...) au format DWG et PDF. Les plans seront fournis au 1/200ème. Les plans d'exécution comprendront les informations suivantes :

- le tracé du réseau projeté ;
- le mode de pose des fourreaux ;
- l'emplacement d'implantation des supports pour GC aérien en création ;
- le nombre, la nature et le diamètre des fourreaux à poser ;
- l'indication et type de chambres à poser ;
- la longueur des fourreaux à poser (par mode de pose) ;
- le report des réseaux concessionnaires ;
- les limites de communes ou arrondissements.

Le prestataire fournira également l'ensemble de ces informations et couches d'infrastructures sous format SIG (type shapefile).

Plan de câblage

Superposé aux plans d'infrastructures et dans une couche distincte, un plan de câblage est réalisé et comporte les informations suivantes :

- type, nombre et capacités des câbles, et leur mode de pose associé ;
- boîtiers d'épissures (de tous types) avec leurs numéros de nœuds reportés sur le synoptique ;
- représentation du nombre de logements et référence du dossier immeuble associé.

Comme pour le plan des infrastructures, le BE fournira ce schéma de câblage sous format SIG (type shapefile).

Synoptique

Le BE produira et remettra un synoptique de câblage qui couvrira l'ensemble du réseau entre le SRO et le PBO avec le plan et l'affectation des têtes de câbles soudés sur les pigtaills des têtes de câbles au site NRO.

Ce synoptique contiendra, a minima, la représentation des câbles avec

- le nombre total de fibres ;
- les fibres disponibles ;
- les boîtes de jonctions et d'éclatement avec leurs numéros de nœuds.

Dans le cas de jonctions prévues dans le même ordre des fibres et avec des tubes à modulo équivalents (joint droit sur tube), le synoptique indiquera uniquement la jonction tube amont et tube aval.

Dans le cas de changement de modulo de fibre optique entre le câble amont et le câble aval, le synoptique devra comprendre l'information détaillée des jonctions entre tubes et fibres unitaires.

Pour des questions de taille du document, le synoptique pourra être réalisé en plusieurs parties, mais sera obligatoirement complet par rapport à un câble de départ du NRO. Il n'y aura pas pré-affectation de fibres au PBO, celle-ci aura lieu au moment du raccordement.

Par contre, la référence du PBO dont le Logement dépend sera à documenter dans la table de données du fichier des Logements.

Plans des boîtes d'épissures

Le BE fournira un plan détaillé de chaque boîte d'épissures projetée précisant les soudures par cassette d'épissurage et indiquant les entrées de câbles utilisées en fonction du type de boîte d'épissures.

Bilan Optique théorique

Le BE sera tenu de calculer pour chaque prise, le bilan optique théorique entre le SRO et la PTO et d'inclure ces résultats dans le dossier d'étude remis au maître d'oeuvre.

Fichier des Logements

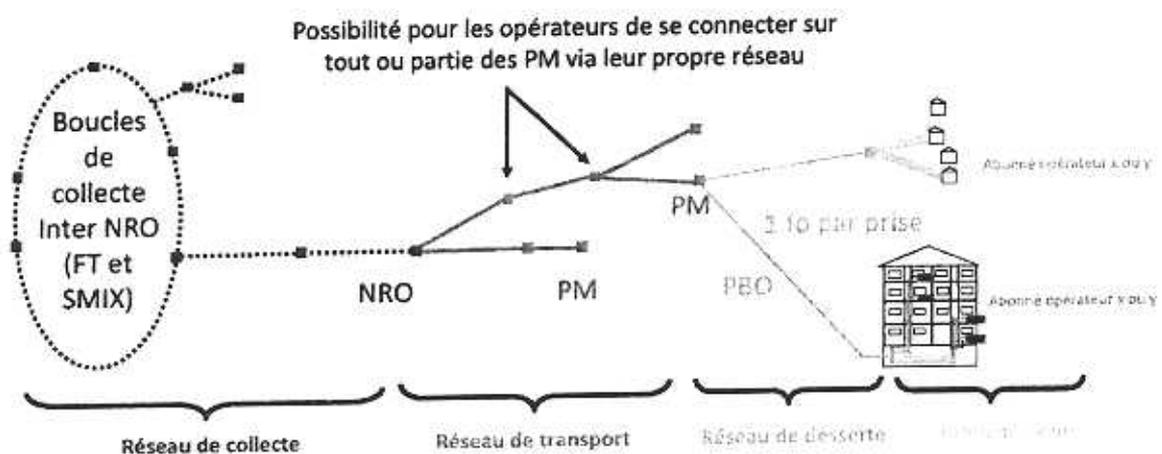
Le BE mettra à jour, si besoin, la base de données de logements de l'étude détaillée et la complètera avec la référence du PBO associée.

Fourniture d'un DQE

Le BE devra fournir la valorisation des projets en matériel et en main d'oeuvre selon un bordereau de prix unitaires à définir.

A.4.3 Règles d'ingénierie pour les réseaux FTTH

Topologie de réseaux pour une architecture point-à-multipoint :



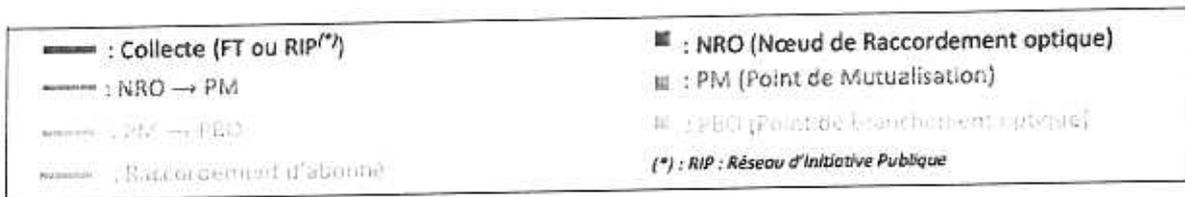


Figure A.2 : Topologie de réseaux pour une architecture point-à-multipoint

A.4.3.1 Nombre de fibres par prise

Il convient de différencier le dimensionnement en nombre de fibres par prise (local raccordable) selon les 3 segments de réseau.

Transport optique : NRO – SRO

Le segment de transport optique, qui relie le NRO aux SRO, devrait être dimensionné dans une architecture cible 100 % FttH pour permettre, d'une part, l'activation en point-à-multipoint depuis le NRO de la totalité des locaux et sites techniques ayant vocation à être desservi sur la boucle locale optique mutualisée et, d'autre part, l'activation des lignes FttE en point-à-point depuis le NRO pour les sites concernés. Cela suppose l'identification des besoins en point-à-point, pour le FttE, dès la phase de conception du réseau, dans la mesure où chaque liaison point-à-point mobilise une fibre sur le segment de transport optique.

Ainsi, il est préconisé de dimensionner le segment de transport optique entre le NRO et un SRO donné en déployant un nombre de fibres optiques strictement supérieur à la somme des deux termes suivants :

- pour les besoins point-à-multipoint : 10 % du nombre de locaux et sites techniques comptabilisés dans la zone arrière du SRO dans l'architecture cible 100 % FttH ;
- pour les besoins point-à-point, sur la base des travaux du Comité d'experts fibre : 10 % du nombre de locaux de la zone arrière du SRO dans l'architecture cible 100 % FttH.

En tout état de cause, il est préconisé que tout segment de transport optique entre un NRO et un SRO dans l'architecture cible 100 % FttH dispose d'au moins 36 fibres.

Distribution optique : SRO - PBO

Le segment de distribution optique, qui relie le SRO aux PBO, doit être dimensionné pour raccorder en point-à-point la totalité des locaux et sites techniques ayant vocation à être desservis sur la BLO dans l'architecture cible 100 % FttH. Cela suppose un recensement préalable des locaux et des sites techniques concernés de la zone arrière du SRO.

Le segment de distribution optique doit être également dimensionné pour permettre l'établissement des accès FttE pour les sites concernés. Compte tenu du choix de topologie présenté précédemment, consistant à la mobilisation de faisceaux de fibres entre le SRO et les points de branchement affectés au FttE, il convient de tenir compte du surdimensionnement nécessaire le long des tracés concernés.

Cela suppose l'identification de ces besoins dès la phase de conception du réseau.

Il est nécessaire d'intégrer une surcapacité pour tenir compte, d'une part, des évolutions de l'habitat et, d'autre part, des besoins de raccordement FttE non anticipés survenant dans la vie du réseau. À ce titre, **une surcapacité d'au moins 20 %** sur les segments du réseau de distribution optique, en se projetant dans l'architecture cible 100 % FttH, paraît raisonnable. Le dimensionnement de la distribution optique devra en outre être mis en cohérence le cas échéant avec les besoins à court et moyen terme (5 à 10 ans).

Branchement optique (PBO – DTlo)

Le branchement optique consiste à déployer un câble de raccordement optique depuis le PBO jusqu'au local de l'abonné au niveau duquel est installé le DTlo. Le raccordement optique est généralement réalisé à la demande, lors de la souscription de l'abonné à une offre sur fibre optique.

Le câble de branchement optique entre PBO et DTlo peut avoir une capacité d'un ou de deux fibres, quand bien même un seul raccordement optique est réalisé au niveau du PBO. La pose initiale de deux fibres peut ainsi éviter de devoir tirer ultérieurement un second câble de branchement optique, ce qui peut être pertinent dans le cas d'un raccordement long.

A.4.3.2 Distance entre éléments d'un réseau FTTx

La distance entre éléments d'un réseau FTTx se décline comme suit :

- une distance d'environ 10 km entre le SRO (qui peut devenir lieu d'accueil des équipements actifs de l'opérateur s'il le souhaite) et l'abonné ;
- une distance de 6 km entre NRO et SRO ;

A.4.3.3 Type de fibre optique

Les câbles utilisés sont de type :

- G652D pour le réseau de distribution et de branchement ;
- G657-A2 pour la distribution dans les immeubles et chez l'abonné, avec des rayons de courbure plus faible que le type précédent.

Les câbles de construction de type Câble microgaine pour conduite sont particulièrement adaptés pour répondre aux contraintes des réseaux de distribution en conduite en raison de la plus grande flexibilité aux courbures assistées et au nombre de brins de fibre optique par câble pour des petits diamètres par rapport aux câbles conventionnels.

A.4.3.4 Conduites

Pour le nouveau GC à créer, le nombre et la taille des fourreaux dépendront du dimensionnement des câbles FO à installer.

Il est recommandé d'installer systématiquement pour du nouveau GC à créer en zone urbaine de prévoir au moins 6 tubes PEHD dimensions 32/29 au moins pour les besoins de partage d'infrastructures.

Les microtubes PEHD de type Speed pipe ou équivalent sont fortement recommandées pour les réseaux FTTx. Dans ce cas, le nombre de conduites PEHD 40/33 peut être réduite à 3.

A.5 Synthèse – documentation

La documentation qui doit être à disposition du Maître d'Œuvre (MOE) à l'issue de études sont :

- le rapport APS ;
- rapport et plan APD ;
- rapports EIES, PGES, PAR ;
- le cahier des clauses techniques particulières.

**B. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX TRAVAUX
D'INFRASTRUCTURES A GENIE CIVIL SOUTERRAIN POUR
RESEAUX OPTIQUES**

Introduction

Le but de ce référentiel technique est de fournir un ensemble de recommandations qui visent à harmoniser les pratiques de la construction génie civil de réseau optique, tout en s'assurant du respect des normes, des règles de l'art, de la qualité et de la pérennité des réseaux déployés. Il est détaillé dans ce guide :

- le modèle type d'organisation du chantier (planification et gestion de projet, constitution d'un dossier d'exécution de l'ouvrage, mesures de sécurité et de gestion environnementale et sociale)
- les règles pour la mise en œuvre de l'infrastructure souterraine étape par étape ;
- la réception des ouvrages et la documentation.

Le présent référentiel est applicable aux types de réseau suivants :

- réseaux Backbone inter urbains ;
- réseaux métropolitains intra urbains ;
- réseaux d'accès (résidentiels et professionnels).

B.1 Organisation du chantier

B.1.1 Gestion de projet

L'Entreprise mettra en place une structure « gestion de projet » afin de gérer l'ensemble des tâches et des réalisations découlant de la réalisation opérationnelle du projet. Ce sera l'unique interface avec le maître d'ouvrage et elle permettra la cohérence globale dans la prise de décision. Elle sera en charge des actions de suivi et de correction tout au long du projet.

La structure de gestion comprend un personnel clé dont les principales fonctions sont décrites ci-après.

B.1.1.1 Chef de projet

Le chef de projet est le responsable de l'équipe de projet. Il est représentant officiel du groupement vis-à-vis du client ; il traite tous les aspects contractuels et de gestions globales du projet. Il prend en charge le respect des échéances et de la réussite du projet. Il est le responsable de la planification (planning), des coûts, des ressources et des performances. Il est libre d'initialiser toute action qui semblerait nécessaire au bon déroulement du projet. Le contrôle des performances du projet est également de son ressort, tout comme l'établissement des comptes rendus d'information.

B.1.1.2 Conducteur des travaux

Le directeur de projet est secondé dans sa mission par le conducteur des travaux qui met en œuvre des procédures écrites systématiques et outils de gestion inspirés de la méthodologie de gestion de projet:

- diriger l'ensemble des tâches incombant au groupement ; concevoir et construire le réseau ;
- réaliser un schéma directeur pour identifier les parties impliquées dans le projet ;
- rassurer la disponibilité des ressources, des équipements et des services pour une progression régulière des travaux ;
- répartir efficacement l'ensemble des points (contrôle, qualité, échéances, modification, etc. ...) soulevés par le client, puis de réaliser un compte-rendu de ces points
- offrir à tout moment au client une information complète, précise et organisée sur l'évolution du projet par un système de reporting bien cohérent dans les tâches et régulier dans le temps ;
- assurer le soutien de l'équipe client pendant la période de garantie.

Le conducteur des travaux a sous superviseur des responsables d'équipe sur le terrain pour différentes tâches afférentes à l'exécution du projet. L'Entreprise fera une description précise.

B.1.1.3 Responsable qualité & sécurité

Cette fonction gère le suivi de la qualité des travaux et des équipements. Elle vérifie le bon suivi des procédures de qualité à toutes les étapes de construction, gère tous les problèmes de qualité qui en découlent, en fait part au directeur de projet et prend les mesures adéquates pour corriger les erreurs en accord avec les normes et les procédures de qualité. Elle réalise également des enquêtes de qualité sur le problème concerné, discute de ces problèmes avec le client, et établit un rapport de qualité mensuel.

B.1.1.4 Responsable Communication & gestion environnementale et sociale

Cette fonction gère le suivi de la mise en œuvre du plan de gestion environnemental et social validé. Il initie toutes mesures de communication visant à anticiper les conflits qui pourraient subvenir pendant l'exécution du projet. Cette communication vise à amplifier les effets positifs du projet.

B.1.2 Planning

L'entreprise élabore un planning d'exécution du projet qui se décline en ses différentes tâches.

Un planning global est produit au démarrage du projet. Un planning mensuel est ensuite établi pour prendre en compte les réalités du terrain.

B.1.3 Dossier d'exécution de l'ouvrage (DEO)

L'Entreprise élabore avant le démarrage des travaux un dossier d'exécution de l'ouvrage qui comprend toutes tâches et dispositifs techniques à mettre en œuvre dans la construction de l'ouvrage. Ce document rassemble :

- plan d'exécution physique s'inspirant des APD ;
- mode opératoire pour les travaux d'infrastructure génie civil ;
- mode opératoire pour les travaux de câblage ;
- dossier des tests et recettes ;
- plan de gestion du projet ;
- plan de communication ;
- plan d'assurance qualité ;
- plan de gestion des risques ;
- plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS).

B.1.4 Dispositions de sécurité

B.1.4.1 Dispositions générales

Compte tenu de la grandeur et la dimension du projet regroupant plusieurs types d'ouvrages, la sécurité durant toute la période contractuelle des travaux devra être respectée et sera de rigueur conformément aux dispositions réglementaires en vigueur au Burkina Faso.

Les travaux devront respecter strictement les règles de protection et de sécurité des chantiers qui figureront dans le Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS). L'entreprise réalisant les travaux doit rédiger le PPSPS et le soumettre pour validation. Le contenu du PPSPS sera précisé dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP). Ce plan répertorie entre autres les installations de chantier et les moyens de secours fournis aux équipes. Il y sera aussi porté les numéros d'appel des médecins, pompiers, hôpitaux et autorités les plus proches.

- Réglementation : la réglementation sur les règles de sécurité et santé du Code du Travail du Burkina-Faso sont applicables sans restriction dans le cadre de la réalisation des travaux de génie civil des infrastructures de réseau optique ;
- Circulation : toutes les dispositions susceptibles de réduire au minimum la gêne pour toute circulation publique ou privée seront prises par la société en charge des travaux. Elle devra suivre l'ensemble des lois et règlements relatif à l'utilisation du domaine public routier.

B.1.4.2 Signalisation de l'aire de travail

La signalisation a pour objet d'avertir, de guider et de sécuriser un espace déterminé. La signalisation concerne le domaine routier mais aussi les véhicules ainsi que le personnel de chantier.

A chaque secteur de travail les panneaux signalétiques seront installés, ils devront :

- être parfaitement visibles pour toutes personnes étrangères au lieu de travail ;
- ne pas être masqués par de la végétation ou autre matériel ;
- ne pas empiéter sur la bande roulante de la chaussée ;
- être réfléchissants ou si leur nature ne leur permet pas être parfaitement éclairés la nuit.

Le travail le long ou à travers les routes, les rues, les allées, sera exécuté de façon à minimiser toute incidence sur le trafic. Toutes les ouvertures de fouille, toutes les constructions particulières devront être protégées ou fermées à l'accès au public. Les matériels et les machines stockés sur le chantier et dans les lieux appropriés devront aussi être protégés par une signalisation adaptée.

En cas de travaux durant les heures d'obscurités, les lieux de travaux devront faire l'objet d'un éclairage réalisé à l'aide de projecteurs suffisamment puissants et des dispositifs d'avertissement supplémentaires seront exigés.

Toutes les réunions des personnels liées à l'exécution et à l'avancement des travaux ne pourront se faire que dans l'enceinte sécurisée du lieu de travail et en aucun cas directement sur la route ou dans l'emprise des travaux.

Dans certains cas particuliers où la visibilité n'est pas bonne ou suffisante, un renfort de sécurité pourra se faire à l'aide de personnels équipés de drapeau et renforcés par des dispositifs flash puissant.

Pour les engins circulant sur la route, ils sont équipés au minimum de: feux de positions, feux de croisement, feux rouges arrière, indicateurs de changement de direction, gyrophare, dispositifs réfléchissant, avertisseur sonore, avertisseur sonore de marche arrière, extincteurs (contrôle annuel), trousse de premier secours.

Les gros engins de chantier sont équipés au minimum de : gyrophare, dispositifs réfléchissant, avertisseur sonore, avertisseur sonore de marche arrière, extincteurs (contrôle annuel), matériel équipe de projecteurs additionnels de travail, arceaux de sécurité et trousse de premier secours.

L'Entreprise doit disposer dans tous les cas de tout le jeu de matériel de signalisation utilisé lors des travaux d'infrastructures tant en agglomération qu'en rase campagne.

B.1.4.3 Sécurité des ouvriers

L'Entreprise se procure d'une Logistique EPI (Équipement de Protection Individuel) pour la sécurité des ouvriers sur les chantiers.

Chaque ouvrier exerçant tout travail devra être muni des EPI (Équipement de Protection Individuelle). Il s'agira des travaux d'Ouverture de piste, Tranchages mécanisé et manuel, Pose conduites, Fermeture des tranchées, Confection et Pose de chambres, Tirage et raccordements de câbles optiques, Tests et mesures optiques.

Les équipements de protection individuelle qui équiperont toutes les personnes se présentent sur le chantier par catégorie conformément au tableau ci-dessous :

- première catégorie, (risque faible et non immédiat) : lunettes, protection auriculaire, masques à poussière.
- seconde catégorie, (risque de blessure non mortel) : chaussures de sécurité, casque de chantier, gants, gilet/veste réfléchissante, combinaison de travail.
- troisième catégorie (risque grave et mortel) : harnais de sécurité, masque

Tout ouvrier spécialisé pour des travaux en hauteur et plus particulièrement, les travaux dits d'encorbellement, sera doté des EPI particuliers à savoir : Harnais, Gilets nautiques, Ceintures flottantes, Casque, Lunettes, Gilet réfléchissant, Chaussures de sécurité.

Pour ce cas d'encorbellement, une piste d'accès, si besoin, aux abords des routes et autres traversées telles que les fleuves et cours d'eau sera créée spécialement dans le but de faciliter le déplacement d'une voiture médicalisée de type ambulance pour le transport et transfert des accidentés dans les structures sanitaires les plus proches.

B.2.3 Ouverture et fermeture des tranchées, pose des conduites

Deux méthodes sont utilisées :

- 1. Le tranchage manuel par HIMO ;**
- 2. Le tranchage mécanisé (par trancheuses à roue ou à chaînes)**

Les profondeurs des tranchées sont conformes aux exigences contenues dans le **Référentiel A**.

B.2.3.1 Tranchage manuel

Cette technique sera généralement utilisée dans les zones ci-après :

- zones urbaines ;
- traversées des villages ;
- zones inaccessibles aux machines ;
- zones rocheuses ;
- zones non autorisées pour les machines ;
- zones à encombrement sous-terrain (Présence d'installations souterraines telles les adductions d'eau potables, les lignes électriques ou les réseaux d'opérateurs de téléphones mobiles).

Les différentes étapes chronologiques sont les suivantes :

Débroussaillage

Pour permettre aux fouilleurs de travailler en total sécurité et dans les meilleures conditions possibles un débroussaillage sera effectué sur environ deux mètres de large sur autorisation du Maître d'Ouvrage et suivant les recommandations environnementales et sociales.

Marquage de la tranchée

Pour s'assurer de la rectitude des tranchées à ouvrir, de la cendre sera répandue sur le tracé pour délimiter la largeur de la tranchée.

C'est à l'issue de toutes les validations que les travaux de tranchage peuvent commencer.

Ouverture des tranchées

Les tranchées seront ouvertes aux emplacements indiqués sur le plan du projet par des fouilleurs. Cette méthode a plusieurs avantages et est un complément indispensable à l'ouverture de tranchée en mode mécanisée :

- travail très précis ;

- possibilité de trancher sur des sites très encombrés ;
- permet d'employer un grand nombre de main d'œuvre local et ainsi générer des revenus à la population du Burkina.

Le tranchage suivra le marquage qui aura été préalablement validé de façon à avoir une tranchée la plus rectiligne possible et sur une profondeur conforme avec une largeur d'au plus 40 cm pour faciliter les opérations de manutentions lors de la pose des tubes et du remblayage.

Dans les terrains durs de type granite ou grès où le fouillage manuel s'avèrera impossible, les fouilleurs utiliseront des marteaux piqueurs pneumatiques pour briser. Si toutefois la roche ne se brisait pas avec les marteaux piqueurs pneumatiques, l'utilisation d'une machine BRH (brise-roche hydraulique) sera proposé. **Le minage contrôlé (dynamitage) sera utilisé dans le cas extrême.**

Une vérification de la tranchée sera systématiquement effectuée par une personne représentant le Maître d'Ouvrage et en présence du superviseur de l'équipe de fouillage, afin de valider la tranchée et permettre la pose du ou des tubes PEHD.

Lors de cette vérification différents points seront évalués comme par exemple le respect de la profondeur fond de fouille suivant les qualités de sol rencontrées et la distance de la tranchée par rapport au point de repère.

Une fois la vérification de la tranchée faite et validée, la pose des tubes PEHD pourra être effectuée.

Pose des PEHD

La pose des PEHD s'effectuera lorsque certaines conditions sont réunies :

- suffisamment de tranchée ouverte pour poser une bobine complète de tube PEHD ;
- tranchée validée par une personne de la supervision du Maître d'ouvrage.

Pour les poses dans les tranchées ouvertes, le fond de la tranchée sera couvert d'une couche de 5 cm à 10 cm de sable ou de la terre fine et la couche supérieure au dessus des conduits d'une couche de sable de 5cm avant le compactage.

Il est possible dans certaines zones meubles, sur approbation du Maître d'Ouvrage, d'utiliser le résultat de la fouille nettoyé des cailloux dépassant 3 cm de diamètre.

L'Entreprise accomplira les tâches nécessaires à la préparation du terrain ainsi que les réfections après la pose des tubes PEHD :

- le nettoyage de la tranchée avant l'installation des conduites ;
- l'enlèvement de l'eau (si nécessaire) ;
- le raccordement de manière étanche à l'eau et à l'air sur toute la longueur des différents conduits ;

- la coupe et le raccordement des conduits d'une chambre à une autre pour assurer une canalisation continue et homogène ;
- l'installation de câbles de traction (filin de tirage) ;
- l'installation de bouchons de conduits ;
- le raccordement aux conduits des chambres aux conduits existants ;
- casser et restaurer un mur, une chambre, un abri pour terminer la conduite à l'intérieur de la structure ;
- mesures entre les parois intérieures des structures concernées.

Durant le transport des bobines de tubes, le bout du tube PEHD sera attaché à la bobine.

Quand la tranchée est prête à recevoir les tubes, ces derniers seront directement posés depuis la remorque si les conditions du terrain s'y prêtent sur la première couche de sable.

Après installation, les tubes seront obturés avec les bouchons spécifiques fournis afin d'éviter l'introduction d'eau, de sable et de boue dans les tubes.

Le fond de fouille sera progressivement remonté pour pouvoir amener doucement les conduites à la position spécifique dans les chambres.

Pour permettre les opérations de soufflage ou de portage, 15 cm de tube PEHD sera réservé de chaque côté à l'intérieur de la chambre.

Sur le linéaire, le rayon de courbure minimum du multitubulaire doit être de 160 cm. Il pourra être ramené à 80 cm pour la dérivation de fourreaux entre le linéaire et les chambres de télécommunications.

Les fourreaux sont installés en nappe dans la tranchée. Entre deux chambres, la disposition des fourreaux doit rester constante (sans croisements).

Raccordement des fourreaux

Le raccordement des fourreaux entre eux doit être étanche.

Les raccords de fourreaux doivent résister à une traction équivalente à celle de la rupture du fourreau.

Après raccordement, pour s'assurer de leur bonne installation, les fourreaux sont soumis à des tests de mandrinage, de pression et d'étanchéité avant utilisation.

Pour le montage des manchons, le fourreau doit être coupé à l'aide d'un coupe tube. La coupe doit être propre et perpendiculaire à l'axe du fourreau. Après ce tronçonnage, l'extrémité du fourreau doit être chanfreinée (15° environ) à l'aide d'un outil approprié (cône à chanfreiner ou lime).

Remblai de la tranchée et pose du grillage avertisseur

D'une manière générale, le remblaiement de la tranchée s'effectue en plusieurs étapes :

- le remblaiement jusqu'à - 50 cm en deux étapes avec un compactage intermédiaire. Ce remblaiement sera effectué avec des matériaux résultants de la fouille exempte de caillou ayant une taille supérieure à 30% de la largeur de la tranchée ;
- le compactage de cette première couche de remblai sera effectué à l'aide d'une pilonneuse ;
- le grillage avertisseur sera positionné sur la couche de remblai préalablement compacté allant de 40 cm à 60 cm à partir du niveau du sol pour les zones de tranchées manuelles. Dans tous les cas, le grillage avertisseur ne saurait être posé en moins de 30cm des tubes PEHD ;
- une couche de remblai exempt de caillou ayant la taille de la largeur de la tranchée sera mise sur le grillage avertisseur puis compactée.

Au dessus de la dernière couche compactée sera érigée un dôme qui en se tassant compensera les affaissements de tranchées en saison hivernale.

B.2.3.2 Tranchage mécanisé

Cette technique de pose rapide permet de réaliser en moyenne 1 500 ml par jour pour un sol normal et une continuité immédiate pour les travaux de remise en état des surfaces.

La tranchée sera, avec l'accord des autorités locales et dans la mesure du possible, creusée en dehors des ouvrages routiers. La tranchée sera positionnée sur une plateforme à créer en limite du domaine publique routier.

La tranchée sera d'une profondeur de 1,2 mètre et aura une largeur d'au plus 0,28 m. Les conduites seront posées mécaniquement en fond de fouille et enrobés de 20 cm de sable ou terre fine.

Le remblai pourra être effectué avec les matériaux extraits seulement si ceux-ci sont exempts de gravats ou pierres pouvant affecter l'ouvrage au moment du compactage. La tranchée sera correctement compactée par couches de 20 cm. Un ruban avertisseur sera posé à 0,50 m de la surface. Les surfaces seront remises à l'identique.

Ouverture et préparation des pistes

Pour permettre à la trancheuse de travailler, il sera effectué les opérations suivantes si nécessaire après validation de piquetage :

- nettoyage de la piste ;
- nivelage de la piste au bull ;

- ouverture de la piste avec bull.

Marquage de la tranchée

Pour s'assurer de la rectitude des tranchées à ouvrir, un de la cendre sera répandue en fil sur le tracé (au milieu) pour guider le conducteur de la trancheuse

L'ouverture, la préparation de la piste et le marquage sont validés par le Maître d'ouvrage. C'est à l'issue de toutes les validations que les travaux de tranchage peuvent commencer.

Tranchage et poses de conduites

La trancheuse découpe le terrain grâce à sa roue de tranchage, le matériau excavé est déposé des deux côtés de la tranchée en cordon uniforme. Ces matériaux sont broyés lors du tranchage et présentent une granulométrie fine. Les trancheuses permettent de travailler dans des matériaux mêmes relativement durs, sauf dans du rocher type granit, grés, etc.

La pose du ou des tubes PEHD est effectuée simultanément au tranchage en une opération combinée. Cela se fera au travers du poseur situé à l'arrière de la roue de tranchage, celui-ci est équipé d'une grille de tamisage équipée d'un vibreur (afin de déposer les matériaux les plus fins au-dessus du ou des tubes PEHD), un dispositif spécial (dévidoir) permet le déroulage simultané du grillage avertisseur. De plus la trancheuse porte les tourets de tube PEHD et permet le déroulage de ceux-ci simultanément au tranchage, une équipe de 3 à 4 personnes supervise cette phase pour éviter tout au déroulage et permet dans le même temps une inspection visuel des tubes PEHD en sortie de touret.

Une première couche compactée est réalisée par la machine au cours de l'avancement.

Au-dessus de cette couche, le grillage avertisseur peut être posé soit directement par la machine munie d'un dispositif de déroulage ou manuellement.

Raccordement des fourreaux

« Voir tranchage manuel »

Remblai de la tranchée après pose des PEHD

Au-dessus du remblai fin obtenu et la pose du grillage avertisseur, une deuxième couche de remblai sera installée manuellement. Celle-ci sera compactée avec des pilonneuses manuelles.

Fermeture de la fouille et dôme

Une troisième couche de remblai sera installée y compris le dôme. Celle-ci sera compactée avec des pilonneuses. Le matériau restant sera nivelé au-dessus de la

tranchée en y faisant un dôme. Les finitions seront les mêmes qu'en tranchage manuel.

B.2.4 Travaux dans des zones particulières

B.2.4.1 Travaux dans zones rocheuses

Indépendamment des méthodes de tranchages (mécanique ou manuelle), les zones rocheuses bénéficient de traitements particuliers qui sont entre autres :

- traitements aux marteaux piqueurs ;
- traitements à la BRH (brise roche hydraulique (recommandé) ;
- traitement par dynamitage : il sera fait recours quelques fois aux dynamitages à la traversée de plateformes rocheuses de types granitiques ou basaltiques où les marteaux piqueurs sont inefficaces et où l'accès de brises roches n'est pas possible. Le dynamitage va consister au forage en amont de petits trous dans les roches dans lesquels l'on y place soigneusement les explosifs qui sont reliés entre eux par des fils de détonation reliés à un système de mise à feu. Cette opération sera réalisée par des structures habilitées et accréditées par les autorités compétences et sous la supervision en amont et en aval par les forces de défense et de sécurité pendant son déroulement.

Le traitement à opérer suite à l'ouverture de la tranchée dépend de la profondeur à laquelle est rencontrée la roche :

- si la roche est rencontrée à une profondeur en-dessous de 0,80cm, les tuyaux PEHD sont directement posés sur lit de sable sur la surface rocheuse.
- si la roche est rencontrée à une profondeur inférieure à 0,80m, les conduites PEHD seront protégés par du béton.
- dans les cas de la traversée d'une plateforme rocheuse apparente, le principe de tranchée à faible charge pourra être adopté avec une profondeur minimale de 30 cm. 5 cm de sable servira de lit aux tubes et le reste de la tranchée sera bétonné à ras le sol de sorte que la nature du béton face corps avec les environs immédiats rocheux.

B.2.4.2 Traversée par forage

Cette opération sera réalisée conformément à la Recommandation UIT-T L.152 (ex-L.38) (dans la version à jour) : « utilisation de techniques sans tranchées pour la construction des infrastructures souterraines destinées aux câbles de télécommunication »

Il est recommandé de recourir aux techniques sans travaux de tranchées dans les cas suivants:

- les pouvoirs publics limitent ou interdisent les travaux d'excavation sur la voie publique (routes nouvellement construites, routes revêtues entrées et sorties d'urgence pour les véhicules, etc.);

- la méthode de terrassement avec tranchées ouvertes ne permet pas d'assurer la sécurité et est une source de danger pour la circulation des véhicules et pour les piétons;
- la méthode avec tranchées ouvertes peut interrompre la circulation des véhicules et, de ce fait, porter préjudice aux activités des commerces avoisinants;
- les conduites doivent être posées à de grandes profondeurs et la construction avec tranchées ouvertes augmenterait considérablement le volume de terre déplacée;
- les revêtements des routes sont réalisés avec des matériaux de haute qualité, ce qui augmenterait le coût de la remise en état et l'impossibilité de restaurer l'uni de la route revêtue ;
- sur les tronçons de route écoulant une circulation intense de véhicules, les travaux ne peuvent être exécutés que la nuit (moindre efficacité, gonflement des dépenses de main-d'œuvre);
- avec la construction en tranchées ouvertes, on encourt des frais supplémentaires pour le déplacement des vestiges historiques ou d'autres objets.

Ainsi, les activités de forage ont généralement lieu en milieu urbain ou aux intersections de routes bitumées, chemins de fer ou toute autre obstacle dont le franchissement recommande cette opération.

Plusieurs techniques existent. Le tableau ci-dessous donne une Classification générale des techniques de forage guidé et directionnel à employer en fonction du type de sol :

Tableau B.1 : Classification générale des techniques de forage guidé et directionnel à employer en fonction du type de sol (Source : Recom ITU L.38)

Type de sol	Technique de forage
Vase, argile, sable	<ul style="list-style-type: none"> - jet sous basse pression - forage à sec
Gravier, marne, déblais, schistes argileux, argiles	<ul style="list-style-type: none"> - jet sous haute pression - forage à sec - systèmes à double tube et enveloppe de tête coupante - moteurs à boue
Marne, déblais, argiles, calcaire, grès	<ul style="list-style-type: none"> - jet sous haute pression - systèmes à double tube et enveloppe de tête coupante - forage à sec (percussion et lubrification par pulvérisation d'eau) - moteurs à boue
Calcaire, grès, certains granits, déblais, gneiss	<ul style="list-style-type: none"> - moteurs à boue avec enclaves de carbure de tungstène ou de diamant

	- forage à sec (percussion/rotation et lubrification par pulvérisation d'eau)
--	---

B.2.4.3 Encorbellement

L'encorbellement est une technique de franchissement de certains ouvrages d'art (ponts, dalots, etc.) par accrochage de tubes en aciers galvanisés dont le diamètre dépend du nombre de fourreaux à faire passer. Les trous devront être faits de manière à ne pas porter préjudice à la résistance de l'ouvrage. **Toutefois, un dossier d'exécution doit être soumis pour validation auprès du ministère en charge des infrastructures routières.**

Le dispositif est fixé suivant l'ouvrage :

- soit derrière les équipements de sécurité ;
- soit sur le côté du tablier ;
- soit sous le tablier.

Les fourreaux peuvent passer en continuité ou être raccordés au travers d'une chambre de tirage située de part et d'autre de l'ouvrage.

Il est formellement déconseillé de fixer les anneaux d'encorbellements aux garde-fous des ouvrages d'arts car ceux-ci pourraient être arrachés suite à des chocs violents de camions.

À l'aide de perceuses, des trous seront faits à intervalles réguliers sur les flancs des tabliers des ponts et dalots puis des mèches seront insérées dans les trous. Ensuite les anneaux d'encorbellements seront installés au moyen de vis au niveau des trous.

Pour finir, les tubes en aciers galvanisés seront installés à l'intérieur des anneaux d'encorbellements qui leur servent de supports. Les tubes en aciers galvanisés ainsi installés servent de protection aux tubes PEHD devant abriter les câbles à fibres optiques.

B.2.4.4 Chemin de câbles capoté sur trottoir

Si l'ouvrage et ses trottoirs se prêtent à la mise en place d'un chemin de câble capoté, cette solution technique permet de franchir l'ouvrage à moindre coût.

Dans ce cas, un chemin de câble traité anticorrosion type dalle en acier galvanisé sera mis en œuvre selon les prérogatives du titulaire de l'ouvrage :

- soit devant les équipements de sécurité (barrière / garde-corps) si le trottoir n'est pas piéton ;
- sinon derrière les équipements de sécurité (barrière / garde-corps).

Le chemin de câble sera capoté par un couvercle en acier galvanisé qui sera fixé sur l'ouvrage. Ce couvercle assurera une protection mécanique.

De part et d'autre de l'ouvrage, une chambre de tirage assurera la continuité de la tranchée avec le chemin de câble.

B.2.4.5 Caniveau sur tablier

Si l'ouvrage est équipé de caniveaux, il est envisageable d'utiliser ces derniers pour assurer la continuité de la tranchée. Dans ce cas, des conduites enrobées de béton sont mises en place dans le caniveau.

Les fourreaux peuvent passer en continuité ou être raccordés au travers d'une chambre de tirage située de part et d'autre de l'ouvrage.

B.2.4.6 Sciage

Cette solution est envisagée de préférence pour la traversée de chaussée surtout s'il est possible d'assurer une continuité de service de la voirie par la mise en place de basculement ou d'alternat.

Un tranchage sera effectué et la tranchée sera refermée avec du béton à prise rapide afin de limiter le temps de séchage sauf pour les chaussées souples. Les caractéristiques de cette tranchée sont celles définies précédemment pour « La tranchée sous chaussée trafic lourd T4 ».

De part et d'autre de cette tranchée, une chambre de tirage assurera le changement de direction.

Cette solution est à proscrire dans la limite du possible surtout sur les routes de réseau classée et aussi sur les voiries aménagées en agglomérations.

B.2.4.7 Réfections de surfaces

Une fois les travaux d'infrastructures et le remblaiement effectués, il est nécessaire de réaliser une réfection de voirie, celle-ci sera soit provisoire, sous réserve d'une demande et expresse du concessionnaire et validé par le Maître d'Ouvrage, soit définitive selon les conditions du gestionnaire.

Note : La repose des bordures et la réfection des caniveaux est exécuté suivant les règles de l'art afin d'assurer l'écoulement correct des eaux de ruissellement et éviter ainsi toute infiltration.

Tous travaux de réfection exécutés feront l'objet d'une garantie de 1 an comptée à partir de la date mentionnée du procès-verbal de réception.

La réfection provisoire sera conforme aux exigences définies par le gestionnaire de l'infrastructure en ce qui concerne :

- chaussée ou aire de stationnement ;
- trottoir asphalté ou cimenté ;
- trottoir en terre battue ou gravillonnée ou sablé ;

- espaces verts ;
- le marquage au sol.

B.2.5 Chambres

Il est recommandé que toutes les chambres soient préfabriquées et non coulées sur place.

B.2.5.1 Composition

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

- une ossature en béton armé correspondant à la chambre proprement dite ;
- une rehausse éventuelle permettant la compensation d'une élévation ou d'un dénivelé du sol (talus, merlon, etc.) ;
- un cadre en acier, une grille de protection et un ou plusieurs tampons (couvertres) pour les chambres apparentes ;
- une fermeture en béton pour les chambres enterrées.

Chaque chambre possède au minimum :

- deux (02) masques permettant la pénétration de la multitubulaire (les fourreaux) ;
- un puisard (cône en partie basse) pour l'évacuation des eaux de pluie et d'infiltration.

Suivant la taille de la chambre, ces masques sont plus ou moins importants et des accessoires complémentaires peuvent équiper la chambre (support équerre de câbles, poteau support de câbles, crosse de descente, échelons de descente, anneau de tirage scellé ou vissé en fond de chambre ou sur paroi, etc.).

Les dimensions des chambres seront adaptées :

- à leur utilisation :
 - ✓ tirage ;
 - ✓ stockage ou lovage de câble. Pour mémoire, un câble optique doit être mis en œuvre et par conséquent lové en respectant un rayon de courbure minimal de 15 fois son diamètre, et ceci afin d'éviter toute contrainte sur les fibres ;
 - ✓ raccordement / distribution.

La norme NF P 98050 définit plusieurs tailles de chambre.

- à leur position dans l'environnement (implantée ou non sous chaussée circulée).

B.2.5.2 Types de chambres et normes

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

Son dimensionnement est préalablement défini selon la taille et le nombre de fourreaux présent.

- le type LxT sera implanté en accotement ;
- le type KxC sera implanté en chaussée ;

B.2.5.3 Masques

Les masques des chambres doivent être confectionnés en gardant au moins 3 cm entre chaque entrée de tube consécutive.

B.2.5.4 Plans des chambres

L'Entreprise doit proposer pour valider les plans des chambres :

- coupe AA et BB ;
- vue globale ;
- plan de ferrailage.

B.2.5.5 Logo des chambres

Tous les couvercles des chambres apparentes seront marqués par un logo communiqué par le Maître d'Ouvrage.

B.2.5.6 Confection des chambres

Validation des matériaux

- les différents matériaux (gravillon, sable, granite concassé, ciment, fer, ...) feront l'objet d'une validation par un laboratoire de Génie Civil agréé ; les résultats sont communiqués au Maître d'Ouvrage pour approbation.
- les essais indispensables pour le sable sont : l'analyse granulométrique et l'équivalent sable, la densité sèche des matériaux au pycnomètre à air ;
- le ciment doit être de classe CPA ; la classe CPJ 32.5R est proscrite ;
- tout nouvel approvisionnement de matériaux sont validés par le laboratoire agréé ne peut être utilisé pour la fabrication des chambres

Formulation du béton

La formulation du béton, pour avoir une résistance de 25 MPa à la compression à la date de 28 jours, doit être validé par le laboratoire agréé par les essais :

- cône d'Abrams pour vérifier la consistance du béton qui doit être de la classe S2 ;

- écrasement (test destructif) et sclérométrie (test non destructif) sur au moins 6 éprouvettes de béton par lots de granulats

Fabrication des chambres

Les chambres sont préfabriquées conformément aux normes NFP 98 050 et NFP 98 051.

Plus particulièrement :

- le mélange du béton doit être fait à la bétonnière et vibrer lors du coulage;
- le séchage se fera à l'abri des rayons solaires;
- tous les plans et formulation validés doivent être respectés.
- des crochets en acier seront installés sur le mur de regards pour soutenir et fixer les réserves de câbles lâches et les boîtes d'épissures.
- pour chaque jour de production, 6 prélèvements des échantillons de béton (éprouvettes) afin de vérifier la composition utilisée ;
- la date de production pour chaque chambre doit être inscrite.

Validation des chambres préfabriquées

Avant installation des chambres, le Maître d'Ouvrage approuvera les chambres préfabriquées sur chaque site. Les données validées à ce stade sont entre autres :

- les inspections visuelles des données de conception de la chambre ;
- les résultats des tests sclérométriques par chaque chambre ;
- les résultats des tests d'écrasement par lot de chambre.

Des visites régulières seront faites sur le site de production pour vérifier la mise en œuvre du processus selon les présentes prescriptions.

B.2.5.7 Installation des chambres préfabriquées

Après coulage, séchage de la chambre et la validation des tests scléromètres après 28 jours de la convection, les chambres validées seront transportées sur une benne avec grue et déposées dans la fosse préalablement tranchée.

Les tubes PEHD seront introduits dans les masques avec la surlongueur de 15 à 30 cm de chaque côté. Les bords seront remblayés et protégés.

Le niveau par rapport au TN de la chambre enterrée est de 40 cm. La boule de marquage est installée sur le côté de la chambre à une profondeur entre 60 et 80 cm du TN.

En agglomération, les chambres seront apparentes avec une trappe en fonte. Le niveau du rebord de la chambre sera le même que l'environnement immédiat si celui-ci est une surface pavée, bétonnée bitumineuse.

Par contre, pour les cas de surfaces gazonnées, espaces verts, ou sols non revêtus, les rebords de chambres débordent de 15 à 20 cm au moins pour tenir compte des éventuels travaux ultérieurs dans les environs qui pourraient les ensevelir.

Tous les accessoires des chambres seront installés et elles doivent être prêts pour le tirage du câble à fibre optique dans une des conduites PEHD installées.

Les tâches à effectuer sont entre autres :

- l'élimination et le transport à des endroits appropriés des déchets, et / ou la terre impropre et / ou le surplus de terre ;
- l'installation sur place, à toutes conditions de sol ;
- le pompage de l'eau ;
- la sécurité et la garde des structures jusqu'au transfert définitif au client ;
- l'installation de supports de câbles ;
- l'étanchéité des couvercles fournis ainsi que le nettoyage de la zone après fixation des trappes ;
- le nettoyage du site de tous débris ;
- la fourniture du certificat de réception de la structure installée ;
- l'élimination de tous les obstacles d'eau nécessaires le cas échéant pour éviter l'érosion plus tard ;
- le transport du matériel sur site.

Les fosses des chambres seront creusées selon les dimensions en rapport avec les normes recommandées.

Les fonds de fouilles seront soigneusement nivelés pour avoir une bonne assise des chambres.

Les chambres reposent sur un lit de sable de 15 cm minimum d'épaisseur débordant d'environ 20 cm sur les 4 côtés du radier inférieur. En terrain meuble, le lit de sable est remplacé par une assise de béton B25 de 10 cm minimum d'épaisseur.

A la fin des travaux de réception de câblage, les chambres enterrées doivent être couvertes d'un film polyane de protection pour éviter l'intrusion du sable, de l'eau ou de la boue dans la chambre après remblayage. Le film polyane doit être suffisamment épais pour permettre au moins deux opérations de maintenance dans la chambre.

Dans toutes les chambres, mise en place d'une étiquette d'identification avec le nom et les coordonnées de l'administration propriétaire de l'infrastructure, n° de téléphone...

B.3 Matériaux de construction

Cette section traite des matériaux spécifiques pour la conduite des travaux de GC.

Les matériaux employés doivent répondre aux normes en vigueur et aux documents techniques unifiés :

- le sable d'enrobage des tubes ou assise des chambres doit avoir une granulométrie conforme. Ce sable ne devra pas renfermer de grains dont la plus grande dimension dépasse 5 mm.
- béton : Les bétons utilisés seront des "bétons prêts à l'emploi" et devront satisfaire à la norme NF P 18305. Les types de bétons utilisés sont :
 - ✓ B16 pour le béton de propreté,
 - ✓ B25 comme résistance minimale à la compression à 28 jours pour les tranchées et pour les petits ouvrages maçonnés, coulés sur place.
- sable : Les sables seront conformes aux prescriptions du DTU n°20 et aux normes NF P 18301 et 18304.
- ses sables doivent être propres avec la granulométrie convenable pour l'ouvrage à récliser.

Les sables insuffisamment lavés seront refusés.

Le sable pour mortier et béton ne devra pas contenir en poids, plus de 5% (cinq pour cent) de grains fins traversant le tamis de module 23. Il ne devra pas renfermer d'élément dont la plus grande dimension dépasserait les limites ci-après:

- ✓ sable pour mortier et enduit : tamis de 3,15 mm (module 36),
- ✓ sable pour mortier et béton : tamis de 5 mm (module 38).
- granulats pour béton : les granulats doivent être propres avec les données suivantes :
 - ✓ 12,5 mm (module 42) pour béton armé pour muret et ouvrage,
 - ✓ 31,5 mm (module 46) pour béton d'enrobage
- ciments : Les ciments devront satisfaire aux normes NF P 15300 et NF P 15301. Le ciment employé sera composé CPJ/CPA classe 45 ou 55. L'eau de gâchage aura un degré hydrométrique inférieur à 20 et sera conforme à la norme NF P 18303 (rapport E/C (eau sur ciment) inférieur à 0,50 dans tous les cas, la teneur en chlorure de sodium devra être nulle).
 - ✓ les Armatures pour béton : les barres à haute adhérence sont classées dans l'une des nuances désignées par la valeur spécifiée de la limite d'élasticité : FeE400 ou FeE500.
 - ✓ les Treillis soudés : les panneaux de treillis soudés, formés de fils ou de barres à haute adhérence (HA), servent au ferrailage des radiers et des piédroits.
 - ✓ matériaux de reconstitution d'assise de chaussée, de forme de trottoir et d'accotement : ils concernent les enrobés hydrocarburés, les enrobés à froid, les couches d'imprégnation, les couches d'accrochage et les joints. ils doivent être en conformité avec les exigences du gestionnaire de l'ouvrage.
- Réfections diverses :
 - ✓ pour le gazon, Les parties détruites doivent être semées en gazon.

- ✓ sablage : La couche de sablage est constituée de sable concassé 0/3 à forte teneur en eau.
- ✓ terre végétale : La terre végétale est un mélange aéré de matériaux argilo-sableux, de matières organiques et de matériaux putrescibles.
- ✓ grave naturelle : La grave naturelle siliceuse ou silico-calcaire concassée est de granularité 0/20 ou 0/31.5.

B.4 Cas spécifique des réseaux urbains et FTTx

Dans les zones urbanisées, les travaux de tranchage et de pose des conduites et/ou câbles optiques se fait selon les méthodes suivantes :

- tranchage manuel (méthodologie décrite plus haut).
- réalisation des mini-tranchées conformément à la Rec. UIT-T L.153 (ex-L.48) (version en vigueur) relative à la Technique d'installation des câbles optiques en mini-tranchée.
- réalisation des micro-tranchées conformément à la Rec. UIT-T L.159 (ex-L.49) (version en vigueur) relative à la Technique d'installation des câbles optiques en micro-tranchée.
- pour les zones urbaines avec une intensité importante de voies ou aires bitumées, la Rec. ITU-T L.155 (version en vigueur) relative à la Technique de creusement de tranchée à faible impact pour les réseaux FTTx sera utilisée.

Les techniques décrites dans ces recommandations de l'Union Internationale de Télécommunications (UIT) servent de cahiers de charges pour les Entreprises.

B.5 Réceptions des ouvrages

Les opérations de contrôle et de réceptions concernent tous les éléments de l'infrastructure mise en place. Elles permettent de valider la conformité de travaux réalisés et doivent faire l'objet d'un Procès-verbal de réception :

B.5.1 Réception des tranchées

Pour les tranchées, il est recommandé de contrôler les éléments suivants :

- respect du tracé et des plans ;
- techniques de pose préconisées ;
- rectitude et platitude du fond de tranchée ;
- pénétrations dans les bâtiments ;
- remblaiement et compactage des tranchées ;
- réfections des surfaces.

Un template de réception des tranchées doit être produit.

B.5.2 Réception des chambres

Les contrôles des chambres concernent la vérification de la conformité des éléments suivants:

- type et dimensions ;
- masques ;
- tampons (fonte ou béton) ;
- remblais ;
- état, longueur et obturation des fourreaux dans les chambres ;
- support équerre ;
- finitions intérieures ;
- finitions extérieures ;
- drain ;
- marquage.

Un template de réception de la chambre doit être produit.

B.5.3 Réception des conduites PEHD

Après la pose des tubes PEHD, la construction des chambres et avant le tirage du câble à fibre optique, des tests seront réalisés pour vérifier l'étanchéité des tubes posés (test de pression) et de calibrage (test de mandrinage).

B.5.3.1 Calibrage (mandrinage)

Le calibrage, également appelé mandrinage va permettre de vérifier la non obturation, l'ovalisation des fourreaux et le respect du rayon de courbure.

Il s'agit de contrôler le libre passage, dans la conduite, d'un calibre constitué d'une tige comportant un disque central de diamètre D (contrôle de l'ovalisation) et de deux disques latéraux de diamètre d (contrôle des rayons de courbure).

Le mandrinage est réalisé après le remblayage et le compactage et avant la réalisation des réfections des surfaces définitives (pour d'éventuelles réinterventions de réparation).

Le déplacement du calibre est assuré par un des procédés suivants :

- Il peut être propulsé à l'aide d'air comprimé, la pression maximale étant de 7 bars et le débit maximal de 3 500 litres par minute. Dans cette hypothèse le mandrin peut être muni de jupes souples afin d'en assurer l'étanchéité et de faciliter la propulsion ;
- Il peut être tracté à l'aide d'un filin ou poussé à l'aide d'aiguilles. L'effort maximal de traction ou de poussée étant de 100 daN.

La pression et le débit pour la propulsion du calibre doivent être régulés.

Précautions à prendre pour le mandrinage :

- l'extrémité de sortie doit être prolongée par un dispositif de récupération et d'amortissement du furet et du mandrin ;
- le personnel doit être écarté de l'extrémité de sortie du furet pour éviter tout accident ;
- toutes les dispositions d'ordre réglementaire concernant l'usage de l'air comprimé doivent être respectées.

B.5.3.2 Essais d'étanchéité

A l'issue des tests de mandrinage, lorsqu'ils sont satisfaisants, les fourreaux doivent être testés en étanchéité.

La pression de test d'étanchéité des fourreaux doit être supérieur ou égale à 08 bars. Elle doit se faire par section continue entre deux chambres selon la procédure suivante :

1. mise en pression à 8.1 bars ;
2. équilibrage thermique de l'air contenu (durée établie selon les conditions climatiques) ;
3. ajustage de la pression à 8 bar ;
4. relevé de la pression par manomètre étalon ;
5. contrôle de la pression après 10 minutes.

Sanction : La chute de pression doit être nulle ou inférieure à 10% de la valeur initiale.

Si une très faible perte de pression est détectée l'essai peut être prolongé (ex : pour compenser un problème d'équilibrage).

Si la chute de pression est importante, la fuite doit être détectée et réparée (ex : un manchon de raccordement des fourreaux défectueux ou mal installé. Il est important d'avoir repéré la position de ces manchons lors de la pose. En général la fuite se situe au raccordement des fourreaux).

Le test de pression n'est pas effectué pour les distances inférieures à cent (100) mètres.

B.5.3.3 PV de réception

Les résultats des essais d'étanchéité et de mandrinage doivent être enregistrés sur des procès-verbaux (PV) qui seront ensuite transmis aux utilisateurs de l'installation pour acceptation.

Un PV de tests de mandrinage et d'étanchéité sera rempli pour chaque section entre 2 chambres. Les résultats non conformes seront répertoriés sur une fiche de non-conformité.

B.6 Documentation

B.6.1 Avant travaux

Le Maître d'Ouvrage doit remettre au prestataire en charge de la réalisation des travaux de génie civil un dossier de consultation intégrant :

- le CCTG (Cahier des Clauses Techniques Générales) ;
- le CCTP (Cahier des Clauses Techniques Particulières) ;
- les APS Avant-Projet Sommaire (si réalisés) ;
- les APD Avant-Projet Détaillé ;
- le plan de gestion environnemental et social (PGES), se rapportant à l'étude d'impact environnemental et social du projet, définira les règles et contraintes à respecter durant la réalisation des travaux de génie civil.

L'Entreprise fournira avant le démarrage effectif des travaux, le dossier d'exécution de l'ouvrage tel que décrit de ce présent document.

B.6.2 Après travaux

Après exécution des travaux, l'Entreprise remet l'ensemble des documents relatifs aux travaux réalisés appelé Dossier d'Ouvrages Exécutés. Il est composé de tous les éléments de réalisation de l'infrastructure génie civil :

- les PV de réceptions et validations des ouvrages exécutés (tranchées, fourreaux, chambres, câbles, localisation et détection...) ;
- les plans de récolement compatibles avec le support du SIG ;
- rapports d'incidents ;
- etc

Ce dossier permet au prestataire et/ou à l'exploitant de faire évoluer son réseau, ajout de câbles, nouvelles liaisons, raccordement, organisation de la maintenance, etc.

Note sur les plans de récolement :

- **la qualité du dossier de récolement** est un point capital pour la gestion du domaine public, la maîtrise des informations relatives aux infrastructures étant une condition indispensable à une exploitation efficace de ces infrastructures.
- **le Plan Géo-référencé des ouvrages construits** est un élément du Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE). Il doit garantir un positionnement géo-référencé des ouvrages relevés en classe B – Communications électroniques - (\leq à 1,50m en X, Y et Z)
- **le format** : Les informations seront fournies sous format papier et électronique. Les formats de fichiers sont être compatibles avec les logiciels utilisés en matière de SIG et de DAO (Autocad DWG ou équivalent).
- **les données géo-référencées** : les plans de récolement seront fournis sous forme vectorielle et géo-référencée avec l'ensemble des informations du réseau déployé.

C. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX ETUDES ET TRAVAUX POUR RESEAUX AÉRIENS EN FIBRE OPTIQUE

Introduction

Ce référentiel rassemble l'ensemble des éléments requis aux études pour la conception d'une infrastructure en aérien pour les réseaux à Fibre optique (FO) d'une part et d'autre part les règles pour la réalisation des travaux jusqu'à la réception des ouvrages.

Ce document est spécifiquement adressé aux règles pour la mutualisation des travaux de déploiement des réseaux de distribution de l'électricité et de ceux des télécommunications. Il fixe aussi les règles dans l'éventualité de pose de supports aériens dédiés exclusivement pour les câbles de télécommunications.

Le présent référentiel est applicable aux types de réseaux suivants :

- réseaux Backbone inter urbains ;
- réseaux métropolitains intra urbains ;
- réseaux d'accès (résidentiels et professionnels).

C.1.2.2 Inspections des supports

L'utilisation d'artères aériennes ne répondant pas aux normes de sécurité est interdite. L'état des supports fera un paragraphe du rapport sur l'infrastructure existante.

a. Contrôle de l'état de l'appui

Pour un poteau bois

- **examen visuel** : un contrôle visuel de chaque appui doit être effectué, on s'assurera que le support ne présente aucun défaut apparent (fente, percement, choc ...) sur toute sa hauteur.
- **examen par percussion** : test au son de l'appui par des coups secs effectués avec une massette à partir de l'encastrement et sur une hauteur de 1,50 m environ (un son mat traduit la présence de pourriture).
- **examen à la pointe carrée** : test d'enfoncement d'une pointe carrée au niveau du collet et sur tout le pourtour de l'appui en dégagant bien sa base (la pointe s'enfonce facilement en cas de pourriture au collet). La même opération est à conduire sur la tête de poteau.
- **examen de résistance** : test de la stabilité / solidité de l'appui effectué par de fortes poussées et tractions perpendiculaires à l'artère grâce à l'utilisation d'une perche cravate. La perche cravate permet un meilleur contrôle de résistance en reproduisant les efforts en tête d'appui.

Si l'appui est jugé bon, il est nécessaire de continuer à observer l'état de l'appui en cours d'ascension et de contrôler la tête de l'appui si nécessaire.

Pour un poteau métal

- absence d'attaque grave de rouille à l'encastrement ;
- absence de blessures ou fissures traversantes de plus de 15 cm ou autres dégradations graves (arêtes pliées, trous, chocs multiples...);
- profondeur d'implantation ;
- stabilité dans le sol et solidité de l'appui en effectuant des poussées ou tractions, dans le sens perpendiculaire à l'artère grâce à l'utilisation d'une perche cravate.

b. Appréciation de la verticalité et du flambement

Les poteaux qui présentent une distance supérieure de 20 cm (appuis aériens de 6 m) ou de 30 cm (appuis aériens de 7 ou 8 m) entre une génératrice extérieure du pied du poteau et un point matérialisé par la projection verticale de la tête du poteau au sol sont interdits d'usage.

c. Vérification, le cas échéant, de la qualité du haubanage présent

Si celui-ci est détendu, l'Opérateur devra procéder à sa remise en tension avant toute pose de nouveau câble. Si celui-ci est détérioré (brins du câble rompus), l'Opérateur devra procéder à son remplacement.

d. Vérification que les règles de voisinage avec les réseaux d'énergie électrique

Les règles doivent être respectées conformément aux textes en vigueur fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

e. Vérification de la hauteur du poteau

Le poteau sur lequel que le câble sera installé doit respecter les hauteurs minima requises, conformément aux textes en vigueur en relation avec la voirie.

A titre d'exemple, en France, la configuration de la figure ci-dessous est requise.

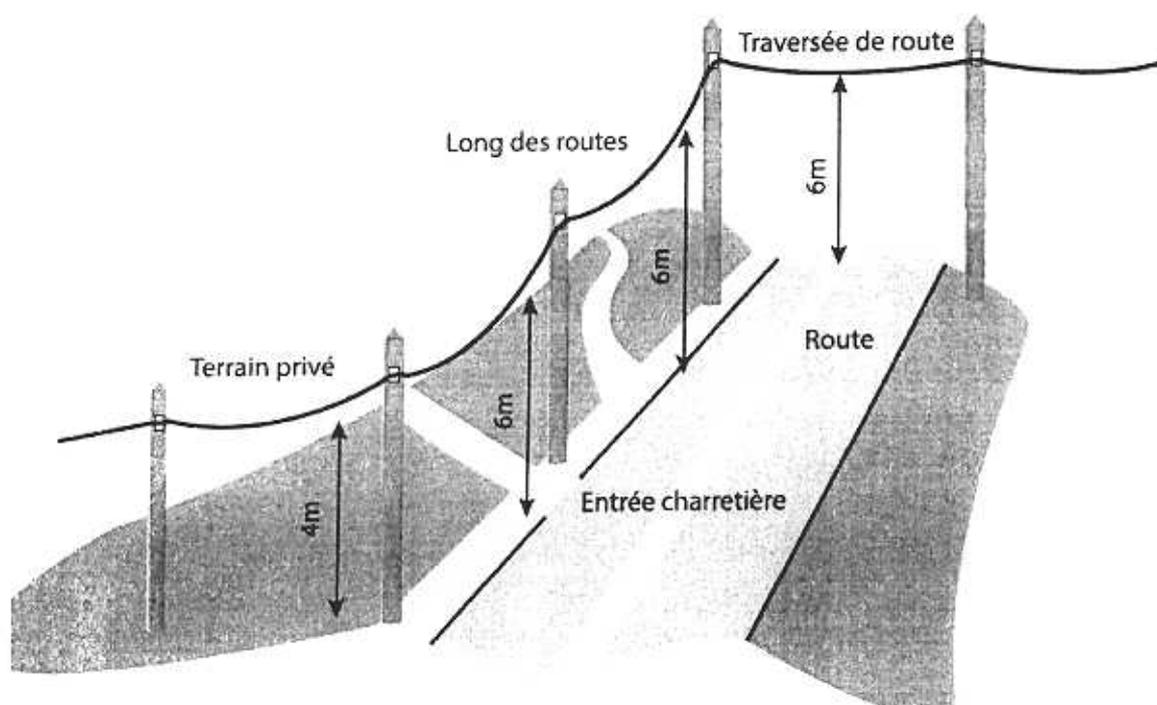


Figure C.2 : Exemple de différentes configurations de la hauteur d'un câble

C.1.2.3 Cartographie du réseau existant

Suite à la campagne de relevés, l'ensemble du réseau existant doit être intégrable dans un SIG.

Carte générale du tracé

L'ensemble du plan de situation devra être présenté sur une échelle 1/25000.

Bande planimétrique et profil en long

Le plan de détail doit représenter, sur le même support, la bande planimétrique et le profil en long.

La bande planimétrique doit être représentée sur une base cadastrale d'environ 200m de large.

Le profil en long tient compte du relevé altimétrique réalisé et doit offrir une représentation correcte du terrain (y compris les indications de traversé de route, chemin, rivière ...).

Le plan de détail doit également mentionner l'ensemble des informations concernant le réseau d'énergie (sections des câbles) et les supports (type, armements ...).

L'échelle de la bande planimétrique est de 1/2500ème.

Pour une visualisation correcte du profil en long, l'échelle des hauteurs est de 1/500ème.

C.1.2.4 Calcul des charges

Grâce aux relevés fait précédemment, l'ensemble des informations doivent être utilisées et intégrées dans un logiciel afin d'effectuer le calcul des efforts appliqués à chaque support.

Le logiciel à utiliser doit être reconnu et accepté par le propriétaire et le gestionnaire de l'infrastructure ou tout autre logiciel à condition d'obtenir l'autorisation du concessionnaire du réseau. A titre d'exemple, pour les réseaux gérés par ERDF (France), en HTA ou en BT, les logiciels CAMELIA et COMAC sont actuellement ceux autorisés.

C.1.2.5 Cas de l'utilisation de l'infrastructure aérienne de l'ONATEL

Le prestataire doit, pour chaque appui aérien (à l'exclusion des potelets) sur lequel il est prévu de placer le réseau de Fibre Optique, s'assurer qu'il répond aux normes de sécurité et pour cela il doit :

- vérifier l'état du poteau conformément à la procédure décrite dans le cahier des charges appuis de ONATEL ;
- vérifier l'absence d'étiquette jaune ou orange ;
- vérifier que les règles de voisinage avec les réseaux d'énergie électrique sont conformes à la norme ou à la pratique internationale ;
- apprécier la verticalité ou le flambement des poteaux conformément aux règles d'ingénierie appuis et cahier des charges appuis de ONATEL.

Une fois la vérification des normes de sécurité réalisée, l'opérateur procède aux relevés et aux calculs de charges pour chaque appui aérien sur lequel il envisage de déployer un câble optique.

Comme principe de séparation des réseaux (règles de partage), la nappe optique doit être située au-dessus de la nappe cuivre en place, cela se traduit par la pose

d'une traverse positionnée au minimum à 10 cm de la nappe existante la plus haute et au maximum à 15 cm au-dessus de la tête du poteau.

Les équipements PEO et PBO sont limités en nombre par appui (annexe de l'offre), ils seront toujours implantés sur les appuis entre 2m et 4 m du sol (préconisation métier de pose des PBO entre 2 m et 2.5 m).

La pose d'une rehausse ne peut être autorisée que sur les appuis satisfaisants aux principes :

- de sécurité ;
- de séparation des réseaux (nappe fibre optique au-dessus de la nappe cuivre) ;
- de calcul de charges avec les réserves de ressources (ajout éventuel d'autres câbles).

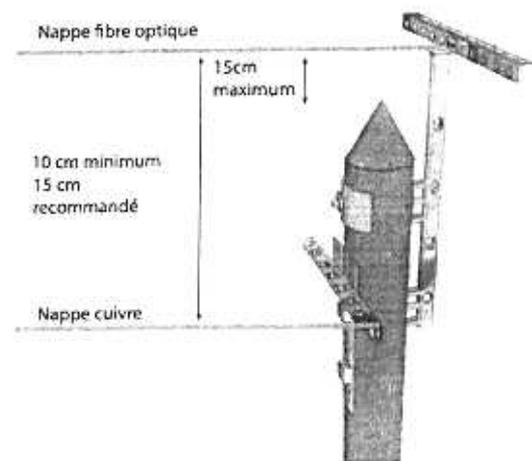


Figure C.3 : Principe de séparation des réseaux

C.1.2.6 Règles d'ingénierie de mise en œuvre

L'étude et les APS résultants des études seront réalisés par tronçons. Le plan de détail ne devra toutefois pas dépasser 3m de plan.

Pour des questions techniques de mise en œuvre et d'exploitation du réseau HTA, il est convenu de ne pas poser de fibre optique sur :

- les supports avec IACT ;
- les supports avec H61 (Transformateur).

Pour ces supports, l'étude devra proposer l'implantation d'un support indépendant du réseau d'énergie. L'implantation se fera, de préférence, sur le domaine public.

Pour les autres supports existants, dans le cas où le résultat du calcul de charge ne serait pas conforme à la réglementation, l'étude proposera une solution palliative permettant de déployer le réseau dans le respect de la réglementation.

Les solutions proposées pourront être notamment :

- le renforcement du support existant (avec descriptif de l'action et des moyens de renforcement) ;
- le changement du support au profit d'un support permettant le respect de la réglementation ;
- la mise en œuvre d'un nouveau support (exclusivement pour le réseau de FO).

Le choix de la solution sera, bien sûr, guidé par des paramètres technico-économiques et les contraintes de faisabilité.

L'étude devra permettre la mise en œuvre du réseau tout en respectant les obligations présentes dans les conventions avec les propriétaires et gestionnaires de ces infrastructures. L'étude mentionnera pour chaque support :

- le système d'accrochage de la FO (Ancrage, suspension ...)
- la hauteur du système d'accrochage ;
- le tableau de pose (qui permette de régler la portée en fonction de la flèche).

Et, le cas échéant :

- le lieu d'implantation du boîtier d'épissurage ;
- la mise en œuvre d'une liaison aéro-souterraine ;
- le lieu d'implantation d'une armoire ou d'une chambre (avec représentation du génie civil à réaliser).

Dans le cas de mise en œuvre de boîtiers d'épissurages sur support, un surplus de câble optique est à prévoir afin que les opérations de soudage de FO puissent être faites au sol.

L'étude devra prévoir ce surplus de câble et le lieu d'implantation de la boucle de lovage.

Pour les calculs de charges sur appuis aériens, le Bureau d'Études propose pour validation les hypothèses de calculs incluant les hypothèses climatiques induisant des perturbations sur les supports et câbles (vent, changement de température, etc).

C.1.2.7 Contenus des rapports

L'ensemble des documents qui devront être fournis suite à l'étude sont les suivants :

Synoptique général

Un synoptique général du réseau sera fourni. Ce synoptique comprendra, à minima, l'ensemble des tracés du futur réseau FO ainsi que la totalité des supports utilisés.

Liste du Matériel

L'étude réalisée permet de définir précisément le calepinage du câble optique. La liste du matériel comportera l'ensemble des informations nécessaire à la commande des :

- tourets de câble optique (câble optique à déployer incluant les longueurs nécessaires au maniement lors de la pose et au lovage) ;
- systèmes d'ancrages et de suspensions ;
- boîtiers de protection d'épissurage ;
- éventuels supports (de remplacement ou d'ajout) ;
- les caractéristiques du support et des armements.

APS-APD par tronçon

Pour chaque tronçon, un APS-APD sera remis et comportera l'ensemble des informations nécessaires à la mise en œuvre du réseau.

Ce document comprendra notamment :

- le plan de situation ;
- la cartographie du réseau profil en long avec bande planimétrique ;
- une représentation photographique de chaque type de support présent sur le réseau ;
- la visualisation d'implantation des systèmes d'ancrage et éventuellement le BPE ;
- le tableau de pose pour les phases de déroulage et de mise en œuvre ;
- les éventuelles opérations de génie civil et le positionnement des armoires ou chambres.

C.2 Règles de conception des réseaux aériens

C.2.1 Principes généraux relatifs à l'utilisation des artères SONABEL

C.2.1.1 Principes d'utilisation des supports aériens exploités par SONABEL

Une convention d'utilisation des appuis aériens SONABEL pour le déploiement de fibre optique doit au préalable être signée. Celle-ci fixe les conditions juridiques, financières et techniques entre les parties prenantes.

Afin de pouvoir réaliser les calculs de charges des supports déterminant la faisabilité d'utilisation, l'Opérateur ou le Maître d'Ouvrage doit effectuer un relevé terrain de l'infrastructure.

Le Maître d'Ouvrage ou l'Opérateur fournit au Distributeur un dossier d'étude visant à permettre l'utilisation des supports BT et/ou HTA. Ce dossier comprend entre autres, le détail des calculs d'efforts par support, les caractéristiques des matériels, les modes de mise à la terre et les plans.

Le Distributeur contrôle les études sur la base du dossier fourni par le Maître d'Ouvrage ou l'Opérateur.

Les câbles de réseau de communications électroniques en cuivre, en fibre si porteuse métallique ou coaxial posés sur les supports communs sont des câbles isolés. Ils peuvent être soumis à des tensions intermittentes importantes et il y a lieu de les considérer, au point de vue du risque électrique, comme des câbles isolés du domaine de tension BT. Si l'isolant d'un câble est endommagé, les personnels qui travaillent à proximité doivent mettre en place avant le début du travail, un protecteur isolant provisoire pour éviter tout contact accidentel.

Sur un même appui, les règles suivantes doivent être respectées :

- un appui commun accepte un maximum de trois nappes de réseau de communications électroniques (trois pour la BT et deux pour la HTA) ;
- les nappes sont toujours superposées en utilisant des armements distants d'au moins 0,20 m ;
- lors du premier équipement d'un poteau BT par un réseau de communications électroniques, ce réseau étant en cuivre, l'Opérateur doit positionner sa nappe de façon à ménager un espace disponible, au-dessus, pour l'installation éventuelle ultérieure d'un réseau optique ;
- les croisements de nappes de réseau de communications électroniques en pleine portée sont strictement interdits ;
- la pose d'un armement supplémentaire est exceptionnellement admise pour réaliser ce type d'opération de croisement au niveau d'un appui ;
- les câbles de branchement de réseau de communications électroniques issus d'un appui sont obligatoirement fixés à l'extrémité du matériel d'armement côté constructions à raccorder.

Les fixations à demeure de câbles de réseau de communications électroniques en cuivre ou en fibre optique, sous forme de loves de stockage, en boucle ou en « huit », ne sont pas admises.

C.2.1.2 Principe de séparation applicable sur les réseaux SONABEL

a. Distance entre les réseaux sur support BT

Trois cas sont à considérer :

1. Réservation d'une zone d'éclairage public

Les matériels du réseau de communications électroniques sont posés en dehors d'une zone spécifiquement réservée aux installations d'éclairage public et définie comme suit :

- entre le conducteur d'énergie le plus bas et 1,20 m en dessous de celui-ci pour les réseaux en fils nus ;
- entre le câble d'énergie le plus bas et 0,70 m sous ce câble pour les réseaux en conducteurs isolés.

Ces distances tiennent compte de l'installation future possible d'un réseau d'éclairage public physiquement séparé du réseau d'énergie.

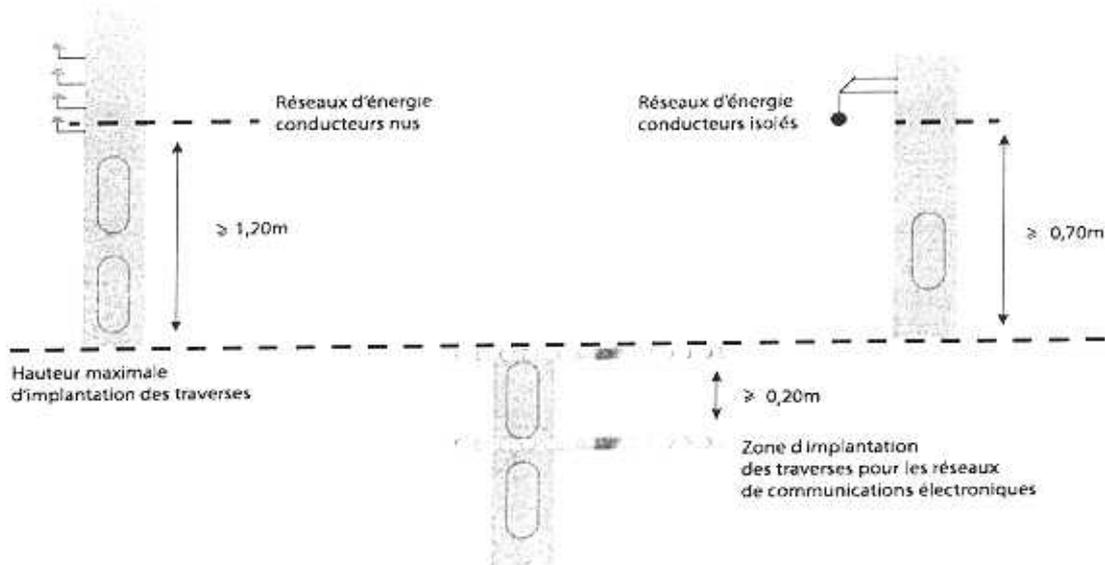


Figure C.4 : Réserve d'une zone d'éclairage public

2. Présence d'un réseau d'éclairage public

Si l'appui est équipé d'un dispositif d'éclairage public, les équipements de réseau de communications électroniques sont situés à au moins 0,20 m au-dessous du dispositif d'éclairage public et de son câble d'alimentation.

En outre, afin de garantir les distances minimales réglementaires (**à définir par Arrêté Interministériel fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique**), l'armement des réseaux de communications électroniques est installé de telle manière que la distance minimale, au droit de l'appui, entre les réseaux d'énergie et de communications électroniques, soit d'au moins :

- 1 m en cas de réseau d'énergie en conducteurs nus ;
- 0,50 m en cas de câbles d'énergie isolés torsadés.

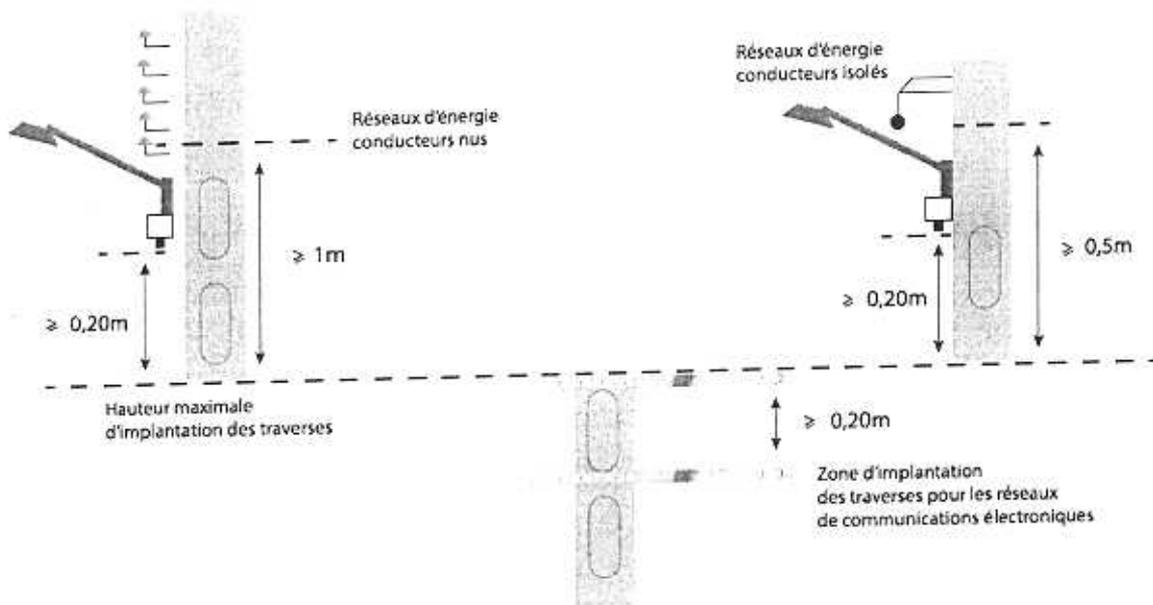


Figure C.5 : Présence d'un réseau d'éclairage public

3. Absence et non prévision de l'éclairage public

L'utilisation de la zone réservée à l'éclairage public est possible, mais dans ce cas l'Opérateur ne pourra faire obstacle à l'implantation ultérieure de l'éclairage public et s'engage à libérer la zone prévue à cet effet conformément aux dispositions du 1) ci-dessus sauf accord formel du gestionnaire de l'éclairage public pour y renoncer définitivement.

Dans le cas d'usage de la zone réservée à l'éclairage public, afin de garantir les distances minimales requises, le matériel d'armement des réseaux de télécommunications est fixé lors de son installation sur le support de telle manière que la distance minimale, au droit du support, entre les réseaux d'énergie et de communications électroniques, soit d'au moins :

- 1 m en cas de réseau d'énergie en conducteurs nus ;
- 0,50 m en cas de câbles d'énergie isolés torsadés.

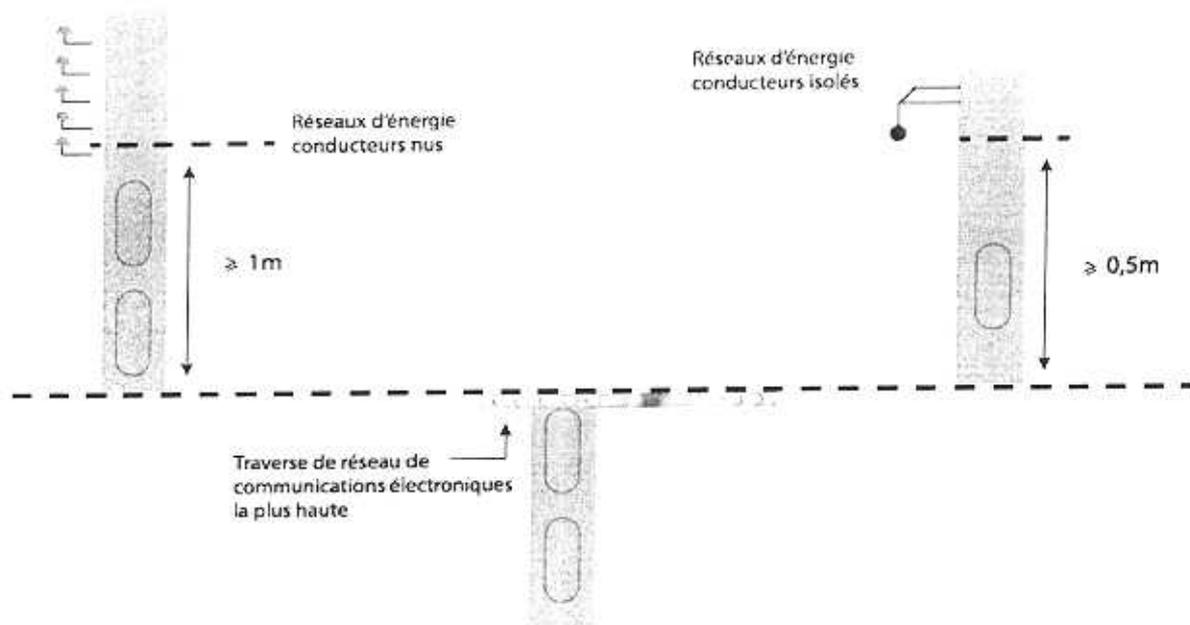


Figure C.6 : Absence et non prévision de l'éclairage public

b. Distance entre les réseaux sur support HTA

Les dispositions constructives des réseaux de communications électroniques en fibre optique doivent respecter les règles techniques définies sur le schéma ci-contre.

Le réseau de communications électroniques implanté sur le réseau HTA est constitué d'un câble en fibre optique unique (mono câble), ou éventuellement de deux câbles.

En particulier, concernant le réseau de communications électroniques en fibre optique installé sur des supports HTA, en conducteurs nus ou isolés, sont retenues :

- la distance minimale entre la fibre optique et le conducteur HTA le plus proche est de 1 mètre ;
- dans le cas exceptionnel où deux réseaux de communications électroniques sont installés, la distance entre les câbles est de 0,20 m.

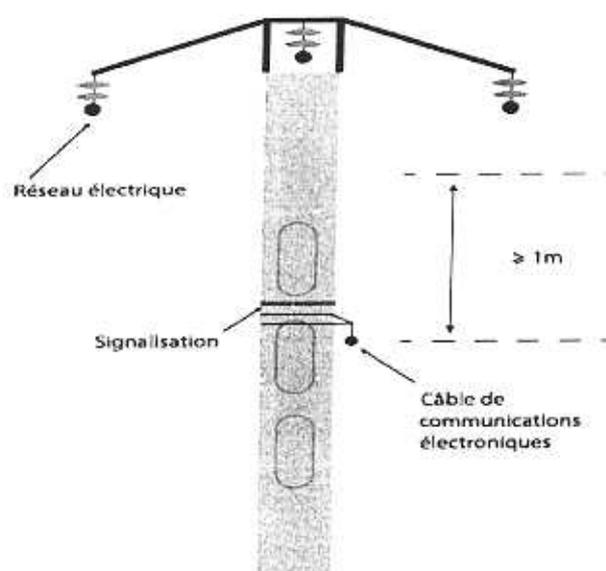


Figure C.7 : Distance entre les réseaux sur support HTA

NOTE : les techniques COE (câble optique enroulé) et OPPC (Optical Phase Conductor) ne sont pas applicables de manière générale et doivent faire l'objet d'une étude de faisabilité au cas par cas donnant lieu à un retour d'expérience.

Le Bureau d'Études, a dans des obligations, de dimensionner tout le dispositif d'armements qui accompagne la fixation du câble sur les appuis.

Rehausses, traverses, consoles.

Que cela soit sur le réseau télécoms ou sur le réseau BT, le principe de la séparation des réseaux s'applique et la pose d'un ou plusieurs câbles optiques nécessite l'adjonction de ferrures supplémentaires :

- rehausse de poteau télécom : permet de créer une nappe fibre optique sur poteau existant au-dessus des câbles cuivre ;
- console, ferrure ou semelle : permettent de fixer, selon le modèle, une pince de suspension, une ou deux pinces d'ancrage, ou une traverse télécom ;
- traverse : permet d'installer les câbles en nappe sur rehausse télécom ou ferrure d'appui commun.

Pinces de câbles (ancrage et suspension)

On distingue les pinces d'ancrages et les pinces de suspensions :

- les pinces d'ancrage (ou dispositifs d'arrêt) permettent de faire une reprise totale de l'effort de traction sur le support d'accrochage (poteau, traverse, ...) ;
- les pinces de suspension (ou dispositifs d'alignement) sont utilisées en ligne droite ou pour des angles de piquetage inférieur à 25° pour supporter le poids du câble.

NOTE : L'utilisation d'accessoires de câbles adaptés et qualifiés avec le câble considéré est essentielle pour la fiabilité à long terme du réseau.

Il est conseillé de vérifier, avec le fournisseur de câble ou d'accessoires, la compatibilité du couple câble-accessoires pour les conditions climatiques et les paramètres de pose de la ligne considérée.

Les essais de qualifications courants du couple câble-accessoires sont :

- essais de traction à la charge maximale admissible (MAT) du câble, sans glissement ni détérioration du câble selon NF EN 60794-1-21 ;
- essai de vibrations de grande amplitude (galop) avec pinces d'ancrage et de suspension ; selon NF EN 60794-1-21 méthode E26.

Amortisseurs de vibration

Le rôle des amortisseurs est de fiabiliser le réseau en réduisant le mouvement des pièces d'accrochage du câble qui pourraient s'user prématurément sous l'effet des mouvements très répétitifs induits par les vibrations éoliennes. Celles-ci apparaissent généralement en présence de vents laminaires (vents non turbulents en plaine ou bord de mer), sur des portées >100m.

Berceaux

Les berceaux servent à fixer le câble soit en descente de poteau soit sur une façade. Il existe divers berceaux variant selon leur robustesse, le diamètre du câble, le mode de fixation et l'écartement par rapport au support. L'écartement recommandé entre les berceaux est de 30 à 40 cm. Cependant, ceci est à moduler selon la nature du support et les caractéristiques du câble utilisé (poids, diamètre, souplesse, ...). D'une manière générale, on doit éviter un frottement intempestif du câble. Ce point est d'autant plus important si la surface du support est rugueuse (exemple crépi de façade) ; dans ce cas on peut choisir une solution qui permet d'écarter le câble du support.

C.2.3 Câbles et accessoires pour pose en aérien

Le câble qui sera utilisé est conforme à la Recommandation UIT-T L.102 (ex-L.26) relative aux « **Câbles à fibres optiques pour installations aériennes** » dans sa version en vigueur.

Dans le cas d'un réseau FTTx, il est recommandé d'utiliser des câbles contenant des fibres optiques de performances au moins égales à celles de la catégorie B6_a2 NF EN 60793-2-50 (ITU-T G.657.A2).

C.2.3.1 Types de câbles

Cinq solutions différentes sont utilisées pour la constitution d'un câble à usage aérien. La sélection de l'une ou l'autre de ces solutions dépend de beaucoup de paramètres.

Deux solutions sont utilisées pour les lignes haute tension

- solution OPGW (Optical Ground Wire) : les fibres sont incorporées dans le noyau du fil de terre ;
- solution OPPC (Optical Phase Conductor) : les fibres sont incorporées dans le noyau du conducteur de phase.

Pour les lignes basse tension, moyenne tension et télécom, sont utilisées les solutions suivantes :

- les câbles ligaturé (Lashed) ou câble enroulé (Wrapped) : un câble diélectrique de petit diamètre est attaché ou enroulé autour d'un autre câble ;
- les ADSS (All Dielectric Self Supported cables) : le câble est diélectrique et totalement indépendant des autres câbles de la ligne aérienne ;
- les câbles dit « figure 8 » : constitué d'un câble optique et d'un porteur métallique ou diélectrique séparé et reliés par une languette de liaison.

Pour les réseaux FTTx, les câbles ADSS sont recommandés.

Les solutions OPGW et OPPC ne sont pas adaptées à un réseau FttH où les points d'accès à la fibre peuvent être nombreux.

La solution « lashed or wrapped » peut être envisagée pour la partie transport. Elle est moins exigeante au niveau des propriétés mécaniques du câble optique.

La solution « figure 8 avec porteur métallique » est une solution fiable mais nécessite une mise à la terre du câble. La solution « figure 8 tout diélectrique » est facile à mettre en œuvre mais le câble est généralement plus volumineux et offre une plus forte prise au vent et au givre ce qui sollicite davantage les infrastructures.

NOTE : En cas d'utilisation de câbles optiques comportant des éléments métalliques, il est impératif de mettre à la terre tous ces éléments métalliques afin d'éviter les risques liés à la foudre ou aux tensions induites. Les prises de terre doivent respecter la norme NF EN 61663-1 et la recommandation de l'UIT -T K8

Du fait des contraintes supplémentaires apportées aux supports des câbles ADSS, une attention particulière doit être portée sur les caractéristiques de ce câble, notamment en ce qui concerne son diamètre extérieur (incidence sur sa prise au vent, particulièrement sur les supports d'alignement).

Il est recommandé d'utiliser des câbles dont les modules sont à structures semi-serrés s'ils sont monofibres et à micromodules déchirables à la main s'ils sont multifibres, l'accès aux fibres de ces structures étant plus facile et plus rapide.

C.2.3.2 Normes applicables aux câbles

Pour les câbles de transport et de distribution sur réseau BT ou télécom :

- **NF EN 60794-3-10 Câbles extérieurs** – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunications destinés à être installés dans des conduites, directement enterrés ou attachés en aérien ;
- **NF EN 60794-3-11 Câbles à fibre optique - 3-11:** Câbles extérieurs – Spécification de produit pour les câbles de télécommunications à fibres optiques unimodales, destinés à être installés dans des conduites, directement enterrés et en aériens ligaturés ;
- **NF EN 60794-3-20 Câbles extérieurs** – Spécification de famille pour les câbles optiques de télécommunications aériens autoporteurs ;
- **NF EN 60794-3-21 Câbles extérieurs** – Spécification particulière pour les câbles optiques de télécommunications aériens autoporteurs utilisés dans le câblage de locaux ;
- **prXP C 93-850-3-25, Câbles à fibres optiques - 3-25:** Spécification particulière - Câbles de distribution à usage extérieur, en aérien ou en souterrain ;
- **prXP C 93-850-6-25 Câbles à fibres optiques – 6-25 :** Spécification particulière – Câble de distribution à usage mixte (intérieur et extérieur).

Pour les câbles de transport et de distribution sur réseau HT :

- **NF EN 60794-4-20/Ed2** : Optical fibre câbles – Part 4-20: Câble optiques aériens sur ligne électrique – Spécifications de famille pour les câbles entièrement diélectriques et autoporteurs (ADSS, All Dielectric Self Supported) ;

Pour les câbles de branchement :

- **prXP C 93-850-3-22**, Câbles à fibres optiques – 3-22 : Spécification particulière – Câble optique de branchement à usage extérieur, aérien, façade ou conduite ;
- **prXP C 93-850-6-22**, Câbles à fibres optiques – 6-22 : Spécification particulière – Câble de branchement à usage mixte (intérieur et extérieur).

C.2.3.3 Boîtiers

a. Boîtiers de protection d'épissures (BPE)

Généralités

- le câble doit être solidaire du boîtier d'épissures ;
- le boîtier (lorsqu'il contient des parties métalliques) doit être mis à la terre par l'intermédiaire de la borne de terre ;
- il est recommandé de limiter à 6 m³ le volume d'un boîtier ;
- les PEO ou PBO doivent être implantés entre 2 et 4 m. Il ne peut y avoir qu'un seul PBO par appui et un appui ne peut pas comporter plus de trois boîtiers, tous réseaux confondus.

Boîtiers et accessoires sur réseaux électriques

Les coffrets et les accessoires, y compris les câbles pénétrant dans ces coffrets, sont toujours placés conformément aux modalités fixées dans les schémas suivants, et à ce qui est prévu comme suit :

- au-dessous des réseaux d'énergie ;
- sur une des faces perpendiculaires au réseau ;
- de façon à n'occuper qu'une seule face de l'appui ;
- à une hauteur comprise entre 2,00 m et 4,50 m du sol (il est recommandé de positionner les PBO à une hauteur comprise entre 2,00 et 2,50m) ;
- aucun coffret ou accessoire n'est autorisé au-dessus des matériels d'armements.
- les coffrets et accessoires s'inscrivent impérativement dans un volume défini, dans l'espace, par les dimensions maxima suivantes :
 - ✓ hauteur : 1,00 m
 - ✓ largeur : 0,35 m (centré par rapport à l'axe du support)
 - ✓ profondeur 0,25 m (depuis la face du support)
- le coffret, ou accessoire, peut être décentré en largeur à l'intérieur de ce volume.

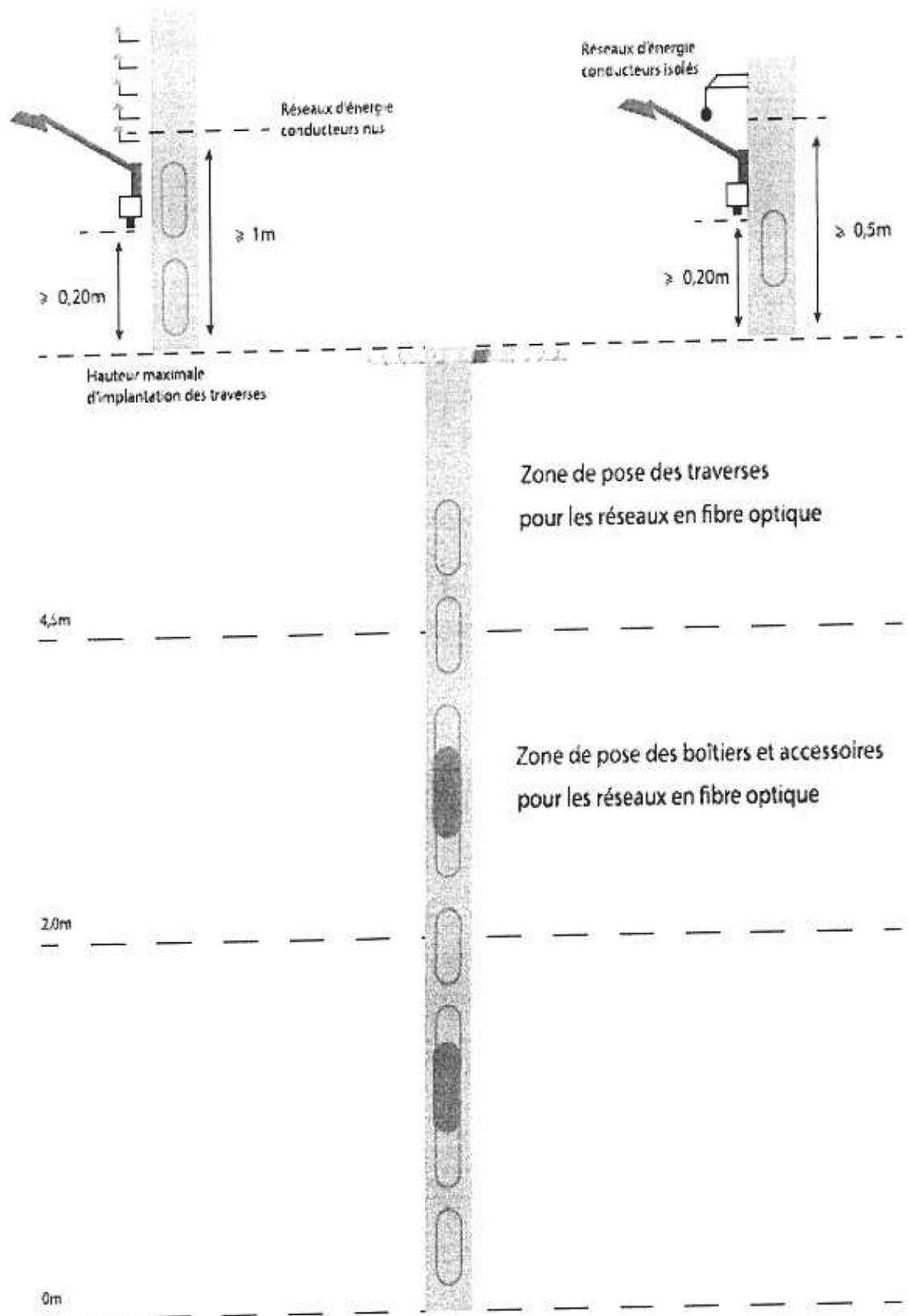
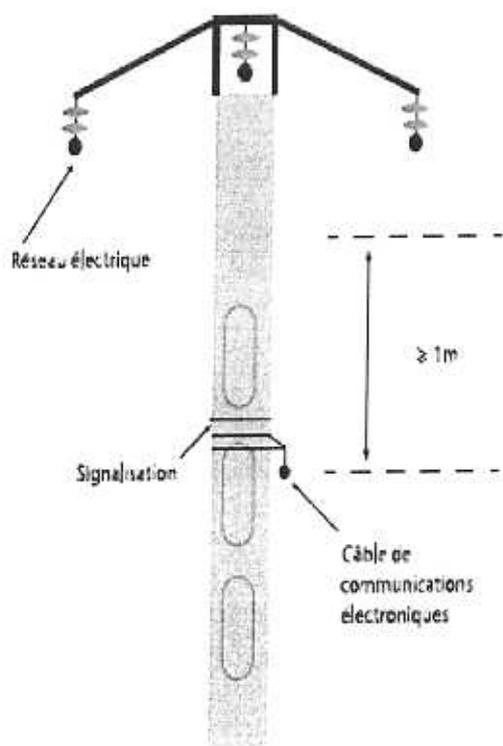
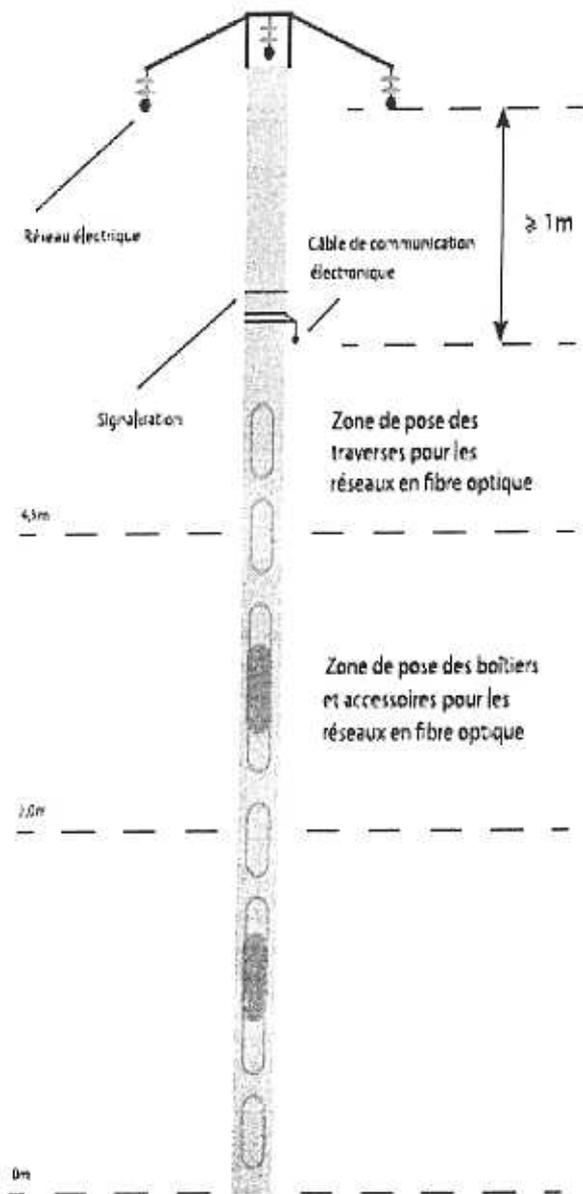


Figure C.8 : Positionnement des réseaux et des équipements sur un support BT : Cas de la présence de l'éclairage public



Réseau HTA nu



Positionnement des armements, coffrets et accessoires

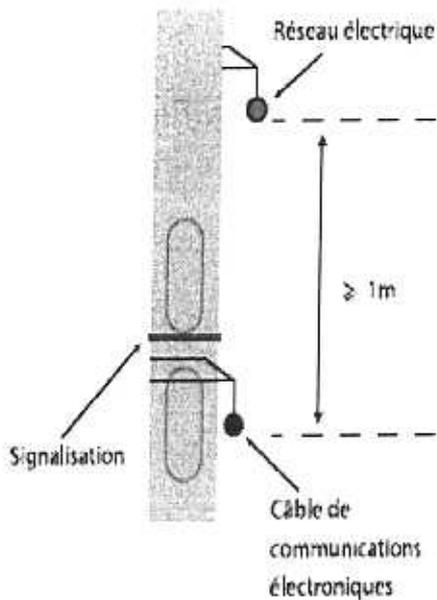


Figure C.9 : Positionnement des réseaux et des équipements sur un support HTA

b. Point de branchement optique (PBO)

Le point de branchement optique peut se trouver dans tous les types d'infrastructures (souterraine, façade, aérien...), le maximum étant fait pour utiliser les infrastructures existantes ou les cheminements déjà empruntés par les réseaux existants.

Ces boîtiers seront conformes aux normes :

Tableau C.1: Point de branchement optique (PBO)

Référence (AFNOR)	Caractéristiques
XP C 93-923-2-1 : Point de branchement optique (PBO) aérien en environnement catégorie A	<ul style="list-style-type: none">• IP 54• Avec tout type d'organiseur et connectique intérieure• Avec tout type d'organiseur et connectique extérieure• pour les applications comprises entre 0 m à 3m
XP C 93-923-2-2 : Point de branchement optique (PBO) étanche catégorie G	<ul style="list-style-type: none">• IP 68• Avec tout type d'organiseur et connectique intérieure• Avec tout type d'organiseur et connectique extérieure• pour les applications comprises entre -1m à 3m

Le point de branchement pourra recevoir des épissures pour du raccordement fibre à fibre. Pour des besoins de facilité opérationnelle, de limite de responsabilité voire de mesure, on pourra ajouter à l'épissure un connecteur, interne ou en périphérie, toujours dans une logique de fibre à fibre (pas de brassage ou de ré-intervention hors maintenance).

Les circuits de fibres peuvent être séparés en cassettes SC, SE et ME, en respectant un niveau de séparation approprié. Ceci limitera le risque d'interruption de trafic pour les fibres qui appartiennent au même groupe de circuits.

C.2.4 Règles pour le déploiement du câble en aérien

C.2.4.1 Flèches en % de la portée

Les règles applicables pour le déploiement des câbles optiques en aérien doivent être d'interprétation et de mise en application très simples. Pour cela, seuls 2 paramètres sont pris en compte : la portée L et la flèche : f tel que présenté sur le schéma suivant :

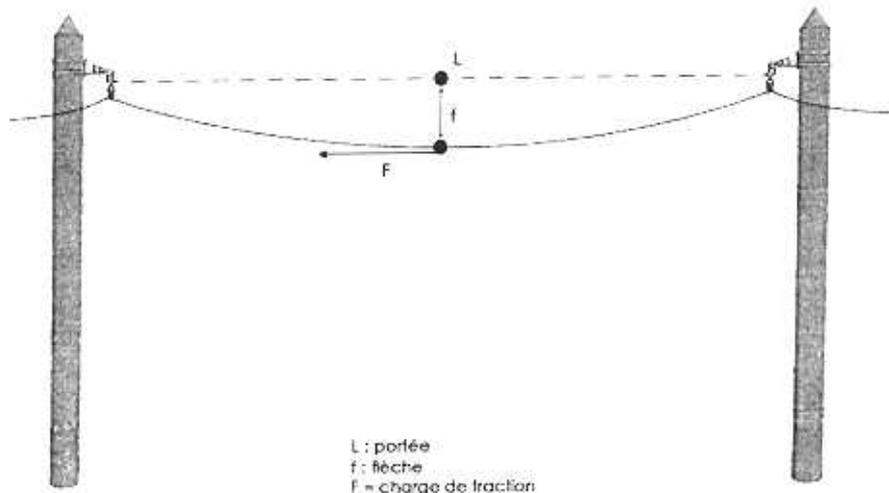


Figure C.10 : Schématisation flèche et portée s'un câble aérien.

L'effort de traction « F » exercé sur le câble à température ambiante et sans vent permet d'obtenir la flèche recherchée.

La flèche doit être réglée en milieu de portée soit par mesure physique standard (échelle graduée) ou à l'aide d'un théodolite. Ces moyens de mesure peuvent être utilisés pour effectuer des contrôles statistiques ou en cas de contestation.

La flèche est prise en compte dans la conception du réseau de la manière suivante : les valeurs minimale et maximales de flèche (en mètre, m) sont respectivement de 1% la portée (m) et 1,8% la portée. Cette recommandation s'applique pour les cas d'une installation sur poteaux télécom ou sur poteaux électriques basse tension, la portée peut aller de 30 à 80 m et de 100 à 200 m pour les cas d'installations sur poteaux électriques moyenne tension.

Pour des portées supérieures à 200 m il convient d'étudier au cas par cas le couple câble / accessoires le mieux adapté afin d'assurer une bonne pérennité.

C.2.4.2 Garde au sol minimale et traversées de tous types de voies et espaces

Pour ne pas mettre en péril les supports d'énergie utilisés comme supports communs, les câbles des nappes de réseaux de communications électroniques doivent, à 40°C sans vent, respecter la hauteur minimale au-dessus du sol de :

- 4 m le long des routes, sur les trottoirs, les accotements et en terrain privé ;

- 5,5 m à la traversée des voies ferrées non électrifiées (les voies ferrées électrifiées sont traversées en souterrain) ;
- 6 m à la traversée des chaussées et des entrées charretières.

De manière générale, pour des raisons d'esthétique, il est recommandé :

- d'assurer le parallélisme des différents réseaux ;
- d'installer les réseaux de communications électroniques suffisamment haut afin d'éviter la gêne visuelle pour les riverains ;
- de limiter les changements de hauteur.

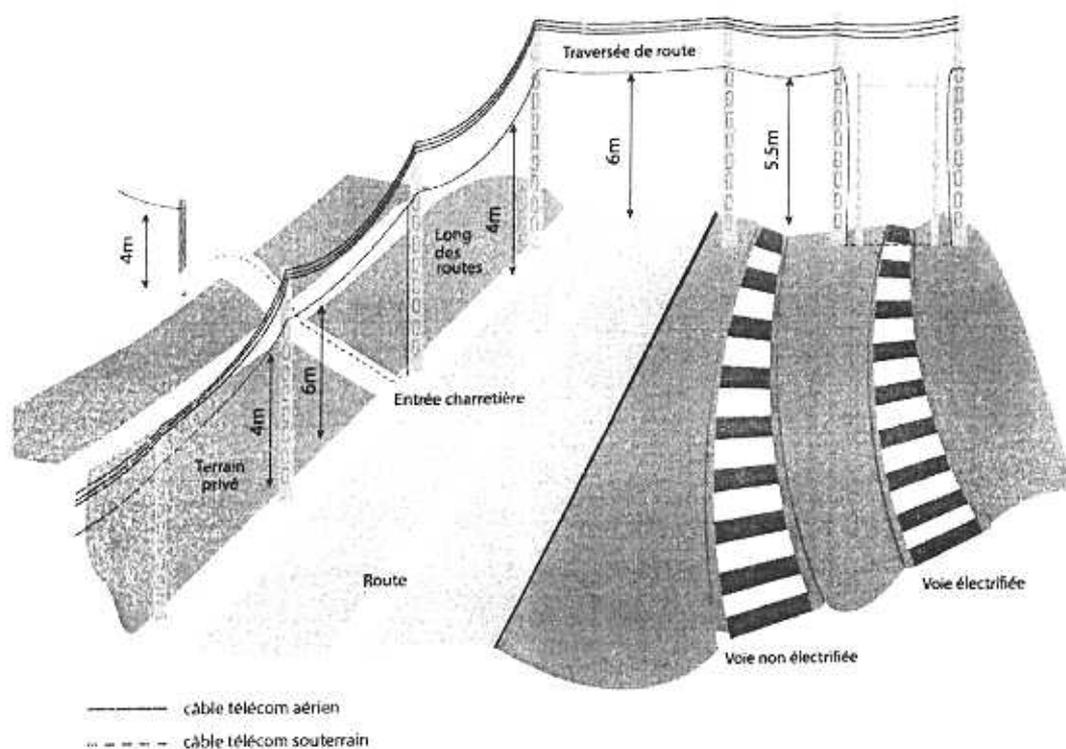


Figure C.11 : Hauteurs et traversées d'espace

C.2.5 Mémento détaillé de la pose

Ce document sera établi sans échelle. Il sera facilement lisible, en particulier pour les zones dans lesquelles les besoins sont importants. Ce mémento tient lieu de tableau des longueurs. Les distances entre épissures doivent être compatibles avec les longueurs de câbles FO. Si pour des difficultés de pose, il est nécessaire de couper une longueur de câble le joint supplémentaire doit être souligné. Cependant, la réalisation des joints supplémentaires doit être soumise pour approbation.

La longueur posée de chaque touret doit être précisée ainsi que celle de la chute correspondante. Les chutes de câble inférieures à 100 mètres seront comptabilisées et feront l'objet d'une explication justificative de la part du fournisseur. Toutefois, lors des travaux de la pose, les chutes de câble à fibres optiques doivent être minimisées. Elles ne doivent en aucun cas dépasser les 200 m ni être inférieures à 120 m.

C.3 Travaux

Ce type d'infrastructure mobilisable requiert des méthodes, habilitations et matériels spécifiques.

Ces infrastructures peuvent être :

- réseau de Distribution électrique moyenne tension HTA ;
- réseau de distribution électrique Basse Tension (BT) seul
- réseau de distribution électrique Basse Tension en appui commun avec l'éclairage public, des réseaux de télécommunications ...
- réseaux de télécommunications ou de vidéocommunications

Des règles particulières aux ouvrages BT et surtout HTA imposent du personnel habilité et des mesures de sécurités draconiennes.

C.3.1 Normes et règles

Au Burkina Faso, il n'existerait pas de réglementation en vigueur en matière de travaux en aériens sur les poteaux. Au niveau international, différentes réglementations sont en vigueur et peuvent être respectées imposées comme obligations pour les travaux, notamment :

- NFC 11201 – Réseaux de distribution publique d'énergie électrique ;
- normes en vigueur concernant les travaux sur tous types de supports pour lignes aériennes, notamment NFC 67200 (poteaux en béton armé), NFC 67220 (poteaux en béton de classes D et E), NFC 67250 (poteaux en béton précontraint), NFC 67100 (poteaux en bois) ;
- UTE C 66.400 – Galvanisation à chaud des pièces en métaux ferreux ;
- NF EN 206-1 – Béton – spécification, performance, production et conformité ;
- réglementation des travaux en hauteur ;
- publication UTE C18.510 « Prescriptions à observer en vue d'éviter les accidents corporels au cours des opérations entreprises lors de la construction, de l'exploitation ou de l'entretien des ouvrages électriques, quelle que soit la tension » ;
- signalisation des chantiers : publication de la direction des routes et de la direction de la sécurité routière.

C.3.2 Consignes de travail pour un opérateur de communications électroniques

C.3.2.1 Déroulement du travail

Les conditions habituelles du travail sur un réseau BT et HTA sont appliquées sous l'autorité du responsable de Chantier, en tenant compte des prescriptions de la publication UTE C 18-510.

Il est également nécessaire de veiller au respect des points suivants, dans le cadre des règles en vigueur, entre l'opérateur et son prestataire :

- contrôle préliminaire de l'état du réseau de distribution d'énergie sur le lieu de l'intervention. Quelle que soit la nature du travail à réaliser, le personnel doit contrôler visuellement l'état du réseau de distribution d'énergie. En cas de défaut apparent (conducteur mal assujéti, isolateur cassé, etc.), le responsable du chantier doit avertir l'exploitant du réseau d'énergie électrique. Le travail ne pourra être repris qu'après accord du chargé d'exploitation du réseau d'énergie électrique ;
- reconnaissance préalable du chantier pour noter les points nécessitant une attention particulière. En particulier, contrôler visuellement l'état de tous les supports et par percussion l'état des poteaux en bois ;
- mise en place de la signalisation temporaire de chantier conformément aux arrêtés interministériels et des règlements locaux en vigueur.

C.3.2.2 Conditions particulières de réalisation du travail

Il est interdit d'utiliser les étriers à griffes ou les « grimpettes » sur des supports comportant un câble d'énergie de raccordement aéro-souterrain ou une mise à la terre.

Il est recommandé d'utiliser une Plateforme Elévatrice Mobile de Personnel (PEMP) à panier isolé ou une échelle isolante.

Dans le cas d'utilisation d'une PEMP, on doit veiller tout particulièrement à :

- faire surveiller à partir du sol l'évolution de la PEMP par du personnel instruit de son maniement et des manœuvres de sauvegarde ;
- s'assurer que la corde de service n'est jamais laissée volante ni fixée à la PEMP ou au monteur pendant le déroulement du travail ;
- faire surveiller le personnel, à partir du sol, dès qu'il approche la PEMP ou ses outils à une distance inférieure à celle prescrite par la réglementation (UTE C 18-510), en fonction du domaine de tension (HTA ou BT).

C.3.2.3 Travail sur appui commun équipé d'une prise de terre du neutre du réseau d'énergie BT

Parmi les travaux d'ordre électrique sur un réseau de communications électroniques en cuivre, coaxial ou en fibre, on peut citer les travaux de câblage et de raccordement des câbles de réseau de communication électroniques ainsi que leur dépannage.

Il y a risque électrique dès que le réseau de communications électroniques est en service.

En effet, ce réseau peut ramener au niveau du support un potentiel différent de celui de la terre du neutre. Il convient donc de contrôler le potentiel entre l'écran du câble de réseau de communications électroniques (lorsqu'il existe) et la terre du neutre.

Une mesure ou détection de tension est effectuée selon les prescriptions des mesurages de l'article 11.3 de la publication UTE C 18-510.

Si cette tension :

- est supérieure ou égale à 50 volts, le travail sera reporté et le Distributeur averti ;
- est inférieure à 50 volts, le travail peut avoir lieu.

C.3.3 Environnement de la ligne

L'élagage et l'abattage réglementaires, nécessaires à l'exploitation du réseau de distribution électrique sont de la responsabilité du Concessionnaire.

Il appartient à l'Entreprise de définir et de prendre en charge tous travaux d'élagage et d'abattage supplémentaires nécessaires à la pose de l'infrastructure optique.

Les interventions d'abattage et d'élagage doivent être conformes aux dispositions légales et réglementaires au Burkina Faso.

Sauf spécifications du propriétaire concerné, les branches seront évacuées en sites contrôlés, les bois de chauffage seront coupés et mise en stères, les troncs de bois d'œuvre ébranchés dégagés des passages et déposés en ordre sur la propriété privée.

C.3.4 Équipement des supports existants utilisables

Sur le réseau HTA en exploitation, la pose de l'armement recevant la fibre optique se fait à une distance des parties conductrices – notamment lorsqu'elles sont nues et sous tension - conforme à la réglementation en vigueur et selon les prescriptions de l'exploitant.

Un avertisseur rouge balisant la zone à ne pas franchir est installé.

Sur réseau HTA, destiné à ne recevoir qu'un seul câble optique, l'armement sera de type mono câble.

Sur réseau autre que HTA, l'armement sera en priorité un armement permettant la mise en place de plusieurs fixations de câble, de type traverse.

La fixation des armements sur le support sera réalisée à l'aide de boulons galvanisés (\varnothing 14 mm) si le support dispose de trous prévus à cet effet, ou de feuillard inox 20 mm et 7/10 d'épaisseur.

C.3.5 Pose de nouveaux supports

Suite à l'étude, certains supports existants ne peuvent être utilisés du fait, notamment:

- de la vétusté du support ;
- du dépassement de la charge admissible sur le support ;
- de l'interdiction d'utilisation de ce support (cas de support, par exemple, équipés d'IACT, transformateur H61 ...).

En dehors de la solution de remplacement ou de renforcement du support existant, la pose d'un support destiné à recevoir uniquement le câble fibre optique peut être envisagée.

Le prestataire devra assurer la prestation globale de fourniture et pose du support avec toutes les suggestions comprises.

C.3.5.1 Réalisation de la fouille

La réalisation des fouilles se fera suivant la norme NF C 11201 suivant la catégorie de sol rencontré

Les fouilles sont réalisées avec une tarière de dimension appropriée ou à la mini-pelle ou à la main à l'aide d'une barre à mine et pelle curette dimension de la fouille est définie en fonction de la hauteur du support ($P = H/10 + 0,70m$).

Lorsque la fouille est réalisée dans un sol rocheux, celle-ci peut être réduite au 1/3 sur la hauteur de rocher rencontré

Lorsque la fouille est réalisée dans les talus ou sur le bord extérieur des fossés, la profondeur d'implantation est augmentée de 15 cm.

C.3.5.2 Levage des supports

L'élingue est placée au 2/3 environ de la hauteur du support qui est levé à l'aide d'une grue montée sur un engin, dont les stabilisateurs reposent sur un sol stable ou sur des bastaings (madrers), pour éviter le risque d'enfoncement.

Le support est descendu dans la fouille jusqu'à poser sur le fond et est orienté conformément au plan « bon pour exécution ». Le support est réglé verticalement en utilisant un fil à plomb sur deux faces perpendiculaires

A proximité des réseaux nus sous tension, une corde est utilisée entre le camion et le support pour éviter le basculement de celui-ci dans les fils. La position du véhicule de levage est primordiale.

C.3.5.3 Calage provisoire

Cette étape n'est effectuée que si le béton de fondation n'est pas mis en place immédiatement. On procède à l'enfoncement de cales entre le support et le bord de la fouille, pour le maintenir réglé et pouvoir libérer l'engin. Ces cales peuvent être en bois ou en cornière métallique.

C.3.5.4 Réalisation des massifs

Il s'agit du remblai total de la fouille autour du support.

Les poteaux simples ou assemblés d'effort nominal inférieur à 4kN et de hauteur totale inférieure ou égale à 13m peuvent être calés à la pierre sèche sans béton si ce sont des supports d'alignement ou des supports d'angle dans le cas où l'angle correspondant est inférieur à 10 grades.

Cependant, dans le cas de terrains particulièrement meubles (catégorie C4), il est nécessaire de prévoir des massifs appropriés et de bétonner tous les supports d'alignement.

Le béton mis en œuvre est de type XC1 suivant la norme NF EN 206-1.

Pour les poteaux bois, une zone de 50 cm en dessous du sol ne doit pas être bétonnée, mais remblayée en terre. Dans le cas d'implantation en terrain de cultures ou d'herbages, les massifs doivent dépasser de la surface du sol de 10 cm.

C.3.6 Redressement d'un support existant

Notamment sur le réseau aérien télécom, il peut être demandé au prestataire de réaliser une opération de redressement de support.

C.3.7 Tirage de câble en aérien

C.3.7.1 Préparation, matériel

Dérouleuses - tourets :

Les tourets de câbles sont disposés sur un dispositif de déroulage stabilisé adapté au touret à dérouler, disposé à une distance du support au moins égale à la hauteur hors sol de ce dernier, décalé côté poulie de déroulage, pour éviter tout frottement du câble sur le support.

Treuil - cabestan :

Les treuils et cabestans, équipés d'une câblette diélectrique, sont terminés par un oeillet adapté au travail à réaliser. Ils permettent d'ajuster la tension du câble.

Poules de déroulage :

Les poules de déroulage sont fixées à chaque point d'ancrage prévu pour le câble. Les poules doivent pouvoir osciller librement dans les directions perpendiculaires et parallèles à la ligne et être munies d'un dispositif de verrouillage empêchant le câble de s'échapper de la gorge

Accessoires de tirage :

- serre câble de tirage : A levier, mâchoires, « chaussettes », barrettes ou à cames, ils transforment l'effort de traction en effort de serrage, permettant ainsi la préhension du câble ;
- appareils de tirage : tirvits, tirfors et palans choisis suivant l'effort de traction nécessaire pour obtenir le réglage souhaité ;
- smerillon : Élément de liaison entre le câble de traction et le tire-câble. Monté sur billes, ses deux extrémités tournent indépendamment dans un sens ou dans l'autre pour éviter la torsion du câble ;
- matériels divers :
 - ✓ Thermomètre
 - ✓ Dynamomètre
 - ✓ Nivelette
 - ✓ Talkies-walkies.

C.3.7.2 Déroulage de la fibre

Le déroulage est effectué manuellement ou mécaniquement par la partie haute du touret de manière à éviter toutes détériorations de la fibre telles que : torsions, nœuds, écrasement, frottement sur le sol, sur les supports, ou tout autre obstacle.

Lors de l'opération de déroulage, il est impératif de respecter certaines distances avec les câbles d'énergie, par rapport au sol, par rapport aux voies de circulation (route, voie ferrée, chemin d'accès, etc...). Ces distances sont indiquées dans le guide des appuis communs.

Un mode opératoire décrivant précisément les opérations à effectuer doit être élaboré.

C.3.7.3 Réglage de la fibre

Le déroulage ayant été exécuté tronçon par tronçon. Un premier ancrage est réalisé à l'une des extrémités du tronçon.

Les flèches à respecter ainsi que la hauteur d'accrochage de la fibre sur le support, sont indiquées dans l'APD.

A l'autre extrémité du tronçon, le câble, est tendu conformément au tableau de pose indiqué sur les documents de l'APD (effort, flèche) soit par l'usage d'un Dynamomètre, soit celui de la « nivelette ».

- Dynamomètre : Le réglage s'effectue par lecture de l'effort de traction, résultant du tableau de pose indiqué sur les documents de l'APD. Cet effort s'applique au porteur, dans les conditions de température ambiante au moment des travaux (utilisation d'un thermomètre) ;
- Nivelette : le réglage s'effectue en mesurant la flèche sur la plus grande portée d'un tronçon selon les données du tableau de pose des documents de l'APD. On reporte, sur chaque support encadrant la portée, la valeur de la flèche à mesurer. On positionne une nivelette sur ces emplacements et on réalise, visuellement, l'alignement nivelette-câble/faisceau-nivelette, en tenant compte de la température ambiante, des distances à respecter (surplomb, voisinage, franchissement). La conformité de l'effort de traction, après réglage, est vérifiée visuellement, en contrôlant la verticalité des supports d'arrêt et d'angles.

Le deuxième ancrage est réalisé et mis en place.

La ligne est réglée, il est possible d'enlever le dispositif de traction. Il est alors nécessaire de laisser la ligne reposer sur les poulies de déroulage, afin qu'elle prenne sa position d'équilibre.

La mise sur pinces des supports d'alignements étant réalisée, le câble est retiré des poulies et fixé dans les pinces d'alignements. On retire ensuite les poulies de déroulage.

C.3.7.4 Boîtiers de protection des épissures

Mise en œuvre

- pour le montage du boîtier, RESPECTER la procédure éditée par le fabricant ;
- le plan de câblage pour les raccordements en ligne ou en dérivation présenté doit être suivi de rigueur ;
- le câble doit être dans l'alignement du boîtier d'épissures ;
- aucune contrainte ni rayon de courbure trop faible ne doivent apparaître sur les tubes contenant des fibres optiques ;
- respecter les rayons de courbures des fibres notamment dans les cassettes de lovage.

Étanchéité

- le joint doit être placé correctement sans torsion dans son logement ;
- surveiller avec attention le joint pendant la fermeture du boîtier ;

- inspecter attentivement tous les points critiques en matière d'étanchéité (joint, manchon thermo rétractable, valve de mise sous pression, ...).

C.3.7.5 Précautions d'installation de boîtier des câbles posés sur poteaux

Un boîtier de type BPE ou de PBO doit être nécessairement fixé sur un support vertical (poteau, façade, borne ou paroi d'une chambre) conformément aux instructions du fabricant.

Sur un poteau, les câbles aériens entrant ou sortant sont nécessairement ancrés sur ce même poteau par une pince d'ancrage (pince de suspension exclue). La partie du câble entre la pince d'ancrage et le boîtier n'est pas tendue. Généralement le câble pénètre dans le boîtier par le bas et forme une goutte d'eau (hors technique de piquage tendu).

Des conditions climatiques extrêmes peuvent conduire à une mise sous tension de l'âme du câble entre les deux pinces d'ancrages (phénomène de pistonage), ce qui peut conduire à la rupture des fibres dans les cassettes d'épissurage.

Pour éviter cela, pour chaque câble entrant ou sortant du boîtier, il est recommandé de réaliser un love de blocage de 4 tours au diamètre minimal de courbure statique du câble au plus près de la pince d'ancrage. Les 4 boucles de lovage permettent de solidariser l'âme et la gaine du câble par effet de corps de chasse. Ces loves n'ont pas vocation à être utilisés pour descendre le boîtier au sol et ne doivent en aucun cas être démontés lorsque le câble est soumis sur le canton à une tension supérieure à sa tension d'installation.

Le diamètre imposé par le gabarit sera inférieur à 300 mm et sa hauteur (si non circulaire) sera inférieure ou égale à 500 mm.

Le rayon de courbure doit respecter la règle : $R \geq$ rayon minimum statique du câble (généralement 10 x diamètre du câble) et ne pas dépasser le gabarit.

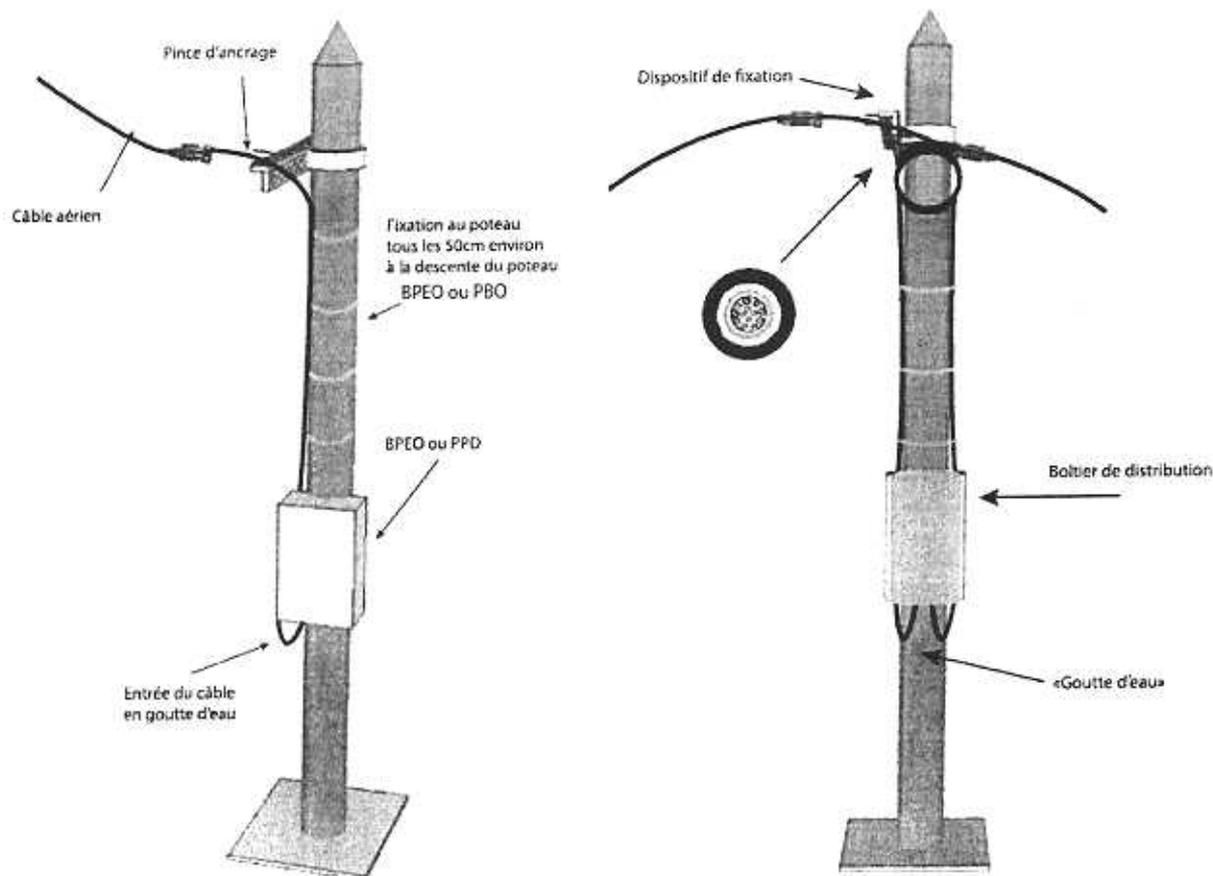


Figure C.12 ; Illustration de la fixation du boîtier et du foyage

C.3.7.6 Branchement en souterrain depuis un boîtier aérien

Une goulotte en forme de demi-lune protège le câble de branchement de la base du poteau jusqu'au boîtier ou sur une hauteur minimale de 2 m.

La goulotte (en PVC résistant aux UV, couleur gris, marron ou ivoire, et des modèles renforcés en métal) est fixée au poteau par des bandes de feillard en acier inoxydable.

C.3.7.7 Branchement mixte/souterrain

Le câble de branchement est arrimé sur la traverse télécom par une pince d'ancrage de branchement compatible avec le câble utilisé.

Le câble est maintenu sur le poteau par un ou plusieurs berceaux de descente, jusqu'à la goulotte qui assure la protection du câble jusqu'au sol. Dans la partie souterraine, le câble de branchement est protégé par un fourreau.

- vérification de l'état du pied du poteau (environnement, type de sol et sa stabilité) ;
- orientation des contraintes environnementales de l'appui (végétation, espace de stationnement et manœuvre pour la nacelle etc.) ;
- vérification du niveau de dégradation de l'appui (vandalisme, accidents) ;
- vérification de l'état des nappes existantes (état des traverses et/ou des rehausses, torsion, déformation) ;
- vérification de la nature des câblages existants (identification de tout détournement de l'infrastructure notamment en proximité logements particuliers) ;
- vérification de l'état des câblages existants (câbles dénudés, rongés, dégradés etc.) ;
- vérification des cerclages existants et de leur impact sur les câbles en verticalité (notamment sur la partie électrique) ;
- orientation des câblages existants et des flèches ;
- orientation de la base de l'appui (uniquement pour les appuis électriques rectangulaires) ;
- orientation de l'adductabilité (électrique et télécom) des logements alimentés par l'infrastructure aérienne ;
- vérification des distances minimales entre les nappes télécom existantes et les nappes optiques à venir ;
- vérification des distances minimales entre les nappes télécom existantes, les nappes optiques à venir et les nappes électriques ;
- vérification de l'état des remontées GC-APPUI (fourreaux bouchés et/ou saturés) ;
- vérification de l'état des demi-lunes de protection existantes (uniquement pour les remontées télécom. Sur les appuis électriques, l'écartement de la demi-lune électrique est à proscrire) ;
- autres vérifications structurantes pour la préservation des conditions de sécurité des intervenants et de l'infrastructure. Les intervenants sur ces contrôles doivent également vérifier la faisabilité visuelle des raccordements client à venir.

C.4.1.2 Après travaux

- vérification des fixations sur la traverse (pinces et supports) ;
- vérification de l'intégrité de l'appui après travaux ;
- vérification du chapeau de gendarme ;
- vérification des flèches après travaux ;
- vérification des cerclages existants et des nappes après l'installation de la nappe optique ;
- vérification de la conformité du cerclage (pas de cerclage sur les câbles en remonté) ;

- vérification du respect des règles de distance inter-nappe ;
- vérification de l'intégrité des nappes existantes après travaux ;
- vérification de la conformité de la flèche ;
- vérification de la hauteur des boîtiers (PBO entre 2m et 2,50m) ;
- vérification de la conformité des boucles des câbles qui sont en entrée et sortie des PBO ;
- vérification de l'étiquetage FO des boîtiers et des appuis ;
- présence des demi-lunes en montée et en descente vers les boîtiers ;
- vérification environnementale du site après travaux (dégradation tierces, traitement des déchets, modification des lieux et de la végétation).

En synthèse, le contrôle visuel est une analyse systématique et complémentaire aux calculs théoriques, qui permet l'identification des contraintes techniques et/ou sécuritaires avant et après travaux. L'Entreprise proposera un canevas de fiche de contrôle et de validation suite aux inspections visuelles.

C.4.2 Tests de continuité et mesures optiques

Les dispositifs optiques de mesures (OTDR, Photométrie) seront utilisés pour confirmer la continuité du réseau sur tous ses segments. Toutes les mesures de recettes sont effectuées avec des appareils de rétrodiffusion (OTDR). Afin d'éviter de détériorer le réseau à mesurer, il est important de vérifier la conformité du matériel utilisé et de veiller à inspecter la propreté des connecteurs (y compris les connecteurs des bobines amorces) avant de procéder aux contrôles par mesure. La procédure de conduites des mesures est identique à celle décrite dans le **Référentiel D**.

C.5 Documentation

La documentation qui doit être à disposition du Maître d'Œuvre (MOE) à l'issue de études sont :

Avant les travaux pour approbation et autorisations :

- l'Avant-Projet Sommaire (APS) ;
- l'Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- le Cahier de charges arrêté par le Bureau d'Études ;
- Le rapport d'Études environnementales et sociales (EIES).

Après les travaux :

- plan de recollement du réseau ;
- plan de câblage ;
- dossier des recettes optiques ;
- PV de réception.

D. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF AUX TRAVAUX DE CABLAGE POUR LA CONSTITUTION DES RESEAUX OPTIQUES

Introduction

Le but de ce document est de fournir un ensemble de règles qui visent à harmoniser les pratiques des travaux de câblage des réseaux optiques incluant pose, raccordement et campagne de test, tout en s'assurant du respect des normes, des règles de l'art, de la qualité et de la pérennité des réseaux déployés. Il comprend les sections décrivant :

- les conditions pour la réception des fournitures pour câblage ;
- la mise en œuvre technique de l'installation du câble ;
- les contrôles et tests pour la réception des travaux et la documentation.

Le présent référentiel est applicable aux types de réseau suivants :

- réseaux Backbone inter urbains ;
- réseaux métropolitains intra urbains ;
- réseaux d'accès (résidentiels et professionnels).

D.1 Étapes clés pour la constitution du câble

Au regard des tâches afférentes au câblage pour la mise en place d'un réseau fibre optique, on pourrait schématiser les étapes associées aux travaux de télécoms comme suit :

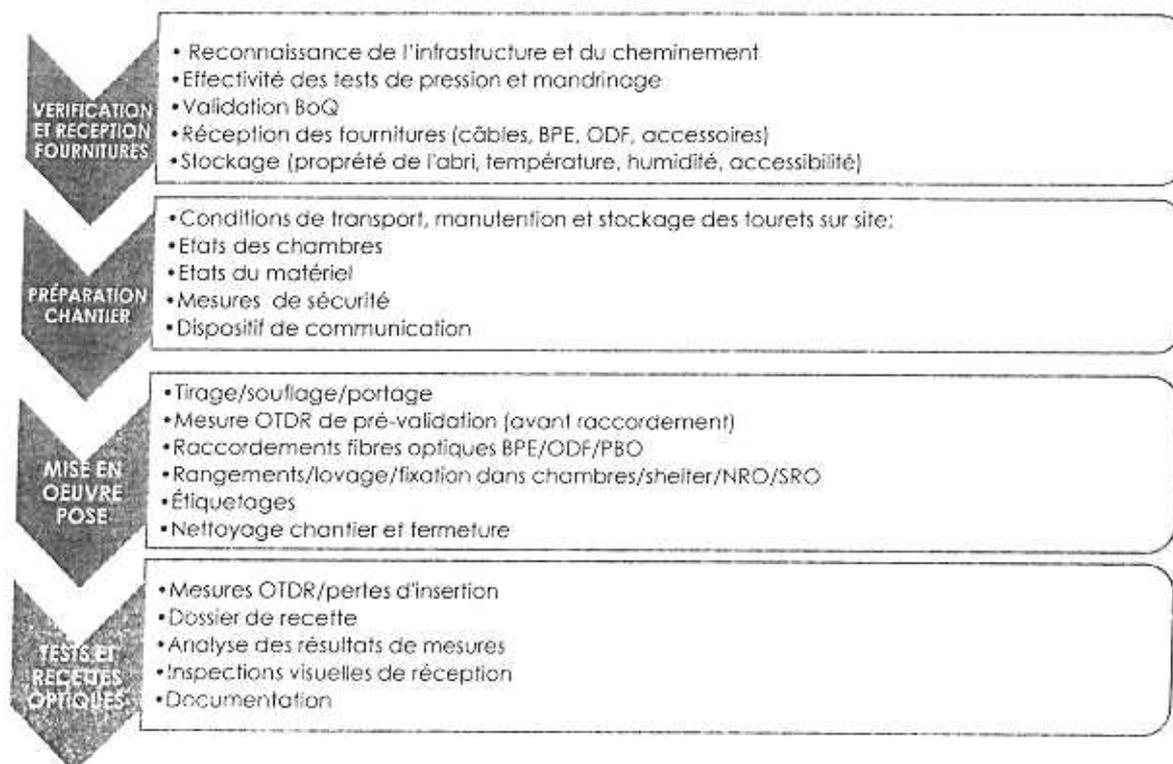


Figure D.1 : Étapes clés pour la constitution du câble

D.2 Réception des fournitures

Après validation de la fourniture, des caractéristiques du câble, BPE, ODF, PBO ainsi que des certificats nécessaires (conformité à la norme, d'origine, etc) et rapports de tests usine certifiés par un laboratoire international agréé, l'entreprise est autorisée à procéder au transport depuis le lieu de fabrication jusqu'à l'entrepôt.

Les conditions de stockage sont au préalable validées par le Maître d'Ouvrage.

A l'entrepôt, une opération de réception du câble est réalisée.

Elle consiste :

- à la vérification du bordereau de livraison selon le bordereau de quantité transmis ;
- à l'inspection visuelle des fournitures pour le câblage ;
- aux tests de câbles et mesures sur brins de fibre optiques ;
- à la production d'un bon d'utilisation qui exclut les fournitures défectueuses.

Des tests réflectométriques sont réalisés aux deux longueurs d'ondes (1310 nm et 1550 nm) sur un échantillon de 2 ou 3 brins de fibre optique pour chaque touret. Les brins sont tirés arbitrairement et sont dans des modules différents. Il s'agit de s'assurer que les câbles n'ont subi aucun dommage lors des différentes manutentions et transports depuis l'usine jusqu'à l'entrepôt.

Lors des tests de câbles à l'entrepôt, les tourets présentant des défauts optiques sont mis à l'écart.

Un PV est dressé pour cette réception.

D.3 Préparation de chantier

D.3.1 Transport, manutention et stockage des tourets

Les tourets validés sont transportés aux moyens de camions-grues ou des porte-chars. Dans ce dernier cas de figure, une fourchette mécanique est aussi convoyée sur le site de déchargement pour la manutention.

Les tourets sont transportés en position verticale, avec un calage approprié. Le déchargement se fait à l'aide de la grue du camion de transport ou tout autres moyens adaptés afin d'éviter les risques d'endommagement du touret et du câble.

Avant et après le déchargement, des inspections visuelles sont faites afin de s'assurer du bon état des tourets, des protections, de la couche extérieure de câble et des capotages étanches d'extrémité.

Le déplacement du touret est minutieusement effectué par roulage dans un sens n'entraînant pas le desserrement des spires.

Le site sur lequel le câble est mis en œuvre est préalablement nettoyé et débarrassé des éléments végétaux ou géologiques pouvant entraîner des dommages sur le câble.

Le stockage des tourets se fait sur un sol plat et stable, avec un calage convenable, à l'abri des risques d'agression extérieure et à une température respectant la plage admissible (en général -40 à +70 °C pour câbles à usage extérieur).

NOTE : Le câble ne doit pas être posé directement sur le sol dans le cas d'un love en « 8 » mais sur une bâche de protection.

D.3.2 Préparation de la chambre

- Les chambres devront être propres sans déblai ni résidu lié aux travaux ;
- Le fond de la chambre devra être dégagé, de manière à marcher au fond de la chambre sans risque (pour l'opérateur ou pour le câble) ;
- L'obturation des chambres doit être reconstituée autour des fourreaux ;

- Les tampons devront être remis en place en accord avec le type de chambre installé ;
- Les fourreaux dépasseront à l'intérieur de la chambre et seront coupés selon la longueur exigée (voir Référentiel A) ;
- Tous les fourreaux, utilisés ou non, seront bouchés à l'aide d'un obturateur ;
- Les fourreaux doivent rentrer dans la chambre à angle droit ;
- Les câbles seront lovés en position verticale sur une même grande face ;
- Le boîtier d'épissures sera placé en haut à une extrémité de la chambre sur la face opposée.

D.4 Installation du câble

D.4.1 Techniques d'installation

Les techniques d'installations d'un câble optique habituellement utilisées sont le tirage manuel, le soufflage à l'air (**Recommandation UIT-T L.156 (ex-L.57)**) et le flottage (**Recommandation UIT-T L.157 (ex-L.61)**).

Le tirage manuel est recommandé lorsque les dispositions des chambres le permettent, généralement dans les zones où la distance entre les chambres ne dépasse pas 500 m ou dans les conditions listées ci-dessous sous réserve d'approbation du Maître d'œuvre :

- changements de directions en milieux urbains où des chambres de tirages sont très proches les unes des autres en raison de la configuration du terrain ;
- les traversées de routes en milieux urbains avec des chambres de franchissements ;
- les traversées de cours d'eaux avec un dénivelé important ne permettant pas la pose du câble par soufflage.

La technique de soufflage est efficace lorsque la distance entre chambre de tirage ne dépasse 4 km. Dans le cas contraire, le flottage est recommandé dans le cas d'une conduite PEHD (NP6 ou NP10) de diamètre extérieur de 50 mm minimum.

Les recommandations UIT en vigueur sont respectées lors des opérations. Il en est de même pour les prescriptions techniques liées au type de câble.

D.4.2 Contraintes appliquées aux câbles

Les principales contraintes apportées aux câbles lors des opérations de mise en œuvre :

- **la traction**

La résistance d'un câble à la traction dépend de sa structure. L'effort de traction exercé sur le câble dépend du type de pose. Le tirage est le mode de pose le plus

contraignant, c'est pour cette raison qu'il faut utiliser un système enregistrant les forces de tractions et permettant la mise en place des seuils à ne pas dépasser.

- **la torsion**

Lors de la pose, il est nécessaire de vérifier que le câble ne subisse pas de torsions susceptibles de détériorer les tubes et les fibres contenues dans le câble. Les inscriptions sur la gaine du câble peuvent servir de témoins.

- **le pliage**

Lors de la pose du câble, il est important de vérifier le respect du rayon de courbure de telle sorte que le câble ne subisse pas de contraintes supérieures aux limites fixées par le fabricant. Une pliure même temporaire du câble peut avoir des conséquences sur les caractéristiques d'affaiblissement du câble. Pour dévider un touret de câbles, les spires doivent être prélevées par rotation en utilisant un dérouleur de câble. Dans les chambres de lovage l'installateur doit veiller à réaliser des boucles de love qui respectent le rayon de courbure du câble.

- **l'écrasement**

Pendant les opérations de pose, on apportera un soin particulier au stockage intermédiaire. Tout câble laissé en attente devra être protégé par un balisage approprié pour éviter qu'il ne soit écrasé par des objets, des personnes ou des véhicules.

- **Le Climat**

Les températures de pose seront limitées selon les spécifications du câblage, généralement comprises entre 0°C et + 45°C.

D.4.3 Matériels pour l'installation du câble

La liste minimale de matériels à la disposition de chaque équipe d'installateur est listée ci-dessus.

D.4.3.1 Tirage manuel

- 1 pick-up ;
- 1 Aiguille de tirage ;
- filin de mandrinage polyamide monofilament ;
- furet de mandrinage et compresseur pour les distances de plus de 300 m ;
- camion de transport de touret de câbles.

Dans le cas où l'Entreprise décide d'utiliser le treuil pour le tirage de câble, il doit répondre aux critères suivants :

- équipé de deux barres de stabilisation ;
- force de traction première couche : 500 DaN ;
- force de traction dernière couche : 350 DaN ;

- vitesse maximale première couche : 75m / minute ;
- vitesse maximale dernière couche : 40m / minute ;
- capacité du tambour : Cablette en acier de diamètre 4 mm et de longueur 1000 m.

D.4.3.2 Soufflage à l'air

- **Outillages principaux :**
 - ✓ compresseur d'air capable de délivrer une pression de 10 à 12 bars ;
 - ✓ machine d'insertion de câble, composant principal qui pousse le câble dans la conduite à l'aide d'air comprimé ;
 - ✓ support de tambour équipé de système de frein à disque sur l'axe du tambour et système de contrôle manuel de l'air comprimé.
- **Accessoires**
 - ✓ tête de soufflage, en une ou deux pièces ;
 - ✓ tube d'extension avec un joint ;
 - ✓ -lubrifiant contenu installé sur le soufflage-tête (lubrifiant: POLYMATER F) ;
 - ✓ 2 pistons spéciaux avec des segments de cuir (une avec un crochet monté) ;
 - ✓ boîte à outils complète comprenant des clés Allen (3, 4, 5, 6 mm), Cordon 3mm x 2,5 mètres de long (Joint étanchéité pour chambre de pressurisation), Pince 150mm, Tournevis plat 150mm, Aérosol M étaux 70-88 pour chaîne, Tendeur A/F 13x17mm, Cutteur, Graisse de Silicone, Colle Super Glue (Coller Joint étanchéité) ;

D.4.3.3 Flottage à l'air

Principaux éléments du système :

- pompe hydraulique;
- citerne d'eau;
- dispositif (chenillette) d'insertion du câble;
- dispositif de couplage jet d'eau/câble.

Un système de communication (liaison radio ou téléphone mobile) sera mis en œuvre entre les deux extrémités de l'installation. L'équipe dispose de tout outil de chantier pour accomplir les tâches.

D.4.4 Mise en œuvre

D.4.4.1 Dispositions générales pour le tirage

Avant la mise en œuvre des câbles, il convient de rappeler que les conduites avaient déjà subi les tests de pressions et de mandrinages nécessaires pour s'assurer qu'une

baisse de pression ou un aplatissement dû à un dommage sur les tubes ne mettra en mal l'opération de pose.

Les dispositions suivantes doivent être respectées pendant les manipulations pour la mise en place :

- s'assurer que la rotation du touret n'est pas entravée et exercer un contrôle/freinage approprié pour que le déroulement du câble (de préférence par le haut de la bobine) s'effectue de manière régulière, sans à-coups, ni desserrage des spires, ni formation de boucles ;
- s'assurer du respect, en tout point du parcours et à tout moment, des valeurs limites de traction et de courbure spécifiées pour le câble ;
- prévenir les risques de torsion, vrillage, chocs, compression, abrasion ou autres atteintes mécaniques indésirables ;
- effectuer les lovages nécessaires uniquement par la méthode de "lovage en 8", avec précautions (efforts, courbures, etc...) ;
- vérifier au cours du déroulage, et au passage aux points accessibles, l'absence de détérioration de la gaine extérieure susceptible de mettre en cause la barrière d'étanchéité du câble ;
- ménager les sur longueurs et recouvrements de câbles nécessaires aux raccordements ultérieurs.

À l'issue de la mise en place des câbles, les actions ci-après interviendront :

- vérification ou rétablissement des capotages étanches des extrémités laissées en attente de raccordement ou sur le touret ;
- vérification de l'intégrité du câble aux endroits accessibles et précautions sur les opérations de mise en place et réglage définitifs (résorption du mou, lovage en 8 sur des longueurs en attente), fixations ou protections complémentaires éventuelles aux points particuliers, étiquetage, etc.

Pendant et après la confection des raccordements, l'entreprise doit s'assurer/vérifier l'arrimage des éléments de renfort dans les boîtiers, la disposition et le lovage corrects des fibres et modules, l'étanchéité (si elle est prévue compte tenu de l'environnement) et la fixation des boîtiers.

À la fin du soufflage/tirage de câble, l'inspection finale doit être faite afin de s'assurer que tout le travail est terminé, que le lieu de travail a été laissé dans un état sûr et propre et que tous les matériaux de construction et les débris ont été enlevés.

D.4.4.2 Aiguillage - Vérification

Pour le cas où l'utilisation de fourreaux existants d'une infrastructure tierce, il pourra être demandé à l'entreprise de réaliser une opération d'aiguillage des fourreaux.

Cette prestation doit permettre de s'assurer de la faisabilité d'usage de ces fourreaux et de détecter, le cas échéant, les points de blocages du fourreau.

D.4.4.3 Sous tubage

Principalement dans le cadre d'utilisation d'une infrastructure tierce, un sous tubage d'un fourreau ou conduite existante peut s'avérer nécessaire.

D.4.4.4 Tirage Manuel

1. Aiguiller la conduite avec un filin de mandrinage polyamide mono filament de 3 mm. L'utilisation des filins métalliques est absolument proscrite.
2. Raccorder la corde à la chaussette de tirage en utilisant un émerillon.

Les chaussettes de câble doivent être d'une bonne taille et d'une bonne longueur pour fonctionner correctement.

Aucun fil galvanisé ou corde de traction en acier ne doit être utilisé dans aucune opération de traction au risque d'endommager les conduits et d'être coupé durant l'opération.

Pendant le tirage :

- le câble doit être déroulé en douceur et en continu à partir du touret de câble ;
- le lubrifiant de câble comme « Poly-eau » doit être utilisé.

Si le câble ne peut être tiré directement sur le touret, le dispositif en « 8 » sera utilisé. Dans ce cas, il faut :

- faire passer le câble à la main dans la chambre par l'extrémité et ne pas dépasser le rayon de courbure minimum, le rayon minimal recommandé est de 12 x le diamètre extérieur du câble ;
- placer du personnel à toutes les chambres intermédiaires pour guider le câble et faciliter le processus de tirage ;
- prendre soin de ne pas entrelacer le câble autour d'autres conduits intérieurs dans les chambres intermédiaires.

Dans le cas de l'utilisation d'un treuil, l'opération de tirage doit être contrôlée pour surveiller:

- l'effort en continu, il s'agit de l'effort de traction exercé en tête de câble de manière continu pendant l'opération ;
- l'effort de décollage, c'est-à-dire l'effort maximal exercé au démarrage ou à la reprise de l'opération ;
- l'effort de traction est généralement de 220daN en continu et de 270daN en reprise.

Pour les longueurs inférieures à 1000m, l'utilisation d'un treuil équipé d'un système enregistrant les forces de traction et limitant les seuils à ne pas dépasser est indispensable.

Pour les longueurs supérieures à 1000m, il faut utiliser le même système de treuil avec enregistrement des forces et limitation des seuils et prévoir également des entraîneurs mécaniques intermédiaires dès que la valeur de seuil risque d'être dépassée.

D.4.4.5 Soufflage à l'air

Les opérations à réaliser pour le soufflage à l'air sont décrites dans la **Recommandation UIT-T L.156 (ex-L.57)** de même que les précautions à prendre.

Dans le cas d'une installation de micro câbles dans des micro-conduits, les considérations détaillées précédemment, doivent être prises en compte. Dans ce cas, le diamètre des câbles et des conduits sera généralement plus petit. Les caractéristiques des conduits, des matériaux et des propriétés peuvent être différentes. Les machines de soufflage peuvent également être différentes, mais les précautions et le processus d'installation seront similaires à ceux décrits précédemment. D'autres critères pour l'installation de micro-conduits et de micro câbles sont fournis dans [IEC60794-5-10] et [IEC 60794-5-20].

D.4.4.6 Flottage

Les opérations à réaliser pour le flottage à l'aide d'eau sont décrites dans la **Recommandation UIT-T L.157 (ex-L.61)** de même que les précautions à prendre.

Des variantes sont possibles en fonction des caractéristiques des conduites et du câble à installer.

D.4.4.7 Pose de câbles multiples

Lors de la pose d'un second ou d'un troisième câble dans un même fourreau, il est préconisé que le diamètre du nouveau câble soit supérieur au diamètre du premier ; Il est aussi recommandé que l'addition des diamètres des deux câbles ne dépasse pas 70% du diamètre intérieur du fourreau.

Si ces conditions sont remplies, il est possible d'atteindre avec le second câble la moitié de la distance atteinte avec le premier câble.

Lors de la pose simultanée de deux câbles, ceux-ci se comportent comme un seul câble et la distance maximal de câble n'est pas réduite.

D.4.4.8 Finitions de l'installation

Installation des obturateurs

Les obturateurs pour fourreau sont installés pour fermer l'extrémité ouverte du fourreau afin que l'humidité, la saleté et la poussière ne pénètrent pas à l'intérieur.

Les obturateurs pour fourreau occupé sont installés pour fermer l'extrémité du fourreau après l'installation d'un câble afin que l'humidité, la saleté et la poussière ne pénètrent pas à l'intérieur.

Pose de câble en chambre

Les rayons de courbure des câbles indiqués par le fabricant (environ 15x le diamètre) sont respectés dans cette partie de pose de mou de câbles dans la chambre. Le câble ne doit pas être mis en contrainte par un appui sur une des faces de la chambre.

Les longueurs de mous sont indiquées (2 x 15 m pour les chambres de raccordement, 1 x 30 m pour les chambres de tirage).

Les loves seront fixés à la paroi en quatre points (haut, bas, droite et gauche).

Pour les chambres de raccordements, en partant des fourreaux et après le premier tour de lovage, les câbles seront fixés ensemble avec un collier tous les mètres (jusqu'au boîtier d'épissures) de manière à lover un seul élément.

Les câbles seront lovés en « 8 » ou en rond selon l'espace disponible.

Le niveau « haut » (sommet) des loves sera situé au minimum deux centimètres en dessous de la grille de protection.

Mesure de pré validation

Avant de procéder aux raccordements des brins de fibre optiques, des mesures OTDR à la longueur d'onde de 1550 nm sont réalisées sur un échantillon de 2 à 3 brins de micro modules différents du câble afin de s'assurer que le câble n'a subi aucun dommage pendant la pose.

D.4.5 Raccordement de fibres optiques

D.4.5.1 Épissures de fibres optiques

Les épissures sont réalisées selon le plan de câblage validé par le Maître d'Ouvrage.

Préparation des équipements

Les principaux travaux de préparation des équipements pour la connexion du câble optique sont les suivantes :

- vérification de la machine d'épissure de fibre optique et en ajustant les paramètres de raccordement par fusion ;
- vérification du réflectomètre qui fonctionne comme un compteur de surveillance et règle les paramètres ;
- contrôle des boîtiers d'épissures pour le raccordement du câble optique : assemblage, vérification de la performance d'étanchéité, fermeture, etc ;
- préparation à la fois des outils et équipements pour le raccordement des câbles optiques.

Étapes de mise en œuvre

Les étapes des raccordements du câble optique et installation de boîtiers d'épissure sont les suivants :

- vérifier les types des deux extrémités du câble optique à la jointure et l'enregistrement de la marque de longueur de câble optique ;
- nettoyer les extrémités de câble optique à coller et laisser une longueur appropriée à ces extrémités de câble ;
- utiliser des outils professionnels pour couper des câbles, retirez la gaine du câble et de nettoyer le composé remplissant le câble ;
- contrôler et numéroter la gaine en vrac de la fibre optique des deux extrémités et utiliser des outils professionnels pour enlever la gaine en vrac et nettoyer le brin de la fibre optique ;
- installer le boîtier pour le raccordement du câble optique, la fixation des extrémités de câbles optiques au boîtier et mettre la fibre optique en excès dans le bac pour la collecte de fibres selon les recommandations associées ;
- finaliser l'épissure de fusion de fibres optiques en fonction de leur nombre, en utilisant des outils professionnels pour nettoyer fibre optique, bander et couper la fibre optique, et raccorder la fibre optique. Chaque fibre optique épissurée est évaluée en testant la perte d'épissure, qui est nécessaire pour concorder avec les normes de la technique, suivi par la protection de joint de la fibre par tuyau thermo rétractable ;
- mettre le tube thermo rétractable de fibre optique dans le bac pour la collecte de fibres, en testant la perte conjointe de la fibre optique à nouveau et l'enregistrement des résultats ;
- emballer le boîtier de jonction après l'achèvement de l'ensemble de l'épissurage de fibres optiques ;
- vérifier la performance d'étanchéité du boîtier, la fixation du câble redondant à un endroit approprié à la fois dans la boîte de jonction et regard ;
- protéger les deux extrémités du câble optique et l'installation de la marque sur la fermeture de la jonction.

Boîtier de protections d'épissures

- le câble doit être solidaire du boîtier d'épissures ;
- les fibres optiques sont épissurées entre elles en accord avec le plan d'épissurage par fusions thermiques et protégées par des manchons thermo rétractables (SMOUV) de longueur 60 fixés sur les cassettes en deux couches, l'organisation des fibres se fera en ordre croissant de la première couche vers la deuxième couche et de gauche à droite ;
- sur l'ensemble de leurs parcours, les fibres optiques ont un rayon de courbure toujours supérieur à 30 mm ;
- chaque cassette d'épissurage doit permettre le stockage d'une sur-longueur de fibres optiques supérieure à 800 mm. Un accès facile à chacune des fibres

optiques et une manipulation aisée pour permettre de réaliser des ré interventions sur une épissure ;

- Pour le montage du boîtier, l'entreprise doit respecter la procédure éditée par le fabricant ;
- le câble doit être dans l'alignement du boîtier d'épissures ;
- aucune contrainte ni rayon de courbure trop faible ne doivent apparaître sur les tubes contenant des fibres optiques ;
- les rayons de courbures des fibres notamment dans les cassettes de lovage doivent être respectés ;
- Pour une bonne mise en œuvre de l'étanchéité :
 - ✓ placer le joint correctement sans torsion dans son logement ;
 - ✓ surveiller avec attention le joint pendant la fermeture du boîtier ;
 - ✓ inspecter attentivement tous les points critiques en matière d'étanchéité (joint, manchon thermo rétractable) ;
 - ✓ injecter de l'air d'une pression d'environ 1 bar dans le boîtier.

D.4.5.2 Raccordement des fibres optiques sur les pigtaïls

Les fibres optiques sont raccordées aux pigtaïls par fusions thermique et protégées par des manchons thermo rétractables (SMOUV) de longueur 60 ou 45 mm fixés sur les cassettes en deux couches. L'organisation des fibres se fera en ordre croissant de la première couche vers la deuxième couche et de gauche à droite.

Sur l'ensemble de leurs parcours, les fibres optiques ont un rayon de courbure toujours supérieur à 30 mm.

Chaque cassette d'épissurage doit permettre le stockage d'une sur-longueur de fibres optiques supérieure à 800 mm. Un accès facile à chacune des fibres optiques et une manipulation aisée pour permettre de réaliser des ré interventions sur une épissure.

Dans l'interface d'épissurage, les pigtaïls sont maintenues mécaniquement. Les sur-longueurs de fibres stockées dans les interfaces d'épissurage ne doivent pas être affectées par une intervention sur les demi-jarretières optiques.

L'intervention sur l'une quelconque des fibres optiques doit être possible sans enregistrer d'effets transitoires sur les autres circuits installés.

Tous les brins du câble doivent être terminés et repris dans ou à l'arrière de la tête de câble « ODF » suivant le cheminant préétabli. Ensuite ils seront étiquetés brin par brin pour faciliter leur repérage lors des interventions futures. Dans l'éventualité de piquages en lignes, il sera indispensable d'adjoindre de nouvelles étiquettes pour les nouveaux câbles.

D.4.6 Étiquetages

D.4.6.1 Identification des câbles dans la chambre

Les câbles seront individuellement identifiés dans chaque chambre, à chaque BPE, à chaque changement d'infrastructure et dans les sites au niveau de l'entrée de câbles et à l'ODF.

- Maître d'ouvrage (MO) : XXXX
- Nom du Projet : XXXX (facultatif)
- Date : Année/Mois
- Type de câble & Nombre de brins : G65X.Y NN
- O (Origine): xxxx :
- E (Extrémité): xxxx
- PK xxx

D.4.6.2 Identification des BPE

Les boîtiers de protection d'épissure seront individuellement identifiés.

- Maître d'ouvrage (MO): XXXX
- Nom du Projet: XXXX (facultatif)
- Date : Année/Mois
- Capacité FO : NN
- PK xxx

D.4.6.3 Identification de l'ODF

Les ODF seront individuellement identifiés.

- Maître d'ouvrage (MO): XXXX
- Nom du Projet: XXXXX (facultatif)
- Date: Année / Mois
- Type de câble: XXXXX

D.5 Contrôle et recettes optiques

D.5.1 Opérations de contrôle

Les opérations de contrôle permettent de valider la conformité de travaux réalisés. Le contrôle et la réception vont se dérouler en plusieurs étapes suivantes :

- contrôle et validation de l'organisation du chantier selon les procédures et précautions décrites ci-dessus ;

L'entreprise fournira les bilans de liaison théorique afin de pouvoir les comparer avec les mesures réelles.

Pour les réseaux longues distances, les mesures de la dispersion chromatique (CD) et de la dispersion des modes de polarisation (PMD) sont nécessaires.

Les mesures se feront dans les deux sens à la longueur d'onde de 1550 nm.

D.5.2.3 Constitution du dossier de recette

Le dossier de recette comprend au moins les sections suivantes :

- page de garde mentionnant les références du projet, de la liaison et une synthèse des résultats des mesures qui seront effectuées ;
- rappel des paramètres de la fibre optique et les seuils d'acceptation des valeurs de mesures ;
- les équipements à utiliser pour la mesure ;
- le synoptique optique de liaison mentionnant les distances intersites, inter-chambres, les positions et l'identifications des BPE, etc ;
- bilan de la liaison (mesures par pertes d'insertion) ;
- affaiblissements linéiques ou pentes ;
- affaiblissements aux joints.

Les résultats suivants sont à reporter dans le tableau pour chaque fibre.

Courbes réflectométriques

Toutes les courbes réflectométriques seront fournies sous format informatique et papier.

Elles comporteront les indications suivantes :

- origine – extrémité, sens ;
- nom du câble, numéro de la fibre ;
- longueur d'onde, indice de réfraction.

Les résultats à 1310 nm, 1550 nm ou toute autre longueur d'onde d'intérêt souhaité par le Maître d'Ouvrage.

Les performances optiques à suivre i.e. les seuils d'alarmes correspondant aux valeurs qui ne doivent pas être dépassées sont:

Les performances optiques à suivre sont (exemple d'un câble G.652D):

Tableau D.3 : Pentes

Performances optiques	Max 1310nm	à	Max 1550nm	à
Atténuation linéique moyenne entre deux épissures	0,33 dB/km		0,22 dB/km	
Atténuation linéique moyenne entre deux sites	0,35 dB/km		0,24 dB/km	

L'atténuation linéique mesurée n'est significative que si la longueur du tronçon mesurée est supérieure à un Kilomètre.

Bilan de liaison

Mesure par insertion dans les deux sens à 1310nm et 1550nm.

Les résultats suivants sont à reporter dans le tableau pour chaque fibre :

- bilan dans le sens O→E ;
- bilan dans le sens E→O ;
- moyenne des deux bilans.

Les résultats des mesures de photométrie sont à comparer avec l'affaiblissement théorique d'une liaison calculé comme suit :

- les valeurs doivent être dans la plage admissible pour la fibre G.652.D.

$$a_{\text{théorique}} = a_L \times L + a_e \times N_e + a_c \times (N_c - 1)$$

Tableau D.4 : Bilan de liaison

		Valeur théorique à 1310 nm	Valeur théorique à 1550 nm
a_L	affaiblissement linéique en dB/km	0,35 dB/km	0,22 dB/km
L	longueur du tronçon à mesurer en km	xxx	xxx
a_e	affaiblissement maximum d'une épissure	0,10 dB	0,10 dB
N_e	nombre d'épissures total du tronçon	xxx	xxx
a_c	affaiblissement maximum 1/2 connecteur	0,40 dB	0,40 dB
N_c	nombre total de connecteurs	xxx	xxx

- les valeurs mesurées à 1310 et 1550nm ne doivent pas être supérieures à la valeur calculée de plus d'un (1) dB.
- la différence d'atténuation suivant le sens de mesure ne doit pas dépasser un (1) dB.

D.5.3 Analyse des résultats des mesures

L'analyse de L'entreprise sur les résultats des mesures comprend :

- l'interprétation des traces réflectométriques par rapport aux exigences prédéfinies de l'opérateur concernant la régularité des traces ;
- la correction éventuelle par des mesures manuelles sur les valeurs non pertinentes identifiées sur certains événements ;
- la comparaison des résultats issus du dossier technique de recette par rapport aux valeurs admissibles.

D.6 Réception de câblage

D.6.1 Démarrage

Quand l'entreprise achèvera les travaux de câblage, elle procédera à des pré-tests de câbles et devra soumettre au Maître d'Ouvrage un dossier de réception (dossier de recette) ainsi que l'impression des traces et ce en vue de leur vérification avant le démarrage de la réception de câblage.

Les traces doivent contenir, en vue de leur vérification, les éléments suivants :

- Le nom du fichier de trace qui doit être sous la forme : origine_extremité_N° fibre_longueur d'onde_sens de mesure ;
- la longueur d'onde utilisée, au moins des tests à 1310 nm et 1550 nm seront effectués par l'entreprise ;
- l'indice de réfraction qui doit être conforme à l'indice de réfraction présenté par le constructeur de câble ;
- le sens de mesure ;
- le fichier modèle utilisé (template).

L'entreprise fournira l'attestation de calibrage des appareils de mesure.

D.6.2 Vérification visuelle

Tous les moyens humains et matériels nécessaires pour la réception sont à la charge de l'entreprise.

Le personnel mandaté par le Maître d'Ouvrage procédera à la vérification visuelle de la pose du câble. Ci-après une liste non exhaustive des vérifications à effectuer

- aspect visuel du câble : le câble ne doit pas présenter des dommages ;

- cheminement et fixation des câbles dans les chambres : le câble doit être enroulé (en respectant le rayon de courbure du câble) et fixé au mur de la chambre ;
- protection du câble : dans une chambre existante ou dans l'entrée de central ou de Shelter, le câble doit être protégé par un tube coflex (tube gorge). S'assurer aussi qu'il ne va pas être endommagé par une utilisation normale de la chambre ;
- vérification de la quantité de mou dans les chambres ;
- étiquetage : l'entreprise présentera une liste d'étiquetage des câbles installés. La cohérence entre la liste fournie et l'étiquetage des câbles sera vérifiée lors de la réception. Aucune divergence n'est acceptée. L'étiquetage sur les câbles se fera de chaque côté de masque de chambre. L'étiquetage sur les boîtiers d'épissures se fera sur les câbles à l'entrée du boîtier et sur le boîtier lui-même ;
- fixation des boîtiers d'épissures : Les boîtiers doivent être fixés au mur de la chambre ;
- test de pression des boîtiers : L'entreprise doit présenter une procédure de test de l'étanchéité des boîtiers d'épissures présentés ;
- vérification de l'installation des bouchons pour les tubes vides et des bouchons spécifiques ou mousse polyuréthane pour les tubes contenant les câbles.

D.6.3 Test des câbles

L'équipe de l'entreprise est tenue d'utiliser le même fichier modèle (Template) que celui utilisé dans les pré-tests pour l'élaboration du dossier de réception.

Le personnel mandaté par le Maître d'Ouvrage procédera aux vérifications suivantes:

- longueur d'onde utilisée ;
- l'indice de réfraction : doit être le même que celui présenté par le constructeur du câble ;
- la pulsation : choix dépendant de la longueur du câble ;
- résolution : il faudra choisir le mode automatique qui donne la meilleure résolution ;
- le temps d'acquisition ne doit pas être inférieur à 30 s, le temps d'une minute est recommandé, ce temps doit rester le même pour toutes les longueurs d'ondes utilisées ;
- vérifier que la bobine d'amorçage a été prise en compte pour avoir l'affaiblissement des connecteurs. la bobine d'amorçage utilisée doit être la même que celle utilisée pour faire les pré-tests ;
- les seuils d'alarmes sont bien indiqués.

Les seuils d'alarmes doivent être conformes aux valeurs ci-dessus relatives aux performances optiques.

Le personnel mandaté par Maître d'ouvrage procédera à un test par sondage aléatoire portant sur un minimum de 20 % des fibres.

Il procédera à la comparaison des valeurs d'affaiblissement des fibres entre les valeurs prise en pré-tests et les valeurs prises le jour de la réception. La comparaison ne doit pas sortir des différences significatives entre les différentes valeurs.

A la fin des travaux de réception de câblage, il sera procédé à la vérification de l'installation du film polyane pour la protection des chambres. Pour éviter la destruction du film pendant la vérification, il faudra coordonner les équipes pour installer le film en présence du représentant du Maître d'ouvrage.

L'entreprise mettra à disposition les moyens nécessaires pour réussir cette opération.

D.7 Spécificités réseaux FTTx

D.7.1 Travaux de câblage au niveau NRO

Toutes les fibres des câbles de transport sont à raccorder dans les baies optiques terminales (armoire optique simple ou double face de tiroirs et cassette)

Ces Armoires optiques doivent permettre à tout intervenant de respecter les rayons de courbure des fibres et cordons, et pour respecter cette exigence les têtes doivent être équipées de chemins guides fibres ou organiseurs.

L'installation des câbles de transport devra comprendre les prestations suivantes :

- gestion des arrivées de câbles : Arrivées des câbles latéralement ou à l'arrière des têtes ;
- identification des câbles ;
- amarrage des câbles ;
- gestion des brassages : identification des câbles par étiquetage de la tête ;
- identification des connecteurs en face avant par numérotation ;
- éclatement des câbles 720 en modules – pose de l'éclateur ;
- décaissage des têtes de câbles ;
- dégagement aisé des départs de cordons sur le devant des têtes lors de l'utilisation ;
- gestion des sur longueurs par goulotte latérale de protection et guidage ;
- protection au moyen de tube ICT fendu et souple ;
- sécurisation de l'ensemble ;
- l'épanouissement et le raccordement des fibres ;
- identification des fibres ;
- protection et lovage des fibres dans les cassettes ;
- épissures des fibres sur les pigtaills ;
- protection des points d'épissure ;

- installation des corps de traversée optique, en face avant pour brassage ;
- guidage des pigtails et connections aux corps de traversée optique ;
- nettoyage des férules des corps de traversée optique.

D.7.2 Pose et raccordement des PBO

Le PBO est le dernier point d'accès au réseau avant la pénétration de la fibre optique chez le client.

Fonctionnellement on peut distinguer deux types de PBO :

- le PBO terminal : le câble de distribution s'y arrête, les seuls câbles en aval sont ceux nécessaires aux raccordements des clients finaux ;
- le PBO intermédiaire : outre les câbles nécessaires aux raccordements des clients finaux le câble de distribution nécessaire à l'alimentation d'un ou de plusieurs PBO situés en aval de celui-ci part également de ce point.

Le montage du PBO incluant la préparation et l'installation des câbles devra être en tout point conforme aux spécifications et conseils fournis par le fabricant du PBO concerné.

Remarque : On ne peut pas utiliser partiellement un tube dans un PBO pour en extraire des fibres non utilisées pour un PBO situé en aval. Dans le cas où un tube n'est pas entièrement utilisé, il sera étudié la possibilité de les mettre en œuvre pour des raccordements même avec une distance plus longue et si possible de réduire le nombre de PBO.

Pour les PBO « intermédiaires » pour lesquels est réalisé un piquage de 1 ou 2 tubes, les autres fibres seront stockées dans la zone prévue à cet effet dans le PBO.

D.7.3 Tests de mesures optiques

Toutes les mesures sont effectuées avec des appareils de rétrodiffusion (OTDR).

Compte tenu de la structure du FTTx, les tests de réflectométrie sont à réaliser en deux parties distinctes, sur le segment transport optique (NRO - SRO) et sur le segment de distribution optique (SRO - PBO).

Les mesures sont réalisées avec une largeur d'impulsion adaptée à la longueur de la liaison : typiquement entre 20 et 100 ns pour une longueur de fibre comprise entre 2 et 10 km. Dans le cas d'un bouclage (à l'aide d'une bobine amorcée), la largeur d'impulsion est inférieure à 300 ns.

D.7.3.1 Segment de transport optique (NRO - SRO)

Les mesures NRO-SRO, segment transport, sont réalisées à partir des têtes de câbles du NRO et du SRO. Toutes les fibres sont mesurées aux deux longueurs d'onde 1310 nm et 1550 nm dans les deux sens de transmission.

Une bobine amorce (G657.B6/A2 ou type fibre installée) de longueur suffisante (typiquement 500 m) est insérée avant la mesure à chaque extrémité.

D'un point de vue opérationnel, il est recommandé de boucler la bobine amorce entre deux connecteurs du SRO, afin d'éviter le déplacement du réflectomètre.

D.7.3.2 Segment de distribution optique (SRO - PBO)

Sur le segment de distribution, plusieurs cas peuvent se présenter :

- PBO déjà posé : mesure entre SRO et PBO ;
- PBO non encore posé : mesure entre le SRO et les fibres en attente dans le BPE (boîtier de protection et d'épissures précédent le PBO) ;
- dans le cas d'immeubles déjà équipés en fibre optique (câblage vertical effectué), la mesure du segment de distribution est réalisée entre le SRO et le boîtier de pied d'immeuble.

Ces mesures sont réalisées dans un seul sens en partant de la tête de câble du SRO à une seule longueur d'onde 1550 nm au niveau du SRO (à condition que les fibres optiques soient toutes du même type). Une bobine d'insertion (typiquement 500 m) est placée à l'extrémité des fibres à mesurer.

NOTE : L'ensemble des procédures de test est décrit par la norme NF EN 61280-4-2, ainsi que le guide associé UTE C15-960.

D.7.3.3 Raccordement : la distribution PBO - DTIo

100% des liens seront testés à l'aide d'un localisateur de défaut.

Des mesures plus précises, par réflectométrie, peuvent être réalisées dans les conditions suivantes : par prélèvement sur 10% des liens dont le DTIo le plus proche et le DTIo le plus éloigné du PR.

Les mesures doivent être natives de l'équipement de test (traçabilité native) et les mesures doivent être réalisées :

- conformément au niveau 2 (photomètre) du guide UTE C 15-960, chapitre 8-2-3 ;
- ou conformément au niveau 3 (réflectomètre – mesure unidirectionnelle) du même guide, pour s'assurer de la pérennité de l'installation et mettre en évidence les contraintes aux courbures.

D.7.3.4 Livrables

Le segment NRO – SRO

Le dossier des mesures optiques sur le segment transport optique entre le NRO et le SRO est constitué de :

- un tableau de synthèse permettant de regrouper sur un seul document mentionnant au minimum les informations suivantes :

- ✓ le code du NRO ;
 - ✓ le code du SRO ;
 - ✓ le numéro de fibre ;
 - ✓ la position sur la tête de câble au niveau du RTO ;
 - ✓ la longueur de fibre ;
 - ✓ l'affaiblissement total du lien dans les 2 sens ainsi que la moyenne des deux valeurs ;
 - ✓ les valeurs d'affaiblissement et de réflectance des connecteurs dans les 2 sens ainsi que la moyenne entre les deux valeurs pour l'affaiblissement de chaque connecteur. L'écart entre les valeurs mesurées à 1310 et 1550 doit également être mentionné ;
 - ✓ la position et la valeur d'affaiblissement des épissures dans les 2 sens ainsi que la moyenne des deux valeurs pour chaque évènement. L'écart entre les valeurs mesurées à 1310 et 1550 doit également être mentionné.
- la moyenne des valeurs moyennes de perte de tous les connecteurs et de toutes les épissures mesurées par tête de câble.
 - une synoptique précisant les différents évènements de la liaison et les distance entre ces évènements.
 - pour chaque mesure, sauvegarder la trace et les paramètres d'acquisition.

Le segment SRO - PBO

Compte tenu du volume des fibres à mesurer sur le segment de distribution, le dossier des mesures optiques est simplifié, les principaux paramètres à fournir sont :

- un tableau de synthèse regroupant toutes les fibres par SRO, de préférence sur un seul document, qui mentionne au minimum les informations suivantes:
 - ✓ le code du SRO ;
 - ✓ le code du PBO ;
 - ✓ le numéro de fibre ;
 - ✓ la position sur le SRO ;
 - ✓ la longueur d'onde de test ;
 - ✓ le sens de la mesure ;
 - ✓ les valeurs d'affaiblissement et de réflectance du connecteur SRO ;
 - ✓ l'affaiblissement total du lien ;
 - ✓ la longueur de chaque fibre ;
 - ✓ la position et la valeur d'affaiblissement des épissures.
- la moyenne des valeurs moyennes de pertes de tous les connecteurs et de toutes les épissures mesurées par tête de câble.
- pour chaque mesure, sauvegarder la trace et les paramètres d'acquisition.

D.8 Documentation

D.8.1 Rapports d'avancements des travaux

L'entreprise produira régulièrement des rapports d'avancement (hebdomadaire, mensuel, trimestriel, semestriel, annuel) qui seront validés conjointement avec le Maître d'ouvrage ou son représentant. Ces rapports comprennent une mise à jour du planning et une feuille d'attachement, les quantitatifs des travaux réellement effectués durant la période, les quantités de prestations à facturer pour la période considérée.

Ces rapports feront apparaître toute modification validée durant l'exécution des travaux.

D.8.2 Documents d'achèvement

A la fin des travaux d'exécution et après la réception technique des travaux, l'entreprise remettra au Maître d'Ouvrage les documents suivants au format approuvé:

- le dossier de recette ;
- les diagrammes finaux de longueur des fibres optiques et physiques dans chacune des boîtes d'épissures et ODF ;
- le bordereau final de quantités et de prix ;
- le plan d'occupation des alvéoles ;

A la réception des travaux, le fournisseur remettra une documentation détaillée des équipements/fournitures installés (manuels). Cette documentation peut faire l'objet de réserve sur les travaux à un niveau équivalent à un défaut technique sur le chantier.

Il est à noter que cette documentation fait partie intégrante de la fourniture et devra être disponible lors de la réception technique. Elle sera rédigée en français et présentée de manière à permettre l'exploitation aisée du système ainsi que sa maintenance.

**E. RÉFÉRENTIEL TECHNIQUE RELATIF A LA MUTUALISATION
TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT ET
DEPLOIEMENT DE RÉSEAUX PASSIFS FIBRES OPTIQUES**

Introduction

Les infrastructures de communications électroniques et les infrastructures de transport utilisent, ensemble, le domaine public réservé à la route conformément au décret n°2000-268/PRES/PM/MIHU portant définition et réglementation du réseau routier national au Burkina Faso.

Toutefois, l'absence de mutualisation de ces travaux contribue à renchérir les coûts de réalisation de ces infrastructures soit par le déplacement de réseaux de télécoms et soit par la prise en compte de dispositions particulières en vue de préserver les routes, voiries et ouvrages d'art traversés. La répétition des interventions de travaux de génie civil sur le domaine public qui en découle est une véritable préoccupation qui impose de fait le partage d'infrastructures de réseaux, la mutualisation ou la cohabitation. Dans un pays où les ressources financières sont limitées il est extrêmement important de mutualiser ces travaux en vue d'une efficacité, d'une cohérence et d'une harmonisation dans les investissements.

Les prérequis nécessaires aux déploiements de réseaux de communications électroniques en mutualisation / cohabitation sont liés à la mise en place de règles précises ayant pour objet de définir les conditions de construction et d'exploitation des réseaux d'infrastructures.

Le présent référentiel complète les Référentiels techniques A,B et C en fournissant les conditions nécessaires pour une mutualisation des études et travaux d'infrastructures pour fibre optique avec celles des infrastructures routières, voiries et autres réseaux divers. Il permet de retenir l'étape appropriée pour l'inclusion des éléments constitutifs des infrastructures pour fibre optique pendant les études et le démarrage des poses pendant les grands travaux de construction des ouvrages primaires.

Dans ce document sont présentées des recommandations techniques pour la mutualisation des travaux de voirie, de routes et d'ouvrages d'art avec le déploiement du réseau passif pour fibre optique (ouvertures des tranchées, pose des conduites PEHD, fermeture et remblayage de tranchées, construction et pose de chambres en béton).

Ces recommandations devront être intégrées dans les Termes de référence pour les cabinets d'études et aussi dans les cahiers de charges des entreprises qui vont réaliser les travaux.

- le recueil des données auprès des sociétés de télécoms (SONABEL, SITARAIL, ONATEL, ORANGE, TELECEL, ANPTIC, ONEA, toute autre concessionnaire de réseau, etc.) ;
- l'identification de la position approximative, l'appartenance et l'année de réalisation des réseaux divers (Eau, Téléphone, Électricité, fibre optique, autres réseaux télécoms, etc.) et leur état de fonctionnement.

Cette phase de reconnaissance de site permettrait l'identification des réseaux existants en vue de leur prise en compte dans le projet de développement des infrastructures de communications électroniques dont les études doivent être réalisées.

E.1.3 2ème phase : Phase d'avant-projet sommaire

Les termes de référence pour les études d'ingénierie sont fusionnés car ils sont similaires et compatibles.

Il s'agira des études de reconnaissance préliminaire du tracé de la route (ou de la voirie), des positions des ouvrages d'art, de la conception du réseau télécom, de la recherche des lieux de déploiement.

On poursuivra l'identification des réseaux existants par l'exploration géophysique pour la détection des réseaux et l'estimation de la profondeur par rapport au terrain naturel ainsi que des sondages manuels pour l'observation physique des réseaux enterrés.

Au cours de cette phase, on réalisera les études sommaires (topographie du terrain, géotechnique, hydrologique et hydraulique, des ouvrages d'art et d'assainissement), les propositions de variantes de tracés de la route (ou de la voirie) et des positions des ouvrages d'art ainsi que les scénarios de déploiement. Aussi, une analyse des variantes et les estimations des coûts des scénarios d'aménagement sont faits à cette étape de l'étude.

E.1.4 3ème phase : étude environnementale et étude économique

L'étude des infrastructures de transport prend en compte une analyse de rentabilité qui consiste à la détermination d'un taux de rentabilité interne pour les différentes variantes de solution proposées et des hypothèses de croissance de trafic. Ce qui n'est pas le cas des infrastructures de télécoms dont la rentabilité se justifie autrement. Pour cette troisième phase, on s'intéressera uniquement aux modifications nécessaires à apporter à l'étude d'impact environnemental et social car l'étude économique de la route devra rester en l'état pour le secteur des transports.

Il est recommandé de conduire l'étude d'impact environnemental et social avant l'étude d'avant-projet détaillé en vue de prendre en compte de la prise en compte des contraintes environnementales dans la décision du choix de la variante d'aménagement qui sera retenue.

E.1.5 Étude d'impact environnemental et social

Dans le respect du code de l'environnement, on mènera l'étude des milieux physiques, l'évaluations des impacts de chacune des variantes sur l'environnement et le social ainsi que la détermination des mesures à prendre pour réduire ou éliminer les conséquences négatives des travaux sur l'environnement et améliorer les opportunités socio-économiques et environnementales.

A l'issue de l'études environnementale et sociale, une nouvelle analyse des variantes et les estimations des coûts des scénarios d'aménagement en prenant en compte les contraintes environnementales sont réalisés en vue d'un choix de la solution d'aménagement et du site de déploiement du réseau.

Après le choix des solutions à retenir pour la route comme pour la fibre, on procédera à l'élaboration d'un Plan de gestion environnemental et social (PGES) et d'un plan d'action de réinstallation ou plan succinct de réinstallation conformément au décret n°2015-1187/PRES-TRANS/PM/MERH/MATD/MME/MARHASA/MRA/MICA/MHU/MIDT /MCT du 22 octobre 2015 qui régleme les évaluations environnementales au Burkina Faso. L'étude environnementale et sociale devra aboutir à l'obtention du certificat de conformité environnementale du projet délivré par le Ministère de l'Environnement, de l'Economie verte et du Changement climatique après étude technique du Bureau National des Evaluations Environnementales (BUNEE).

E.1.6 4ème phase : étude d'avant-projet détaillé

Les termes de référence pour les études d'ingénierie sont fusionnés car ils sont similaires et compatibles.

Au cours de cette étape, on procédera à l'étude technique détaillée de la solution d'aménagement retenue suite aux conclusions des études précédentes. On élaborera les plans détaillés de réalisation des travaux des routes et de câblage de la fibre assortis d'une estimation précise des coûts de ces travaux.

Les profondeurs de tranchés sont définies selon la zone (en ou hors agglomération), le type de tranchée choisi (micro tranchée), la nature du terrain (compact, rocheux, granite). Les profondeurs des tranchées seront fonction de la présence ou pas de caniveaux en traversée d'agglomération.

En l'absence de contrainte particulière et de caniveaux, les profondeurs peuvent varier entre 40 cm et 1,20m selon les normes NFP98-331 et XP-P98-333.

Les règles d'ingénieries et spécifications des fournitures pour l'infrastructure passive du **Référentiel A** sont applicables.

Pour les ouvrages d'art et grands ouvrages hydrauliques, l'étude prendra en compte la pose de fourreaux en PEHD ou en PVC destinés à recevoir les réseaux.

E.2 Exécution des travaux

E.2.1 Généralités sur la réalisation des travaux

Une chaussée routière se présente comme une structure composite réalisée par empilement successif de couches de matériaux (couche de roulement, couche de liaison, couche de base, couche de fondation), le tout reposant sur un ensemble appelé plate-forme support de la chaussée, elle-même constituée du sol terrassé (dit sol support) surmonté généralement d'une couche de forme. Chaque couche joue un rôle déterminant dans le fonctionnement de la chaussée en service ou en phase d'exécution.

Les travaux de voirie, route et ouvrages prennent en compte, en général, les tâches ou activités suivantes :

- l'installation du chantier ;
- **les travaux topographiques** ;
- les travaux de nettoyage et de débroussaillage dans l'emprise des voies ;
- le décapage hors plate-forme existante de l'emprise des travaux ;
- **les travaux de terrassement (purges, déblais, remblais)** ;
- la construction de la plateforme des voies routières ;
- la démolition partielle ou totale des ouvrages en maçonnerie, en béton non armé et béton armé existants sur les emprises ;
- la construction de voies de déviation ;
- **le rallongement d'ouvrages existants** ;
- **la construction d'ouvrages d'art à savoir les ponts** ;
- **la construction d'ouvrages de drainage et d'assainissement (dalots, fossés, caniveaux en béton armé, dalles de couvertures en zone urbaine et périurbaine)** ;
- l'aménagement de carrefours en « T », carrefours giratoires plan ou carrefours dénivelés ;
- la construction de corps de chaussée :
 - ✓ couche de fondation ;
 - ✓ couche de base.
- la réalisation de la couche de revêtement et des bordures de divers types ;
- la construction de chaussée en dalle courte en béton armé dans les chaussées annulaire de giratoire et parking ;
- l'aménagement de trottoirs et îlots ;
- la mise en place de bordures diverses (continues, discontinues, arasées ou hautes) ;
- la réalisation de barrière et de garde-corps de sécurité ;

Les règles d'ingénieries et procédures de réalisation des travaux du Référentiel C sont applicables. Toutefois, les techniques de tranchage sont optimisées selon le type de machinerie utilisée pour les travaux de génie routes, voiries et réseau divers.

Il y a lieu de distinguer quatre cas : rase campagne, zone urbaine, traversée de chaussée et points difficiles (ouvrage d'art et zone marécageuse).

E.2.2.2 Rase campagne

Les travaux seront réalisés en parallèle de la route, dans le domaine public routier, à une distance variant entre 20 et 30 mètres de l'axe de la route. Cette disposition offre l'avantage de rester dans le domaine public réservé à la route tout en tout laissant assez d'espace pour les développements futurs de la route (passage en double chaussée séparées avec un terre-plein central). Dans ce cas, la zone de servitude et les travaux de télécoms pourraient se réaliser conformément aux prescriptions spécifiques aux infrastructures de télécoms car ayant moins d'interférence avec les travaux de la route.

Dans le souci d'une mutualisation des travaux des infrastructures de transport et de télécoms, l'identification des itinéraires du câble intervient au moment des travaux topographiques, l'ouverture des tranchées devra être réalisée au cours de la phase des travaux de terrassements et de déplacement des réseaux de concessionnaires. Le dimensionnement des tranchées étant conformes aux prescriptions en la matière. Quant à la pose des fourreaux, elle est exécutée après la réception desdites tranchées. Ensuite, leur remblayage interviendra en même temps que les travaux de remblai de la chaussée. La construction des chambres se fera pendant la phase de réalisation des ouvrages d'assainissement (dalots, caniveaux et fossés).

E.2.2.3 Traversée de chaussée

L'identification des itinéraires du câble intervient au moment des travaux topographiques, l'ouverture des tranchées devra être réalisée au cours de la phase des travaux de terrassements avec des profondeurs qui seront fonction de la section des caniveaux prévus dans le projet routier. En l'absence de caniveaux, la tranchée sera exécutée jusqu'à l'arase et se présentera comme illustré à la figure ci-dessous. Pour les chaussée rigide (chaussée en béton armé au droit des parking, aires de stationnement et giratoires), ce sera le même principe de conception.

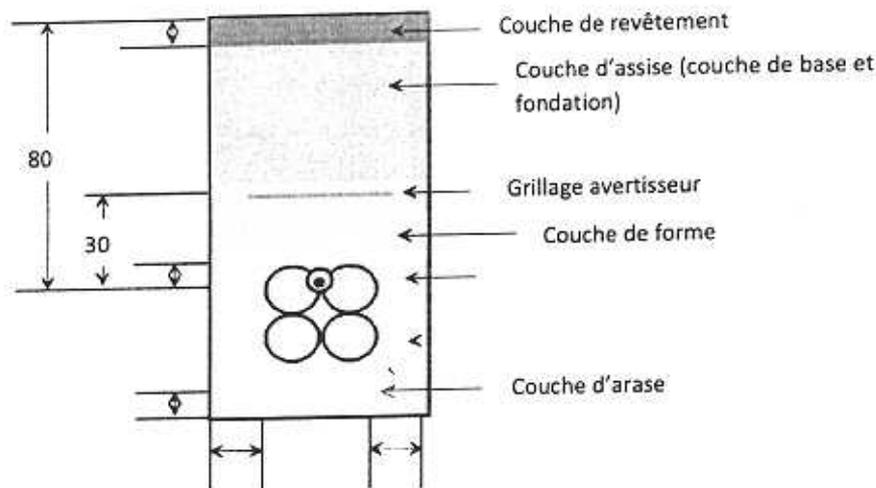


Figure E.3 : Profil type de tranchée en traversée de chaussée

Le dimensionnement des tranchées étant conformes aux prescriptions en la matière. Quant à la pose des fourreaux, elle est exécutée après la réception des dites tranchées. Ensuite, leur remblayage interviendra en même temps que les travaux de remblai de la chaussée. La construction des chambres se fera pendant la phase de réalisation des ouvrages d'assainissement (dalots, caniveaux et fossés) et seront toujours situées entre 20 et 30 m de l'axe. En cas de contrainte majeure, les chambres sous la chaussée ou accotement seront conformes aux normes en la matière et le ferrailage sera défini en fonction de leur emplacement par rapport à la chaussée.

E.2.2.4 Zone urbaine

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.

On distingue deux types de voies : la voirie à chaussées séparées par un terre-plein central et la voirie à double sens de circulation.

Voirie à chaussées séparées par un terre-plein central

Compte tenu de ces contraintes ci-dessus, 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.

Il convient donc de privilégier le positionnement sous la chaussée à l'axe de la voirie dans le terreplein central, mais il faut une profondeur minimale d'enfouissement d'au moins 80 cm, comme dans le cas des traversées de chaussées, pour s'affranchir des risques d'arrachement lors des réfections des chaussées et d'écrasement des fourreaux par la circulation.

La technique d'exécution de tranchée est identique à celle des tranchées pour les traversées sous chaussée. Cependant, les chambres seraient situées hors chaussée (sur le trottoir).

Voirie à double sens de circulation

Pour les chaussées à double sens de circulation, l'on pourrait soit placer le réseau télécom à (i) l'axe de la voirie comme précédemment évoqué avec les mêmes exigences ou (ii) le prévoir à au plus 3 m des limites de concessions.

La première option a l'avantage d'éviter les contraintes liées à la présence des réseaux d'adduction d'eau, de gaz, d'alimentation électrique ou d'assainissement qui sont préférentiellement situés dans cette bande tout en en gardant une distance de sécurité pour le croisement des autres réseaux ou leur superposition en parallèle. Toutefois, la position à l'axe exigerait que le réseau soit perdu et soit à une profondeur qui garantisse sa sécurité contre des futures interventions sur la voirie et aussi contre les sollicitations dues aux charges des véhicules.

La deuxième variante exigerait un respect des distances minimales de croisement entre réseaux et parfois la mise en place d'enrobage béton ou la pose d'une tôle d'acier sous forme de protection mécanique. Dans ce dernier cas, l'exécution est identique à celle de la rase campagne à la différence que les tranchées seront réalisées manuellement compte tenu des contraintes en zone urbaine.

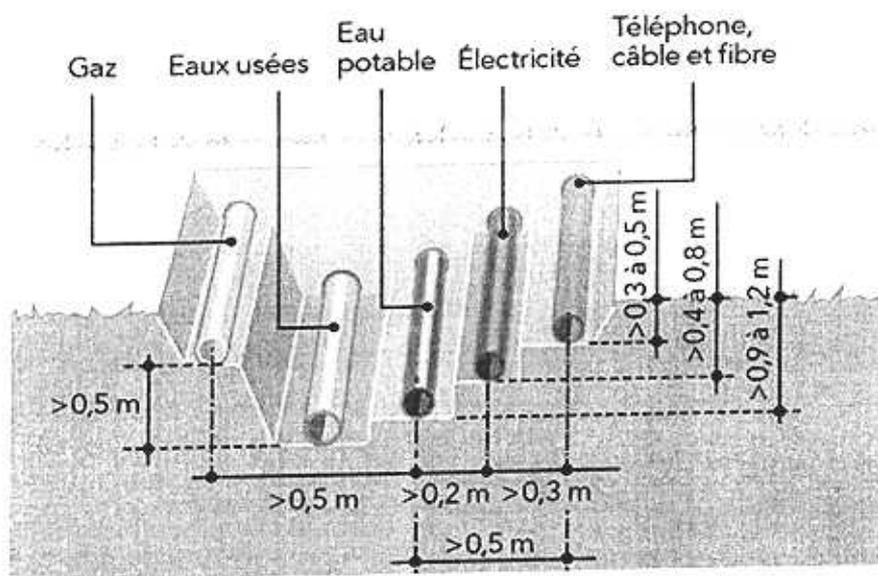


Figure E.4 : Distances entre les réseaux urbains souterrains

E.2.2.5 Points difficiles (ouvrage d'art et zone marécageuse)

Ouvrage d'art

Des réservations seront prévues pour le passage de des fourreaux lors de la réalisation du tablier des ponts. Aussi, il est recommandé de mettre en place avant et après l'ouvrage, une chambre d'aide au tirage. De plus il est préférable de mettre en place dans les réservations de l'ouvrage les mêmes fourreaux qu'en section courante et d'assurer une continuité de fourreaux entre les deux chambres. Un ouvrage de raccordement en béton sera réalisé de part et d'autre de l'ouvrage pour assurer la protection des fourreaux dans cette zone de transition.

Zone marécageuse

La traversée d'un cours d'eau se fera par fonçage ou par toute autre méthode appropriée avant la mise en place des protections des ouvrages (gabions, enrochement, redans,).

E.3 Normes d'enfouissement des réseaux

Les normes et distances d'enfouissement à respecter pour les canalisations enterrées d'eau, de gaz, de téléphone, câbles électriques, réseaux d'électricité pour une installation privée ou publique.

E.3.1 Les codes de couleur

Pour respecter les normes d'enfouissement des canalisations et gaines d'eau potable, gaz combustibles ou hydrocarbures, d'assainissement, des câbles de réseaux électriques ou de fourreaux de télécommunications, il est obligatoire de placer des dispositifs de signalisation (grillage en plastique) dont les couleurs sont conventionnelles (mêmes couleurs que les gaines).

E.3.2 Couleurs conventionnelles

Quel que soit le type de réseau enterré, il est obligatoire de placer des dispositifs de signalisation sur les grillages avertisseurs. Les normes d'enfouissement des diverses canalisations définissent également les couleurs permettant l'identification des réseaux enterrés :

- bleu pour réseau d'eau potable ;
- jaune pour réseau gaz combustible (y compris les hydrocarbures) ;
- marron pour l'assainissement ;
- rouge pour réseau électrique BT et HT (basse et haute tension) ;
- vert pour réseau de télécommunication.

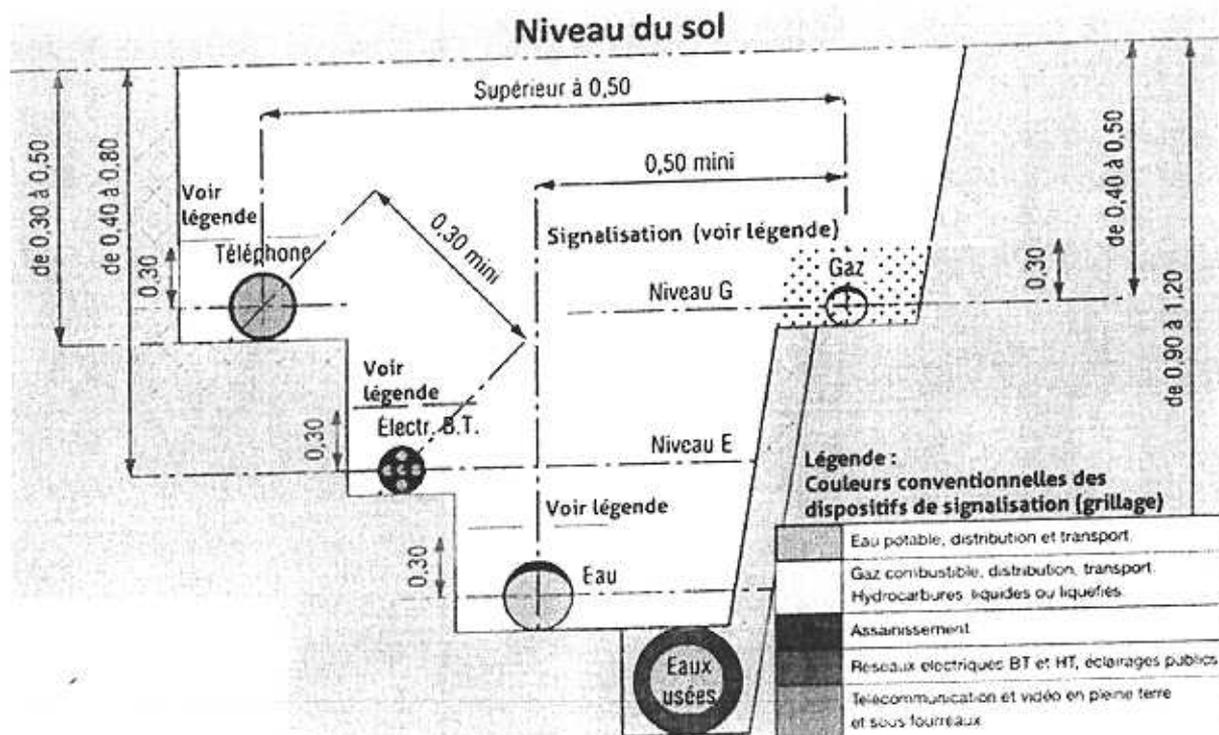


Figure E.5 : Couleurs normalisées et distances

E.3.3 Distances normalisées entre réseau

Les différents types de réseaux doivent être séparés les uns des autres par une distance minimale de 20 cm.

En cas d'impossibilité pour les réseaux gaz, la conduite de gaz doit être placée dans un fourreau électriquement isolant.

Les distances de retrait minimales par rapport à la végétation est de 1 mètres pour de petites espèces et 2 mètres pour de gros arbres (norme NF P 98-332).

L'assise des réseaux est obligatoire sur un fond de fouille stable, épierré, et dépourvu de points durs afin d'éviter le poinçonnage de la canalisation et de son revêtement.

Le remblayage de la fouille doit être réalisé en matériaux fins et homogènes (terre épierrée, sable) jusqu'à 0.2 mètres au-dessus des canalisations/conduites.

CONCLUSION GENERALE

Le numérique occupe une place importante dans les politiques de développement économique et sociale. La disponibilité d'infrastructures de communications électroniques de qualité est le socle pour le développement d'une économie basée sur le numérique. La réalisation de ces infrastructures de qualité passe par la mise en place d'un dispositif permettant de garantir un certain nombre de règles qui s'appliqueront à tous les constructeurs.

Ce présent référentiel élaboré prend en compte toutes les étapes de la construction d'un réseau de communications électroniques en fibre optique, des études jusqu'à la réception de l'ouvrage. Tous les supports et moyens de mises en œuvre sont décrits.

Ce cadre d'harmonisation des techniques de déploiement de la fibre optique constitue une assurance pour la qualité des infrastructures pour les acteurs présents et les nouveaux entrants dans la stratégie de partage d'infrastructures de communications électroniques et la mutualisation des travaux de construction d'infrastructures diverses. Cette stratégie occupe une place importante dans le schéma directeur d'aménagement numérique (SDAN) dont l'objectif in fine est de mettre à la disposition de la population un ensemble d'infrastructures numériques résilientes, à accès ouvert avec des services de qualité et abordable.

ANNEXE : AVIS DE CONFORMITE AU RGD-FO

L'avis de conformité aux dispositions du présent référentiel est délivré sur la base de l'examen des documents suivants :

- le dossier d'exécution technique du projet ;
- les plans Avant-Projet Détaillé (APD) ;
- les spécifications techniques particulières pour les fournitures et les travaux ;
- le rapport de calcul des charges uniquement dans le cas particulier des projets incluant des supports aériens ;

L'avis délivré devra préciser en outre les modalités de contrôle des travaux sur les terrains au cas par cas .