



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

MEMOIRE DE MASTER

Réalisé par : - ABDELAZIZ Abdennour

- KECIBA Lamia

DOMAINE : Technologie

FILIERE : Télécommunications

OPTION : Systèmes des Télécommunications

Thème

**Exploitation et maintenance
Liaison fibres optiques
Étude de cas : Ooredoo
Laghouat - Ghardaïa**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Ramdani Saadi	MAA	Encadreur
Bouzouad Mouloud	Prof	Président
Oubbati Omar Sami	MCA	Examineur

Promotion : 2020/2021

Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ والمحمد لله رب العالمين
سبحان الله الذي وهبنا نعمة العقل، سبحان الذي يستحق الشكر
على نعمه وحده لا شريك له، سبحان الذي جعل لنا العلم نورا
وهदानا سبيل الرشاد.

Tout d'abord, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné la force et le courage et la patience nécessaires à mener ce travail à son terme.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près au bon déroulement de notre projet.

En particulier, nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur : Saadi RAMDANI pour nous avoir permis de bénéficier de son aide consistante, de ses conseils judicieux, de ses connaissances intéressantes dans la matière et de la confiance qu'il nous a témoignée.

Nous remercions messieurs : Habib MAICHA, Mohamed El Amine AMEUR, Mohamed BOUZIDI et Aissa ATIYAT pour nous aider à réaliser une application Android pour notre partie pratique de ce mémoire.

Nous nous en voudrions à cette occasion d'exprimer notre gratitude à tous nos enseignants qui ont contribué par leur collaboration, disponibilité et sympathie à notre formation.

Nos remerciements vont également au président et aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'évaluer notre travail.

Merci pour tout, cette réussite c'est aussi la votre.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes parents pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.

À mon oncle Amine Abdellah pour toute l'aide qu'il m'a apportée et pour m'avoir encouragé.

À ma collègue Lamia qui m'a supporté et encouragé tout au long de la réalisation de ce travail ainsi qu'à toute sa famille.

À mes chères sœurs.

À mes chers frères.

À toute ma famille.

À tous mes amis.

À tous les personnes que je connais.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À ma très chère honorable et aimable mère qui représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

À mon très cher père. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Ensemble vous avez su m'encourager et me soutenir tout au long de mes études. Je dirai donc qu'aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez cessé de me faire depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Vous représentez la lumière de mon existence et l'étoile brillante de mon réjouissance. Que dieu vous protège

À mes chers grands-pères, et à ma tante Souriya que je n'oublierai jamais que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.

À ma chère sœur et mon cher frère qui sont les meilleurs au monde entier.

À mon camarade Abdennour qui m'a supporté et encouragé tout au long de la réalisation de ce travail ainsi qu'a toute sa famille.

À toute ma famille.

À tous mes amis.

À tous les personnes que je connais.

ملخص

مذكرة التخرج تضمنت دراسة نظرية وعملية لوضع وتشغيل وصيانة وصلة للألياف البصرية (دراسة حالة شبكة الألياف البصرية للمتعامل أوريديو LAG-GHA) ، وقد قمنا بعمل تطبيق أندرويد يساعد في عملية تشغيل وصيانة هذه الوصلة من خلال إدراج تقارير الصيانة ، إضافة وحذف مختلف المواقع والغرف وتقييم الارتباط.

كلمات مفتاحية : شبكة الاتصالات السلكية واللاسلكية ، الألياف الضوئية ، FTTH ، PON ، مد الكابلات ، الخندق ، الغرفة ، الانصهار ، القياس ، الصيانة ، CM ، PM ، الموصل ، تطبيق أندرويد ، Android Studio ، Firebase ، الخريطة الجغرافية ، API.

Résumé

Dans ce mémoire, une étude théorique et pratique de déploiement et exploitation et maintenance d'une liaison à fibre optique (étude de cas liaison FO Ooredoo LAG-GHA), et nous avons réalisé une application Android permettre de simplifier l'exploitation et la maintenance de cette liaison par l'insertion des rapports de la maintenance, l'ajout et suppression des différents sites et chambres, le bilan de liaison.

Mots clés : réseau de télécommunications, fibre optique, PON, FTTH, pose de câble, tranchée, chambre, fusion, mesure, maintenance, CM, PM, connecteur, Application Android, Android Studio, Firebase, carte géographique, API.

Abstract

In this graduated note, a theoretical and practical study of deployment and operation and maintenance of a fiber optic link (FO link Ooredoo case study LAG-GHA), and we have produced an android application to simplify operation and maintenance of this link by inserting maintenance reports, adding and deleting the various sites and chambers, the link budget.

Keywords : telecommunications network, optical fiber, PON, FTTH, cable laying, trench, chamber, fusion, measurement, maintenance, CM, PM, connector, Android application, Android Studio, Firebase, geographic map, API.

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé /Abstract /ملخص	
Table des matières	
Liste des abréviations (Acronymes)	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	1
Chapitre I. Généralité sur les réseaux.....	3
I.1 Introduction	3
I.2 Réseaux de télécommunications	3
I.2.1 Notions d'architecture des réseaux	3
I.2.2 Hiérarchie des réseaux de communication	4
I.2.3 Réseaux longue distance	4
I.2.4 Réseaux de collecte	5
I.2.5 Réseaux d'accès ou de desserte	6
I.3 FTTH.....	8
I.3.1 Généralités	8
I.3.2 Topologies FTTH.....	9
I.3.3 Structure de réseau FTTH.....	12
I.3.3.1 Boucle locale optique mutualisée (BLOM).....	13
I.3.3.2 Segments de la boucle locale	13
I.3.3.2.1 Transport optique	13
I.3.3.2.2 Distribution optique	13
I.3.3.2.3 Branchement optique	13
I.3.3.3 Du NRO au SRO(PM)	14
I.3.3.3.1 Nœud de raccordement optique (NRO).....	14
I.3.3.3.2 Point d'épissure et de piquage (PEP).....	15
I.3.3.3.3 Sous répartiteur optique (SRO).....	15
I.3.3.4 Du SRO(PM) à la PTO	16
I.3.3.4.1 Point d'aboutement (PA)	16
I.3.3.4.2 Boitier pied de l'immeuble (BPI)	17

I.3.3.4.3	Point de branchement optique (PBO)	17
I.3.3.4.4	Prise terminale optique (PTO)	18
I.4	Conclusion.....	18
<i>Chapitre II. Prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement des câbles de fibre optique</i>		19
II.1	Introduction	19
II.2	Partie - I -Génie civile	19
II.2.1	Objectifs	19
II.2.2	Consistance des travaux à réaliser	19
II.2.3	Tranchage	20
II.2.3.1	Tranchée en terrain naturel, (meuble ou agricole).....	20
II.2.3.2	Tranchée sur accotement	22
II.2.3.3	Tranchée sous chaussée– trafic léger	23
II.2.3.4	Tranchée sous voie à grande circulation – trafic lourd.....	24
II.2.4	Micro et mini Tranchée	25
II.2.5	Mise en place des fourreaux	25
II.2.6	Canalisation multitubulaire	26
II.2.7	Massif de blocage	28
II.2.7.1	Sortie et entre de chambre L= 1,00 m	28
II.2.7.2	Enrober tous les 50 M de 50 Cm de longueur	28
II.2.8	Pose des chambres	29
II.2.9	Désignation et spécifications techniques des matériaux	30
II.2.9.1	Fourreaux en PEHD	30
II.2.9.1.1	Spécifications générales en Polyéthylène Haute Densité.....	30
II.2.9.1.2	Caractéristiques dimensionnelles	31
II.2.9.1.3	Caractéristiques de marquage.....	32
II.2.9.1.4	Raccords des fourreaux	32
II.2.9.2	Les dimensions des chambres	32
II.2.9.3	Grillage avertisseur.....	32
II.2.10	Techniques de contrôle de la couche infrastructure	33
II.2.10.1	Contrôle en cours des travaux	33
II.2.10.1.1	Contrôle du génie civil	33
II.2.10.1.2	Contrôle des fourreaux	33
II.3	PARTIE - II – Pose de câble FO et accessoires	35

II.3.1	Généralités	35
II.3.1.1	Mise en place du câble	35
II.3.1.2	Pose sans obstacles	36
II.3.1.3	Pose avec obstacles.....	36
II.3.2	Pose de câble au niveau des (Traversées, Agglomérations, Oued, route,...etc.)	36
II.3.2.1	Méthode statique	36
II.3.2.2	Méthode dynamique	36
II.3.3	Love et mou	37
II.3.4	Remblayage des tranchées.....	37
II.3.5	Dispositif de protection	38
II.3.6	Pose du câble en conduite.....	38
II.3.6.1	Soufflage/Portage à l'air	38
II.3.6.2	Flottage/Portage à l'eau	39
II.3.6.3	Tirage manuel ou par treuil	39
II.3.7	Mesures.....	40
II.3.7.1	Avant soufflage	40
II.3.7.2	Après soufflage.....	40
II.4	PARTIE – III – Raccordement de câble FO test et mesures	41
II.4.1	Nature et consistance des travaux.....	41
II.4.2	Caractéristiques du câble et accessoire de raccordement	41
II.4.2.1	Câble à fibre optique	41
II.4.2.2	Coloration des fibres pour câble de 72 FO	42
II.4.3	Procédures de raccordement.....	44
II.4.3.1	Epissures des câbles à fibres optiques	44
II.4.4	Mesure et contrôle après raccordement	45
II.4.5	Les documents de fin des travaux	46
	Chapitre III. Étude de cas liaison Ooredoo LAG-GHA	47
III.1	Schéma de la liaison et types des chambres existants	47
III.2	Maintenance de la liaison	49
III.2.1	Types de maintenance	49
III.2.1.1	Maintenance préventive PM	49
III.2.1.2	Maintenance curative (corrective) CM	53
III.2.1.2.1	En cas de coupure.....	53

III.2.1.2.2	En cas de dégradation.....	55
III.2.2	Procédure de maintenance.....	57
III.2.3	Connecteurs et nettoyage	60
III.2.3.1	Connecteurs.....	60
III.2.3.1.1	Connecteur ST (également appelé BFOC, IEC 61754-2).....	60
III.2.3.1.2	Connecteur SC (CEI 61751-4).....	60
III.2.3.1.3	Connecteur FC (IEC 61753-13).....	60
III.2.3.1.4	Connecteur LC (IEC 61754-20).....	61
III.2.3.2	Nettoyage des connecteurs.....	61
III.2.3.3	Procédure de nettoyage	62
	Chapitre IV. Réalisation d'une application Android	64
IV.1	Introduction	64
IV.2	Développement d'application	64
	Conclusion générale	71
	Bibliographie (Références)	72
	Annexe	73

Liste des abréviations (Acronymes)

POP	Point Of Presence (Points de Présence Opérateur)
MAN	Metropolitan Area Network
NRA	Nœud de Raccordement d'Abonné
CAA	Centres à Autonomie d'Acheminement
CL	Centres Locaux
WDM	Wavelength Division Multiplexing
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
ATM	Asynchronous Transfer Mode
MPLS	Multiprotocol Label Switching
FSO	Free Space Optic
xDSL	x Digital Subscriber Line
PON	Passive Optical Network (Réseau Optique Passif)
FTTx	Fibre To The x terminal
FTTN	Fibre To The Node
FTTC	Fibre To The Curb
FTTB	Fiber To The Building
FTTH	Fiber To The Home
P2P	Point à Point
AON	Active Optical Network
OLT	Optical Line Terminal
ONT	Optical Network Terminal
ONU	Optical Network Unit
BLOM	Boucle Locale Optique Mutualisée
NRO	Nœud de raccordement Optique
PEP	Point d'Epissure et de Piquage
SRO	Sous Répartiteur Optique
PM	Point de Mutualisation
PA	Point d'aboutement
BPI	Boîtier Pied de l'Immeuble
PBO/PB	Point de Branchement Optique
PTO	Prise Terminale Optique
DTIO	Dispositif de Terminaison Intérieur Optique

Liste des abréviations (Acronymes)

COD	Conduit Ondulé composé de multiples tubes incorporés
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
DOE	Dossier des Ouvrages Exécutés
PM	Préventive Maintenance
CM	Curative (Corrective) Maintenance
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
VFL	Visual Fault Location
THD	Très Haut Débit
ODF	Optical Distribution Frame
API	Application Programming Interface
XML	Extensible Markup Language
SDK	Software Development Kit

Liste des figures

Chapitre I. Généralité sur les réseaux

Figure I- 1 : Hiérarchie des réseaux	4
Figure I- 2 : Architecture et segmentation du réseau téléphonique.....	5
Figure I- 3 : Topologie FTTX	9
Figure I- 4 : Topologie FTTH point à point (P2P).....	10
Figure I- 5 : Topologie FTTH en double étoile active (AON).....	10
Figure I- 6 : Différents éléments constitutifs d'un réseau PON	11
Figure I- 7 : Composants passifs du réseau FTTH.....	12
Figure I- 8 : Boucle locale.....	13
Figure I- 9 : Du NRO au SRO	14
Figure I- 10 : Nœud de Raccordement Optique.....	14
Figure I- 11 : OLT	14
Figure I- 12 : PEP sous terrain (chambre)	15
Figure I- 13 : PEP aérien.....	15
Figure I- 14 : Sous répartiteur optique	15
Figure I- 15 : Du SRO à la PTO.....	16
Figure I- 16 : Point d'éclatement du câble	16
Figure I- 17 : Boitier pied de l'immeuble.....	17
Figure I- 18 : Point de branchement optique.....	17
Figure I- 19 : Prise terminale optique.....	18
Figure I- 21 : Fusionneuse	41
Figure I- 22 : OTDR	41
Figure I- 23 : VFL.....	41

Chapitre II. Prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement des câbles de fibre optique

Figure II- 1 : Tranchée en terrain naturel	21
Figure II- 2 : Tranchée sur accotement	22
Figure II- 3 : Tranchée sous chaussée	23
Figure II- 4 : Tranchée sous voie à grande circulation.....	24
Figure II- 5 : Micro et mini tranchée.....	25
Figure II- 6 : Conduite multitubulaire sous chaussée.....	27
Figure II- 7 : Conduite multitubulaire sous trottoir.....	27
Figure II- 8 : Massif de blocage entrée et sortie de chambre L=1M.....	28
Figure II- 9 : Massif de blocage tout les 50 CM	28
Figure II- 10 : Pose une chambre	29

Liste des figures

Figure II- 11 : Grillage avertisseur	32
Figure II- 12 : Mandrin adapté au contrôle des conduites PVC.....	35
Figure II- 13 : Mandrin adapté au contrôle des conduites PEHD	35
Figure II- 14 : Mou de câble FO	37
Figure II- 15 : Équipements de soufflage.....	38
Figure II- 16 : Aiguillage souple	39
Figure II- 17 : Aiguillage rigide	39
Figure II- 18 : Codes Couleurs FO.....	43
Figure II- 19 : Mise en place de joint et du love dans une chambre	45

Chapitre III. Étude de cas liaison Ooredoo LAG-GHA

Figure III - 1 : Chambre K2C ouverte	Figure III - 2 : Chambre K2C fermée.....	47
Figure III - 3 : Chambre L3T fermée	Figure III - 4 : Chambre L3T ouverte	48
Figure III - 5 : Borne de repérage BMH	Figure III - 6 : Chambre BMH fermée.....	48
Figure III - 7 : Chambre BMH ouverte		48
Figure III - 8 : Insertion des photos.....		49
Figure III - 9 : Inspection intérieur de la chambre (1).....		50
Figure III - 10 : Inspection intérieur de la chambre (2).....		50
Figure III - 11 : Inspection intérieur de la chambre (3).....		51
Figure III - 12 : Inspection extérieur de la chambre (1)		51
Figure III - 13 : Inspection extérieur de la chambre (2)		52
Figure III - 14 : Inspection extérieur de la chambre (3)		52
Figure III - 15 : Insertion de la photo de borne de repérage.....		53
Figure III - 16 : Rétro-caveuse		53
Figure III - 17 : Cliveuse fibre optique		54
Figure III - 18 : ODF 24 ports (1)	Figure III - 19 : ODF 24 ports (2).....	55
Figure III - 20 : ODF 72 ports		55
Figure III - 21 : Jarretière FC/FC (ODF/ODF)		70
Figure III - 22 : jarretière FC/LC (ODF/Équipement)		56
Figure III - 23 : Équipement FO (OLT)		56
Figure III - 24 : Equipement de sécurité.....		57
Figure III - 25 : Sécurisation de chantier.....		57

Figure III - 26 : Bobine d'amorce	59
Figure III - 27 : Source optique et radiomètre et VFL	59
Figure III - 28 : Connecteur ST	Figure III - 29 : Adaptateur/Coupleur ST
60	60
Figure III - 30 : Connecteur SC	Figure III - 31 : Adaptateur/Coupleur SC.....
60	60
Figure III - 32 : Connecteur FC	Figure III - 33 : Adaptateur/Coupleur FC
61	61
Figure III - 34 : Connecteur LC	Figure III - 35 : Adaptateur/Coupleur LC.....
61	61
Figure III - 36 : Lingette de nettoyage	Figure III - 37 : Cassette de nettoyage
76	76
Figure III - 38 : Stylo de nettoyage.....	62
Figure III - 39 : Alcool isopropylique	63
Figure III - 40 : Distributeur d'alcool	63

Chapitre V. Réalisation d'une application Android

Figure V - 1 : Login activity.....	64
Figure V - 2 : Un exemple sur l'application (le site LAT01 Laghouat)	65
Figure V - 3 : La position actuelle sur la carte dans l'application	65
Figure V - 4 : Rapport CM	66
Figure V - 5 : Rapport PM (L3T - K2C)	67
Figure V - 6 : Rapport PM (BMH).....	67
Figure V - 7 : L'interface graphique de « LoginActivity »	68
Figure V - 8 : L'interface graphique de « Google Maps Activity » sous Android Studio	68
Figure V - 9 : L'interface graphique de « Rapport CM » sous Android Studio.....	69
Figure V - 10 : L'interface graphique d'enregistrement de « Rapport CM » sous Android Studio	69
Figure V - 11 : L'interface graphique de « CheckList PM (L3T - K2C) (BMH) » sous Android Studio	70
Figure V - 12 : La base de données de l'application dans la console de Firebase dans Realtime database	70

Liste des tableaux

Chapitre II. Prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement des câbles de fibre optique

Tableau II- 1 : Classification des chambres	30
Tableau II- 2 : Dimensions recommandées	31
Tableau II- 3 : Caractéristiques de marquage.....	32
Tableau II- 4 : Caractéristiques géométriques et poids	32
Tableau II- 5 : Dimension des mandrins en fonction des types et dimensions de la conduite à contrôler	35
Tableau II- 6 : Caractéristiques techniques du câble FO.....	42
Tableau II- 7 : Numéros de FO avec couleurs.....	44

Introduction générale

Le dorsale (backbone) est un réseau longue distance de câbles fibres optiques reliant les pays et les différentes villes d'un pays entre eux. Le réseau Internet est constitué par les liens entre ce backbone et les réseaux d'accès des différentes villes au niveau de points de présence, ce point est aussi appelé le point d'accès technique de l'opérateur ou nœud de raccordement optique.

La fibre optique est la technologie qui permet aujourd'hui d'atteindre les meilleurs débits Internet. Avec la fibre optique, on parle d'un débit minimum est de 100 Mb/s. Aujourd'hui, les opérateurs proposent quasiment tous des offres fibre avec des débits théoriques jusqu'à 1 Gb/s.

La fibre optique est un support physique assez fin et souple qu'un cheveu, un câble contenant des fils de verre ou de plastique qui permet le transfert de données IP très rapidement via la lumière et sur de grandes distances. Et tout ça sans subir ni affaiblissement ni perturbation électromagnétique. En effet, contrairement aux fils de cuivre et aux technologies xDSL (x Digital Subscriber Line), qui subissent une atténuation importante au bout de quelques kilomètres, le signal de la fibre optique ne décline presque pas avec la distance (affaiblissement de l'ordre de 0.2 dB/km à comparer aux 15 dB/km du cuivre).

Mais, pour que la fibre optique devienne une réalité, il faut créer un nouveau réseau totalement indépendant du réseau téléphonique ou du câble. Ce qui nécessite des travaux. C'est pourquoi le déploiement de la fibre optique prend du temps et coûte cher.

Ce mémoire est organisé en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente des généralités sur les réseaux de télécommunications, et illustre la nouvelle technologie FTTX (Fibre To The x terminal) et les différents points clés de cette nouvelle technologie et illustre aussi le parcours de la fibre optique dans un réseau FTTH et les différents nœuds (NRO Nœud de raccordement Optique, SRO Sous Répartiteur Optique, PBO Point de Branchement Optique, etc.) et des liaisons de transport et de distribution entre ces nœuds depuis la centrale télécom (NRO) jusqu'à l'abonné.

- Dans le deuxième chapitre, on définit les prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement et mesure des câbles de fibres optiques.

Introduction générale

- Le troisième chapitre aborde une étude de cas de liaison FO Ooredoo LAG-GHA qui présente les différents sites et chambres existants dans cette liaison, on définit aussi les types et procédures de maintenance CM et PM de cette liaison.
- Le dernier chapitre 4 présente la réalisation d'une application Android qui facilite le travail aux techniciens de fibres optiques. L'idée c'était de préparer un support qui nous donne directement les différentes informations qui nous aide à minimiser le temps d'exécution, cette application conçue à l'insertion des rapports de la maintenance préventive et corrective, l'ajout et suppression des chambres et des sites existés dans une carte géographique, le bilan de liaison. Le bilan de liaison n'est pas atteint en raison des contraintes de temps.

Chapitre I. Généralité sur les réseaux

I.1 Introduction

L'architecture d'un réseau est la représentation des différents éléments qui constituent sa structure hiérarchique (découpe fonctionnelle et géographique) et sa configuration topologique.

Le FTTH (Fiber to the Home - fibre jusqu'à l'abonné) favorise la performance et la fiabilité de l'infrastructure passive. Ce réseau est adapté pour répondre aux besoins des usages résidentiels et professionnels actuels et à venir.

I.2 Réseaux de télécommunications [1]

I.2.1 Notions d'architecture des réseaux

Les architectures logiques permettent d'optimiser les liaisons en fonction des contraintes économiques et opérationnelles. Parmi celles-ci on trouve les grandes familles suivantes :

- Les liaisons point à point, qui s'assemblent sous la forme de réseaux maillés.
- Les architectures en étoile, pour lesquelles chaque liaison emprunte un support dédié.
- Les architectures arborescentes (point à multipoint), pour lesquelles le support est partagé entre plusieurs flux.
- Les architectures en bus (multipoint à multipoint).

Ces architectures peuvent être indifféremment mises en œuvre sur différents supports physiques (paire torsadée en cuivre, fibre optique, câble coaxial ou radio).

Les architectures physiques sont la traduction des choix précédents regroupant les liaisons sur des infrastructures telles que les conduites multitubulaires. On peut en particulier citer l'infrastructure en arbre, qui peut supporter une étoile logique ou un réseau arborescent, et l'infrastructure en anneau, qui peut supporter une étoile logique ou une boucle logique.

Les fonctions réalisées dans les réseaux de communication sont les suivantes :

- Les fonctions liées à la transmission, qui comprennent le codage, la modulation et le multiplexage des signaux.

- Les fonctions liées à la commutation et au routage : il s'agit alors de mettre deux entités en relation, que ceci s'opère en mode avec connexion (le cas le plus fréquent) ou en mode sans connexion, comme c'est le cas pour la messagerie. Différents types de commutation sont utilisables : commutation de circuits, de messages, de paquets (cas de l'IP), de trames ou de cellules.
- Des fonctions complémentaires comme la concentration, le brassage et bien sûr les systèmes de gestion et de supervision des réseaux.

I.2.2 Hiérarchie des réseaux de communication

La figure ci-dessous schématise la notion de hiérarchie dans les réseaux de communication.

Les clients, résidentiels ou professionnels, peuvent ainsi accéder à des serveurs ou à des personnes quelle que soit leur situation géographique, passant ainsi du niveau local au niveau national ou mondial.

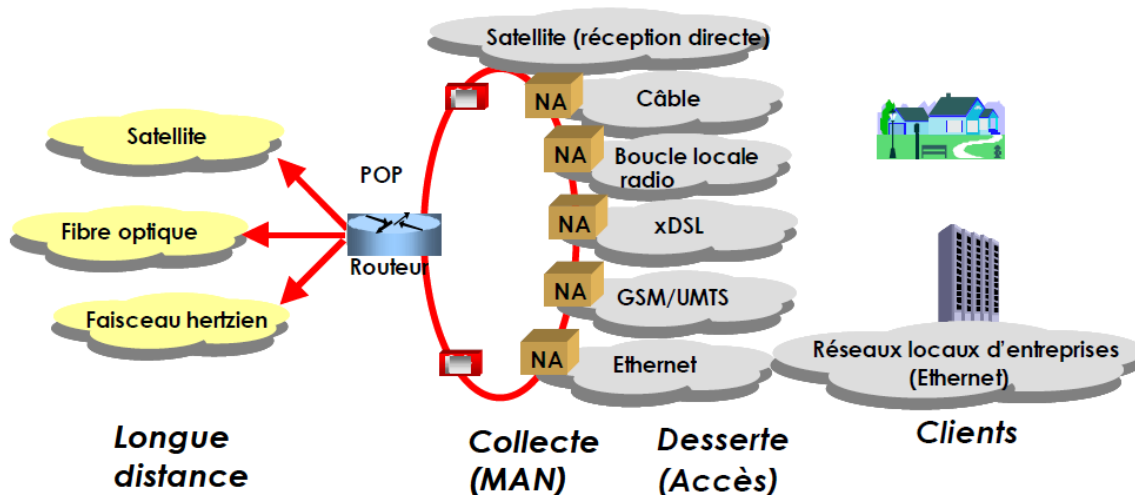


Figure I- 1 : Hiérarchie des réseaux

I.2.3 Réseaux longue distance

Les réseaux longue distance (nationaux, intercontinentaux) assurent l'interconnexion entre plusieurs réseaux de collecte à travers des passerelles, souvent appelés POP (Points de Présence Opérateur).

Les technologies mises en œuvre à ce niveau sont de plusieurs types :

- Les liaisons par faisceaux hertziens.
- Les liaisons optiques, terrestres ou sous-marines.
- Les liaisons satellitaires, fondées sur des satellites de télécommunications.

I.2.4 Réseaux de collecte

Les réseaux de collecte, souvent appelés MAN (Metropolitan Area Network), sont la base des boucles régionales, départementales ou locales. Ils réalisent l'interconnexion entre les réseaux longue distance et les réseaux d'accès (également appelés réseaux de desserte) qui connectent les usagers au travers des nœuds d'accès.

Dans le cas du réseau téléphonique de l'opérateur historique, ces nœuds d'accès sont appelés NRA (Nœud de Raccordement d'Abonné) et sont le plus souvent colocalisés dans les CAA (Centres à Autonomie d'Acheminement), mais également dans les CL (Centres Locaux), plus communément désignés par le terme de répartiteurs téléphoniques.

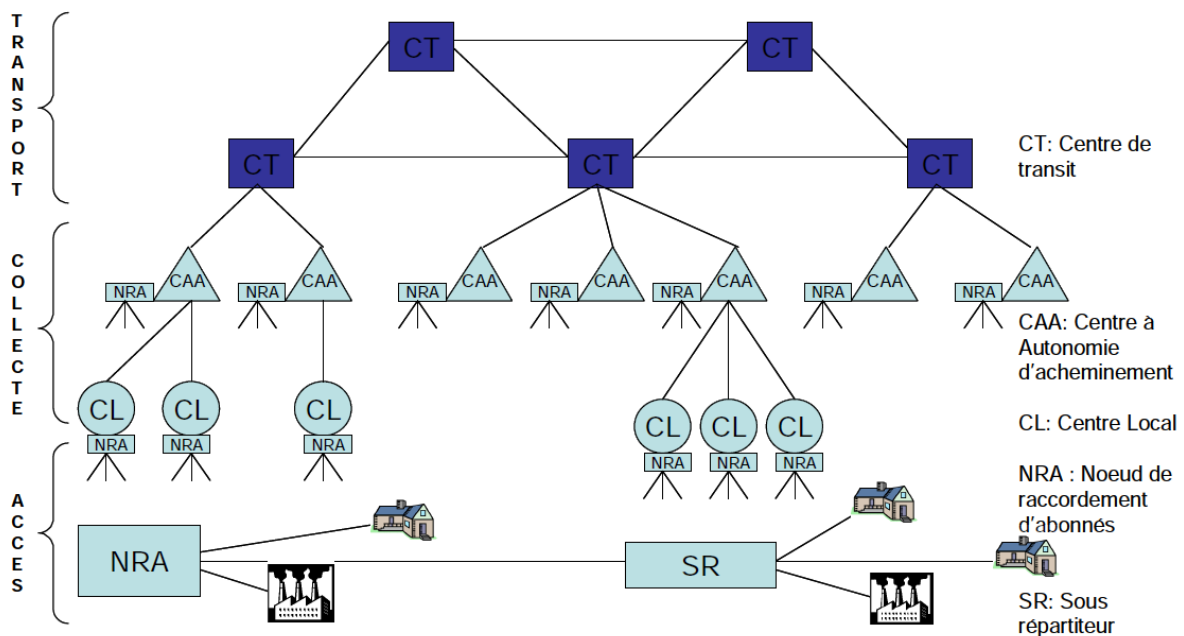


Figure I- 2 : Architecture et segmentation du réseau téléphonique

Les réseaux de collecte sont principalement fondés sur des architectures en boucles et des technologies fibre optique. En outre, on démultiplie la capacité de chacune des fibres optiques par les techniques de multiplexage en longueurs d'ondes (WDM).

Les solutions techniques se déclinent selon deux approches :

- L'approche traditionnelle télécom, fondée sur les technologies SDH et ATM,
- Une approche plus récente, orientée IP (c'est à dire données) et connue sous le nom MPLS, qui présente des avantages indéniables, notamment vis à vis des VPN (Virtual Private Network) avec QoS (Qualité de Service). Moins coûteux et plus évolutif, ce protocole permet d'intégrer plusieurs techniques dont l'ATM.

Les technologies mises en œuvre sur ces réseaux sont principalement fondées sur les fibres optiques. On emploie souvent le terme de "boucles optiques". Néanmoins, dans certains cas particuliers comme les déports, elles peuvent être complétées par des liaisons hertziennes ou optiques non guidées FSO (Free Space Optic).

Les collectivités territoriales sont dorénavant sensibilisées aux réseaux de collecte car elles peuvent intervenir de façon volontariste sur ce domaine, en mettant en place des projets d'investissement. Ceux-ci peuvent couvrir les infrastructures proprement dites (fourreaux, chambres et génie civil associé), le tirage de câbles à fibres optiques et la location de ces fibres à des opérateurs ("fibres noires", c'est-à-dire sans équipements actifs), voire la vente en gros de bande passante ou de lignes activées.

I.2.5 Réseaux d'accès ou de desserte

Les réseaux d'accès, aussi appelés "réseaux de desserte" réalisent la connexion des usagers. Ils constituent le dernier lien ("the last mile") vers les utilisateurs du réseau. Ils représentent généralement le maillon crucial du réseau en termes économiques et de performance. A ce niveau, on dispose d'une panoplie importante de technologies filaires ou hertziennes qui ont chacune leurs avantages et inconvénients en fonction des applications.

Leur mise en œuvre répond à des critères très variés selon que l'on s'adresse à des usagers résidentiels, des petits professionnels (SOHO - Small Office Home Office) ou à des entreprises.

Pour les infrastructures filaires, citons :

- La boucle locale cuivre qui est le champ d'action privilégié de l'opérateur historique et, à ce jour, des principaux opérateurs alternatifs qui accèdent à cette boucle via le dégroupage. L'introduction des technologies xDSL apporte un certain nombre de contraintes, notamment vis à vis de la portée. L'évolution des normes et l'apparition de différentes variantes (ADSL 2+, SDSL, VDSL) permettent d'augmenter les débits ou encore d'introduire de la symétrie dans ces débits, mais la contrainte de portée demeure importante. Certaines solutions mixtes alliant la fibre optique et le xDSL permettent de s'affranchir de ces limitations de portée.
- Les réseaux câblés de télédistribution, centrés sur les zones urbaines. Ces réseaux disposent d'une capacité multiservices ; ils mettent en œuvre une combinaison de technologies large bande sur fibre optique et sur câble coaxial.
- Les réseaux optiques passifs qui sont, entre autres, le support privilégié d'Ethernet à haut débit (Fast Ethernet ou Gigabit Ethernet). Ils peuvent être déployés sous la

forme de liaisons spécialisées (point à point) ou à partir d'architectures partagées telles que les PON (Passive Optical Network = Réseau Optique Passif) dans des configurations comme le FTTB (Fiber To The Building) ou FTTH (Fiber To The Home).

- Les courants porteurs en ligne, qui sont adaptés aux réseaux locaux d'entreprise ou aux réseaux domestiques, mais dont la mise en œuvre pose encore de nombreux problèmes dans le domaine des réseaux d'accès.

Du côté des réseaux «radio», on trouve une panoplie de technologies assez large comprenant :

- Les réseaux satellites, notamment ceux dédiés à la diffusion directe, qui proposent maintenant des solutions bidirectionnelles pour les services de données.
- La télévision numérique terrestre (TNT), qui remplacera progressivement le réseau de diffusion de télévision analogique sur les antennes individuelles ou collectives.
- La boucle locale radio, avec les normes MMDS (à 3,5 GHz), LMDS (à 26 GHz) ou MVDS (à 40 GHz) ; la nouvelle norme générique (WirelessMAN™) qui couvre ces systèmes est le IEEE 802.16, dont la version 802.16d correspond au label WIMAX d'interopérabilité des matériels dans la bande des 3,4 – 3,6 GHz. La récente norme 802.16e permettra d'introduire les fonctionnalités liées à la mobilité.
- La téléphonie mobile avec les versions successives du GSM(Global System for Mobile communication) de deuxième génération, GPRS (Global Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution) et plus récemment de l'UMTS (Universal Mobile Télécommunication System) ou HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access) et LTE (Long Term Evolution); les technologies propriétaires de type QDMA (Quadratic Division Multiple Access), permettant de mettre en œuvre des architectures maillées (meshed networks) fondées sur la combinaison de liaisons par bonds successifs "peer-to-peer", où chaque station terminale joue le rôle de répéteur / routeur.
- Les réseaux locaux radio, avec des normes comme :
 - IEEE 802.11b, dite Wi-Fi et ses dérivées 802.11a, 802.11g, 802.11n (avec sa préfiguration pre-n) et 802.11i pour la sécurité.
 - la norme européenne Hiperlan 2, voisine de 802.11a, mais non compatible.
- Les liaisons optiques non guidées FSO (Free Space Optic) en point à point pour des applications spécifiques.

I.3 FTTX

I.3.1 Généralités

L'introduction des technologies « fibre optique » dans le réseau d'accès découle d'un certain nombre d'éléments convergents :

- L'augmentation des besoins des utilisateurs :
 - Les besoins des entreprises en communications symétriques sont en croissance régulière quelles que soient leur taille et leur activité, pour passer de 1 à 10 puis 100 Mbit/s, voire 1 Gb/s à terme,
 - Les besoins des usagers résidentiels combinent l'accès à plusieurs programmes de télévision (en haute définition), la navigation internet, le téléchargement et le transfert de fichiers avec et les communications téléphoniques et visiophoniques.
- La convergence des applications et des terminaux, favorisée par l'utilisation du protocole IP, conduit à utiliser un média large bande et transparent,
- Les technologies traditionnelles (câble coaxial, paire torsadée... Etc.) atteignent leurs limites liées aux lois de la physique, alors que les technologies alternatives (radio, satellite, CPL) ne sont que des solutions d'attente sur des applications ciblées.

Même si tout le monde s'accorde à penser que le réseau cible, satisfaisant tous les critères de pérennité, est fondé sur la fibre optique jusqu'à l'abonné, les aspects économiques ralentissent son déploiement immédiat. Pour sa part, le coût des équipements optoélectroniques est déjà en forte réduction et bénéficiera encore des effets de volume (nombre d'équipements) ; la vraie question est liée au coût du génie civil, bien plus important que celui des composants optiques (câble, connectique, équipements actifs). [1]

Dans le réseau d'accès, les fibres optiques peuvent être déployées selon diverses topologies FTTx où la variable « x » décline le niveau plus ou moins profond de déploiement de la fibre vers l'utilisateur final : [2]

- FTTN (N =Node) : la fibre optique jusqu'à un nœud du réseau.
- FTTC (C= Curb) : la fibre optique s'arrête à l'armoire de sous répartition. A partir de ce point, les clients pourraient être raccordés en xDSL, sur les fils de cuivre de la boucle locale.
- FTTB (B = Building) : la fibre se termine au pied d'immeuble. Pour effectuer le raccordement terminal des clients, on peut utiliser soit un câble Ethernet, soit la terminaison en cuivre traditionnelle.

- FTTH (H = Home) : la fibre optique jusqu'à l'abonné, donc FTTH permet de bénéficier de tous les avantages techniques de la fibre sur l'intégralité du réseau jusqu'à l'abonné.

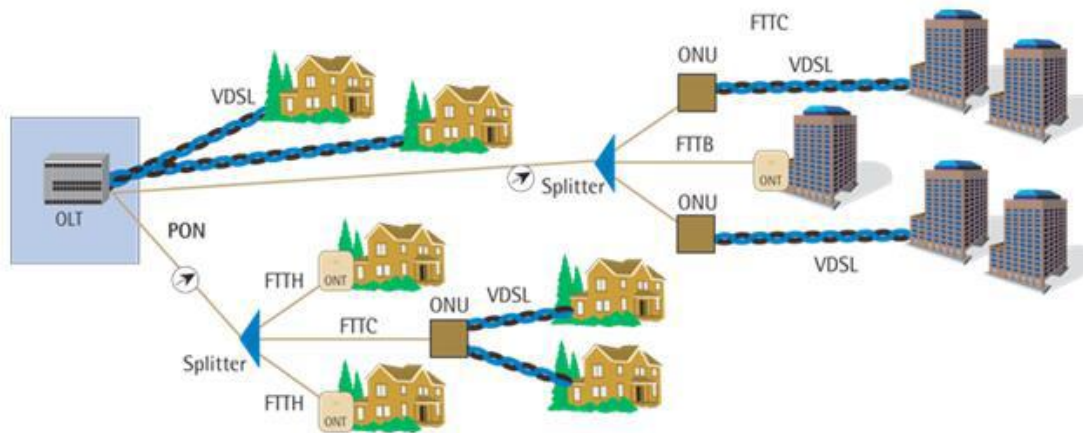


Figure I- 3 : Topologie FTTX

I.3.2 Topologies FTTH

Le réseau FTTH (Fiber to the Home), ce qui signifie «Fibre optique jusqu'au domicile», est un réseau de télécommunications physique qui permet notamment l'accès à internet à très haut débit et dans lequel la fibre optique se termine au domicile de l'abonné.

Le réseau FTTH est composé d'un certain nombre d'éléments qui peuvent être classés en trois catégories : [3]

- Infrastructure : composée notamment des fourreaux, des chambres, des armoires de rue et des locaux techniques.
- optique passive : composants passifs du réseau et qui comportent notamment les fibres optiques, les boîtiers et les baies de brassage.
- optique active : composants consommateurs en courant électrique et qui comportent notamment les systèmes émetteurs et récepteurs.

Dans une topologie FTTH, plusieurs systèmes peuvent être envisagés : [1]

- ❖ Les systèmes « point à point » (P2P) sont les plus simples à conceptualiser puisque chaque client est relié au nœud d'accès par une fibre qui lui est dédiée :

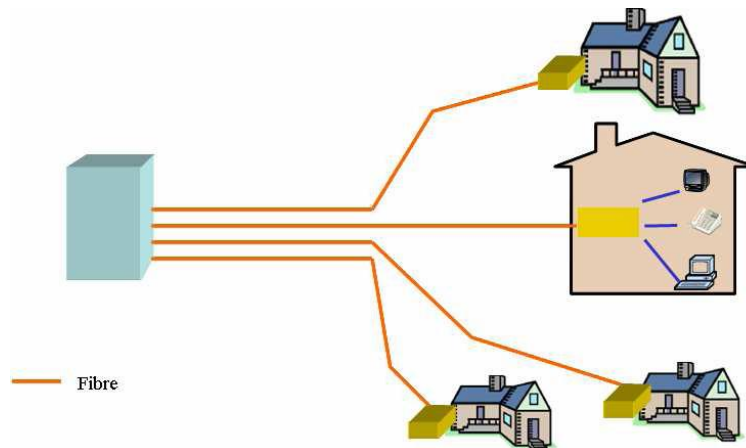


Figure I- 4 : Topologie FTTH point à point (P2P)

- ❖ Les systèmes peuvent également être conçus dans une configuration en « double étoile active », que l'on appelle AON (Active Optical Network) :
 - Un équipement « actif » est installé à proximité d'une « grappe » d'utilisateurs d'un secteur géographique donné et regroupe ces utilisateurs,
 - La terminaison finale peut être réalisée en fibre optique après avoir opéré une nouvelle conversion électro-optique du signal.

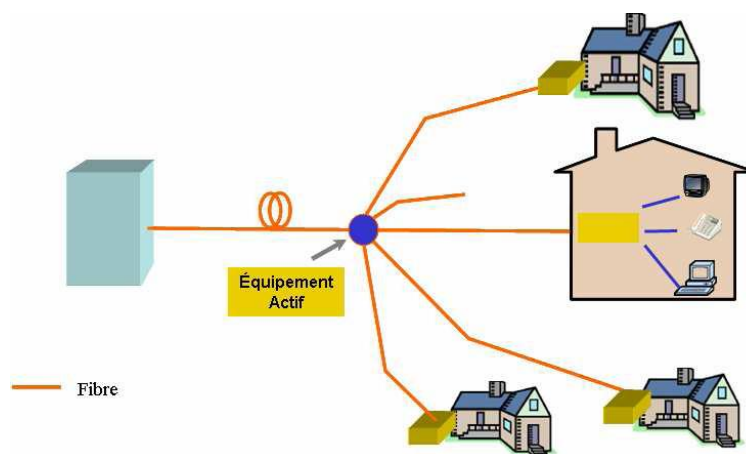


Figure I- 5 : Topologie FTTH en double étoile active (AON)

- ❖ Les systèmes « point à multipoint » regroupés sous le terme générique de PON (Passive Optical Network).

L'architecture FTTH généralement retenue par les opérateurs est une architecture PON. Le PON est une architecture point à multipoints basée sur les éléments suivants : [3]

- Une infrastructure en fibres optiques partagée. L'utilisation de coupleurs optiques dans le réseau est à la base de l'architecture et de l'ingénierie de déploiement. Les coupleurs sont utilisés pour desservir plusieurs zones ou plusieurs abonnés.

- Un équipement de centre faisant office de Terminaison Optique de Ligne (OLT : Optical Line Terminal). L'OLT gère la diffusion et la réception de flux à travers des interfaces réseaux et a pour finalité de recevoir des signaux de la part des clients ainsi que de leur diffuser des contenus basés sur des services spécifiques. Architecturés autour de cartes, il gère un certain nombre d'abonnés et leur permet l'accès à des débits spécifiques.
- Des équipements d'extrémité:
 - ONT (Terminaison de Réseau Optique) dans le cas où l'équipement est dédié à un client et où la fibre arrive jusque le client. Il s'agit alors d'une architecture de type FTTH (Fiber To The Home).
 - ONU (unité de réseau optique) dans le cas de réseaux FTTB.

Le schéma ci-dessous permet de visualiser le principe et les différents éléments constitutifs d'un réseau PON.

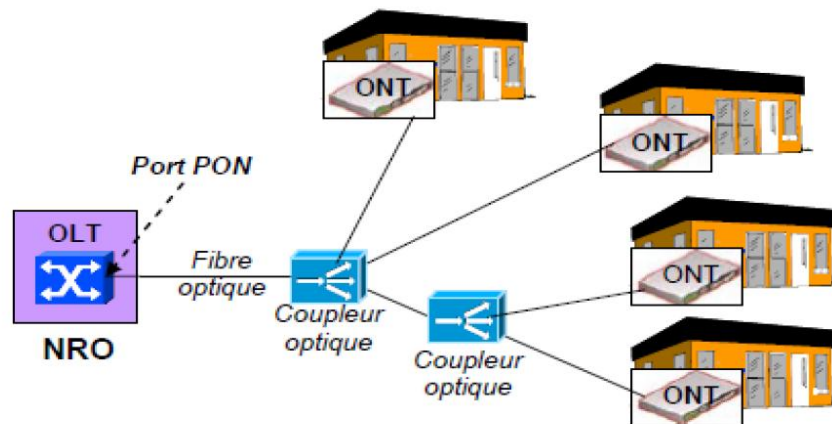


Figure I- 6 : Différents éléments constitutifs d'un réseau PON

- Ces systèmes recouvrent plusieurs normes qui se sont succédées au cours du temps (B-PON, E-PON et maintenant G-PON) : [3]

- B-PON (Broadband Passive Optical Network) peut monter jusqu'à des débits de 1Gb/s dans le sens descendant et 622Mb/s dans le sens remontant mais son utilisation est usuellement vue pour des débits de 622Mb/s descendant et 155Mb/s remontant.
- E-PON (Ethernet Passive Optical Network) présente un débit symétrique maximal de 1,25Gb/s par port, partagé pour un maximum de 64 abonnés, et disposant d'une portée d'environ 20 km.
- G-PON (Gigabit Passive Optical Network) autorise un débit maximal de 2,5 Gb/s (sens descendant) et 1,25 Gb/s (sens montant) par port, partagé pour un maximum de 64 abonnés, sur une distance de 60 km.

A titre d'exemple, Algérie Télécom a opté pour la technologie de type G-PON.

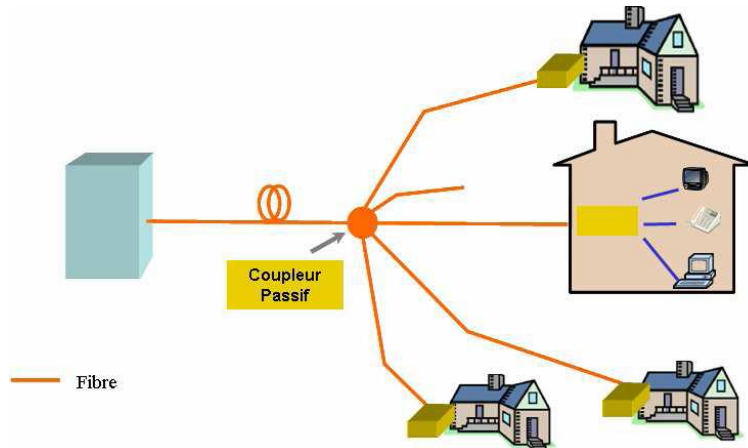


Figure I- 6 : Topologie FTTH en PON

I.3.3 Structure de réseau FTTH

Le déploiement d'une boucle locale en câbles fibres optiques est structuré autour de plusieurs nœuds et répartiteurs, dans ce qui suit on présente les principales règles d'ingénieries à appliquer lors du dimensionnement des réseaux d'accès FTTH.

Le dimensionnement des réseaux en fibre optique comprend le dimensionnement des différents nœuds (NRO, SRO, PBO, etc.) et des liaisons de transport et de distribution entre ces nœuds. [4]

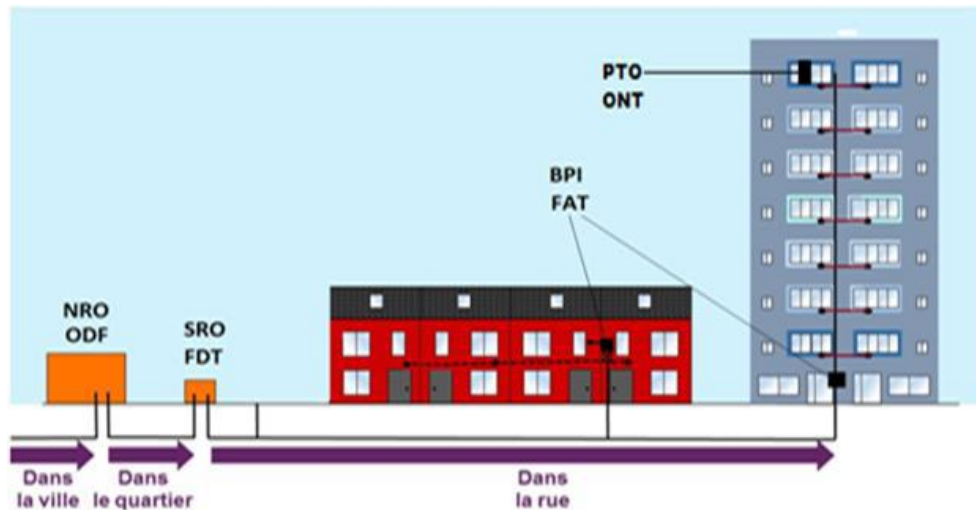


Figure I- 7 : Composants passifs du réseau FTTH

1.3.3.1 Boucle locale optique mutualisée(BLOM)

La boucle locale optique mutualisée représente le réseau d'infrastructures passives qui permet de connecter en fibre optique l'ensemble des habitations et des entreprises d'une zone donnée depuis un nœud unique dénommé Nœud de Raccordement Optique (NRO). La BLOM s'étend ainsi du NRO jusqu'aux PTO installés dans chaque local de la zone desservie. L'architecture du réseau se caractérise également par l'existence d'un nœud intermédiaire de brassage, le sous-répartiteur optique (SRO), en aval duquel chaque abonné est desservi avec une fibre optique. [5]

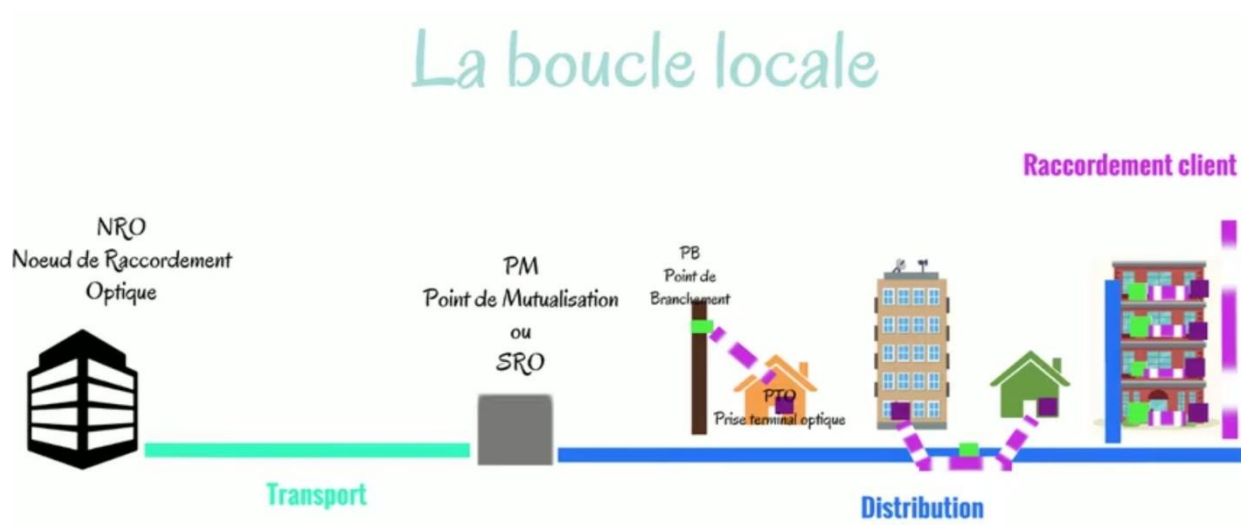


Figure I- 8 : Boucle locale

1.3.3.2 Segments de la boucle locale [5]

1.3.3.2.1 Transport optique

Le transport optique est le segment de la BLOM situé entre le NRO et le SRO(PM).

1.3.3.2.2 Distribution optique

La distribution optique est le segment de la BLOM situé entre le SRO(PM) et le PBO.

1.3.3.2.3 Branchement optique

Le branchement optique est le segment de la BLOM situé entre le PBO(PB) et le PTO.

I.3.3.3 Du NRO au SRO(PM) [6]

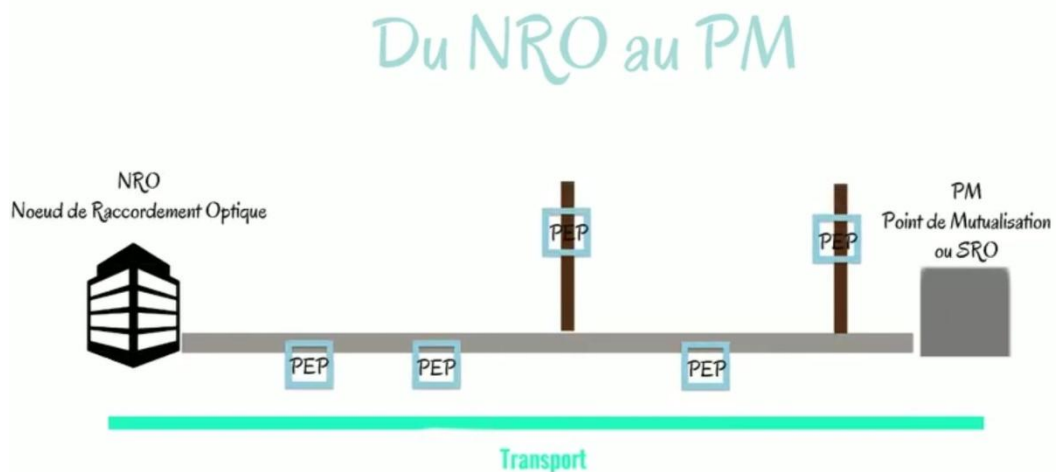


Figure I- 9 : Du NRO au SRO

I.3.3.3.1 Nœud de raccordement optique (NRO)

Un Nœud de Raccordement Optique est un local technique recevant les infrastructures d'un opérateur qui permettent de faire le lien entre le réseau national optique (backbone) et le réseau horizontal qui va vers les abonnés. Le NRO correspond au « cœur du réseau » de la zone qu'il dessert. C'est le nœud extrémité de la BLOM ou sont implantés les machines actives (OLT) des opérateurs et les baies de brassage.

OLT (Optical Line Terminal) est l'équipement actif que se trouve dans NRO, il fait le relais entre le réseau de collecte d'un opérateur et le réseau de desserte vers les abonnés.[5]



Figure I- 10 : Nœud de Raccordement Optique

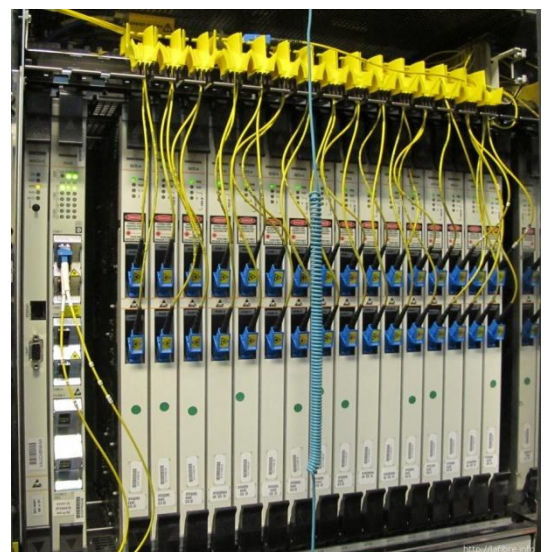


Figure I- 11 : OLT

I.3.3.3.2 Point d'épissure et de piquage (PEP)

C'est un boîtier étanche, lorsqu'il est installé en souterrain ou en aérien, dans lequel un câble entre puis ses fibres sont soudées avec celles de câble de capacité inférieure selon un diagramme, plan de câblage. [6]

On trouve ces boîtiers tout le long du segment de transport.



Figure I- 12 : PEP sous terrain (chambre)



Figure I- 13 : PEP aérien

I.3.3.3.3 Sous répartiteur optique (SRO)

Le SRO est appelé aussi PM (Point de Mutualisation) est un nœud intermédiaire de brassage du réseau, en aval duquel chaque habitation ou entreprise est desservie avec une fibre optique. Le SRO constitue un point clé du réseau, qu'il convient généralement de situer au cœur des zones bâties afin de faciliter les opérations de raccordement, d'exploitation et de maintenance des lignes optiques. Un SRO peut aussi être localisé directement au niveau du NRO pour desservir les abonnés situés à proximité immédiate du NRO. [5]



Figure I- 14 : Sous répartiteur optique

I.3.3.4 Du SRO(PM) à la PTO [6]

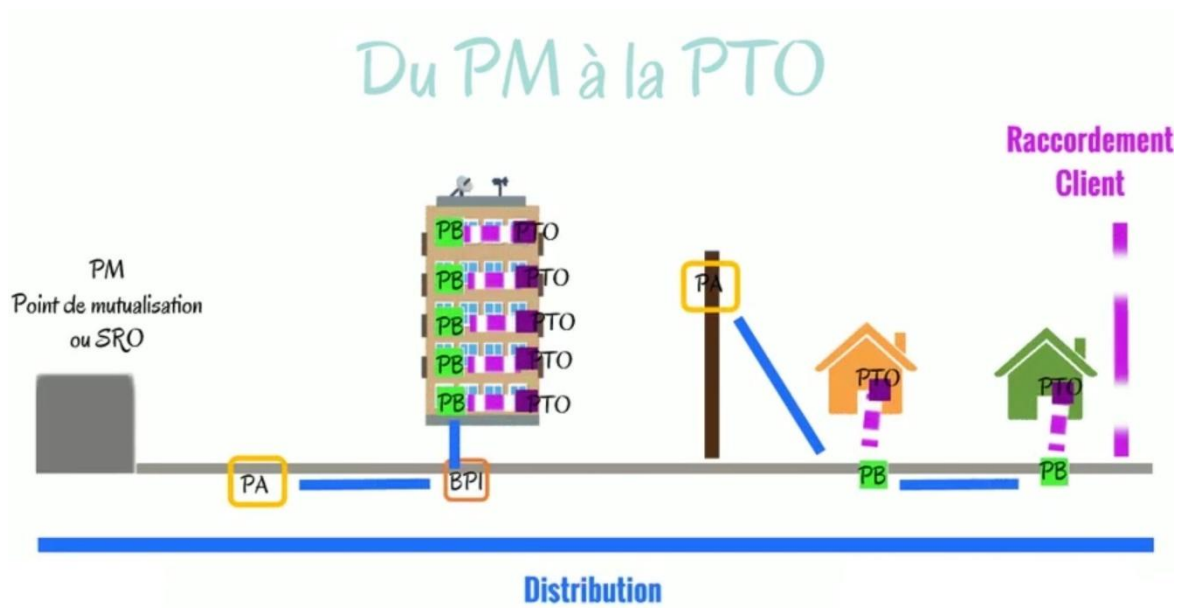


Figure I- 15 : Du SRO à la PTO

I.3.3.4.1 Point d'aboutement (PA)

Il s'agit du boîtier de soudure a pour rôle d'optimiser et d'apporter de la flexibilité au réseau FTTH et de dispatcher les fibres dans un ou plusieurs quartiers. Il est placé dans une chambre ou un poteau, à proximité des immeubles. [6]

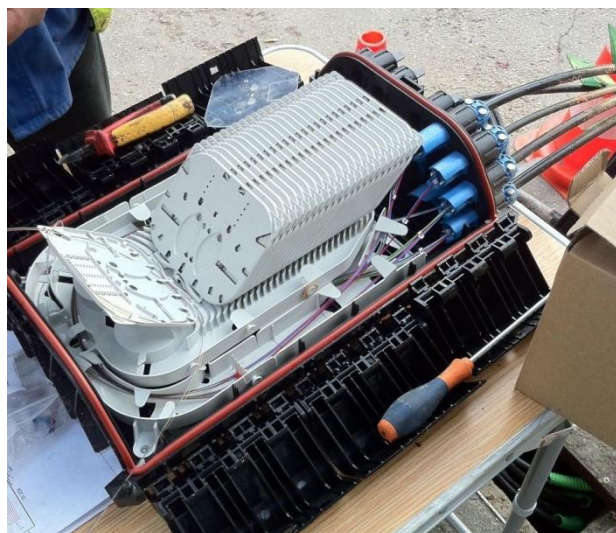


Figure I- 16 : Point d'éclatement du câble

I.3.3.4.2 Boitier pied de l'immeuble (BPI)

Situé généralement en pied d'immeuble, ce boîtier permet le raccordement des câbles venant de l'extérieur et ceux de la colonne montante où se trouvent les points de branchement qui desservent ensuite chaque logement.[4]



Figure I- 17 : Boitier pied de l'immeuble

I.3.3.4.3 Point de branchement optique(PBO)

Le PBO ou PB est le nœud de la BLOM situé au plus près des abonnés, à partir duquel sont réalisées les opérations de raccordement final. Dans les immeubles collectifs, le PBO est généralement installé dans les boîtiers d'étage de la colonne montante. En dehors des immeubles collectifs, le PBO est généralement installé en façade, en borne, en chambre de génie civil ou sur poteau. Chaque PBO est rattaché à un unique SRO(PM). [5]



Figure I- 18 : Point de branchement optique

I.3.3.4.4 Prise terminale optique (PTO)

PTO est aussi appelé DTIO (Dispositif de Terminaison Intérieur Optique), c'est le tout dernier équipement du réseau optique, il s'agit du boîtier où arrive la fibre optique chez l'abonné, et il est la fin de segment de branchement.



Figure I- 19 : Prise terminale optique

Ligne optique

La ligne optique est définie comme la liaison optique passive d'un réseau de BLOM allant du NRO jusqu'au PTO (DTIO) du logement ou local à usage professionnel donné. [5]

Raccordement final

Le raccordement final est l'opération consistant à installer et raccorder le câble de branchement optique jusqu'à l'habitation ou l'entreprise. [5]

I.4 Conclusion

Ce chapitre a été conçu pour aider les débutants en rappelant les bonnes pratiques qui s'appliquent à la construction d'un réseau optique de qualité dans le usage d'habitation ou professionnels et son raccordement au réseau optique mutualisé (FTTH), en s'appuyant sur les normes et la réglementation en vigueur.

Chapitre II. Prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement des câbles de fibre optique [7]

II.1 Introduction

Aujourd'hui, la réglementation impose d'installer un réseau de communications électroniques à très haut débit en fibre optique dans toutes les constructions neuves et dans certaines rénovations.

II.2 Partie - I -Génie civile

II.2.1 Objectifs

Fixation et spécification des conditions de réalisation de l'infrastructure d'accueil destinée à accueillir les câbles à fibres optiques.

Cette infrastructure sera composée d'une conduite multitubulaire posée en tranchées, ainsi que de chambres de tirage ou de raccordement.

La conduite multitubulaire sera constituée d'un assemblage de n fourreaux ou de fourreau unitaire type COD (conduit ondulé composé de multiples tubes incorporés).

Les chambres de tirage et celles de raccordement seront des chambres préfabriquées ou exceptionnellement construites sur place sur approbation d'opérateur Télécom.

II.2.2 Consistance des travaux à réaliser

C'est la réalisation de l'infrastructure souterraine selon les nouvelles techniques de pose de câbles à fibres optiques.

Opérationnellement, ce qui suit :

Réalisation du projet par les machines excavatrices en effectuant :

- Signalisation et sécurisation du chantier.
- Ouverture de la tranchée.
- Réalisation du lit de sable ou de terre fine (1ère couche).
- Pose de fourreaux en PEHD.
- Couverture des fourreaux (2ème couche).
- Pose de grillage avertisseur.

- Remblaiement de la tranchée (couche finale).
- Pose de chambres préfabriquées.
- Remise en état des lieux.
- Evacuation des déblais à la décharge publique.
- Pose de câble FO.

L'opération se fera par moyens mécanisés, sauf dans les cas particuliers ou l'utilisation de ce type de moyens s'avère impossible.

Cette infrastructure sera composée de deux (02) fourreaux au minimum posés en tranchées, ainsi que de chambres de tirage ou de raccordement.

Les chambres de tirage et les chambres de raccordement seront des chambres préfabriquées en béton armé ou autres.

II.2.3 Tranchage

Les tranchées sont exécutées à sec. Le fond de fouille doit être purgé de tout élément saillant.

Le choix du matériel à employer se fera en fonction du terrain rencontré (chaussée, terre, roche...), des contraintes d'exploitation (circulation), de l'occupation du sous-sol (densité des réseaux existants).

Tranchée

C'est une fouille longitudinale dont les dimensions sont déterminées suivant la nature du sol et l'importance des ouvrages de canalisations et des ouvrages à établir. Le tracé doit être fait de manière à assurer la sauvegarde des diverses canalisations se trouvant dans le sous-sol.

II.2.3.1 Tranchée en terrain naturel, (meuble ou agricole)

Ouverture d'une tranchée selon le schéma ci-dessous.

- Couche contenant les fourreaux en PEHD, à réaliser :

- Lit de sable ou de terre fine, épaisseur 5 cm.
- Couverture de fourreaux, épaisseur 20 cm.

- Première couche de remblai :

- A réaliser avec les matériaux extraits de la fouille, épaisseur 10 cm.
- A poser dessus le grillage avertisseur.

- Couche de remblai finale :

- A réaliser avec les matériaux extraits de la fouille.
- A éviter lors du compactage, toute érosion due aux intempéries et l'endommagement des fourreaux.
- Epaisseur 50 cm, pour un terrain meuble, où la couche protectrice des fourreaux est de 80 cm.
- Epaisseur 70 à 90 cm, pour un terrain agricole, où la couche protectrice des fourreaux est de 100 à 120 cm.

Nb :

La tranchée remblayée sera compactée de façon à éviter toute érosion due aux intempéries et l'endommagement des fourreaux.

La Charge au-dessus de la génératrice supérieure des fourreaux sera de 80 cm pour le terrain meuble, et de 100 cm pour le terrain agricole.

L'ouverture de la tranchée et le remblayage devra se faire le jour même.

Les matériaux impropres au remblai sont enlevés et transportés aux décharges publiques puis remplacés par du sable ordinaire de plaine.

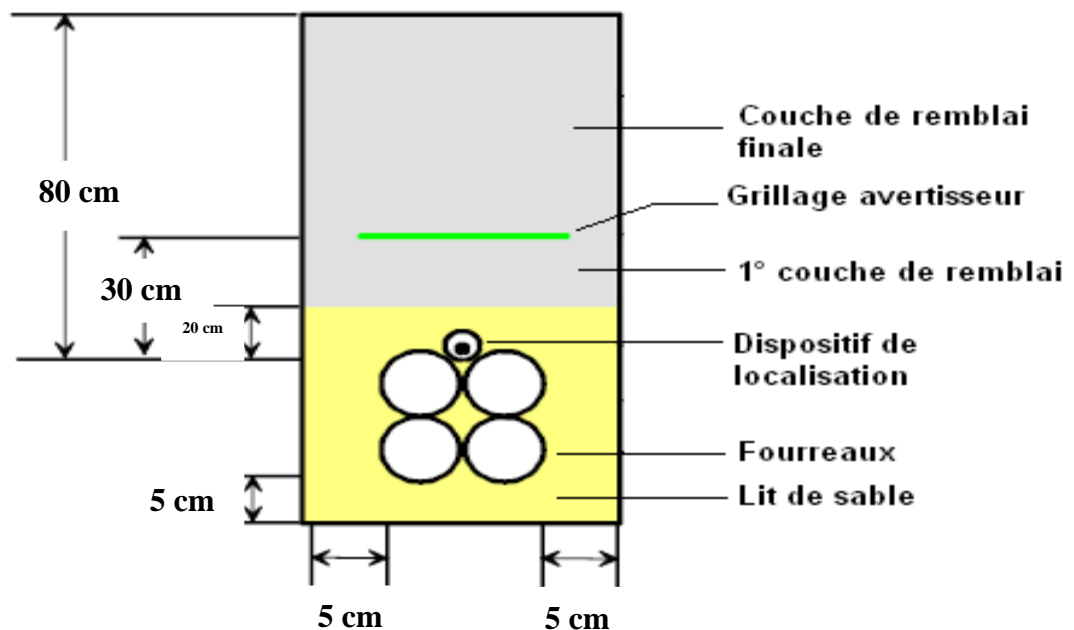


Figure II- 1 : Tranchée en terrain naturel

II.2.3.2 Tranchée sur accotement

Ouverture d'une tranchée selon le schéma ci-dessous

- Couche contenant les fourreaux en PEHD, à réaliser comme suit :

- Lit de sable ou de terre fine, épaisseur 5 cm.
- Couverture de fourreaux, épaisseur 10cm.

- Première couche de remblai :

- A réaliser avec les matériaux tamisés extraits de la fouille, épaisseur 25 cm.
- A poser dessus le grillage avertisseur.

- Couche de remblai finale :

- A réaliser avec les matériaux permettant de reconstituer la structure initiale de l'accotement.
- Epaisseur : 50 cm.

Nb :

La tranchée sera compactée de manière à redonner à l'accotement ses caractéristiques mécaniques ainsi que son homogénéité.

La charge au-dessus de la génératrice supérieure des fourreaux dans la tranchée sera de 80 cm.

L'ouverture de la tranchée ainsi que son remblayage devra se faire le jour même.

Les matériaux impropres au remblai sont enlevés et transportés aux décharges publiques puis remplacés par du sable ordinaire de plaine.

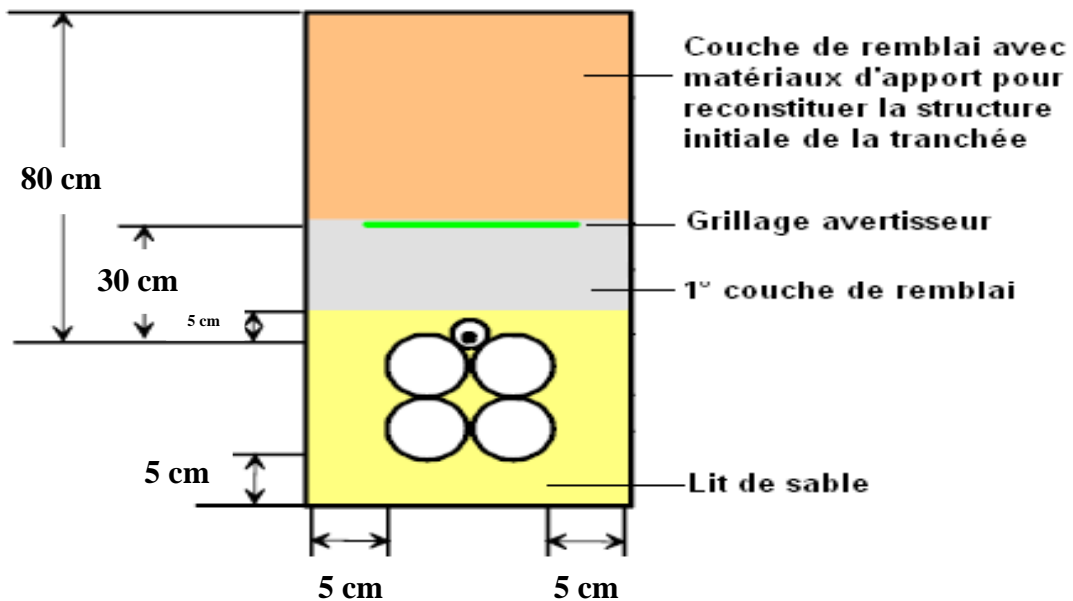


Figure II- 2 : Tranchée sur accotement

II.2.3.3 Tranchée sous chaussée- trafic léger

Ouverture d'une tranchée selon le schéma ci-dessous

- Couche contenant les fourreaux en PEHD, à réaliser :
 - Lit de sable ou de terre fine, épaisseur 5 cm.
 - Couverture de fourreaux, épaisseur 5cm.
- Première couche de remblai :
 - A réaliser avec les matériaux tamisés extraits de la fouille, épaisseur 25 cm.
 - A poser dessus le grillage avertisseur.
- Couche de reconstitution :
 - A réaliser avec les matériaux d'apport. Elle sera compactée de manière à redonner au sous-sol sa consistance initiale.
 - Epaisseur : 45cm.
- Couche d'asphalte:
 - A réaliser selon les recommandations de l'autorité exploitant la chaussée.
 - Epaisseur : 5 cm.

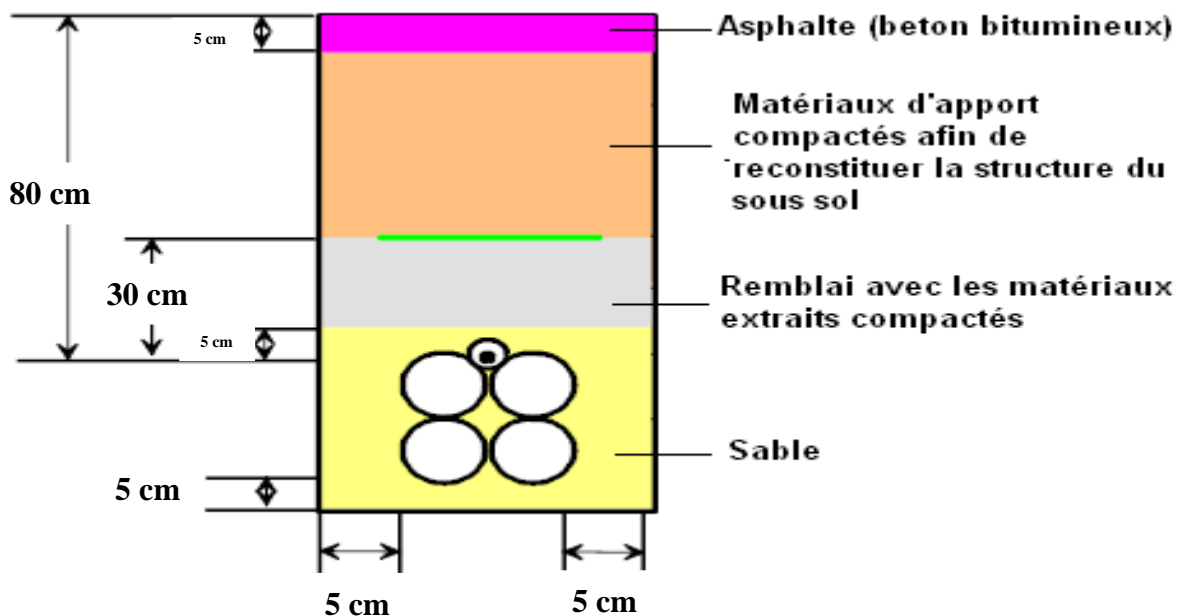


Figure II- 3 : Tranchée sous chaussée

II.2.3.4 Tranchée sous voie à grande circulation – trafic lourd

Ouverture d'une tranchée selon le schéma ci-dessous

- Couche contenant les fourreaux en PEHD, à réaliser :

- Lit de sable ou de terre fine, épaisseur 5 cm.
- Couverture de fourreaux, épaisseur 5 cm.

- Couche de reconstitution :

- A réaliser directement sur la couche de sable contenant les fourreaux. Il sera inséré dans cette couche le grillage avertisseur à 25 cm au-dessus des fourreaux.
- La consistance de cette couche sera selon les recommandations de l'exploitant de la voie.

Epaisseur : 60 cm.

- Couche dure:

- A réaliser en béton dur (résistance de 30 MPA), épaisseur 15 cm.

Nb :

Aucun matériau extrait de la fouille ne doit être utilisé pour le remblayage.

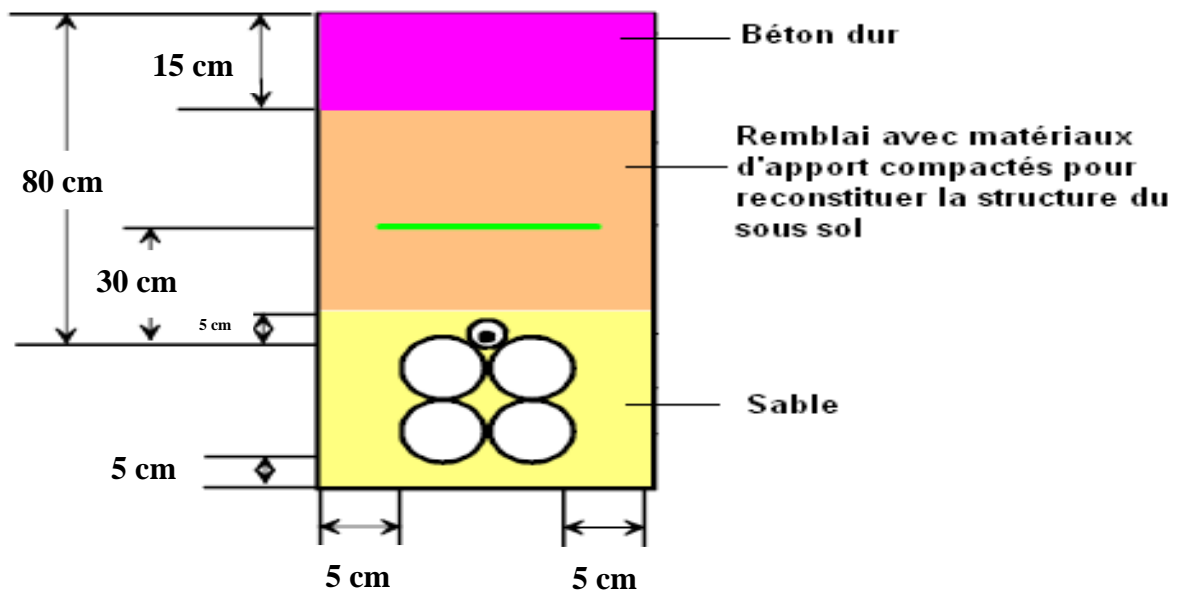


Figure II- 4 : Tranchée sous voie à grande circulation

II.2.4 Micro et mini Tranchée

On distinguera deux catégories selon la norme expérimentale :

- Les micros tranchées, de largeur supérieure à 5cm et inférieure ou égale à 15cm.
- Les mini tranchées, de largeur et supérieure 15cm et inférieure ou égale à 30cm.

Lorsque le cheminement impose une tranchée à faible charge (ou faible profondeur), ce type de tranchée sera réalisé. Les dispositions ci-après mentionnées, devront être appliquées :

- Nettoyage de la tranchée de tout gravats et cailloux.
- Mise en place des fourreaux sur une couche de béton dur.
- Remplissage de la tranchée avec le même matériau.
- Enrobage latéral des fourreaux avec une largeur minimale de 5 cm de béton.

Nb :

A prendre les dispositions nécessaires afin d'éviter tout croisement des fourreaux.

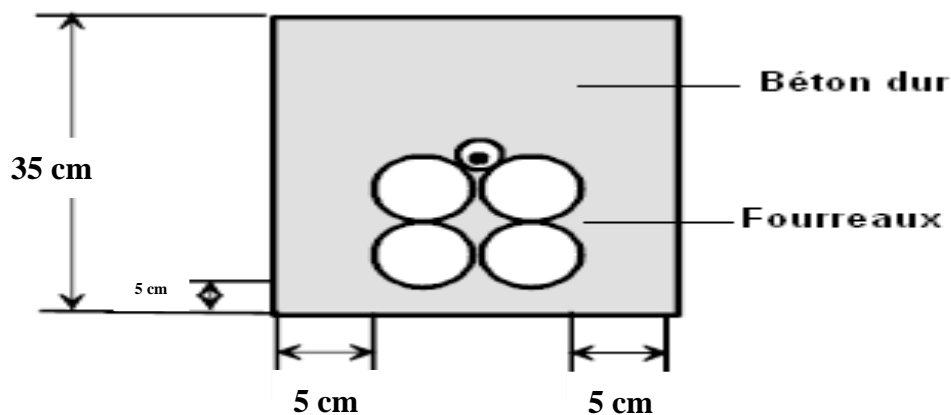


Figure II- 5 : Micro et mini tranchée

II.2.5 Mise en place des fourreaux

La pose par portage nécessite des fourreaux PEHD (polyéthylène haute densité) prévus spécifiquement pour cette technique (fourreaux rainurés et lubrifiés ou siliconés afin d'augmenter les performances du portage).

La pose de fourreaux est tributaire du type, de la nature et des conditions environnementales du site. Elle sera exécutée selon les cas expliqués à travers les points ci-dessous.

Elle peut être mécanisée (trancheuse) ou manuelle.

Les fourreaux sont mis en place dans l'axe de la tranchée sur un lit de béton ou de sable compacté de 5 (cinq) cm.

Ils sont maintenus en place à l'aide d'étriers ou de peignes suffisamment rigides disposés tous les 2,00 m environ.

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

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

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

Les jonctions sont réalisées grâce aux manchons prescrits par le fabricant et selon les recommandations et prescriptions de ce dernier.

Les manchons des deux fourreaux sont décalés dans la tranchée (15 cm mini) afin de ne pas créer de points durs.

Les positions (coordonnées géographiques) des manchons seront relevées avec précisions et reportées sur la documentation.

II.2.6 Canalisation multitubulaire

Sera réalisée comme suit :

- Assemblage de n fourreaux ou de type COD.
- Disposition en nappe sans croisement.
- Respect du rayon de courbure.
- Liaison entre les chambres de tirage et de raccordement.

- Conduite multitubulaire sous chausse 08 fourreaux PEHD

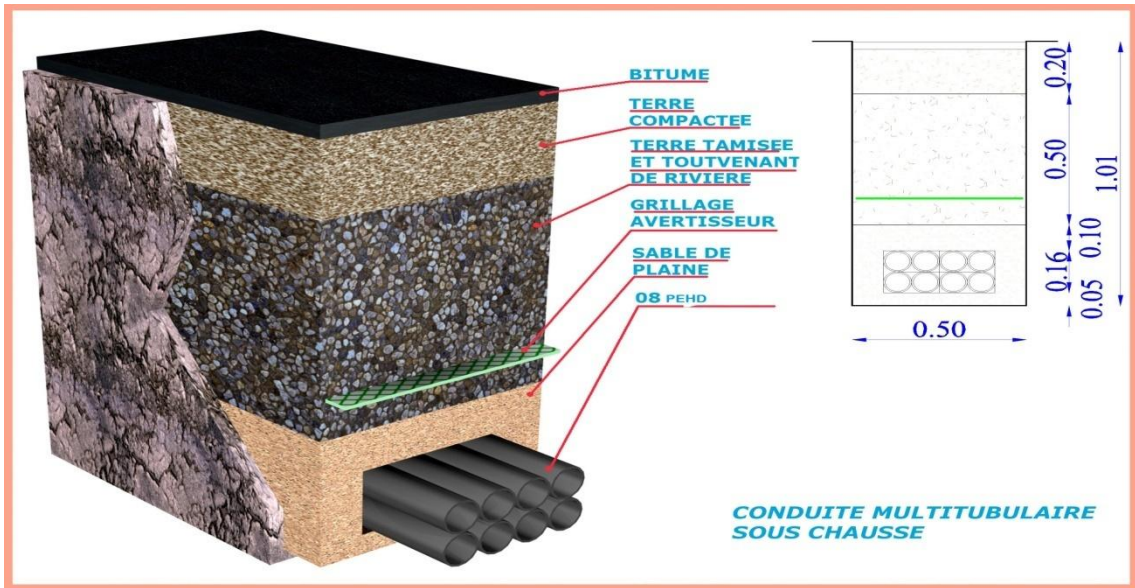


Figure II- 6 : Conduite multitubulaire sous chaussé

- Conduite multitubulaire sous trottoir 08 fourreaux PEHD

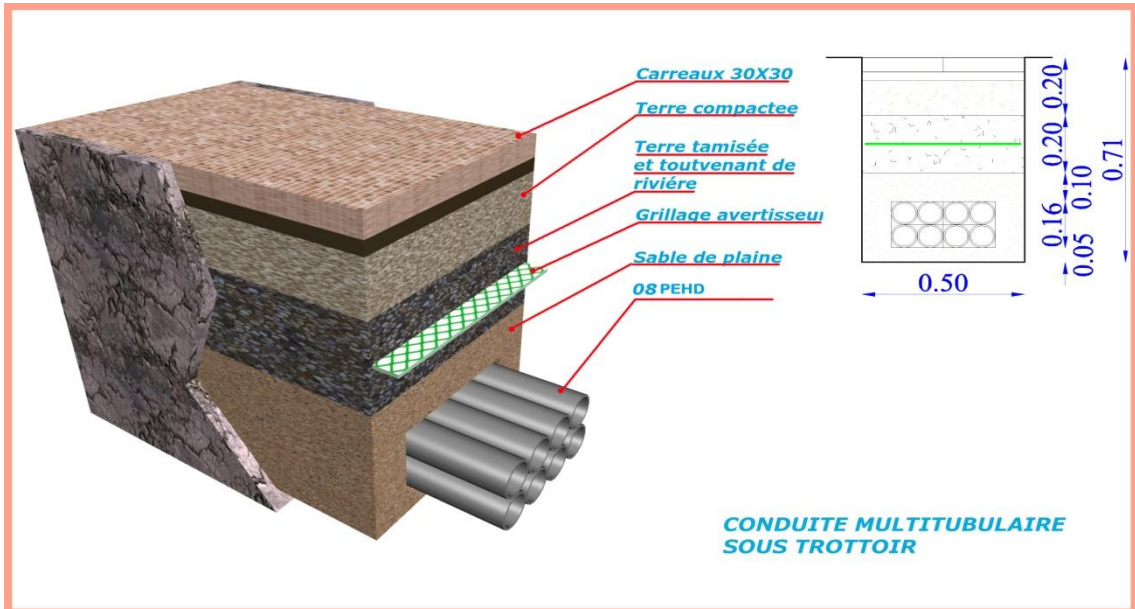


Figure II- 7 : Conduite multitubulaire sous trottoir

II.2.7 Massif de blocage

II.2.7.1 Sortie et entre de chambre L= 1,00 m

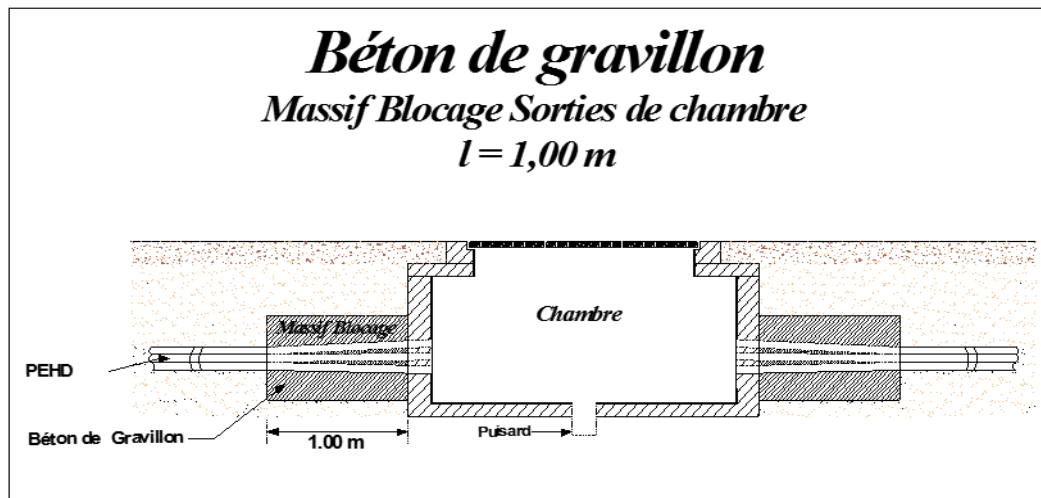


Figure II- 8 : Massif de blocage entré et sorti de chambre L=1M

À l'arrivée dans les chambres, les tuyaux sont écartés et maintenus en place soit au moyen de peignes soit au moyen d'un masque métallique et enrobés de béton de gravillon sur 1,00 mètres de longueur. L'espace entre les tuyaux doit alors être garni de mortier.

II.2.7.2 Enrober tous les 50 M de 50 Cm de longueur

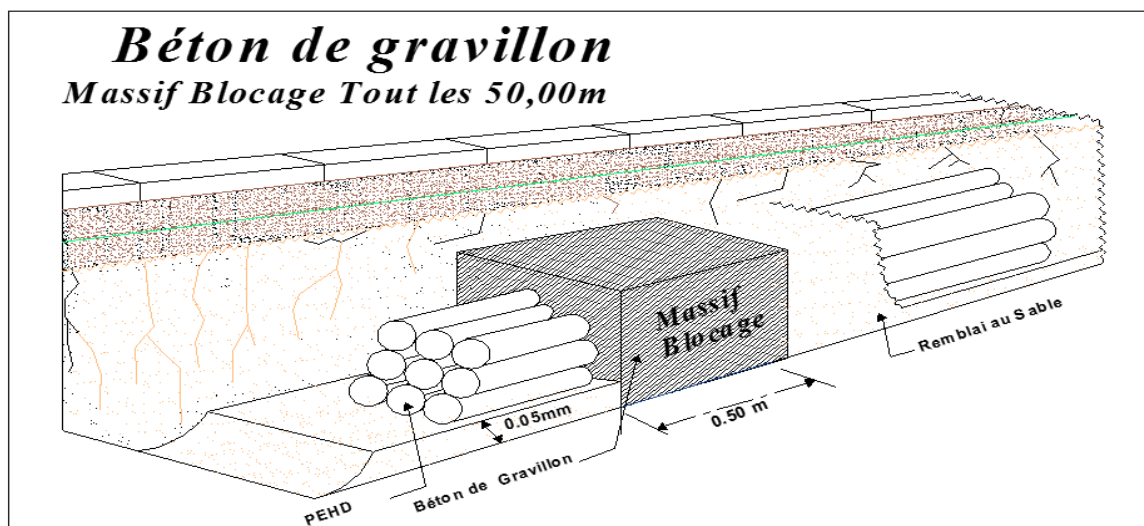


Figure II- 9 : Massif de blocage tout les 50 CM

Les tuyaux emboîtés et collés au fur et à mesure de l'avancement des travaux sont, suivant leur importance, maintenus en position par des étriers placés alternativement au-

dessus et au-dessous du bloc ou par des colliers souples espacés d'un mètre cinquante environ et laissés en place lors du remblai.

Le fond de fouille et le remblai autour des tuyaux doivent être constitués par du sable de plaine légèrement argileux pour ne pas former drain et également purgé de cailloux afin de ne pas blesser les tuyaux.

II.2.8 Pose des chambres

- Type :
 - Chambres de tirage ou de levage.
 - Chambres de raccordement.
- En fonction de leur position, elles peuvent se situer soit :
 - Sous chaussée.
 - Sous trottoir.
 - Sous terrain agricole.
 - Sous accotement.



Figure II- 10 : Pose une chambre

Les chambres préfabriquées de tous types sont posées sur lit de sable. Le contractant donne au Cocontractant le niveau fini des chambres et l'emploi éventuel de rehausse.

La chambre finie devra avoir le même niveau que la chaussée, le trottoir ou l'accotement ou elle est posée. Aucun écart de niveau qui pourrait être ressenti par les usagers (véhicules et piétons) ne sera toléré.

Le terrassement, la pose de la chambre et la pose du tampon de fermeture sont réalisés en une seule phase.

Le percement des masques, leur ragréage, ainsi que les scellements des cadres de fermeture sont réalisés par des personnels qualifiés.

Le critère principal du choix de leur implantation est le besoin de leur présence en certains points du linéaire pour permettre le tirage / portage des câbles (ex. passages des points spéciaux, forages dirigés, etc).

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

- Le stationnement à proximité immédiate des chambres doit être possible avec un véhicule léger.
- Les chaussées ou passages routiers doivent être évités autant que possible,
- Le raccordement de points stratégiques (école, administration, zone industrielle,...).

- Classification : [8]

Les chambres sont classées en fonction de leur utilisation en quatre classes :

<i>Classe</i>	<i>Utilisation</i>	<i>Type de Chambre</i>
Chaussée	Chambres destinées à être placées sous chaussées et parking « lourds »	K2C-K3C
Trottoir	Chambres destinées à être placées sous trottoirs et parkings voitures	L0T-L3T-L5T
Terrain Agricole	Chambres destinées à être placées sous terrains agricoles	L0T-L1T-L2T
Accotement	Chambres destinées à être placées sous accotement pour les réseaux interurbains	BMH

Tableau II- 1 : Classification des chambres

II.2.9 Désignation et spécifications techniques des matériaux

II.2.9.1 Fourreaux en PEHD

II.2.9.1.1 Spécifications générales en Polyéthylène Haute Densité

- Aspect extérieur, lisse homogène opaque et flexible.
- Couleur noire avec quatre (04) bandes de repérage (filet de repérage) de couleur verte équidistantes comportant au minimum les informations suivantes :

« Fabricant – PE80 – Pression Nominal à partir de 12 – Dimension des tubes - Date de Fabrication – Lot N° - Nom d’opérateur ‘Algérie Télécom, Ooredoo, ...’ »

- Aspect intérieur, Rainuré et pré-lubrifié ou siliconé.
- Etanche.
- Rayon de courbure minimal admissible à la pose par soufflage sans difficultés.
- Résiste à l’écrasement.
- Supporte la pression de soufflage.
- La masse volumique nominale à 23°C sera supérieure à 947kg/m3.

II.2.9.1.2 Caractéristiques dimensionnelles

- Pour la protection du câble : Ø varie de 20 à 160 mm.
- Pour le forage dirigé : Ø varie de 90 à 315 mm.

<i>N° d'ordre</i>	<i>Diamètre extérieur Nominal (mm)</i>	<i>Diamètre intérieur Nominal (mm)</i>
1	32,0	26,2
2	40,0	32,6
3	50,0	40,8
4	63,0	51,4
5	75,0	61,4
6	90,0	73,6

Tableau II- 2 : Dimensions recommandées

Particularité de construction : A l’arrivée dans les chambres, les fourreaux devront être écartés et maintenus en place.

En cas de courbe prononcée, que la souplesse du PEHD. Rend possible, il est nécessaire de prévoir, soit des massifs de blocage assez rapprochés, soit un enrobage en béton de la conduite. Dans ce dernier cas on aura avantage à disposer les tubes, écartés les uns des autres sur des petits peignes en béton qui facilitent leur mise en place et les maintiennent pendant le coulage.

II.2.9.1.3 Caractéristiques de marquage

<i>Désignation</i>	<i>Marquage</i>
Caractéristiques	Symbole de la matière
	Classe
	Dimensions
Références	Identification d'opérateur « Algérie Télécom, Ooredoo, »
	Logo d'opérateur tous les dix mètres
	Repérage métrique continu
	Date de fabrication Jour/Mois/Année
	Numéro de série (AT/AA/MM/N° d'ordre)

Tableau II- 3 : Caractéristiques de marquage

II.2.9.1.4 Raccords des fourreaux

Les raccords doivent être étanches et garantir une résistance à une traction et une pression égale à celle de la rupture du fourreau lui-même.

II.2.9.2 Les dimensions des chambres [8]

<i>Type</i>	<i>Longueur (L en Cm)</i>	<i>Largeur (l EN Cm)</i>	<i>Profondeur (H en Cm)</i>	<i>Poids (Kg)</i>
LOT	42	24	30	185
L1T	52	38	60	470
L2T	116	38	60	640
L3T	138	66	60	825
L5T	179	88	120	1670
K2C	150	75	75	1150
K3C	225	75	75	1600
BMH	140	60	78	–

Tableau II- 4 : Caractéristiques géométriques et poids

Figure II- 11 : Grillage avertisseur



II.2.9.3 Grillage avertisseur

- Matière première : Plastique.
- Couleur : Verte.
- Fonction : Prévention de la présence des fourreaux lors de travaux à proximité.

II.2.10 Techniques de contrôle de la couche infrastructure [1]

Le réseau d'infrastructure est la base du système de transmission des données. Toute erreur de conception ou non-conformité aura un impact sur le coût de déploiement et/ou limitera les performances du système.

L'objectif du contrôle du réseau d'infrastructure est de s'assurer de la qualité des prestations du génie civil (pose des fourreaux et des chambres, remblaiement, revêtement,...), en fonction du cahier des charges et des plans préalablement établis.

Les points suivants présentent les principaux contrôles qui doivent être réalisés durant la phase d'exécution des travaux, et complétés par une « réception » finale, comprenant l'établissement de Procès Verbaux de recette.

II.2.10.1 Contrôle en cours des travaux

Le contrôle, pendant la phase d'exécution des travaux, permet au maître d'œuvre (ou à son représentant) de s'assurer de la conformité de la qualité du chantier. Le maître d'œuvre a donc un rôle de surveillance qui doit lui permettre de valider certaines phases et d'autoriser la poursuite des travaux.

II.2.10.1.1 Contrôle du génie civil

Les étapes importantes liées au génie civil sont :

- La validation du tracé et des plans de l'avant projet détaillé.
- Le respect des techniques de pose préconisées (enterrées, fonçage, chemins de câble, caniveaux,...).
- Le respect des cotes (profondeurs, hauteurs, longueurs, largeurs, positionnement des chambres).
- Les techniques et la qualité de pose et de protection des fourreaux.
- Les pénétrations dans les bâtiments.
- Le remblaiement et le compactage des tranchées.
- La pose de grillage avertisseur.
- Les réfections de surface.

II.2.10.1.2 Contrôle des fourreaux

Les principaux éléments à vérifier sont :

- Leur nombre.
- Le type (diamètre, épaisseur, matière : PVC, PEHD).
- Les matériaux de pose et de protection (sable, béton, gaines, ...).

- Le calibrage (envoi d'un calibre dans chaque tube pour s'assurer qu'il n'est pas obstrué), l'aiguillage, l'obstruction à chaque extrémité et la tenue à la pression (PEHD).
- La pose «en nappe» des fourreaux, si celle-ci est demandée, pour éviter leurs croisements et garder une cohérence de leur disposition.
- La présence de bouchons au niveau des extrémités des fourreaux (qui dépassent de ~30 cm à l'intérieur des chambres pour les PEHD et qui sont coupés à ras pour les PVC).
- La présence d'un fil de pré aiguillage.

Essais d'étanchéité

Les essais d'étanchéité sont réalisés pour tous les fourreaux PEHD.

La vérification consiste à mettre le fourreau sous une pression de 1 bar. Dans un délai de deux heures après cette mise en pression, la pression dans le fourreau doit rester inchangée. Pour s'affranchir des variations de température éventuellement importantes résultant du refroidissement ou du réchauffement de l'air insufflé dans le fourreau, le temps " zéro " de la mesure est toujours pris une heure environ après une première mise en pression, celle-ci étant alors réajustée à la valeur de 1 bar.

Calibrage (mandrinage) d'une conduite

Le calibrage, également appelé mandrinage permet 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'éventuels ré interventions de réparation).

La fiche contrôle établie pour chaque tronçon de vérification doit comporter notamment :

- Le repérage des chambres d'origine et d'extrémité avec les masques.
- La désignation du gabarit propulsé.
- La longueur de la section en essai.
- Les dessins des masques avec la désignation des types de fourreaux.
- Les observations éventuelles.

Après mandrinage, l'aiguillage du tube peut-être réalisé (à l'aide d'une drisse nylon).

On utilise des types de mandrins adaptés à la nature et au diamètre des conduites à contrôler :

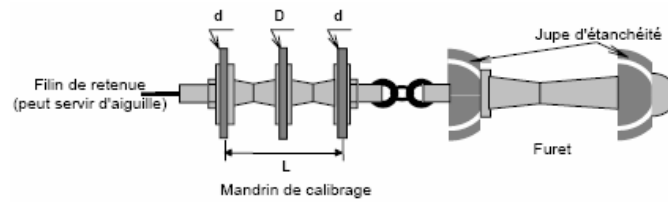


Figure II- 12 : Mandrin adapté au contrôle des conduites PVC

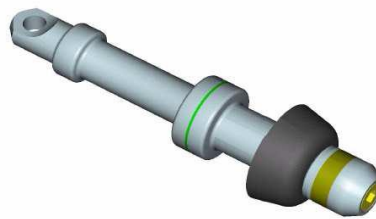


Figure II- 13 : Mandrin adapté au contrôle des conduites PEHD

Type Ø mm	Conduites PVC						Conduites PeHD		
	25 / 28	30 / 33	42 / 45	56 / 60	75 / 80	96 / 100	26 / 32 et 27 / 33	32,6 / 40	40,8 / 50
D	22	27	38	50	70	90	22	28	36
D	16	21	32	44	64	84	16	26	32
L	90	90	90	90	200	200	90	90	150

Tableau II- 5 : Dimension des mandrins en fonction des types et dimensions de la conduite à contrôler

II.3 PARTIE - II – Pose de câble FO et accessoires

II.3.1 Généralités

Les câbles optiques, sont posés en conduites par tirage manuelle ou soufflage. Par conséquent il faut respecter les rayons de courbure et de guidage pour éviter de dépasser la force de traction maximale supportée par les câbles à fibres optiques.

II.3.1.1 Mise en place du câble

Le câble est fourni en longueur de 2100m ou 4100m en général. Les longueurs à poser aux extrémités seront prévues en métrage adéquat, conformément à l'étude du tracé.

Avant chaque pose, la tranchée sera chaînée pour fixer le début et la fin de chaque longueur. Ces deux points ne doivent en aucun cas se trouver sur un ouvrage d'art, un oued, une route ...etc.

Il faut prendre toutes les dispositions pour que toute longueur commencée en pose, soit terminée dans la même journée.

II.3.1.2 Pose sans obstacles

Dans les parties du parcours ne comportant pas d'obstacles, le touret de câble sera transporté par dérouleuse tractée. La pose se fera sans traction brusque ou excessive.

II.3.1.3 Pose avec obstacles

Dans les parties difficiles du parcours, le câble sera posé par portage. Le câble sera déroulé et porté à bras d'homme au fond de la tranchée. Le nombre d'ouvriers devra être suffisant pour manipuler le câble avec sécurité.

II.3.2 Pose de câble au niveau des (Traversées, Agglomérations, Oued, route,...etc.)

Dans les conduites (traversées agglomérations, oued, route,...etc.) le câble sera posé par tirage manuel, surtout lorsqu'il n'est pas possible d'installer de grandes longueurs de câble en une seule manœuvre aux extrémités. Pour cela, deux méthodes sont utilisées :

II.3.2.1 Méthode statique

Cette méthode exige que le touret soit placé à un point intermédiaire et que l'on tire le câble dans une direction du tracé à l'aide de techniques normales de tirage aux extrémités, le câble restant est alors déroulé et posé en « huit » sur le sol jusqu'à atteindre l'autre extrémité du câble. Le câble sera ensuite tiré dans l'autre moitié de la section. Cette méthode exige un espace approprié au point de configuration en huit (c'est la méthode au double tirage).

II.3.2.2 Méthode dynamique

Cette méthode sera utilisée pour le tirage dans une direction rectiligne à partir du touret. La pose se faisant à la main, la main d'œuvre doit être suffisante aux points intermédiaires pour assurer un travail aisé.

Les systèmes de tirage intermédiaires ou répartis exigent de bons moyens de coordination, de synchronisation et de communication entre les points.

II.3.3 Love et mou

Les loves reconnues nécessaires au cours de l'étude des itinéraires et figurant sur le plan de piquetage seront respectées. Le mou indiqué sur les plans sera toujours la différence entre la longueur réelle du câble et la longueur du parcours rectiligne compté suivant l'axe du câble. Aux points d'épissures, il sera prévu un mou de 6 m sur les deux extrémités de chaque longueur. Ce mou sera lové et logé dans une fouille de 2 m de long et 1 m de large où sera effectuée ultérieurement l'épissure du câble. En attendant la jonction, les deux extrémités des câbles seront remblayées par une couche de sable ou de terre fine sur une épaisseur de 30cm. L'emploi des galets pour la pose en tranchée est souhaité.



Figure II- 14 : Mou de câble FO

II.3.4 Remblayage des tranchées

Une fois le câble posé, le remblayage se fera conformément aux indications du paragraphe « article 2 ».

Les blocs de pierre volumineux pesant plus de 5 Kg ne doivent pas être remis dans la tranchée.

Nb :

Durant la pose ou le tirage du câble, et du remblayage de la tranchée, la présence du ou des représentants de l'opérateur télécom est impérative. Par conséquent l'entrepreneur ne procédera à ces opérations qu'en présence de ces derniers, et après vérification de l'état de la tranchée et que toutes les conditions sont réunies pour effectuer la pose ou le tirage dans de bonnes conditions (un PV sera établi).

La responsabilité de l'entrepreneur sera entièrement engagée en cas de non-respect de cette règle pour toutes les conséquences qui pourrait en découler sur l'état du câble et par conséquent de la liaison.

II.3.5 Dispositif de protection

Dans tous les endroits où il sera jugé utile de protéger mécaniquement le câble, un des dispositifs suivants sera utilisé :

- Tuyaux en PEHD.
- Dalles en béton.
- Grillage avertisseur.

II.3.6 Pose du câble en conduite

Le câble FO sera posé par l'une des techniques citées ci-après :

- Soufflage (portage à l'air).
- Flottage (portage à l'eau).
- Tirage manuel ou par treuil.

Le procéder de tirage manuel ou par treuil ne peut être accordé que pour les cas extrêmement particuliers et justifiés.

II.3.6.1 Soufflage/Portage à l'air

Cette technique nécessite une infrastructure spécifique et est utilisée en câblage longue distance. Le câble est poussé mécaniquement, dans un fourreau, il tiré par un très fort courant d'air qui passe à grande vitesse le long du câble et qui par sa viscosité l'agrippe sur l'ensemble de sa surface pour le tirer à l'intérieur de sa gaine protectrice.



Figure II- 15 : Équipements de soufflage

II.3.6.2 Flottage/Portage à l'eau

Cette méthode est identique à celle du portage à l'air, seul change le médium. L'eau, dont on utilise la viscosité, remplace l'air. Les appareils de pose sont sensiblement les mêmes à l'exception de quelques accessoires supplémentaires et une pompe à eau à débit variable se substitue au compresseur d'air.

II.3.6.3 Tirage manuel ou par treuil

Elle consiste à installer les câbles soit à l'aide d'un treuil ou à la main, mais celle-ci tend à disparaître au profit des autres méthodes sauf pour les très petites distances (quelques dizaines de mètres). Une telle opération devra être menée et contrôlée pour limiter les contraintes sur le câble.



Figure II- 16 : Aiguillage souple



Figure II- 17 : Aiguillage rigide

II.3.7 Mesures

II.3.7.1 Avant soufflage

Avant soufflage, un contrôle sur le câble est nécessaire pour attester que depuis la sortie d'usine, il n'a été affecté ni au cours du transport, ni au cours du stockage sur le chantier. Cette vérification est obligatoire, pour délimiter les responsabilités, notamment dans le cas où les prestations de fourniture et de pose sont dissociées.

La vérification consiste en une mesure par réflectométrie de l'ensemble des fibres du câble, à une seule longueur d'onde et dans un seul sens. Cette mesure est effectuée sur fibre nue (non encore équipée de connecteurs). La mesure permet de valider les points suivants :

- La longueur du touret.
- L'affaiblissement linéique de chaque fibre, dans la limite des paramètres "mesurables".
- L'absence de contrainte subie par la fibre - incident ponctuelle.

II.3.7.2 Après soufflage

Cette étape reprend, après soufflage, les contrôles précédents est nécessaire.

Ce contrôle permet d'identifier les défauts de tirage et de remplacer les tronçons en défaut. A cette étape, les contrôles suivants sont entrepris, après une période de relaxation du câble, allant de quelques heures à quelques jours dépendant des paramètres du câble:

- Contrôle visuel : le câble ne doit pas présenter de " blessure " visible.
- mesure sur fibre selon les modalités de l'étape précédente, à une longueur d'onde.

II.4 PARTIE - III - Raccordement de câble FO test et mesures

II.4.1 Nature et consistance des travaux

La présente partie décrit les conditions et les spécifications techniques auxquelles doit satisfaire les travaux de raccordements des câbles à fibres optiques, les travaux à réaliser sont les suivants :

- Raccordement des câbles a fibre optique
- Mesure d'affaiblissement par réflectomètre
- Mesure de puissance par émetteur récepteur
- Fixation des câbles au niveau des chambres de tirage et épissures.
- Fourniture des fiches de mesure de chaque liaison ainsi que les courbes de réponse du réflectomètre.

- Équipements de raccordement et réflectance :

- ✓ Réflectomètre optique (OTDR).
- ✓ Appareil de fusion (Fusionneuse).
- ✓ Emetteur / récepteur (Power mètre et source laser).
- ✓ VFL (Visual Fault Location).



Figure I- 20 : Fusionneuse



Figure I- 21 : OTDR



Figure I- 22 : VFL

II.4.2 Caractéristiques du câble et accessoire de raccordement

II.4.2.1 Câble à fibre optique

- Les câbles à fibres optiques à raccorder sont de type :

- Souple monomode (G 652 D) des capacités 4FO, 8FO, 12FO, 16FO, 24FO, 36 FO 72 FO, 144 FO et 288 FO.
 - Les câbles de fibres optiques sont de diamètre de 10 à 20 mm et leurs longueurs seront des tourets de 2 Km et 4Km et 6Km.

DESIGNATION	VALEURS
Diamètre de mode $\lambda=1310$ nm	$9,2 \pm 0,4 \mu\text{m}$
Diamètre de mode $\lambda=1550$ nm	$10,4 \pm 0,5 \mu\text{m}$
Non circularité du champ de mode	$\leq \%6$
Diamètre typique de cœur	$8.2 \mu\text{m}$
Diamètre de gaine	$125,0 \pm 0,7 \mu\text{m}$
Diamètre de revêtement	$\leq 1\%$
Non circularité de la gaine	$\leq 1\%$
Non circularité du cœur	$\leq 6\%$
Erreur de concentricité (cœur/gaine)	$\leq 0,6 \mu\text{m}$
Erreur de concentricité (gaine/revêtement)	$\leq 12 \mu\text{m}$
Diamètre de la couche de protection non colorée	$245 \pm 5 \mu\text{m}$
Longueur d'onde de coupure en câble lcc	$\leq \mu\text{m} 0621$
Dispersion chromatique à 1550 nm	$\leq \mu\text{m} (/ \sigma \pi 81^*) \mu\text{K}$
Dispersion chromatique à 1625 nm	$\leq \mu\text{m} (/ \sigma \pi 22^*) \mu\text{K}$
Dispersion chromatique à 1285 nm $\square \square \square$ 1330 nm	$\leq \mu\text{m} (/ \sigma \pi 5,3^*) \mu\text{K}$
PMD de la fibre en câble	$\leq -\mu\text{K} , \sigma \pi 2,0$
PMD Q (liaison concaténée)	$\leq -\mu\text{K} , \sigma \pi 1,0$
Atténuation à 1310 nm	[dB/km] \square 0.36
Atténuation à 1380 nm	[dB/km] \square 0.36
Atténuation à 1550 nm	[dB/km] \square 0.22
Résistance à un Impact (30 impacts)	5 [Nm]
Résistance d'écrasement	[N] 2700
Température ambiante d'opération	[°C] 30...+70
Pénétration de l'eau (0.1 bar, 24 h)	[m] < 1
Température ambiante d'installation	[°C] 5...+50
Essai de tension continu	(0,69 Gpa)

Tableau II- 6 : Caractéristiques techniques du câble FO

II.4.2.2 Coloration des fibres pour câble de 72 FO

Le prestataire doit respecter le code de couleur comportent les douze (12) couleurs différentes. Les fibres optiques seront repérées par la couleur du revêtement primaire comme indiqué ci-dessous pour tous types de câbles.

- Couleur :

	Fibre 1	Bleu
	Fibre 2	Orange
	Fibre 3	Vert
	Fibre 4	Marron
	Fibre 5	Gris
	Fibre 6	Blanc
	Fibre 7	Rouge
	Fibre 8	Noir
	Fibre 9	Jaune
	Fibre 10	Violet
	Fibre 11	Rose
	Fibre 12	Turquoise

Figure II- 18 : Codes Couleurs FO

- Tube :

1. Bleu (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)
2. Orange (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)
3. vert (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)
4. Marron (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)
5. Gris (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)
6. Blanc (Fibres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11 et 12)

- Fibre :

Tube N°1		Tube N°2		Tube N°3		Tube N°4		Tube N°5		Tube N°6	
N° Fibre	Couleur	N° Fibre	Couleur	N° Fibre	Couleur	N° Fibre	Couleur	N° Fibre	Couleur	N° Fibre	Couleur
1	Bleu	13	Bleu	25	Bleu	37	Bleu	49	Bleu	61	Bleu
2	Orange	14	Orange	26	Orange	38	Orange	50	Orange	62	Orange
3	Vert	15	Vert	27	Vert	39	Vert	51	Vert	63	Vert
4	Marron	16	Marron	28	Marron	40	Marron	52	Marron	64	Marron
5	Gris	17	Gris	29	Gris	41	Gris	53	Gris	65	Gris
6	Blanc	18	Blanc	30	Blanc	42	Blanc	54	Blanc	66	Blanc
7	Rouge	19	Rouge	31	Rouge	43	Rouge	55	Rouge	67	Rouge
8	Noir	20	Noir	32	Noir	44	Noir	56	Noir	68	Noir
9	Jaune	21	Jaune	33	Jaune	45	Jaune	57	Jaune	69	Jaune
10	Violet	22	Violet	34	Violet	46	Violet	58	Violet	70	Violet
11	Rose	23	Rose	35	Rose	47	Rose	59	Rose	71	Rose
12	Turquoise	24	Turquoise	36	Turquoise	48	Turquoise	60	Turquoise	72	Turquoise

Tableau II- 7 : Numéros de FO avec couleurs

II.4.3 Procédures de raccordement

II.4.3.1 Epissures des câbles à fibres optiques

L'atténuation d'une épissure de fibre optique est proportionnelle au diamètre de passage de la lumière dans la fibre et au diamètre de passage de la lumière à l'interface des deux fibres.

Pour le raccordement permanent de deux fibres, seul l'épissure par fusion sera accordée pour la stabilité de ses caractéristiques mécaniques et optiques ainsi que pour la faiblesse des atténuations enregistrées.

Important : L'affaiblissement maximum toléré au point d'épissure sera de 0.03 dB.

- Conditions environnementales :

Le travail d'épissure sera réalisé dans les conditions environnementales suivantes:

- Absence de la poussière environnante.
- Protéger du vent.
- Faible humidité.
- Température convenable pour l'opérateur.

Pour réaliser ces conditions, l'utilisation d'une camionnette équipée est recommandée.

- Précaution de manipulation de la fibre optique :

La fibre optique sera toujours manipulée soigneusement et correctement afin d'éviter tous dommages.

- Les recommandations suivantes doivent être respectées lors de la manipulation de la fibre optique:

1. la fibre ne doit pas subir de traction, force de vrillage et de torsion lors des travaux de raccordement.
2. le rayon de courbure doit être inférieur à 30 mm.



Figure II- 19 : Mise en place de joint et du love dans une chambre

Nb :

- *Le câble FO doit être posé sur des corbeaux.*
- *Le joint et la love de câble doivent être fixé sur les parois de la chambre.*

II.4.4 Mesure et contrôle après raccordement

Des mesures de recette doivent être effectuées sur chaque tronçon du réseau ODN après raccordement des joints et têtes optiques (NRO, SRO, PBO) les mesures citées ci-dessous doivent être réalisés comme suit :

- a- les mesures de réflectométrie sur les deux longueurs d'onde (1310 et 1550 nm) dans les deux sens.
- b- les mesures de puissances sur les deux longueurs d'onde (1310 et 1550nm)
- c- mesure de budget optique des liaisons (inférieure ou égal à 25 dB).

❖ La réflectométrie permet de qualifier les points suivants :

- La distance totale de la liaison.
- Le bilan optique aux deux longueurs d'ondes 1310 et 1550 nm.
- La position, l'affaiblissement et la réflectance de chaque événement (épissure, point de connexion, ...).
- L'atténuation linéique de chaque tronçon de câble.
- L'absence d'impact sur le câble lors de l'installation.

Une mesure réflectométrique, pour être valable, doit se faire dans les 2 sens. En effet, la valeur réelle d'affaiblissement d'un événement est la moyenne des 2 valeurs prises dans chacun des sens de transmission. L'utilisation d'une bobine amorce est aussi recommandée. Pour bien analyser ces tests, il est important de connaître les caractéristiques de chaque élément :

- L'affaiblissement linéique de la fibre (fiche technique câblier),
- La valeur maximale d'atténuation des épissures, des points de connexion et des connecteurs.
- Les deux premiers paramètres serviront au calcul du bilan optique théorique aux deux longueurs d'ondes 1310 et 1550 nm qui tiendra compte de l'affaiblissement linéique de la fibre, de la valeur moyenne des épissures par fusion et des raccordements.
- La valeur maximale de la réflectance.

Les tests permettront de vérifier que les tronçons de câbles ont été posés sans contraintes et que les opérations de raccordement en cassette, de nettoyage et de fusion ont été réalisées suivant les règles de l'art. [1]

II.4.5 Les documents de fin des travaux

A la fin des travaux et après l'établissement des PV de réception, l'entrepreneur doit fournir au maître d'œuvre un Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) en exemplaires papier (2 minimums) accompagnés des supports informatiques. [1]

Ce dossier contient notamment:

- Les plans de récolement détaillés (localisation géographique et données techniques des ouvrages réalisés).
- Les procès-verbaux rédigés et accompagnés des résultats des tests (compactage, calibrage, mise sous pression,...).
- Les synoptiques des chambres avec la position et l'organisation des fourreaux (plan des masques).

Chapitre III. Étude de cas liaison Ooredoo LAG-GHA

III.1 Schéma de la liaison et types des chambres existants

Cette liaison contient 9 sites :

- ✓ LAT01 – Laghouat
- ✓ LA0310 – Bellil
- ✓ LA0311 – Hassi Rmel
- ✓ GH4725 – Berriane1
- ✓ GH4709 – Berriane2
- ✓ GH4708 – Ras El Mehboula
- ✓ GHT01 – Ghardaïa
- ✓ GH4720 – Branchement Mansoura
- ✓ GH4719 – Zelfana

Dans cette liaison il existe 3 types des chambres :

- ✓ L3T
- ✓ K2C
- ✓ BMH

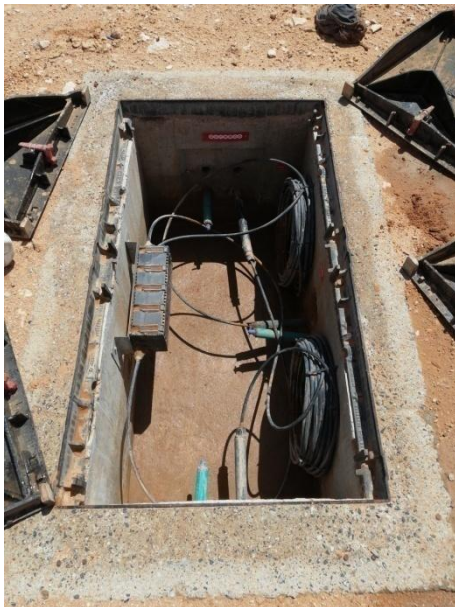


Figure III - 1 : Chambre K2C ouverte



Figure III - 2 : Chambre K2C fermée



Figure III - 3 : Chambre L3T fermée



Figure III - 4 : Chambre L3T ouverte



Figure III - 5 : Borne de repérage BMH



Figure III - 6 : Chambre BMH fermée



Figure III - 7 : Chambre BMH ouverte

III.2 Maintenance de la liaison

III.2.1 Types de maintenance

III.2.1.1 Maintenance préventive PM

La maintenance préventive est réalisée périodiquement chaque 3 mois, dans l'objectif de réduire les risques de panne du liaisons et pour éviter les coupures de câble et aussi pour simplifier la maintenance corrective.

- ✓ Vérification : l'état des trappes, niveau des trappes par rapport au sol, arrangement de la love du câble et fixation, fixation de la boîte de jonction.
- ✓ Confirmation de la présence : des étiquetages de la chambre, Bouchon du câble et du PEHD de réserve.
- ✓ Nettoyage des chambres.
- ✓ Les mesures (Tests OTDR) de toutes les liaisons au niveau des sites.
- ✓ Patrolling (patrouille).

NB :

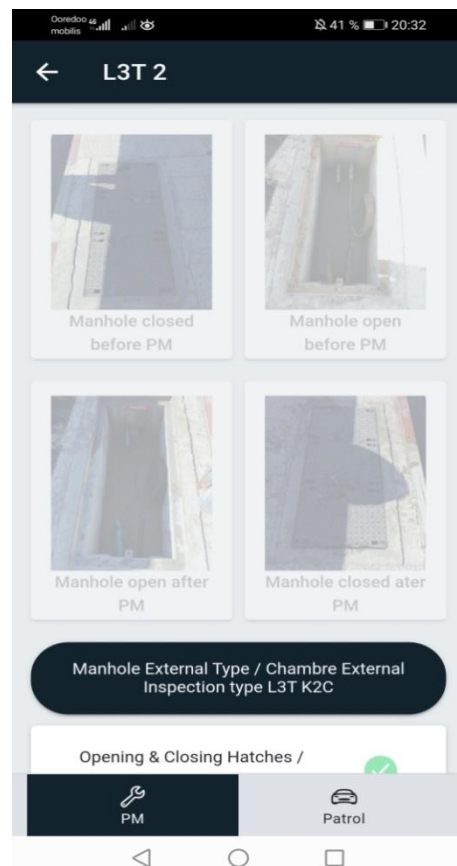
La patrouille est effectuée toute l'année pour éviter les coupures de câble, en surveillant les travaux des chantiers à proximité de câble.

Liste de contrôle (Check-list)

La liste de contrôle pour le PM se fait en ligne.

- Exemple d'une chambre L3T numéro 2 :

Figure III - 8 : Insertion des photos



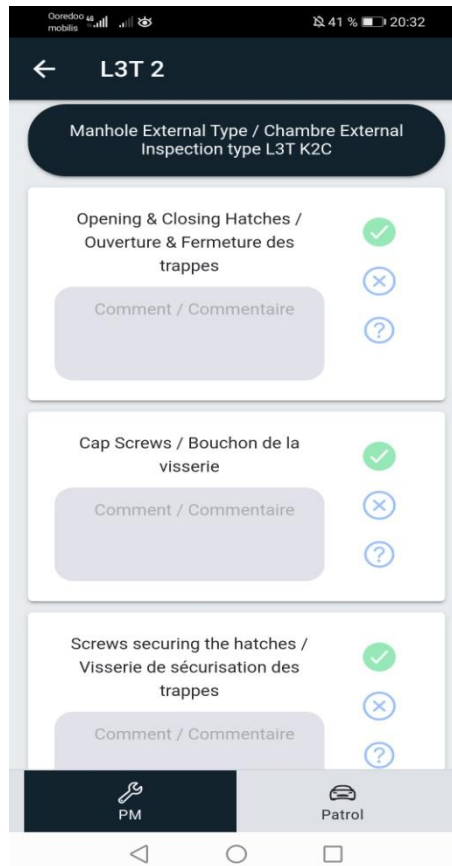


Figure III - 9 : Inspection intérieur de la chambre (1)



Figure III - 10 : Inspection intérieur de la chambre (2)



Figure III - 11 : Inspection intérieur de la chambre (3)

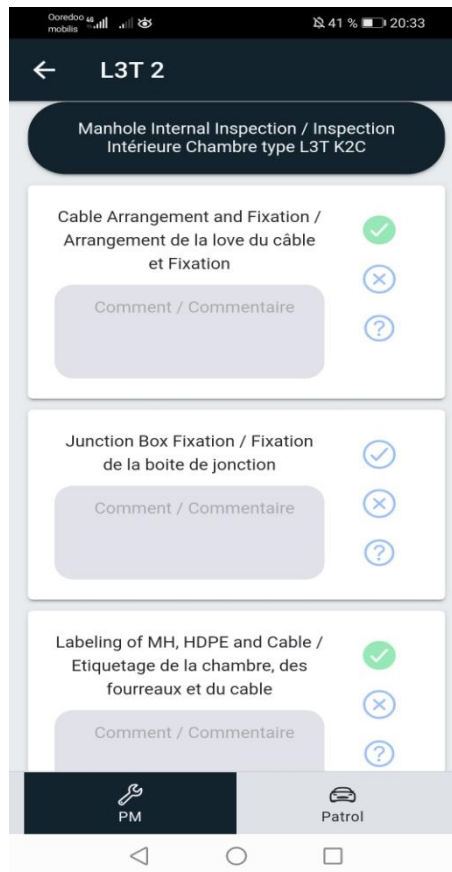


Figure III - 12 : Inspection extérieur de la chambre (1)



Figure III - 13 : Inspection extérieur de la chambre (2)



Figure III - 14 : Inspection extérieur de la chambre (3)

- Exemple d'une chambre BMH numéro 9:

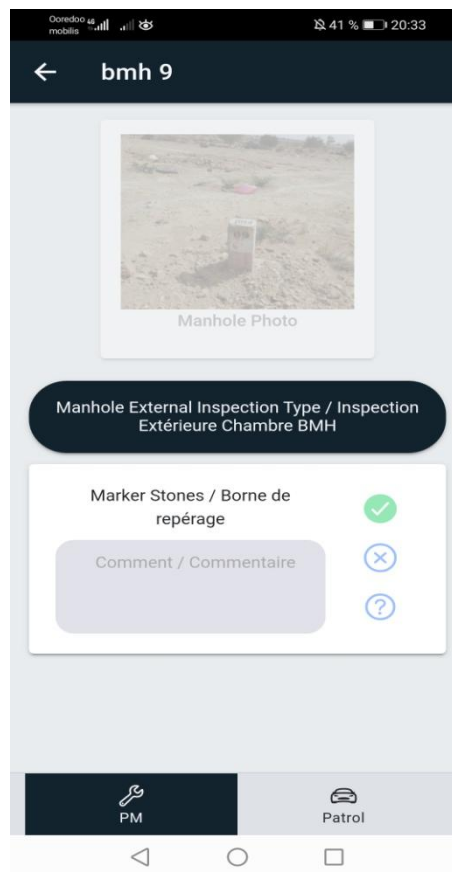


Figure III - 15 : Insertion de la photo de borne de repérage

III.2.1.2 Maintenance curative (corrective) CM

III.2.1.2.1 En cas de coupure

Les câbles à fibre optique peuvent être accidentellement endommagés, coupés ou écrasés. L'une des causes principales de défaillance de la fibre optique est l'endommagement accidentel d'un câble par une rétro-caveuse, au cours duquel le câble à fibre optique est coupé ou endommagé lors du creusement. Pour cette occasion, vous pouvez facilement rechercher l'engin d'excavation et trouver le câble coupé. Cependant, si ceci est causé par des taupes, il sera probablement difficile de le réparer.

D'un autre côté, cela signifie que le coût de réparation du câble à fibre optique pourrait être un peu élevé en raison de l'équipement impliqué.

Voici quelques outils et étapes conseillés pour réparer un câble à fibre optique endommagé.

Figure III - 16 : Rétro-caveuse



Outils de Réparation et Coupage pour Câble à Fibre Optique

OTDR (Réflectomètre Optique Temporel)

L'OTDR est largement utilisé pour mesurer la longueur de fibre, la diminution de transmission, l'atténuation conjointe et la localisation du défaut.

Ciseaux/Pince à dénuder pour câbles à FO

Les ciseaux et la pince à dénuder pour câbles à fibre optique sont des outils importants dans l'épissure des fibres optiques et certaines autres applications de coupage des câbles à fibre optique.

Cliveuse

La cliveuse permet de couper la fibre de verre à angle droit pour éviter les pertes d'épissure par fusion.



Figure III - 17 : Cliveuse fibre optique

Soudeuse (Fusionneuse)

Le soudage de fibre optique peut être l'action de joindre deux fibres optiques de bout en bout à l'aide de chaleur. La machine doit fusionner les deux fibres afin que la lumière qui passe dans les fibres ne soit pas dispersée ni réfléchi par l'épissure.

Étapes de réparation de coupage d'un câble à fibre optique

- ✓ Étape 1 : Utiliser l'OTDR pour identifier la rupture du câble à FO.
- ✓ Étape 2 : Utiliser une paire des ciseaux pour couper le câble endommagé.
- ✓ Étape 3 : Préparation de câble à FO entre une boîte de jonction.
- ✓ Étape 4 : Dénudage de la fibre.
- ✓ Étape 5 : Nettoyage de la fibre dénudé avec alcool.
- ✓ Étape 6 : Clivage.
- ✓ Étape 7 : Fusion(épissure).
- ✓ Étape 8 : Placer la cigarette (manchon rétractable) dans la position du fusion.
- ✓ Étape 9 : Mettre la cigarette dans le four (Heat).
- ✓ Étape 10 : Lovage de mou fibre sur cassette d'épissurage dans la boîte de jonction.
- ✓ Étape 11 : Voir la connexion de la fibre optique à l'aide de l'OTDR.
- ✓ Étape 12 : Fermez la boîte de jonction et enterrez les câbles à fibre optique de nouveau.

III.2.1.2.2 En cas de dégradation

Le signal qui passe dans la fibre peut être dégradé à cause de :

- Des contraintes de traction et de courbure dans un câble.
- Des contraintes de courbure et de torsion dans un boîtier d'extrémité de câble.
- Présence de poussière dans les connecteurs où les coupleurs au niveau des ODF site.
- Problème au niveau d'une jarrettière d'interconnexion.

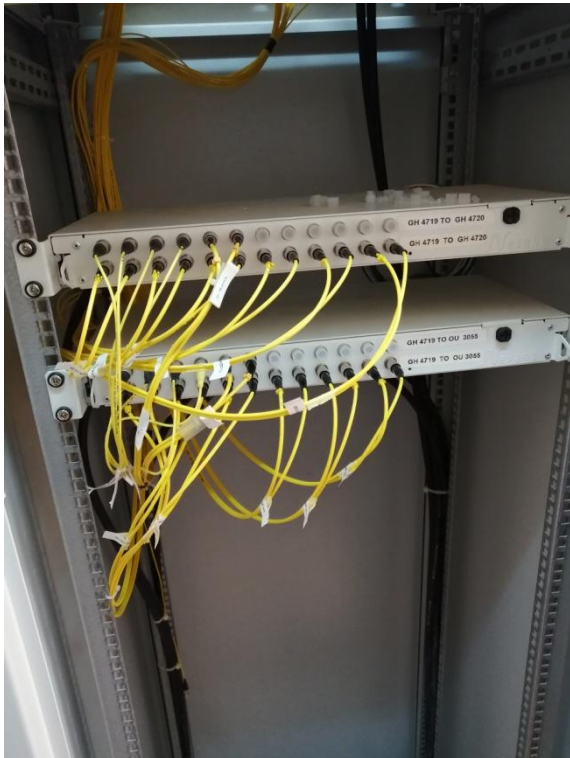


Figure III - 18 : ODF 24 ports (1)

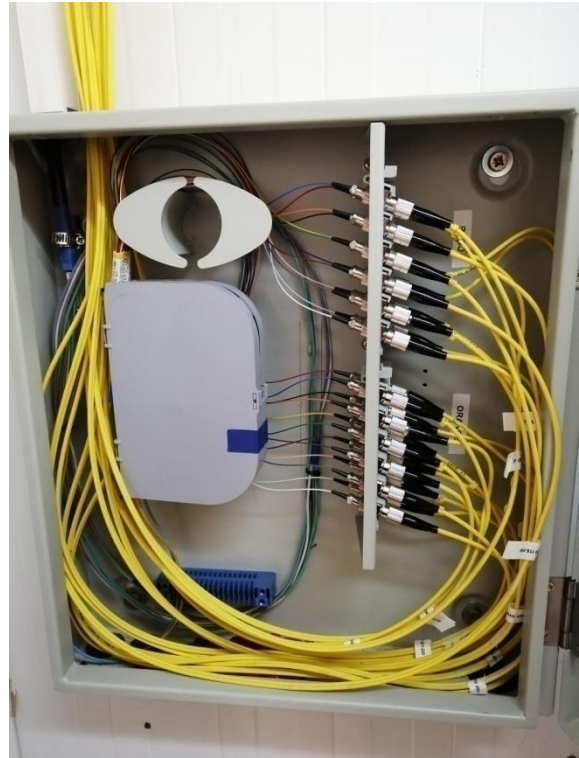


Figure III - 19 : ODF 24 ports (2)

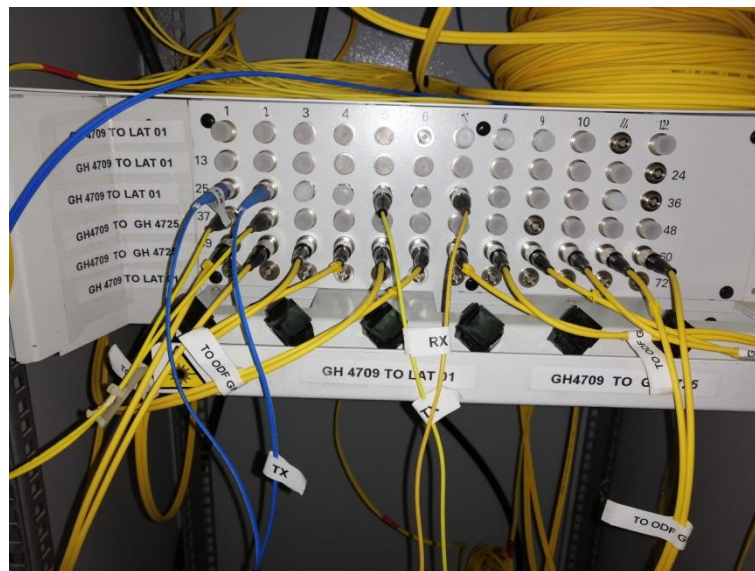


Figure III - 20 : ODF 72 ports

Solutions pour la réparation de la dégradation

- ✓ Nettoyage de connecteur de la fibre porteuse du signal dégradé.
- ✓ Nettoyage de coupleur.
- ✓ Changement de jarretière.
- ✓ Changement de coupleur.
- ✓ En cas d'écrasement de la fibre dégradé, il faut swaper dans autre fibre meilleure.



Figure III - 21 : Jarretière FC/FC (ODF/ODF) Figure III - 22 : jarretière FC/LC (ODF/Équipement)

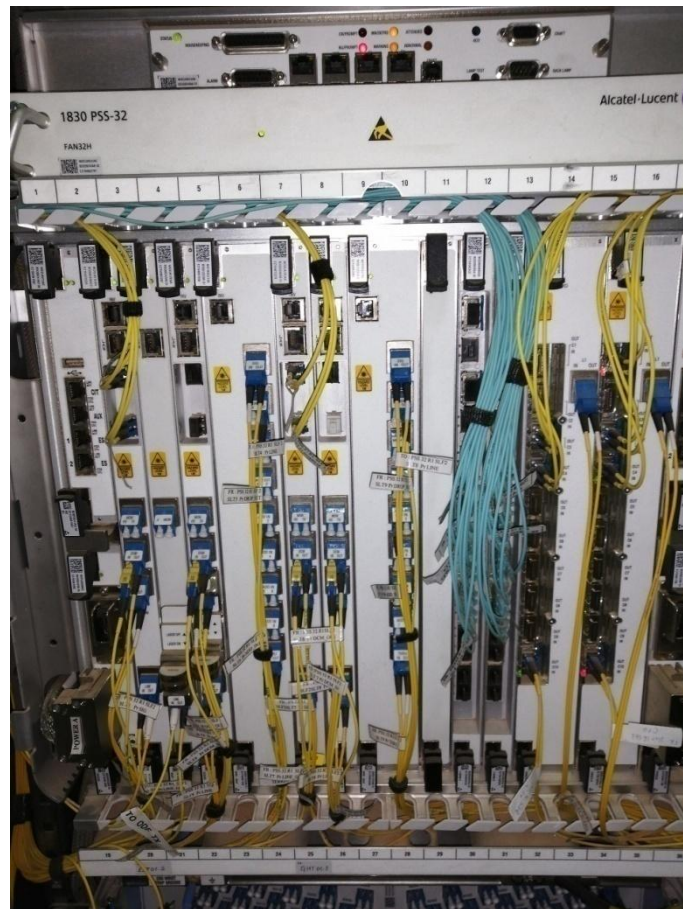


Figure III - 23 : Équipement FO (OLT)

III.2.2 Procédure de maintenance

✓ Avant de démarrer la maintenance CM ou PM, il y'a deux choses à respecter :

1. La première : Porter les équipements de protection (sécurité), à savoir : casque, gilet de signalisation, chaussure de sécurité.



Figure III - 24 : Equipement de sécurité

2. La deuxième : Sécuriser la zone d'activité, à savoir : l'approche de chantier et bien sur la position de chantier, pour ce la mettre un panneau de signalisation de chantier et des cônes.



Figure III - 25 : Sécurisation de chantier

✓ Pour réaliser la maintenance, prendre les outils suivants :

- Outils de préparation de câble « lunette et gants de protection, pince à décaper (coupe tube plombier), pince à dénuder gaine extérieure, ciseaux pour Kevlar, pince à dénuder 125/250um, papier de nettoyage non pelucheux, distributeur d'alcool, cliveuse, cigarette (manchon rétractable) ».

- Outil de raccordement « Fusionneuse ».
- Outils de vérification et de mesure « stylo optique laser (VFL), source optique et radiomètre, réflectomètre OTDR, bobine d'amorçage ».

OTDR :

Le réflectomètre optique temporel (OTDR-Optical Time Domain Reflectometer) est l'outil essentiel à la caractérisation et à la certification de liens fibre. Il est important de sélectionner celui qui offre la performance adaptée en fonction des liens à tester et de son utilisation (détection de coupure, recette, supervision, maintenance). [1]

L'instrument OTDR envoie des impulsions optiques dans la fibre, puis recueille la lumière qui a été réfléchiée par divers points de la fibre. L'instrument mesure ensuite la force des impulsions de retour, appelées «traces». Les données sont ensuite transférées sur un ordinateur et stockées dans un fichier SOR, qui peut être visualisé et analysé par divers programmes, tels que VeEX Fiberizer Desktop, Optixsoft TraceViewer et VIAVI FiberTrace.

L'OTDR permet de visualiser, localiser et caractériser l'ensemble des éléments constitutifs de la liaison optique :

- ✓ La perte des épissures.
- ✓ La perte et la réflectance des connecteurs.
- ✓ L'atténuation de la fibre.
- ✓ La présence de contrainte.
- ✓ La fin de fibre (ou coupure).

Il mesure par ailleurs :

- ✓ La longueur du lien.
- ✓ L'atténuation globale du lien.
- ✓ La perte en retour (réflectance totale du lien).

Nb :

Au CM, après l'achèvement de la maintenance en cas de coupure, on peut fermer la chambre et lever la sécurisation de site, après il faut aller au site proche de point de coupure pour faire les mesures (Tests OTDR) de la liaison réparer pour assurer la continuité de longueur des fibres soudés .

Bobine d'amorce :

Une bobine amorce est un segment de câble mono fibre d'une longueur de 150 m à 2 km qui s'insère entre le réflectomètre (OTDR) et la connectique fibre optique locale à mesurer ou après l'extrémité distante pour mesurer le connecteur distant. Utilisée pour couvrir la zone morte, afin de voir les événements qui sont dans les premiers mètres de l'installation.

Aussi, pour voir les problèmes sur le premier connecteur/Soudure fibre optique.



Figure III - 26 : Bobine d'amorce

Stylo optique laser (VFL)

Le localisateur de défaut ou stylo optique laser à lumière rouge est une source de lumière rouge en général présentée sous forme de stylo optique. Il permet de s'assurer de la continuité optique d'un lien et de visualiser les coupures de fibre, les contraintes (macro-courbures), les connecteurs défectueux ou épissures défailtantes.[1]

La source optique et radiomètre

La source optique (light source en anglais) est un générateur de rayonnement lumineux.

En fonction des spécifications, elle peut émettre un plus ou moins grand nombre de longueur d'onde, à 1310 nm et 1550 nm pour les sources uni-modales, avec une puissance qui doit être stable.

Le radiomètre ou photomètre ou wattmètre (Power-metre en anglais) est un récepteur de lumière qui permet de mesurer la puissance.

En fonction des équipements, il est calibré pour recevoir un plus ou moins grand nombre de longueur d'onde, à 1310 nm et 1550 nm (1310 nm et 1550 nm sont au centre des plages de longueur d'ondes utilisées dans les réseaux télécoms par fibre optique).[1]



Figure III - 27 :

Source optique et radiomètre et VFL

III.2.3 Connecteurs et nettoyage

III.2.3.1 Connecteurs [10]

III.2.3.1.1 Connecteur ST (également appelé BFOC, IEC 61754-2)

Les connecteurs ST (signifie Straight Tip) sont des connecteurs à crochet ont été les premiers connecteurs PC (1996) et couplés à cette conception et leur conception extrêmement robuste, ils peuvent encore être trouvés dans le monde entier dans les réseaux LAN (principalement industriel).



Figure III - 28 : Connecteur ST



Figure III - 29 : Adaptateur/Coupleur ST

III.2.3.1.2 Connecteur SC (CEI 61751-4)

Ce type de connecteur avec une conception quadratique et un système push/pull est recommandé pour les nouvelles installations (SC signifie Square Connector). La conception compacte du SC permet une densité d'emballage élevée et peut être combiné avec des connexions duplex et multiplex.

Bien qu'il soit l'un des connecteurs les plus anciens, en raison de ses excellentes propriétés, le SC continue de gagner en popularité et à ce jour. SC est toujours le connecteur WAN le plus populaire au monde, principalement en raison de ses excellentes propriétés optiques. SC est également largement utilisé dans la version duplex, en particulier dans la zone locale réseaux.



Figure III - 30 : Connecteur SC



Figure III - 31 : Adaptateur/Coupleur SC

III.2.3.1.3 Connecteur FC (IEC 61753-13)

Un connecteur de première génération robuste et éprouvé. C'est le premier vrai connecteur WAN encore utilisé en millions d'applications. Cependant, en raison de son

raccord fileté, il n'est pas optimal dans les espaces exigus circonstances, et donc pas populaire dans les racks modernes avec une densité d'emballage élevée.



Figure III - 32 : Connecteur FC



Figure III - 33 : Adaptateur/Coupleur FC

III.2.3.1.4 Connecteur LC (IEC 61754-20)

Développé par la société Lucent (LC signifie Lucent Connector), il fait partie de la nouvelle génération de connecteurs compacts. La construction est basée sur une virole d'un diamètre de 1,25 mm. Le duplex coupleur est de la même taille qu'un coupleur SC (empreinte SC) permettant ainsi une densité d'emballage très élevée et le rendre attrayant pour une utilisation dans les centres de données et les bureaux centraux.



Figure III - 34 : Connecteur LC

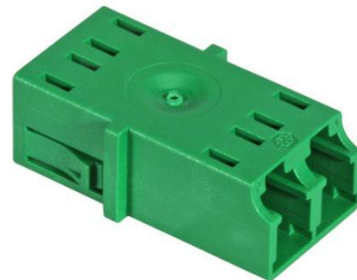


Figure III - 35 : Adaptateur/Coupleur LC

III.2.3.2 Nettoyage des connecteurs [11]

Les capuchons de protection de l'extrémité polie des fiches, ainsi que des entrées de raccords, doivent toujours être présents lorsque le composant n'est pas utilisé.

Même s'ils ne protègent pas totalement de la poussière, ces capuchons sont garants d'une certaine protection contre la salissure et les dégradations physiques.

Même à l'état neuf, ils peuvent cependant être sales et contaminer le composant.

Il existe des raccords à clapets à ressort, soit intégrés à l'intérieur du raccord, soit à l'extérieur sur le bord du raccord. Ce type de raccord est utilisé en bout de la chaîne optique chez l'abonné. Ils permettent de supprimer le nettoyage de la fiche déjà installée et du raccord au moment de la connexion au réseau, lorsque ceux-ci sont difficilement ou pas accessibles suite à une installation de prise optique dans un endroit restreint.

Cependant, comme toute autre connexion optique, il est impératif de procéder à l'inspection et au nettoyage de la fiche si nécessaire avant de la connecter à la prise optique. Y compris celle déjà installée dans la prise lorsque celle-ci est accessible.

Pourquoi inspecter et nettoyer ?

- Quelques dixièmes de dB peuvent faire la différence entre une réussite ou un échec du test.
- La qualité des connexions optiques est critique pour l'obtention d'une mesure correcte et de performances optimales.
- Tous les pigtaills, les cordons et autres connecteurs doivent être inspectés et nettoyés avant le premier accouplement.
- Pour éviter des erreurs, l'opérateur doit être formé, expérimenté et équipé des outils d'inspection de nettoyage et de mesure adéquats.

Nb: Inspecter et nettoyer une connexion à chaque intervention est la meilleure assurance d'un réseau optique fiable.

III.2.3.3 Procédure de nettoyage

1. Nettoyage à sec :

Cette méthode doit être utilisée en premier lieu car un nettoyage humide mal réalisé peut engendrer une contamination liquide.

Le nettoyage à sec donne de bons résultats mais n'est pas toujours suffisant pour enlever tous les types de contaminants.

- Outils : Papier non pelucheux, cassette et stylo de nettoyage adapté à la connectique.

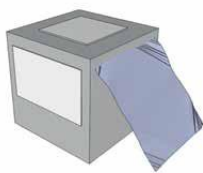


Figure III-36:Lingette de nettoyage Figure III-37:Cassette de nettoyage Figure III-38:Stylo de nettoyage

- ✓ Nettoyer doucement l'extrémité de la fêrulle.
- ✓ Cassettes : maintenir la fiche perpendiculairement et frotter doucement sans jamais inverser la direction du nettoyage.
- ✓ Ne pas contaminer la zone de nettoyage avec les doigts ou sur une surface.
- ✓ Ne pas réutiliser le papier/tampon ou en tout cas pas la même zone de nettoyage pour éviter la contamination.

- ✓ Les outils spécifiques comme le stylo permettent le nettoyage direct des fiches ainsi que leur nettoyage au travers du raccord.

2. Nettoyage humide + sec :

Cette méthode doit être utilisée si le nettoyage à sec n'a pas permis un résultat correct.

Solvant à utiliser : solvant spécifique FO ou alcool isopropylique.

Les solvants spécifiques offrent un meilleur taux d'évaporation et sont plus efficaces pour dissoudre certains contaminants (ex : gel d'étanchéité câbles FO).

Un nettoyage à sec est toujours requis juste après le nettoyage humide qui peut engendrer une contamination liquide. Ce nettoyage approfondi enlèvera tous les types de contaminants.

Si le résultat escompté n'est toujours pas obtenu après plusieurs nettoyages, les défauts sont permanents et le connecteur doit être remplacé.

Approvisionnement des produits :

- *Alcool isopropylique : disponible aussi en pharmacie.*
- *Solvant et tissus de nettoyage spécifiques : disponibles chez les revendeurs spécialisés FO.*



Figure III - 40 : Distributeur d'alcool



Figure III - 39 : Alcool isopropylique

Chapitre IV. Réalisation d'une application Android

IV.1 Introduction

L'application Android que nous avons réalisé sous (Android Studio) avec la plateforme Firebase, c'est une application qui va permettre aux techniciens fibres optiques d'insérer les rapports de la maintenance préventive et corrective, Avoir les positions et les coordonnées GPS des sites et des chambres de la liaison fibres optiques Ooredoo Laghouat-Ghardaïa dans la carte géographique Google Maps.

Ainsi qu'elle va permettre de donner la main de supprimer/ajouter une ou plusieurs positions en cas de n'importe quel changement des coordonnées des points de raccordement.

Cette application elle va aussi résoudre le problème de localisation des chambres spécialement les chambres BMH.

IV.2 Développement d'application

Pour réaliser cette application nous avons utilisé le langage Java pour faire la programmation et le langage XML pour faire les interfaces graphique sous (Android Studio), et nous avons utilisé aussi la plateforme Firebase comme une base de données.

- Le code écrit en Java pour résoudre « Login Activity », dans ce cas est présenté en **annexe 3**.

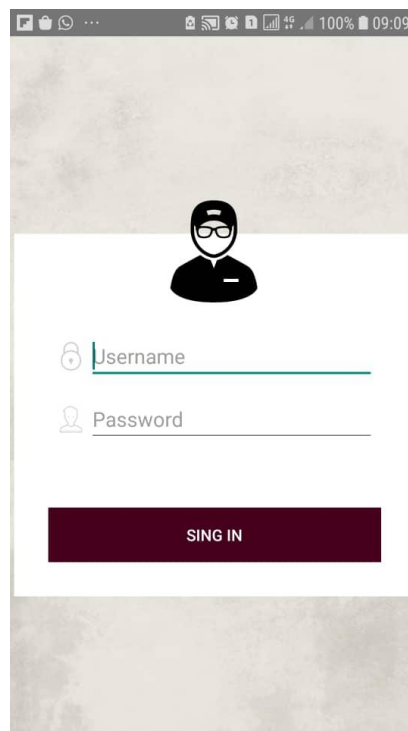


Figure V - 1 : Login activity

- Le code écrit en Java pour résoudre « Google mapsActivity », dans ce cas est présenté en **annexe 1**.

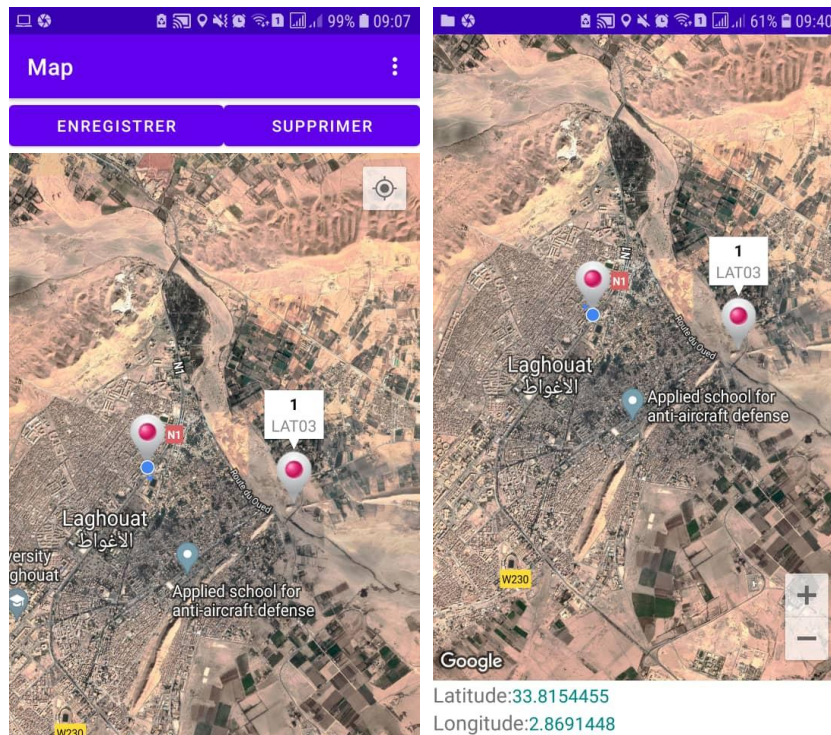


Figure V - 2 : Un exemple sur l'application (le site LAT01 Laghouat)

- Le code écrit en Java pour résoudre la position actuelle sur« Google MapsActivity », dans ce cas est présenté en **annexe 2**.



Figure V - 3 : La position actuelle sur la carte dans l'application

- Le code écrit en Java pour résoudre « Rapport CM », dans ce cas est présenté en annexes 6, 7, 10, 11.

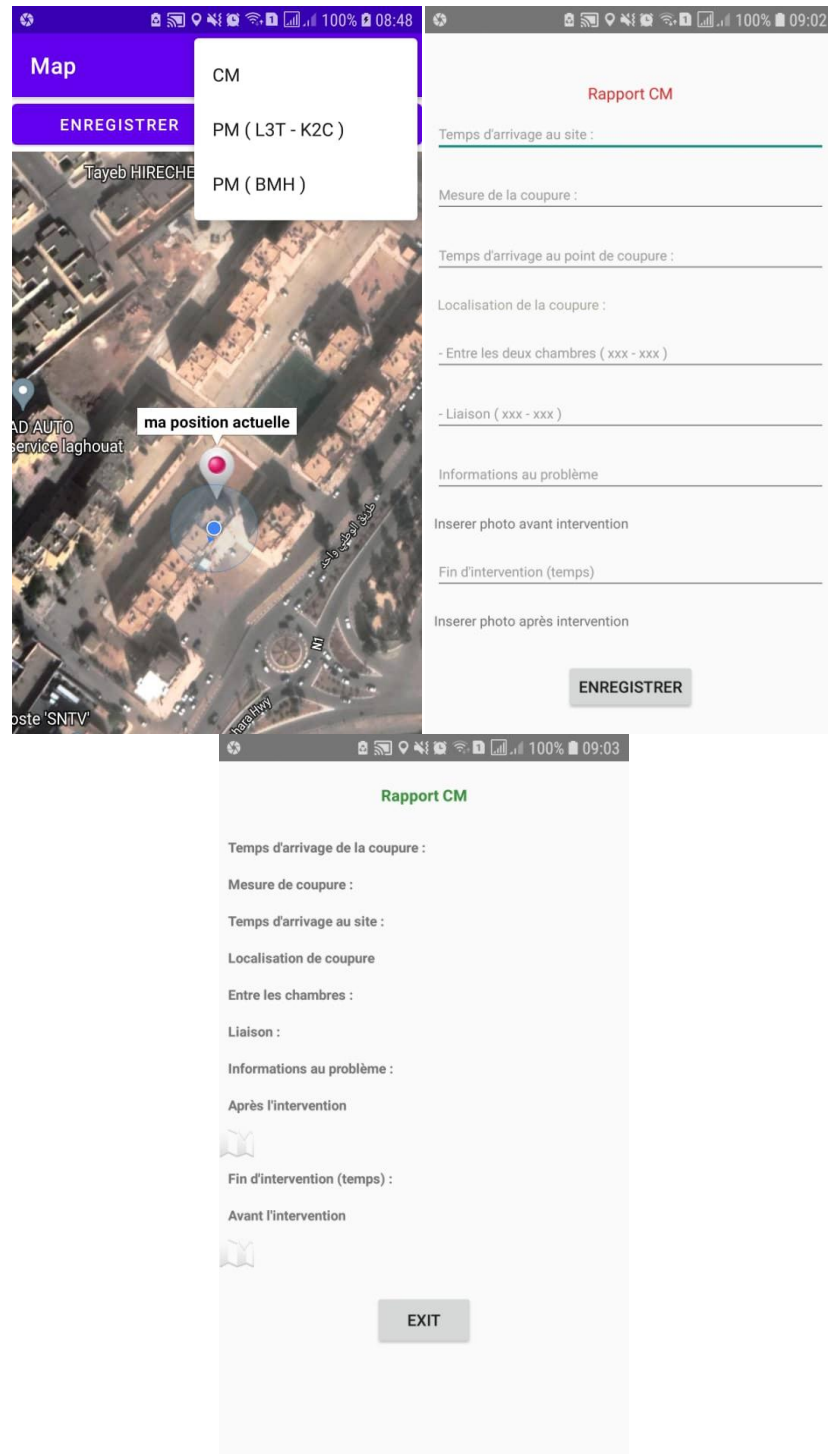


Figure V - 4 : Rapport CM

- Le code écrit en Java pour résoudre « CheckList PM (L3T - K2C) », dans ce cas est présenté en **annexe 8**.

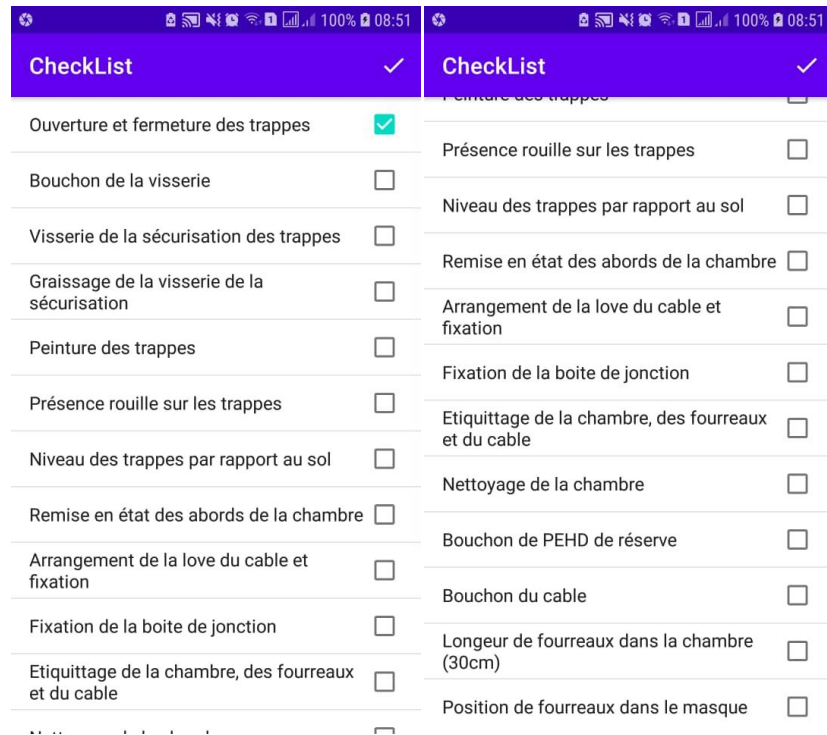


Figure V - 5 : Rapport PM (L3T - K2C)

- Le code écrit en Java pour résoudre « CheckList PM (BMH) », dans ce cas est présenté en **annexe 9**.

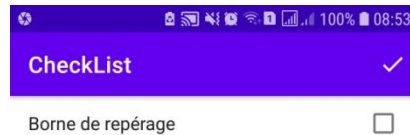


Figure V - 6 : Rapport PM (BMH)

- Le code écrit en XML pour résoudre l'interface graphique de« LoginActivity », dans ce cas est présenté en **annexe 5**.

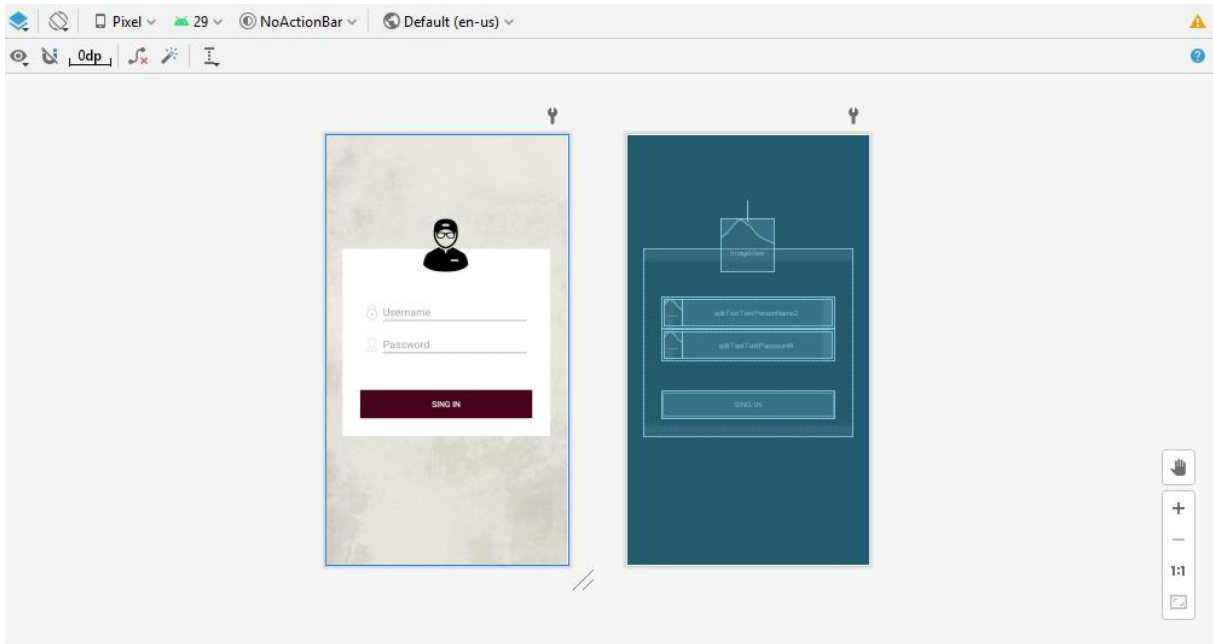


Figure V - 7 : L'interface graphique de « LoginActivity »

- Le code écrit en XML pour résoudre l'interface graphique de « Google Maps Activity », dans ce cas est présenté en **annexe 4**.

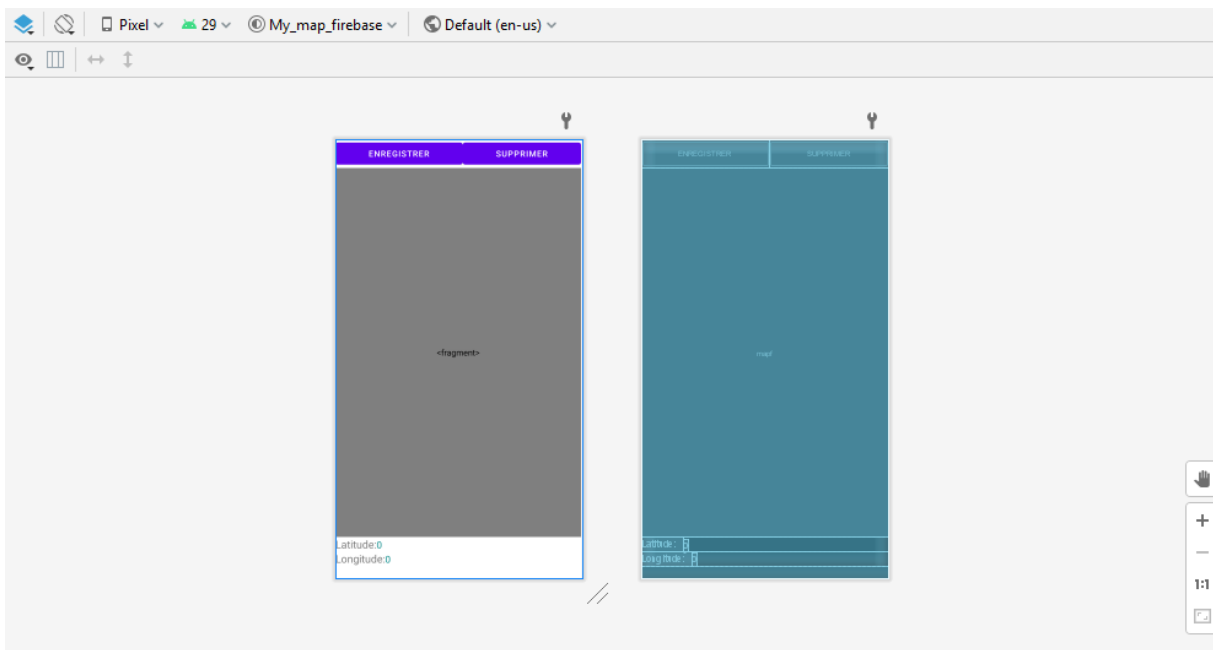


Figure V - 8 : L'interface graphique de « Google Maps Activity » sous Android Studio

- Le code écrit en XML pour résoudre l'interface graphique de « Rapport CM » et d'enregistrement, dans ce cas est présenté en **annexe 10,11**.

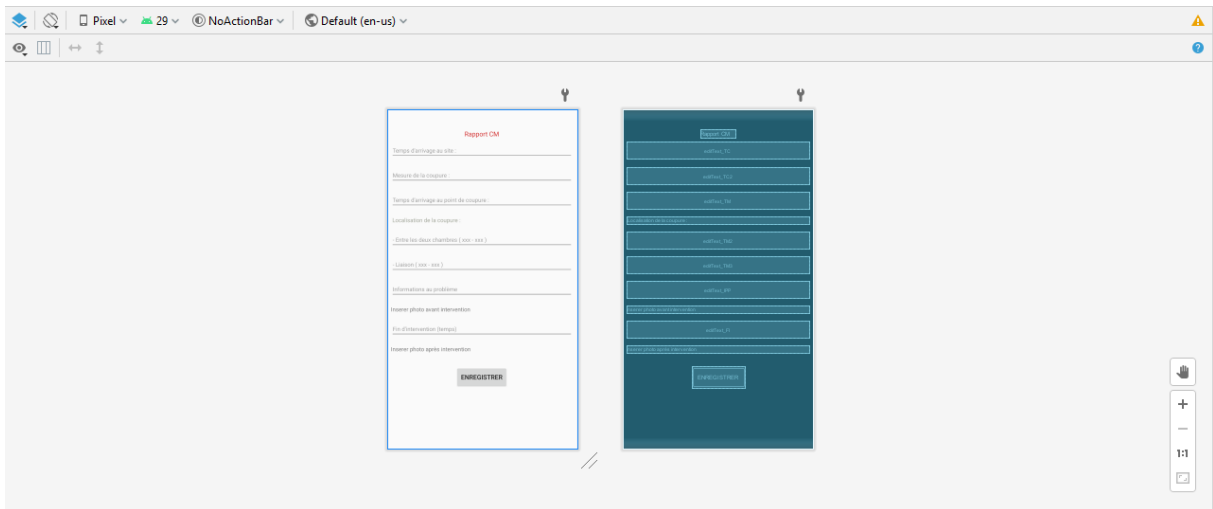


Figure V - 9 : L'interface graphique de « Rapport CM » sous Android Studio

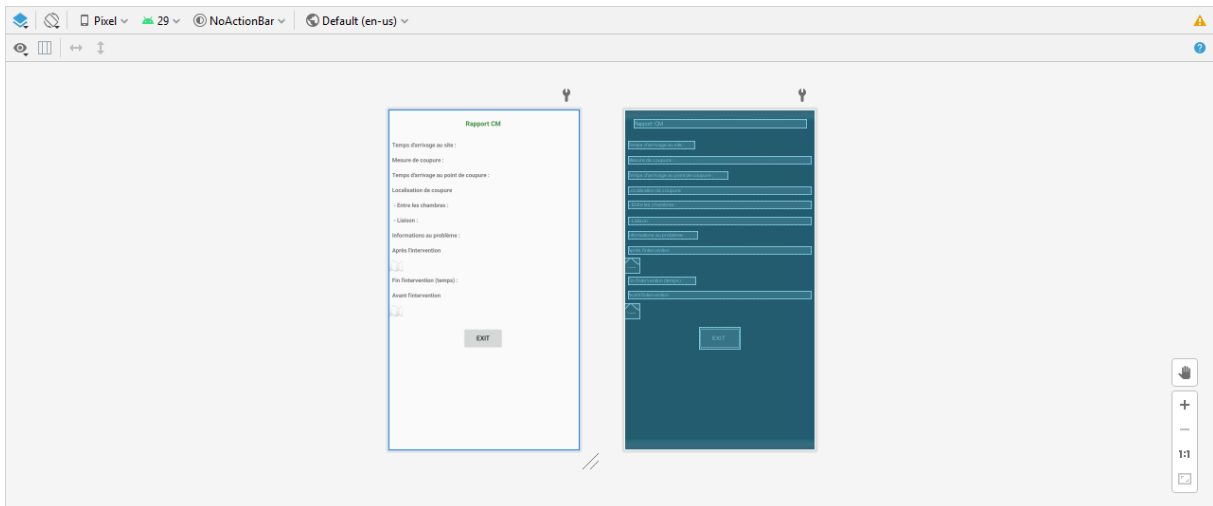


Figure V - 10 : L'interface graphique d'enregistrement de « Rapport CM » sous Android Studio

- Le code écrit en XML pour résoudre l'interface graphique de « Rapport PM (L3T - K2C) (BMH) », dans ce cas est présenté en **annexe 12**.

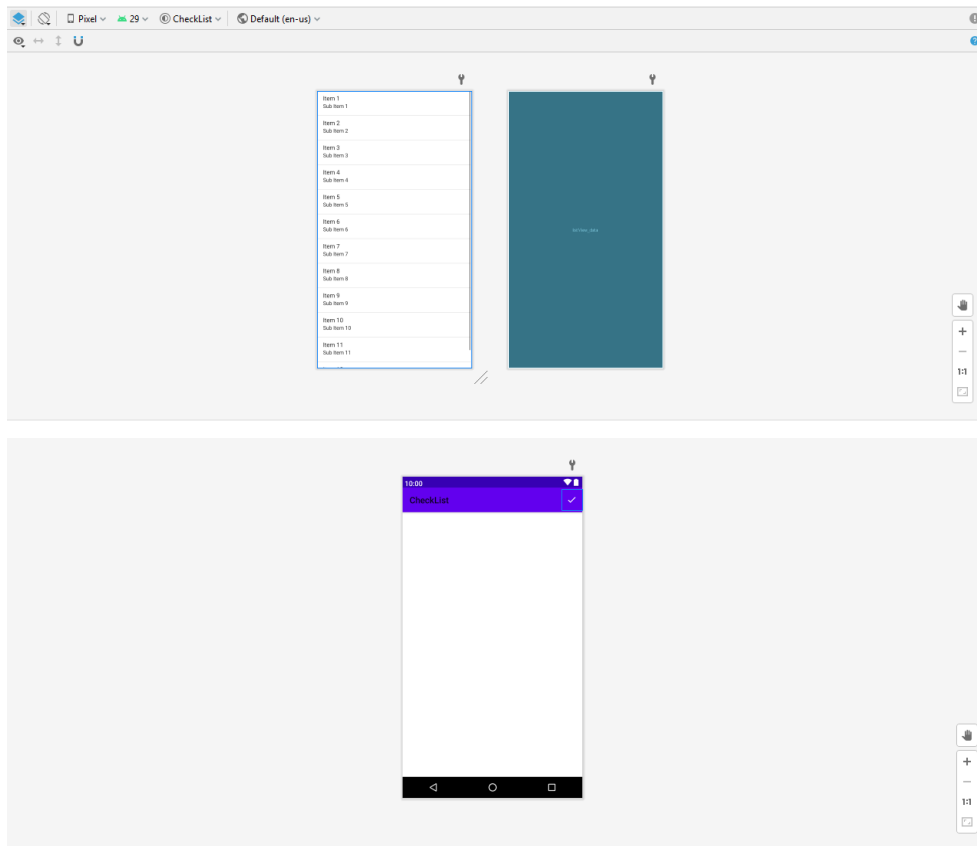


Figure V - 11 : L'interface graphique de « CheckList PM (L3T - K2C) (BMH) » sous Android Studio

- La base de données de cette application dans Realtime database sous Firebase :

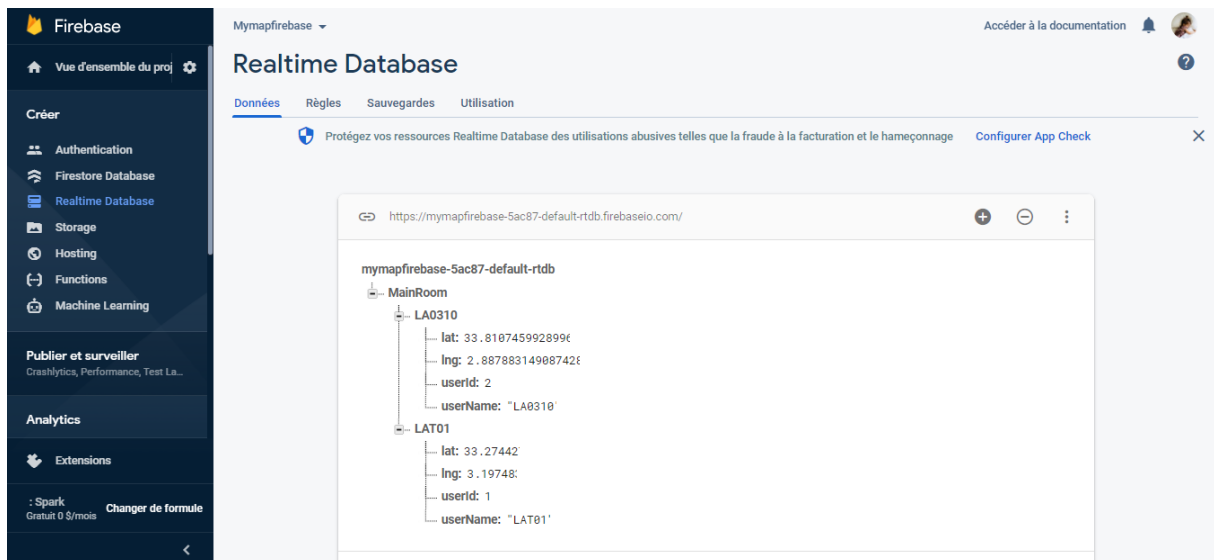


Figure V - 12 : La base de données de l'application dans la console de Firebase dans Realtime database

Conclusion générale

L'objectif de notre travail est d'apprendre à déployer et exploiter et maintenir une liaison (un réseau) à fibres optiques.

Dans ce mémoire, nous sommes intéressé à réaliser une application Android qui simplifier l'exploitation et la maintenance d'une liaison des fibres optiques

La réalisation de ce travail a comporté quatre chapitres suivants :

Dans la premier chapitre de ce travail, nous avons décrit des généralités sur les réseaux de télécommunications, et illustrer la nouvelle technologie FTTx et les différents points clés de cette nouvelle technologie et illustrer aussi le parcours de la fibre optique dans un réseau FTTH et les différents nœuds (NRO, SRO, PBO, etc.) et des segments optiques de transport et de distribution entre ces nœuds depuis le NRO jusqu'à l'abonné.

Dans le deuxième chapitre, on a présenté les prescriptions techniques de déploiement des infrastructures de pose et raccordement et mesure des câbles de fibres optiques.

Dans le troisième chapitre on a présenté une étude de cas de liaison FO Ooredoo LAG-GHA qui montre les différentes sites et chambres existants dans cette liaison, on définit aussi les types et procédures de maintenance CM et PM de liaison, on a présenté aussi les types de connecteurs optiques et les outils et les étapes de réparation de coupage d'un câble à fibre optique.

Le dernier chapitre de ce travail consisté à réaliser une application Android qui permet à l'utilisateur spécialement le technicien de fibre optique, d'insérer les rapports de la maintenance préventive et corrective, d'avoir tout les sites et les chambres dans la carte géographique, et aussi permet de ajouter/supprimer n'importe quelle position dans la carte, donc cette application sa va aide les techniciens dans : Patrouille, la maintenance.

Bibliographie (Références)

- [1] C.R.E.D.O [Développement des réseaux à très haut débit Guide de mise en place de réseaux fibres optiques FTTH]
- [2] AYAD HANANE DEPLOIEMENT DE LA SOLUTION FTTX MEMOIRE, DIPLOME DE TECHNICIEN SUPERIEURE EN TELECOMMUNICATION INSTITUT NATIONAL SPECIALISE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE Tlemcen 2015/2018.
- [3] AT FTTX PROJECT QUALITY HANDBOOK FTTH AUTHOR
- [4] ALGERIE TELECOM FTTX PROJECT ODN PRODUCT.
- [5] <https://www.gersnumerique.fr/harmonisation-des-reseaux/architecture-et-terminologie-du-reseau.html>
- [6] <https://www.youtube.com/channel/UCZtB4nFU8LWNfkySyqTJJoyA>
- [7] CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES DES INFRASTRUCTURES D'ACCUEIL POSE ET RACCORDEMENT DES CABLES DE FIBRE OPTIQUE (Algérie Télécom).
- [8] <https://etpbh-berrai.dz/chambres-prefabriquees/>
Entreprise de Travaux Publics, Bâtiment & Hydraulique – TCE, Déploiement de la Fibre Optique.
- [9] N.T. C Formation « Mesures optiques (Réflectométrie) ».
- [10] FTTH Handbook Edition 7 D&O Committee Revision date: 16/02/2016
- [11] Guide Pratique au réseau en fibre optique FttH dans le parc immobilier existant (Objectif fibre)

Annexe

Annexe 1 : ce code Java permet d'afficher la carte géographique Google Maps avec les positions qui son stocké dans le Firebase, ainsi donne l'autorisation d'ajouter ou supprimer une ou plusieurs positions et qui va s'affiche dans la carte et aussi affiche la barre de menu.

```
package com.example.my_map_firebase;

import androidx.annotation.NonNull;
import androidx.appcompat.app.AlertDialog;
import androidx.core.app.ActivityCompat;
import androidx.fragment.app.FragmentActivity;

import android.Manifest;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.content.pm.PackageManager;
import android.location.LocationManager;
import android.os.Build;
import android.os.Bundle;
import android.provider.Settings;
import android.text.TextUtils;
import android.util.Log;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;

import com.google.android.gms.maps.CameraUpdateFactory;
import com.google.android.gms.maps.GoogleMap;
import com.google.android.gms.maps.OnMapReadyCallback;
import com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment;
import com.google.android.gms.maps.model.BitmapDescriptorFactory;
import com.google.android.gms.maps.model.LatLng;
import com.google.android.gms.maps.model.Marker;
import com.google.android.gms.maps.model.MarkerOptions;
import com.google.firebase.database.ChildEventListener;
import com.google.firebase.database.DataSnapshot;
import com.google.firebase.database.DatabaseError;
import com.google.firebase.database.DatabaseReference;
import com.google.firebase.database.FirebaseDatabase;
import com.google.firebase.database.Query;
import com.google.firebase.database.ValueEventListener;

import java.util.ArrayList;
import java.util.HashMap;
import java.util.Iterator;
import java.util.Map;

import static android.Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION;
import static android.Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION;
```

```

public class MapsActivity extends FragmentActivity implements
OnMapReadyCallback {
private LatLng latLng;
private LatLng latLngst;//Les coordonnées du station

private ArrayList permissionsToRequest;
private final static int ALL_PERMISSIONS_RESULT = 101;
private ArrayList permissions = new ArrayList();

private GoogleMap mMap;
LocationTrack locationTrack;
private Marker currentMarker = null;

//firebase decl

// DatabaseReference root =
FirebaseDatabase.getInstance().getReference().child("MainRoom");

DatabaseReference root2 =
FirebaseDatabase.getInstance().getReference().child("MainRoom");
DatabaseReference mDatabase;
private String temp_key;
private static final String TAG = "MAPActivity";
private long maxid = 0;
private long myidplace = 0;
private String myidplacest ;
private String ID;
private String username;
private String myidplace_str;
private String tmpKey;
private String nameuser;

private TextView tv2,tv1;

@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
getMenuInflater().inflate(R.menu.menu, menu);
return true;
}

@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
switch (item.getItemId()) {

case R.id.menu_CM:
Intent i1 = new Intent(getApplicationContext(),MainActivity.class);
startActivity(i1);
// Comportement du bouton "CM"
return true;
case R.id.menu_PM1:
Intent i2 = new Intent(getApplicationContext(),ArrayActivity.class);
startActivity(i2);
// Comportement du bouton "PM1"
return true;
case R.id.menu_PM2:
Intent i3 = new Intent(getApplicationContext(),ArrayActivity2.class);
startActivity(i3);
// Comportement du bouton "PM2"
return true;
}
}

```

```

        default:
            return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
}

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_maps);
    // Obtain the SupportMapFragment and get notified when the map is ready to be
    // used.
    SupportMapFragment mapFragment = (SupportMapFragment)
    getSupportFragmentManager()
        .findFragmentById(R.id.mapf);
    mapFragment.getMapAsync(this);

    permissions.add(ACCESS_FINE_LOCATION);
    permissions.add(ACCESS_COARSE_LOCATION);
    permissionsToRequest = findUnAskedPermissions(permissions);
    //get the permissions we have asked for before but are not granted..
    //we will store this in a global list to access later.
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.M) {
        if (permissionsToRequest.size() >0) {
            requestPermissions((String[])
                permissionsToRequest.toArray(new String[permissionsToRequest.size()]));
            ALL_PERMISSIONS_RESULT);
        }
    }
    locationTrack = new LocationTrack(MapsActivity.this);

    if (locationTrack.canGetLocation()) {

        double longitude = locationTrack.getLongitude();
        double latitude = locationTrack.getLatitude();
        // الاحداثيات الخاصة باستخدام LatLng
        latLng = new LatLng(latitude, longitude);
        tv1 =findViewById(R.id.latitude_textview);
        tv2 =findViewById(R.id.longitude_textview);
        tv1.setText(Double.toString(latitude));
        tv2.setText(Double.toString(longitude));
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "Longitude:" +
            Double.toString(longitude) + "\nLatitude:" + Double.toString(latitude),
            Toast.LENGTH_SHORT).show();

        } else {

        locationTrack.showSettingsAlert();
        }

    // firebase=====

    root2.addChildEventListener(new ChildEventListener() {

    @Override
    public void onChildAdded(DataSnapshot dataSnapshot, String s) {

```

```

if (dataSnapshot.exists()) {
// maxid = (dataSnapshot.getChildrenCount());
//Toast.makeText(getApplicationContext(), "maxid:" +
maxid, Toast.LENGTH_SHORT).show();
//getPoints2(dataSnapshot);
getPoints(dataSnapshot);
}

// Log.d(TAG, "onChildAdded:" + dataSnapshot.getKey());

}

@Override
public void onChildChanged(DataSnapshot dataSnapshot, String s) {
getPoints(dataSnapshot);
//getPoints2(dataSnapshot);
if (dataSnapshot.exists()) {
// getPoints2(dataSnapshot);
}
}

@Override
public void onChildRemoved(DataSnapshot dataSnapshot) {
getPoints(dataSnapshot);
if (dataSnapshot.exists()) {
getPoints(dataSnapshot);
}

// Log.d(TAG, "onChildRemoved:" + dataSnapshot.getKey());
}

@Override
public void onChildMoved(DataSnapshot dataSnapshot, String s) {
getPoints(dataSnapshot);
}

@Override
public void onCancelled(DatabaseError databaseError) {
}
});

} //end on cre

private void getPoints2(DataSnapshot dataSnapshot) {
// المبرهنه احصاء كل اماكن الكورس ونضيفها الى المبرهنه
double latf = 0;
double lngf = 0;
mMap.clear();
for (DataSnapshot snapshot : dataSnapshot.getChildren()) {
if (snapshot.getKey().equals("userName")) {
Log.i(TAG, "getPoints2: " + snapshot.getValue());
username = snapshot.getValue().toString();
}
if (snapshot.getKey().equals("userId")) {
Log.i(TAG, "getPoints2: " + snapshot.getValue());
ID = snapshot.getValue().toString();
}
}
}

```

```

if (snapshot.getKey().equals("lng")) {
    Log.i(TAG, "getPoints2: " + snapshot.getValue());
        lngf = (double) snapshot.getValue();
    }
if (snapshot.getKey().equals("lat")) {
    Log.i(TAG, "getPoints2: " + snapshot.getValue());
        latf = (double) snapshot.getValue();
    }

LatLng loc = new LatLng(latf, lngf);
mMap.addMarker(new
MarkerOptions().position(loc).title(usrname).snippet(ID)).showInfoWindow();
MarkerOptions markert = new MarkerOptions().position(new LatLng(loc.latitude,
loc.longitude)).title(ID);
mMap.addMarker(markert);

if (ID == myidplace_str) {

    Log.i(TAG, "Long.valueOf(ID): " + ID + " , " + myidplace);
    // currentMarker = markert;
}

}

}

//=====
private void getPoints(DataSnapshot dataSnapshot) {

    Iterator i = dataSnapshot.getChildren().iterator();

    while (i.hasNext()) {
        double latf = (double) ((DataSnapshot) i.next()).getValue();
        double lngf = (double) ((DataSnapshot) i.next()).getValue();
        ID = ((DataSnapshot) i.next()).getValue().toString();
        String em = ((DataSnapshot) i.next()).getValue().toString();
        LatLng loc = new LatLng(latf, lngf);
        Log.i(TAG, "Iterator: " + latf + " , " + latf);
        Log.i(TAG, "Iterator: " + lngf + " , " + lngf);
        Log.i(TAG, "Iterator: " + ID + " , " + ID);
        Log.i(TAG, "Iterator: " + em + " , " + em);

        if (ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) !=
PackageManager.PERMISSION_GRANTED &&ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) !=
PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
            // TODO: Consider calling
            // ActivityCompat#requestPermissions
            // here to request the missing permissions, and then overriding
            // public void onRequestPermissionsResult(int requestCode,
String[] permissions,
            // int[]
grantResults)
            // to handle the case where the user grants the permission.
            See the documentation
            // for ActivityCompat#requestPermissions for more details.

```

```

return;
    }
    mMap.setMyLocationEnabled(true);
    mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(loc)
        .title(ID).snippet(em)

        .icon(BitmapDescriptorFactory.fromResource(R.drawable.marker2)))
        .showInfoWindow();

    }
}
//=====

//===== gps
=====

private ArrayList findUnAskedPermissions(ArrayList wanted) {
    ArrayList result = new ArrayList();

    for (Object perm : wanted) {
        if (!hasPermission(perm)) {
            result.add(perm);
        }
    }

    return result;
}

private boolean canMakeSmoeres() {
    return (Build.VERSION.SDK_INT > Build.VERSION_CODES.LOLLIPOP_MR1);
}

private boolean hasPermission(Object permission) {
    if (canMakeSmoeres()) {
        if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.M) {
            return (checkSelfPermission((String) permission) ==
                PackageManager.PERMISSION_GRANTED);
        }
    }
    return true;
}

//=====
=====

@Override
public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
    mMap = googleMap;
    String nameuser = "amine";

    if (null != latLng) {

        // mMap.clear();
        Marker marker = mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(latLng).title("ma
            position actuelle"));
        marker.setIcon(BitmapDescriptorFactory.fromResource(R.drawable.marker2));
    }
}

```



```

DatabaseReference ref=FirebaseDatabase.getInstance().getReference();
maxid= maxid + 1;
ref.addValueEventListener(new ValueEventListener() {
@Override
public void onDataChange(DataSnapshot dataSnapshot) {
myidplace= maxid ;
//DatabaseReference Loc = root.child(String.valueOf(myidplace));
myidplace_str= String.valueOf(myidplace);
Map<String, Object>map2 = new HashMap<String, Object>();
map2.put("lat", latLngst.latitude);
map2.put("lng", latLngst.longitude);
map2.put("userId", myidplace);
map2.put("userName", nameuser);
root2.child(nameuser).setValue(map2);
// root.child(String.valueOf(myidplace)).setValue(map2);
Toast.makeText(getApplicationContext(), "Success, myidplace="+myidplace,
Toast.LENGTH_SHORT).show();
}

@Override
public void onCancelled(@NonNull DatabaseError databaseError) {
}
});
//,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,
}
} else {
Toast.makeText(getApplicationContext(), "SVP Veuillez saisir le numéro de
station", Toast.LENGTH_SHORT).show();
}
});
dialog.show();

}

public void supprimer(View view) {
//=====
//          Le bouton          n 2
//      supprimer La station
//=====
androidx.appcompat.app.AlertDialog dialog2 = new
AlertDialog.Builder(this).create();
final EditText editText = new EditText(this);
dialog2.setTitle("Veuillez saisir nom de station");
dialog2.setView(editText);
dialog2.setButton(DialogInterface.BUTTON_POSITIVE, "ok", (dialog, which) -> {
String namest = editText.getText().toString();
if (!TextUtils.isEmpty(namest)) {
root2.child(namest).removeValue();
// root.child(String.valueOf(myidplace)).removeValue();
} else {
Toast.makeText(getApplicationContext(), "SVP Veuillez saisir le numéro de
station", Toast.LENGTH_SHORT).show();
}
});
dialog2.show();

}
}
}

```

Annexe 2 : ce code Java permet de donner la position actuelle

```
package com.example.my_map_firebase;

import android.Manifest;
import android.app.AlertDialog;
import android.app.Service;
import android.content.Context;
import android.content.DialogInterface;
import android.content.Intent;
import android.content.pm.PackageManager;
import android.location.Location;
import android.location.LocationListener;
import android.location.LocationManager;
import android.os.Bundle;
import android.os.IBinder;
import android.provider.Settings;
import android.widget.Toast;

import androidx.core.app.ActivityCompat;

public class LocationTrack extends Service implements LocationListener {

    private final Context mContext;

    boolean checkGPS = false;

    boolean checkNetwork = false;

    boolean canGetLocation = false;

    Location loc;
    double latitude;
    double longitude;

    private static final long MIN_DISTANCE_CHANGE_FOR_UPDATES = 10;

    private static final long MIN_TIME_BW_UPDATES = 1000 * 60 * 1;
    protected LocationManager locationManager;

    public LocationTrack(Context mContext) {
        this.mContext = mContext;
        getLocation();
    }

    private Location getLocation() {

        try {
            locationManager = (LocationManager) mContext
                .getSystemService(LOCATION_SERVICE);


```

```

// get GPS status
checkGPS = locationManager
.isProviderEnabled(LocationManager.GPS_PROVIDER);

// get network provider status
checkNetwork = locationManager
.isProviderEnabled(LocationManager.NETWORK_PROVIDER);

if (!checkGPS && !checkNetwork) {
    Toast.makeText(mContext, "No Service Provider is available",
    Toast.LENGTH_SHORT).show();
    } else {
    this.canGetLocation = true;
}

// if GPS Enabled get Lat/Long using GPS Services
if (checkGPS) {

    if (ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
    Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED
    &&ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
    Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED)
    {
        // TODO: Consider calling
        //     ActivityCompat#requestPermissions
        // here to request the missing permissions, and then overriding
        // public void onRequestPermissionsResult(int
        requestCode, String[] permissions,
        //                                     int[]
        grantResults)
        // to handle the case where the user grants the
        permission. See the documentation
        // for ActivityCompat#requestPermissions for more
        details.
    }
    locationManager.requestLocationUpdates(
    LocationManager.GPS_PROVIDER,
    MIN_TIME_BW_UPDATES,
    MIN_DISTANCE_CHANGE_FOR_UPDATES, this);
    if (locationManager != null) {
        loc = locationManager
        .getLastKnownLocation(LocationManager.GPS_PROVIDER);
        if (loc != null) {
            latitude = loc.getLatitude();
            longitude = loc.getLongitude();
        }
    }
}

if (checkNetwork) {

    if (ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
    Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED
    &&ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
    Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED)

```

```

{
// TODO: Consider calling
//   ActivityCompat#requestPermissions
// here to request the missing permissions, and then overriding
//   public void onRequestPermissionsResult(int
requestCode, String[] permissions,
//   int[]
grantResults)
// to handle the case where the user grants the
permission. See the documentation
// for ActivityCompat#requestPermissions for more
details.
}
locationManager.requestLocationUpdates(
LocationManager.NETWORK_PROVIDER,
MIN_TIME_BW_UPDATES,
MIN_DISTANCE_CHANGE_FOR_UPDATES, this);

if (locationManager != null) {
loc = locationManager
.getLastKnownLocation(LocationManager.NETWORK_PROVIDER);

        }

if (loc != null) {
latitude = loc.getLatitude();
longitude = loc.getLongitude();
        }

        }

        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }

return loc;
    }

public double getLongitude() {
if (loc != null) {
longitude = loc.getLongitude();
        }
return longitude;
    }

public double getLatitude() {
if (loc != null) {
latitude = loc.getLatitude();
        }
return latitude;
    }

public boolean canGetLocation() {
return this.canGetLocation;
    }

public void showSettingsAlert() {

```

```

AlertDialog.Builder alertDialog = new AlertDialog.Builder(mContext);

alertDialog.setTitle("GPS is not Enabled!");

alertDialog.setMessage("Do you want to turn on GPS?");

alertDialog.setPositiveButton("Yes", new DialogInterface.OnClickListener() {
    public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
        Intent intent = new Intent(Settings.ACTION_LOCATION_SOURCE_SETTINGS);
        mContext.startActivity(intent);
    }
});

alertDialog.setNegativeButton("No", new DialogInterface.OnClickListener() {
    public void onClick(DialogInterface dialog, int which) {
        dialog.cancel();
    }
});

alertDialog.show();
}

public void stopListener() {
    if (locationManager != null) {

        if (ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
            Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED
            && ActivityCompat.checkSelfPermission(mContext,
            Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION) != PackageManager.PERMISSION_GRANTED)
        {
            // TODO: Consider calling
            // ActivityCompat#requestPermissions
            // here to request the missing permissions, and then overriding
            // public void onRequestPermissionsResult(int requestCode,
            String[] permissions,
            //
            //
            int[]
            grantResults)
            // to handle the case where the user grants the permission.
            See the documentation
            // for ActivityCompat#requestPermissions for more details.
            return;
        }
        locationManager.removeUpdates(LocationTrack.this);
    }
}

@Override
public IBinder onBind(Intent intent) {
    return null;
}

@Override
public void onLocationChanged(Location location) {

```

```

    }

    @Override
    public void onStatusChanged(String s, int i, Bundle bundle) {

    }

    @Override
    public void onProviderEnabled(String s) {

    }

    @Override
    public void onProviderDisabled(String s) {

    }
}

```

Annexe 3 : ce code Java pour « LoginActivity »

```

package com.example.my_map_firebase;

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;

import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;

public class MainActivity_login extends AppCompatActivity {
    private Button Button;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main_login2);

        Button = (Button) findViewById(R.id.button);
        Button.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                openMapsActivity();
            }
        });
    }

    public void openMapsActivity() {
        Intent intent = new Intent(this, MapsActivity.class);
        startActivity(intent);
    }
}

```

Annexe 4 : ce code XML pour l'interface graphique de « Google MapsActivity »

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:map="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:orientation="vertical"
android:layout_height="match_parent"
tools:context=".MapsActivity"
android:layout_width="match_parent">

<ScrollView
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">

<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:orientation="vertical" >

<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:orientation="horizontal">

<Button
android:id="@+id/button2"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1"
android:enabled="true"
android:onClick="reserver"

android:text="Enregistrer" />

<Button
android:id="@+id/button3"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1"
android:onClick="supprimer"
android:enabled="true"
android:text="Supprimer" />
</LinearLayout>

<fragment
android:id="@+id/mapf"
android:name="com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="615dp" />

<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:orientation="horizontal"
```

```

android:layout_height="match_parent">

<TextView
android:id="@+id/latitude"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"

android:text="Latitude:"
android:textSize="18sp" />

<TextView
android:id="@+id/latitude_textview"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textColor="@color/teal_700"
android:text="0"
android:layout_alignBaseline="@+id/latitude"
android:textSize="16sp" />
</LinearLayout>
<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:orientation="horizontal"
android:layout_height="match_parent">
<TextView
android:id="@+id/longitude"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="Longitude:"
android:textSize="18sp" />
<TextView
android:id="@+id/longitude_textview"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:textColor="@color/teal_700"
android:text="0"
android:textSize="16sp" />

</LinearLayout>

</LinearLayout>
</ScrollView>

</LinearLayout>

```

Annexe 5 : ce code XML pour l'interface graphique de « Login Activity »

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:background="@drawable/background_of_ui"
tools:context=".MainActivity_login">

```

```

<TextView
android:id="@+id/textView"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_marginTop="112dp"
android:textColor="@android:color/white"
android:textSize="25dp"
android:typeface="sans"
app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
app:layout_constraintHorizontal_bias="0.498"
app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
app:layout_constraintTop_toTopOf="parent">

</TextView>

<LinearLayout
android:id="@+id/linearLayout"
android:layout_width="353dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_marginTop="0.001dp"
android:background="@android:color/white"
android:orientation="vertical"
android:padding="30dp"
app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/textView"
app:layout_constraintVertical_bias="0.183">

<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_marginTop="50dp"
android:orientation="horizontal"
android:padding="5dp">

<ImageView
android:layout_width="30dp"
android:layout_height="match_parent"
android:src="@drawable/lock2"></ImageView>

<EditText
android:id="@+id/editTextTextPersonName2"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1"
android:ems="10"
android:hint="Username"
android:inputType="textPersonName" />

</LinearLayout>

<LinearLayout
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:orientation="horizontal"
android:padding="5dp">

```

```

<ImageView
android:layout_width="30dp"
android:layout_height="match_parent"
android:src="@drawable/user2"></ImageView>

<EditText
android:id="@+id/editTextTextPassword4"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_weight="1"
android:ems="10"
android:hint="Password"
android:inputType="textPassword" />
</LinearLayout>

<Button
android:id="@+id/button"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_marginTop="50dp"
android:background="#47001c"
android:text="Sing in"
android:textColor="@android:color/white"
app:backgroundTint="@color/colorPrimary"></Button>
</LinearLayout>

<ImageView
android:id="@+id/imageView2"
android:layout_width="90dp"
android:layout_height="90dp"
android:layout_marginTop="144dp"
android:src="@drawable/user1"
app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
app:layout_constraintHorizontal_bias="0.498"
app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
app:layout_constraintTop_toTopOf="parent">

</ImageView>

</androidx.constraintlayout.widget.ConstraintLayout>

```

Annexe 6 : ce code Java pour insérer le Rapport CM (maintenance corrective).

```

package com.example.my_map_firebase;

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;

import android.content.Intent;
import android.content.SharedPreferences;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.Toast;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

```

```

EditText editText_TM, editText_TM2, editText_TM3, editText_TC, editText_TC2, editText_IPP,
editText_FI;
Button bt_save;
SharedPreferences sharedPreferences;

private static final String SHARED_PREF_TM = "mypref";
private static final String Key_TM = "TM";
private static final String Key_TM2 = "TM2";
private static final String Key_TM3 = "TM3";
private static final String Key_TC = "TC";
private static final String Key_TC2 = "TC2";
private static final String Key_IPP = "IPP";
private static final String Key_FI = "FI";
@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);

    editText_TC = findViewById(R.id.editText_TC);
    editText_TC2 = findViewById(R.id.editText_TC2);
    editText_TM = findViewById(R.id.editText_TM);
    editText_TM2 = findViewById(R.id.editText_TM2);
    editText_TM3 = findViewById(R.id.editText_TM3);
    editText_IPP = findViewById(R.id.editText_IPP);
    editText_FI = findViewById(R.id.editText_FI);
    bt_save = findViewById(R.id.bt_save);

    sharedPreferences = getSharedPreferences(SHARED_PREF_TM,MODE_PRIVATE);

    String TC = sharedPreferences.getString(Key_TC,null);

    if (TC !=null){
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this,HomeActivity.class);
        startActivity(intent);
    }

    String TC2 = sharedPreferences.getString(Key_TC2,null);

    if (TC2 !=null){
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this,HomeActivity.class);
        startActivity(intent);
    }

    String IPP = sharedPreferences.getString(Key_IPP,null);

    if (IPP != null){
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this,HomeActivity.class);
        startActivity(intent);
    }

    String FI = sharedPreferences.getString(Key_FI,null);

    if (FI != null){

```

```

Intent intent = new Intent(MainActivity.this,HomeActivity.class);
startActivity(intent);
}

bt_save.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
        editor.putString(Key_TC,editText_TC.getText().toString());
        editor.putString(Key_TM,editText_TM.getText().toString());
        editor.putString(Key_TC2,editText_TC2.getText().toString());
        editor.putString(Key_TM2,editText_TM2.getText().toString());
        editor.putString(Key_TM3,editText_TM3.getText().toString());
        editor.putString(Key_IPP,editText_IPP.getText().toString());
        editor.putString(Key_FI,editText_FI.getText().toString());
        editor.apply();
        Intent intent = new Intent(MainActivity.this,HomeActivity.class);
        startActivity(intent);

        Toast.makeText(MainActivity.this,"Login success",Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
});
}
}
}

```

Annexe 7 : ce code Java pour enregistrer le rapport CM (maintenance corrective) utilisant SharedPreferences.

```

package com.example.my_map_firebase;

import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;

import android.content.SharedPreferences;
import android.os.Bundle;
import android.view.View;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;

public class HomeActivity extends AppCompatActivity {

    TextView textView_TC, textView_TC2,textView_TM, textView_TM2, textView_TM3, textView_IPP,
    textView_FI;
    Button bt_exit;

    SharedPreferences sharedPreferences;

    private static final String SHARED_PREF_TM = "mypref";
    private static final String Key_TM = "TM";
    private static final String Key_TM2 = "TM2";
    private static final String Key_TM3 = "TM3";
    private static final String Key_TC = "TC";
    private static final String Key_TC2 = "TC2";
    private static final String Key_IPP = "IPP";
    private static final String Key_FI = "FI";

    @Override

```

```

protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_home);

    textView_TC = findViewById(R.id.text_TC);
    textView_TC2 = findViewById(R.id.text_TC2);
    textView_TM = findViewById(R.id.text_TM);
    textView_TM2 = findViewById(R.id.text_TM2);
    textView_TM3 = findViewById(R.id.text_TM3);
    textView_IPP = findViewById(R.id.text_IPP);
    textView_FI = findViewById(R.id.text_FI);
    bt_exit = findViewById(R.id.bt_exit);

    sharedPreferences = getSharedPreferences(SHARED_PREF_TM,MODE_PRIVATE);

    String TM = sharedPreferences.getString(Key_TM,null);
    String TM2 = sharedPreferences.getString(Key_TM2,null);
    String TM3 = sharedPreferences.getString(Key_TM3,null);
    String TC = sharedPreferences.getString(Key_TC,null);
    String TC2 = sharedPreferences.getString(Key_TC2,null);
    String IPP = sharedPreferences.getString(Key_IPP,null);
    String FI = sharedPreferences.getString(Key_FI,null);

    if (TM != null || TC != null || IPP != null || FI != null || TC2 != null || TM2 != null || TM3 != null){
        textView_TM.setText("Temps d'arrivage au site : "+TM);
        textView_TM2.setText("Entre les chambres : "+TM2);
        textView_TM3.setText("Liaison : "+TM3);
        textView_TC.setText("Temps d'arrivage de la coupure : "+TC);
        textView_TC2.setText("Mesure de coupure : "+TC2);
        textView_IPP.setText("Informations au problème : "+IPP);
        textView_FI.setText("Fin d'intervention (temps) : "+FI);
    }

    bt_exit.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {
            SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();
            editor.clear();
            editor.commit();
            Toast.makeText(HomeActivity.this, "Log out successfully",
                Toast.LENGTH_SHORT).show();
            finish();
        }
    });
}
}

```

Annexe 8 : ce code Java pour le CheckList de le rapport de PM (maintenance préventive) des chambres L3T et K2C.

```

package com.example.my_map_firebase;

import androidx.annotation.NonNull;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;

import android.os.Bundle;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;

```

```

import android.widget.AdapterView;
import android.widget.ListView;
import android.widget.Toast;

import java.util.ArrayList;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    ListView listviewData;
    ArrayAdapter<String> adapter;
    String[] arrayPelículas = {"Ouverture et fermeture des trappes",
    "Bouchon de la visserie", "Visserie de la sécurisation des trappes", "Graissage de la visserie de la
    sécurisation",
    "Peinture des trappes", "Présence rouille sur les trappes", "Niveau des trappes par rapport au sol",
    "Remise en état des abords de la chambre", "Arrangement de la love du cable et fixation",
    "Fixation de la boîte de jonction", "Étiquetage de la chambre, des fourreaux et du cable",
    "Nettoyage de la chambre", "Bouchon de PEHD de réserve", "Bouchon du cable",
    "Longueur de fourreaux dans la chambre (30cm)", "Position de fourreaux dans le masque"};

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        listviewData = findViewById(R.id.listView_data);
        adapter = new ArrayAdapter<String>(this,
            android.R.layout.simple_list_item_multiple_choice, arrayPelículas);
        listviewData.setAdapter(adapter);
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        getMenuInflater().inflate(R.menu.main_menu, menu);
        return true;
        //return super.onCreateOptionsMenu(menu);
    }

    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(@NonNull MenuItem item) {
        int id = item.getItemId();
        if (id == R.id.item_done){
            String itemSelected = "Selected items : \n";
            for (int i=0 ;i<listviewData.getCount();i++){
                if (listviewData.isItemChecked(i)){
                    itemSelected += listviewData.getItemAtPosition(i) + "\n";
                }
            }
            Toast.makeText(this,itemSelected,Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
}

```

Annexe 9 : ce code Java pour le CheckList de le rapport de PM (maintenance préventive) des chambres BMH.

```
package com.example.my_map_firebase;

import androidx.annotation.NonNull;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;

import android.os.Bundle;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;
import android.widget.ArrayAdapter;
import android.widget.ListView;
import android.widget.Toast;

import java.util.ArrayList;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    ListView listviewData;
    ArrayAdapter<String> adapter;
    String[] arrayPelículas = {"Borne de repérage"};

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        listviewData = findViewById(R.id.listView_data);
        adapter = new ArrayAdapter<String>(this,
            android.R.layout.simple_list_item_multiple_choice, arrayPelículas);
        listviewData.setAdapter(adapter);
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        getMenuInflater().inflate(R.menu.main_menu, menu);
        return true;
        //return super.onCreateOptionsMenu(menu);
    }

    @Override
    public boolean onOptionsItemSelected(@NonNull MenuItem item) {
        int id = item.getItemId();
        if (id == R.id.item_done){
            String itemSelected = "Selected items : \n";
            for (int i=0 ;i<listviewData.getCount();i++){
                if (listviewData.isItemChecked(i)){
                    itemSelected += listviewData.getItemAtPosition(i) + "\n";
                }
            }
            Toast.makeText(this,itemSelected,Toast.LENGTH_SHORT).show();
        }
        return super.onOptionsItemSelected(item);
    }
}
```

Annexe 10 : ce code XML pour l'interfaces graphique de « Rapport CM ».

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".MainActivity">

    <TextView
        android:id="@+id/textView"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_gravity="center"
        android:layout_marginTop="43dp"
        android:gravity="center"
        android:text="Rapport CM"
        android:textColor="#D32F2F"
        android:textSize="14sp"
        app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
        app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
        app:layout_constraintTop_toTopOf="parent" />

    <EditText
        android:id="@+id/editText_TC"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_margin="8dp"
        android:hint="Temps d'arrivage au site : "
        android:textSize="12sp"
        tools:ignore="MissingConstraints"
        tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
        tools:layout_editor_absoluteY="103dp"></EditText>

    <EditText
        android:id="@+id/editText_TC2"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_margin="8dp"
        android:hint="Mesure de la coupure : "
        android:textSize="12sp"
        tools:ignore="MissingConstraints"
        tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
        tools:layout_editor_absoluteY="103dp"></EditText>

    <EditText
        android:id="@+id/editText_TM"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_margin="8dp"
        android:hint="Temps d'arrivage au point de coupure : "
        android:textSize="12sp"
        tools:ignore="MissingConstraints"
        tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
        tools:layout_editor_absoluteY="148dp"></EditText>

    <TextView
        android:id="@+id/textView2"
```

```
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:text=" Localisation de la coupure : "
android:textColor="#A6AA9E"
android:textSize="12sp" />
```

```
<EditText
android:id="@+id/editText_TM2"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:hint="- Entre les deux chambres ( xxx - xxx )"
android:textSize="12sp"
tools:ignore="MissingConstraints"
tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
tools:layout_editor_absoluteY="148dp"></EditText>
```

```
<EditText
android:id="@+id/editText_TM3"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:hint="- Liaison ( xxx - xxx )"
android:textSize="12sp"
tools:ignore="MissingConstraints"
tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
tools:layout_editor_absoluteY="148dp"></EditText>
```

```
<EditText
android:id="@+id/editText_IPP"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:hint="Informations au problème "
android:textSize="12sp"
tools:ignore="MissingConstraints"
tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
tools:layout_editor_absoluteY="148dp"></EditText>
```

```
<TextView
android:id="@+id/textView3"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:text="Inserer photo avant intervention"
android:textSize="12sp" />
```

```
<EditText
android:id="@+id/editText_FI"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_margin="8dp"
android:hint="Fin d'intervention (temps) "
android:textSize="12sp"
tools:ignore="MissingConstraints"
tools:layout_editor_absoluteX="0dp"
tools:layout_editor_absoluteY="148dp"></EditText>
```

```
<TextView
```

```

    android:id="@+id/textView4"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="8dp"
    android:text="Insérer photo après intervention"
    android:textSize="12sp" />

```

```

<Button
    android:id="@+id/bt_save"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="center"
    android:layout_margin="20dp"
    android:gravity="center"
    android:text="Enregistrer"
    tools:ignore="MissingConstraints"
    tools:layout_editor_absoluteX="138dp"
    tools:layout_editor_absoluteY="205dp" />

```

```

</LinearLayout>

```

Annexe 11 : ce code XML pour l'interface graphique d'enregistrement de « Rapport CM ».

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    tools:context=".HomeActivity">

    <TextView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Rapport CM"
        android:textSize="14dp"
        android:textColor="#388E3C"
        android:textStyle="bold"
        android:gravity="center"
        android:layout_margin="20dp"></TextView>

    <TextView
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Temps d'arrivée au site : "
        android:textStyle="bold"
        android:textSize="12dp"
        android:id="@+id/text_TC"
        android:layout_margin="8dp"></TextView>

    <TextView
        android:id="@+id/text_TC2"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_margin="8dp"
        android:text="Mesure de coupure : "
        android:textSize="12dp"

```

```

        android:textStyle="bold"></TextView>

<TextView
    android:id="@+id/text_TM"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="8dp"
    android:text="Temps d'arrivage au point de coupure : "
    android:textSize="12dp"
    android:textStyle="bold"></TextView>

<TextView
    android:id="@+id/textView5"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="8dp"
    android:textSize="12dp"
    android:textStyle="bold"
    android:text="Localisation de coupure" />

<TextView
    android:id="@+id/text_TM2"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="8dp"
    android:text=" - Entre les chambres : "
    android:textSize="12dp"
    android:textStyle="bold"></TextView>

<TextView
    android:id="@+id/text_TM3"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_margin="8dp"
    android:text=" - Liaison : "
    android:textSize="12dp"
    android:textStyle="bold"></TextView>

<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Informations au problème : "
    android:textStyle="bold"
    android:textSize="12dp"
    android:id="@+id/text_IPP"
    android:layout_margin="8dp"></TextView>

<TextView
    android:id="@+id/textView6"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Après l'intervention"
    android:textSize="12dp"
    android:layout_margin="8dp"
    android:textStyle="bold"/>

<ImageView
    android:id="@+id/imageView"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"

```

```

        app:srcCompat="@android:drawable/ic_dialog_map" />

<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Fin l'intervention (temps) : "
    android:textStyle="bold"
    android:textSize="12dp"
    android:id="@+id/text_FI"
    android:layout_margin="8dp"></TextView>

<TextView
    android:id="@+id/textView7"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Avant l'intervention"
    android:textSize="12dp"
    android:layout_margin="8dp"
    android:textStyle="bold"/>

<ImageView
    android:id="@+id/imageView3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    app:srcCompat="@android:drawable/ic_dialog_map" />

<Button
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Exit"
    android:layout_gravity="center"
    android:layout_margin="20dp"
    android:id="@+id/bt_exit"/>

</LinearLayout>

```

Annexe 12 : ce code XML pour l'interface graphique de « Rapport PM (L3T - K2C) » et « Rapport PM (BMH) ».

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    tools:context=".MainActivity">

    <ListView
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:id="@+id/listView_data"
        android:choiceMode="multipleChoice"/>

</RelativeLayout>
```

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<menu xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto">

    <item
        android:id="@+id/item_done"
        android:icon="@drawable/ic_done"
        android:title="@string/done"
        app:showAsAction="ifRoom"/>

</menu>
```

```
<resources>
    <string name="app_name">CheckList</string>
    <string name="done">done</string>
</resources>
```