

Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

ARFANE Sofia

Pour l'obtention du diplôme

Ingénieur d'Etat en

SYSTEMES ELECTRONIQUES & TELECOMMUNICATIONS

Intitulé

**Ingénierie, Déploiement et Gestion de Qualité
Projet Metro IP**

Encadré par :

Melle. Fatiha LMRABTI

Mr. Mhamed LHBABI

Mr. Hicham MZIREQ (HUAWEI Technologies)

Soutenu le Samedi 02 Juillet 2011, devant le jury composé de :

Mr H. MZIREQ : Encadrant

Mlle F. MRABTI : Encadrante

Mr M. LHBABI : Encadrant

Mr Y.BALBOUL : Examineur

Mr H. GHENNIoui : Examineur

Dédicace :

A ma très chère mère,

Tu m'as donné la tendresse et le courage pour réussir.

Une mère merveilleuse qui a toujours cru en moi et en l'aboutissement de mes efforts,

Je te dédie ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entouré ;

A mon père,

Lorsque j'ai besoin d'une personne digne de mon estime et de mon respect,

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments

A Un père digne de considération, un père qui a fait preuve d'altruisme ;

A ma sœur Hind,

Proche de mon cœur, vous étiez toujours l'épaule solide, l'oreille attentive compréhensive

Votre amour, votre aide et votre confiance en moi m'ont été d'un grand soutien,

Que ce travail soit pour vous l'expression de ma gratitude et de toute mon affection ;

Au corps professoral du département génie électrique,

Aucune dédicace ne pourrait assez exprimer mes gratitude et mon profond respect à mes

chers professeurs pour tous les efforts qu'ils ont déployé tout au long des cinq années pour

nous assurer une formation assez complète que possible ;

Je dédie également ce travail à toute ma famille, à mes amis et à

tous ceux que j'aime et qui m'ont soutenu durant mon cursus.

Remerciements :

Je tiens à remercier vivement les aimables personnes, qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail au sein de HUAWEI Technologies-MOROCCO.

J'adresse mes sentiments de reconnaissance et de respect à Monsieur Hicham MZIREQ, Manager de qualité pour avoir accepté de parrainer ce projet et surtout pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute modestie, sa passion du métier qu'il sait rendre contagieuse et la confiance qu'il a bien voulu m'accorder tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier vivement Mlle Fatiha MRABTI et Monsieur Mhamed LAHBABI, Professeurs à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour leur enthousiasme permanent et leurs implications tant humaines que scientifiques.

Je tiens aussi à exprimer ma profonde gratitude à Ahmed Amine ZINE, chef de Projet « Metro IP » ainsi que l'ensemble du personnel de l'Equipe de déploiement pour leurs renseignements et orientations.

Pour conclure je remercie également les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail, ainsi que tous les enseignants de la Faculté des Sciences et Techniques de m'avoir apporté leur savoir faire, leur expérience et leur disponibilité tout au long de ma formation.

Liste des Acronymes

ATM	: Asynchronous Transfer Mode
ADSL	: Asymmetric Digital Subscriber Line
BSC	: Base Station Controller
BTM	: Broadband TV
BTS	: Base Transceiver Station
BGP	: Border Gateway Protocol
bfd	: Bidirectional Forwarding Detect
BoQ	: Bill of Quantity
BDI	: Backward Defect Indication
CDMA	: Code division multiple access
CSNP	: Complete Sequence Network Packet
CAPEX	: Capital Expenditure
DSLAM	: Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DDF	: Digital Distribution Frame
DSLAM	: Digital Subscriber Line Access Multiplexer
EV-DO	: Evolution Data Optimised
EBGP	: Exterior Gateway
EoMPLS	: Ethernet Over Multi-Protocol Label Switching
FRR	: Fast Reroute
FMC	: Fixed Mobile Convergence
FFD	: Fast Failure Detection
FE	: Fast Ethernet
GE	: Giga Ethernet
HSI	: High Speed Internet
HSOPA	: High Speed Orthogonal Frequency Division Multiplexing Packet Access
HSDPA	: High Speed Downlink Packet Access
IPTV	: Internet Protocol Television
I-SPF	: Incremental Shortest Path First
IBGP	: Interior Border Gateway Protocol
IGP	: Interior Gateway Protocol
IS-IS	: Intermediate system to intermediate system
IS-IS GR	: Intermediate system to intermediate system
IPv6	: Internet Protocol version 6
IP	: Internet Protocol
LSR	: Label Switch Router
LSP	: Link Switched Path
LTE	: Long Term Evolution
L2VPN	: Layer 2 Virtual Private Network

L3VPN : Layer 3 Virtual Private Network
MPLS : Multi-Protocol Label Switching
MP-BGP : multi-protocole-Border Gateway Protocol
MSAN : Multi-service access Node
NET : Network Entity
NMS : Network Management System
NGN : Next Generation Network
OPEX : operating expenditure
ODF : Optical Distribution Frame
PDCA : Plan, Do , Check , Act
PRC : Partial Route Calculation
PPPoE : point-to-point protocol over Ethernet
PWE3 : pseudowire emulation edge to edge
P2P : Point to Point
QMP : Quality Management Package
QIR : Quality Inspection Report
QoS : Quality of service
RR : Route Reflector
RNC : Radio Network Controller
SDH : Digital Hierarchy
SAToP : Structure-Agnostic TDM over Packet
Sync-E : Synchronization Ethernet
TDM : Time Division Multiplexing
TDMoPSN : Time Division Multiplexing over a Packet Switched Network
TE : Traffic engineering
UPE : User Provider Edge
VPN : Virtual Private Network
VLAN : Virtual Local Area Network
VLL : Virtual Leased Line
VPLS : Virtual Private LAN Service
VoD : Video on Demand
VoIP : Voice over Internet Protocol

Résumé :

Suite aux demandes croissantes des utilisateurs mobiles, en termes de qualité de services et de disponibilité, Maroc Telecom s'avère obliger d'améliorer son réseau de transmission actuel basé essentiellement sur les techniques SDH et ATM, pour les différentes technologies (2G, 3G et MSAN).

L'amélioration consistant à ajouter des câbles E1/T1 permettant le transfert des débits de 2 Mbit/s et 1.5 Mbit/s, portée par Maroc Telecom se présente irréaliste du fait qu'elle engendre une augmentation des coûts d'installation et de maintenance du réseau. Dans ce sens le choix optimal, porte sur une infrastructure moins couteuse en empruntant le protocole Internet (IP).

En effet, la liaison entre le Node B et le RNC, par exemple, modélisée par quatre câbles E1 et utilisant la technologie ATM, ne permet pas de dépasser un débit de 8 Mbit/s. Alors que l'introduction de l'IP permet d'atteindre un débit de 14Mbit/s.

Le réseau Metro IP, est un produit fournit par HUAWEI pour le compte de Maroc Telecom, afin de lui permettre une migration vers un réseau d'agrégation convergent et sécurisé. Cette solution récente et flexible assure une transmission via IP entre un Node B et un RNC, une BTS et un BSC et aussi entre un MSAN et un réseau IP/MPLS considéré comme sources de tout type de service.

Mon projet de fin d'études effectué au sein de la société HUAWEI Technologies, un équipementier chinois, leader international en télécommunications consiste, dans un premier temps, à préciser les principales caractéristiques de la solution fournit à Maroc Telecom puis à spécifier les différentes technologies et protocoles utilisés pour optimiser son fonctionnement.

Dans un second temps, nous avons procédé par la phase de déploiement permettant la mise en place de la solution conçue.

Finalement et suite aux besoins de HUAWEI en termes de qualité nous nous sommes chargés d'instaurer une stratégie claire et extensible pour la réalisation du projet gestion de qualité en faveur du Metro IP.

Abstract

Following the increasing demands of mobile users, in terms of quality and service availability, Morocco Telecom is obliged to improve its transmission network currently based mainly on SDH and ATM technologies for the various technologies (2G, 3G and MSAN).

The improvement of adding E1/T1 cable (transferring flows of 2 Mbit/s and 1.5 Mbit/s), supported by Morocco Telecom appears impractical because it causes increased costs of installation and maintenance network. In this sense the optimal choice, is for a less expensive infrastructure by borrowing the Internet Protocol (IP).

In fact the connection between Node B and RNC, for example, modeled by four E1 cables and using ATM technology, does not exceed a rate of 8 Mbit/s. While the introduction of the IP can achieve a flow of 14Mbit/s.

Metro IP network is a product provided by HUAWEI on behalf of Morocco Telecom, to enable a migration to a converged network aggregation and secure. This solution provides a new and flexible transmission over IP between a Node B and RNC, BTS and a BSC and also between MSAN and IP/MPLS considered as sources of any type of service.

This project effected within the HUAWEI Technologies, a Chinese equipment, and an international leader in telecommunications, Consist at first, to clarify the main features of the solution provides to Morocco Telecom and then to specify the differents technologies and protocols to optimize its functioning.

In a second step, we proceeded by the deployment enabling the implementation of the conceived solution.

Finally and further to HUAWEI needs in terms of quality we are charged to establish a clear and extensible strategy for implementation of the project quality in favor of Metro IP.

Table des matières :

Dédicace	1
Remerciements	2
Liste des Acronymes	3
Résumé.....	6
Abstract	7
Tables de matières	8
Liste de Figures.....	11
Liste de Tableaux.....	12
Introduction générale.....	13
Chapitre 1 : Contexte général du projet.....	15
Introduction.....	16
1.1. Présentation de l'entreprise	16
1.2 Présentation des équipes de travail	17
1.2.1. Equipe de qualité.....	17
1.2.2. Equipe de déploiement du Metro IP.....	17
1.3 Problématique.....	18
1.3.1. Nécessité en termes technique	18
1.3.2. Nécessité en termes de qualité	19
1.4. Tâche à réaliser.....	20
Conclusion	22
Chapitre 2 : Ingénierie de la solution	23
Introduction.....	24
2.1. Hypothèse de la solution.....	24
2.2. Cahier de charge.....	25
2.2.1. Exigences de services	25
2.2.2. Exigences de la Bande Passante	26
2.2.3. Exigences de QoS.....	27
2.2.4. Exigences OAM.....	28
2.3. Architecture de la solution	28
2.3.1. Architecture Physique	28
2.3.2. Description technique des équipements proposés.....	31

2.3.2.1. Equipement d'agrégation, de pré-agrégation et de cœur : Routeur de la gamme CX	31
2.3.2.2. Equipement d'accès : Routeur PTN910.....	33
2.3.2.3. Système de Management du réseau « U2000 »	34
2.3.3. Architecture logique.....	37
2.3.3.1. Protocole de routage IGP « IS-IS »	37
2.3.3.2. Protocole de routage BGP	41
2.4. Topologie des services	44
2.4.1. Architecture des services 2G (TDM).....	44
2.4.1.1. Topologie d'accès entre le BSC et la BTS.....	44
2.4.1.2. Protection de la transmission.....	45
2.4.2. Architecture des services 3G Ethernet.....	46
2.4.2.1. Topologie d'accès entre le Node B et la RNC	46
2.4.2.2. Protection de la transmission.....	47
2.4.3. Architecture des services FMC	48
2.4.3.1. Topologie du service HSI	49
2.5. Solution de synchronisation.....	50
2.5.1. Synchronisation des services 2G	50
Conclusion	51
Chapitre 3 : Déploiement de la solution Metro IP.....	52
Introduction.....	53
3.1. Planification de la phase de déploiement.....	53
3.1.1. Matrice de responsabilité.....	53
3.1.2. Planification de la réalisation	54
3.2. Processus de déploiement du Metro IP	55
3.2.1. Site Survey	56
3.2.2. Installation.....	58
3.2.2.1. Installation des PTN910.....	58
3.2.2.2. Installation des routeurs CX600-X8 et CX600-X16	59
3.2.2.3. Installation de l'outil U2000	60
3.2.3. Configuration et Intégration.....	60
3.2.4. Test de conformité	60
3.2.5. Inspection de qualité	61
3.2.5.1. Contrôle du Hardware	61
3.2.5.2. Contrôle du Software	62

3.2.6. Clean up	62
3.2.7. Acceptation	62
Conclusion	63
Chapitre 4: Gestion de Qualité du Projet Metro IP	64
Introduction.....	65
4.1. Phase préparatoire du Projet de gestion de qualité	65
4.1.1. Définition du problème	65
4.1.2. Recherche des idées.....	66
4.1.3. Plan d'action.....	67
4.2. Phase de Réalisation du Projet Gestion de Qualité.....	69
4.2.1. Génération des documents de qualité.....	69
4.2.1.1. Paquet de management de qualité	69
4.2.1.2. Rapport d'inspection de qualité	70
4.2.2. Formation de qualité.....	70
4.2.2.1. Formation des intervenants.....	70
4.2.2.2. Ateliers de travail	70
4.2.3. Informatisation, archivage du suivi de qualité.....	70
4.2.4. Audit sur les lieux	71
4.3. Evaluation de qualité.....	73
4.3.1.1. Dénombrement des défauts critiques pour le Projet Metro IP	73
4.3.1.2. Evaluation des sous traitants	75
Conclusion	76
Conclusion générale	77
Glossaire.....	78
Annexe.....	81
Annexe2 : Protocole de routage IS-IS.....	81
Annexe3 : Protocole de routage BGP	85
Annexe4 : Notion de réseau virtuel (VPN)	86
Annexe5 : Rapport technique du site Survey du projet Metro IP	89
Annexe6 : Rapport technique du site Survey du projet Metro IP	92
Bibliographie.....	99

Liste des figures :

Figure 1: Positionnement de l'équipe qualité au sein de HUAWEI	17
Figure 2: Phases de réalisation du PFE	21
Figure 3: Schéma de connectivité du Metro IP	24
Figure 4: Estimation de la bande passante pour les services résidentiels.....	25
Figure 5: Exigences de disponibilité pour chaque service	26
Figure 6: Architecture du Metro IP pour la région A.....	28
Figure 7: Architecture du cœur IP permettant la connexion entre les Metro 1 et 2	28
Figure 8: Architecture du Metro IP pour la région B	29
Figure 9: Architecture du Metro IP pour la région C	29
Figure 10: Dispositif du CX600-X8 utilisé pour l'agrégation à la région A.....	31
Figure 11: Dispositif du CX600-X16 utilisé au cœur IP de la région A	32
Figure 12: Layout du PTN910 utilisé pour la région A.....	33
Figure 13: Positionnement de l'U2000	34
Figure 14: Structure de haute disponibilité de l'U2000	34
Figure 15: Représentation des différents types d'adresse pour l'U2000	35
Figure 16: Implémentation de l'IS-IS sur une boucle.....	38
Figure 17: Implémentation de l'IS-IS sur la région A.....	40
Figure 18: Implémentation du BGP sur une boucle	41
Figure 19: Déploiement du RR pour le BGP.....	41
Figure 20: Planification du BGP RR pour la région A.....	42
Figure 21: Mode d'accès aux services 2 G.....	43
Figure 22: Mécanisme de la protection de la transmission	44
Figure 23: Simulation de la méthode de protection pour une boucle.....	44
Figure 24: Description de la transmission des services 3G Ethernet.....	45
Figure 25: Mécanisme de la protection de la transmission	46
Figure 26: Topologie de Metro IP destiné au DSLAM/MSAN	47
Figure 27: Mécanisme d'implémentation du service HSI.....	48
Figure 28: Processus de synchronisation du Metro IP	49
Figure 29: Organisation temporelle des différentes tâches effectuées.....	53
Figure 30: Représentation par la méthode de GANTT de l'ordonnancement des tâches effectuées. ...	54
Figure 31: Phases de déploiement du Metro IP	54
Figure 32: Plan d'installation du PTN910	56
Figure 33: Plan d'installation du CX600-X8	56
Figure 34: Processus d'installation	57
Figure 35: Etapes d'installation du PTN910.....	57
Figure 36: Installation du PTN910 sur un site d'accès.....	58
Figure 37: Installation du CX600-X8 pour un site d'agrégation.....	59
Figure 38: Diagramme d'Ishikawa pour la gestion du problème de non qualité	66
Figure 39: Application utilisée pour le suivi du Metro IP	70
Figure 40: Diagramme de Pareto Pour la détermination des problèmes majeurs.....	74
Figure 41: Détermination des problèmes majeurs après l'application du Projet Gestion de Qualité	74
Figure 42: Diagramme de PARETO pour l'évaluation des sous-traitants	75

Liste des tableaux :

Tableau 1: tâches à réaliser	20
Tableau 2: Indicateurs clé de performance pour les différents services.....	25
Tableau 3: Estimation de la bande passante par type d'entreprises	26
Tableau 4: Caractéristique du CX600-X8	31
Tableau 5: Caractéristiques du PTN910.....	33
Tableau 6: nomenclature des serveurs du NMS (Network Management System).....	35
Tableau 7: format de l'identificateur NET.....	38
Tableau 8: Paramètres de la rapidité de convergence (FC).....	39
Tableau 9: Nombre des VLAN destiné à chaque service.....	47
Tableau 10: Matrice de responsabilité du Projet Metro IP	53
Tableau 11: Spécification du problème et des perspectives désirées	65
Tableau 12: Plan d'action	67
Tableau 13: Classification prioritaire des actions envisagées	67
Tableau 14: Problème courants pour le Projet Metro IP	73
Tableau 15: Contribution de chaque sous-traitant aux problèmes de non qualité.....	75

Introduction générale :

L'utilisateur marocain du mobile porte un grand intérêt aux nouvelles technologies, et aux services qu'elles offrent. Cette demande s'élargie de jour en jour, permettant aux opérateurs de moderniser, d'améliorer, et d'implémenter de nouvelles solutions pour satisfaire leurs clients. Toutefois, cette mission s'avère si critique avec la montée en puissance de services à large bande.

Les services demandés sont trop diversifiés, ils englobent ceux ciblant le grand public tel que les services à Triple Play (voix, internet et vidéo), ainsi que ceux destinés aux entreprises tel que l'interconnexion des sites géographiques éloignés.

La tendance vers les réseaux NGN et LTE représente de son tour un point de changement pour le compte des réseaux actuels, ces derniers basés sur une multitude de technologies dont on peut citer essentiellement le SDH qui est un ensemble de protocoles pour la transmission de données numériques à haut débit.

La solution de la transmission de tout type de trafic via IP représente actuellement la tendance du marché et s'inscrit dans la politique d'amélioration menée par Maroc Telecom pour être à jour aux besoins des consommateurs en termes de qualité de service. C'est dans ce contexte, que s'inscrit mon projet de fin d'étude au sein de HUAWEI Technologies, société chinoise leader en télécommunication et meneur de la solution « Metro IP ».

Le Metro IP, est une solution qui permet la migration vers un réseau d'agrégation assurant une transmission via IP entre un Node B et un RNC, un BTS et un BSC et aussi entre un MSAN et un réseau IP/MPLS considéré comme sources de tout type de service.

Dans une première phase nous procéderons par une analyse architecturale de toutes les solutions techniques et outils utilisés pour finalement déboucher sur l'ingénierie et le déploiement de la solution en convention avec l'environnement de l'utilisateur.

Dans une seconde phase, et suite aux besoins de HUAWEI en termes de Qualité nous nous chargerons d'instaurer une stratégie claire et extensible pour la réalisation du projet gestion de Qualité en faveur du Metro IP.

Ce rapport s'étalera donc sur quatre chapitres :

Le 1^{er} chapitre : englobera une présentation de l'organisme d'accueil et des différents collaborateurs, aussi il explicitera la problématique traitée tout en introduisant la solution ciblée.

Le 2^{ème} chapitre : présentera l'ingénierie de la solution avec justification du choix des équipements et des techniques pour lesquelles nous avons optés.

Le 3^{ème} chapitre : abordera la phase de déploiement, et explicitera donc les étapes que nous avons poursuivies pour mener à bien l'installation des équipements, et leur mise en service.

Le 4^{ème} chapitre : concernera l'élaboration et la mise en exergue d'une politique de qualité visant la satisfaction des opérateurs et des utilisateurs finaux.

Chapitre

1

Contexte général du Projet

Ce chapitre présentant l'état de l'art du projet, il explicitera donc :

- ✦ La présentation de l'entreprise ;
- ✦ La présentation des équipes de travail ;
- ✦ La Problématique ;
- ✦ Les différentes tâches à réaliser ;

Introduction :

La solution Metro IP fournit par HUAWEI pour le compte de Maroc Telecom représente un ensemble de techniques récentes ciblant la transmission de tout type de trafics, via le protocole IP. Elle repose sur la notion de convergence assurant la fiabilité et la disponibilité.

Soulever la migration vers le Metro IP constitue un processus très délicat, de se fait il été indispensable de bien comprendre la situation initiale et d'opter pour une planification préalable de toutes les tâches à réaliser.

1.1. Présentation de la société d'accueil:

HUAWEI Technologies est une entreprise privée à capital fermé (non cotée en bourse) dont le siège social se trouve à Shenzhen en Chine. Créé en 1988, et dispose d'un réseau mondial de clients couvrant plus de 100 pays et emploie 70 000 personnes. Le groupe est devenu un fournisseur dominant en Chine, puis s'est lancé à la conquête des marchés internationaux en adoptant une politique de prix très agressive.

Depuis son implémentation au Maroc en 1999, en tant que bureau représentatif de HUAWEI Technologies, le volume d'activités de HUAWEI Maroc n'a cessé d'augmenter. Son portefeuille clientèle s'est largement diversifié, grâce à ses produits de qualité et à son haut niveau de service qu'elle assure pour ses clients. Le chiffre d'affaire au Maroc a plus que doublé entre 2005 et 2009 pour atteindre **144 Millions de dollars**.

HUAWEI Maroc occupe actuellement une place de leader dans le marché marocain de télécommunication grâce à une étroite collaboration avec les principaux opérateurs marocains, à savoir **Maroc Telecom**, **Meditel** et **Inwi**, à travers la réalisation de projets innovants comme le réseau IP RAN , le réseau cœur R4 et R5 , l'ADSL haut débit, la télévision sur internet, la VOD , la téléphonie mobile 3ème Génération, les services aux entreprises, en plus d'autres services à valeur ajoutées.

HUAWEI Technologie est une entreprise active dans le secteur des technologies de l'information et de la communication (TIC). Elle fournit des matériels, des logiciels et des prestations de services pour les réseaux de télécommunications des opérateurs et les réseaux informatiques des entreprises.

1.2. Présentation des équipes de travail:

1.2.1. Equipe de qualité :

L'équipe responsable de qualité est créée tout récemment, afin d'intervenir en tant qu'acteur privilégié dans l'élaboration de la politique qualité voulue par l'entreprise. Elle aura en charge à part entière la mise en œuvre d'une stratégie et de son suivi au quotidien, l'instauration de l'attitude de qualité pour tous les intervenants. Placée dans une position transversale vis-à-vis des fonctions de l'entreprise (figure 1), elle devra réussir à faire partager par l'ensemble des acteurs l'importance de la démarche d'amélioration continue de qualité.

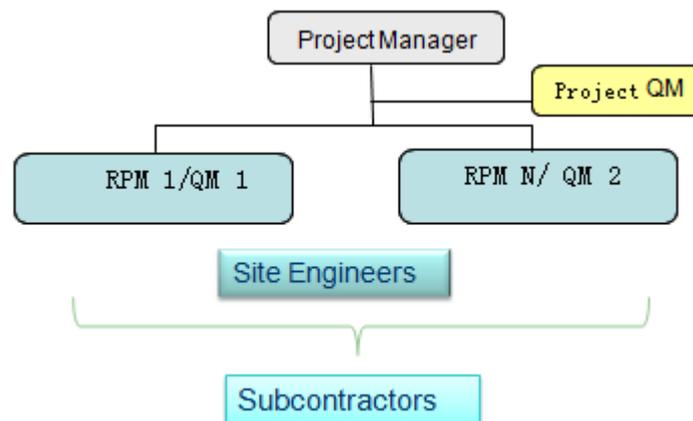


Figure 1: Positionnement de l'équipe qualité au sein de HUAWEI.

Cette équipe a pour rôle d'assurer la communication interne et externe, elle organise et anime des formations et présentations consacrées à la qualité (standards, objectifs, stratégie) et s'assure de leur pertinence en restant aux aguets de tout type de feed-back. Toutefois, l'équipe de Qualité est aussi le représentant de l'entreprise auprès des clients.

1.2.2. Equipe de déploiement du Metro IP :

L'équipe de déploiement gère une multitude de tâches (Site Survey, Installation, configuration, mise en service, test et acceptation...) dont l'objectif final est l'intégration de la transmission via IP dans les différentes architectures des réseaux mobiles et fixes, en effet elle fournit pour Maroc Telecom de meilleures solutions, des performances accrues, ainsi qu'une qualité extrême pour les utilisateurs finaux.

Elle a d'autre part le rôle d'optimiser les différentes ressources (matérielles et humaines) afin de réduire les coûts de déploiement tout en gardant un haut niveau de qualité.

1.3. Problématique :

Les utilisateurs Mobile qu'ils soient particuliers ou entreprise sont plus conscients lors du choix d'un service cellulaire. Ils demandent un service de qualité en termes de disponibilité et de fiabilité et cela à un prix adapté à leur budget Ils attendent également que les tarifs du cellulaire s'alignent sur ceux des services filaires qui ont déjà diminué.

Pour assurer la satisfaction des clients, les fournisseurs de service ou les opérateurs cellulaires doivent tenir compte de ces attentes tout en se gardant une marge commerciale viable. Ce défi réclame donc des solutions innovantes.

1.3.1. Nécessité en termes techniques :

Le réseau d'accès Radio actuel de Maroc Telecom se base sur la technologie SDH pour la transmission du trafic de 2G et 3G, ce qui présente un point de blocage face à l'extension du nombre d'abonnées ainsi que de l'évolution des services fournis. Ces conditions de fonctionnement risquent d'empirer lorsque les technologies de nouvelles générations comme le LTE entreront dans une phase de déploiement massif et que les débits de connexion grimperont au-delà des 100 Mbit/s par site cellulaire.

Les services récents tels que le HSPA (High-Speed Packet Access), HSOPA (High Speed Orthogonal Frequency Division Multiplexing Packet Access), et l'EV-DO (Evolution Data Optimized) déployé dans les systèmes CDMA (Code Division Multiple Access), consomment plus de bande passante que ceux des générations précédentes et mettent en évidence l'optimisation des réseaux Backhaul (permettant la liaison des BTS/NodeB/MSAN à des BSC/RNC/Nœud d'agrégation) existants et qui ne peuvent pas délivrer la capacité de transmission supplémentaire requise par chaque utilisateur HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) consommant 14.4 Mbit/s, soit l'équivalent en bande passante de 1000 abonnés GSM .

Une première étude de la possibilité d'extension des backhaul cellulaires existants, en termes de capacité et services, via l'utilisation des liaisons E1/T1 permettant le transfert respectivement des débits de 2 Mbit/s et 1.5 Mbit/s s'avère peu efficace, du fait qu'elle présente plus de dépense d'exploitation, alors que la concurrence ne permet pas de faire subir ces coûts par le client final.

Par contre, les réseaux IP/MPLS et Ethernet offrent des débits de transmission de données supérieurs et un potentiel de réduction de coûts substantiel. Deux atouts qui font de ces réseaux une alternative viable pour supporter le Backhaul cellulaire. A capacité égale, par exemple à 10 Mbit/s, le coût d'une connexion Ethernet est moitié moindre qu'un faisceau équivalent composé de liens E1.

Consciente des différents problèmes, la société HUAWEI lance la solution Metro IP basée sur la transmission en mode paquet sur le réseau d'accès Radio et dont l'objectif est de fournir un réseau de transmission IP RAN (Internet Protocole for Radio Access Network) avec

possibilité de prise en charge, en toute transparence, des différentes technologies telles que : 2G, 3G, 4G et MSAN (Multi-service access Node).

1.3.2. Nécessité en termes de qualité :

Durant les différentes phases de réalisation d'un projet, les intervenants internes et externes (personnel interne, sous-traitant) se présentent incapables d'appliquer les normes de qualité imposées par HUAWEI, ce qui mène à un blocage au niveau de l'acceptation.

Toutefois, le manque de communication et d'organisation peut être identifié comme principale raison d'occurrence des problèmes de non qualité et de management tel que la complexité de la gestion des ressources (matérielles et humaines).

Pour dépasser la situation actuelle, HUAWEI cherche à instaurer une solide stratégie de qualité afin de faire preuve d'une bonne gestion de tous les flux externes et internes de la société, et de sa faculté à relever des challenges ainsi que de sa capacité d'accompagner le développement international des télécommunications.

Dans ce cadre, HUAWEI a associé à sa culture, d'amélioration des services, la notion de qualité planifiée, managée, maîtrisée, assurée et améliorée. Tout en se basant sur l'utilisation du cycle **PDCA** (Plan, Do, Check, Act).

Ce cycle, comportant quatre étapes dont les noms sont traduits par : Préparer, Développer, Comprendre et Agir, a pour objectif l'aide à apprendre, ainsi que la conduite d'une amélioration des services offerts.

Notre travail, en tant qu'équipe chargée de qualité consiste donc à la constitution d'un organisme capable d'instaurer et de communiquer les différents méthodes et moyens de gestion de Qualité. En outre, nous sommes chargés de mener un suivi fidèle et riche des étapes de la mise en service du projet Metro IP, tout en assurant la qualité Software et Hardware durant toutes les phases de réalisation.

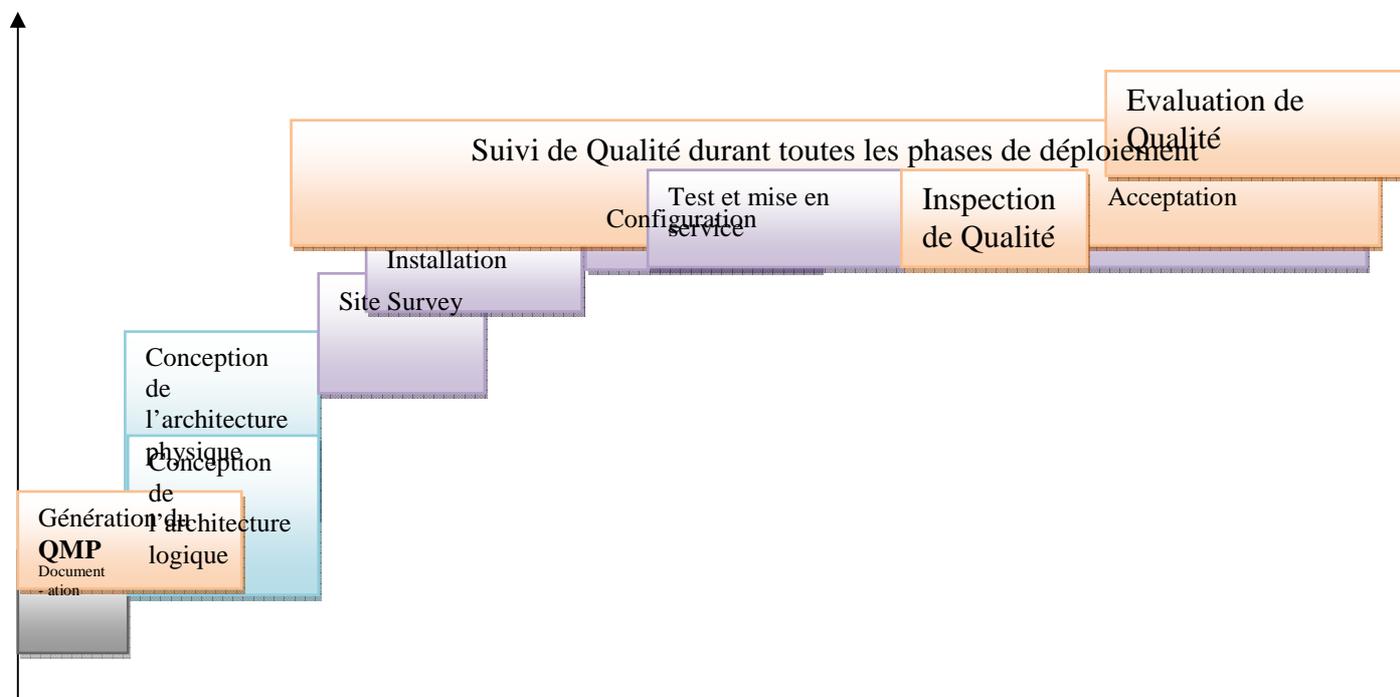
1.4. Tâches à réaliser :

Pour mener à bien le projet, une planification de la cohérence et de l'ordre chronologique des différentes tâches à réaliser a été précisée auparavant (Tableau 1) et (Figure2)

Phases	Etapes	Résultats
	- Identification des besoins	➤ Cahier des besoins validé.

Etude préalable	- Etude et analyse des besoins	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Compréhension des exigences de Maroc Telecom. ➤ Etude de l'architecture existante de Maroc Telecom. ➤ Compréhension des différentes solutions proposées par HUAWEI en termes des équipements. ➤ Etude comparative des différents protocoles qui peuvent être utilisés. ➤ Etude du niveau et besoins externes et internes en termes de qualité.
Etude de faisabilité	- Définition de la méthodologie du travail. - Etude fonctionnelle et technique.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conception de l'architecture physique et logique. ➤ Prise en considération des services présents sur le cahier de charge. ➤ Génération des QMP (Quality Management Package).
	- Planification du projet	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fixation des dates limites de chaque phase (diagramme de Gantt). ➤ Quantification en termes de délai de l'exécution et de ressources nécessaires (humaines, techniques et financières)
Réalisation	- Déploiement de la solution finale. - Application des procédures de qualité.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procéder par les différentes phases du déploiement ➤ Inspection de qualité. ➤ Application des différents axes définis dans le plan d'action par ordre de priorité.
Finalisation	- Clôture	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Validation du niveau de qualité. ➤ Phase d'acceptation.

Tableau 1: tâches à réaliser





Conclusion :

D'après l'étude des différents aspects de la problématique, la migration vers le Metro IP s'avère une solution motivante pour l'ensemble des collaborateurs (opérateur, Equipementier et clients mobiles). Nous allons expliciter dans ce qui suit les différentes phases de l'ingénierie de cette solution répondant plus précisément aux besoins de Maroc Telecom.

Chapitre

2

Ingénierie de la solution METRO IP

Ce chapitre présentera la solution Metro IP proposée par HUAWEI tout en explicitant les points suivants:

- ✘ La description du cahier de charge ;
- ✘ L'architecture de la solution ;
- ✘ Les techniques associées à la solution ;
- ✘ Les services offerts par la solution ;
- ✘ La synchronisation de la solution ;

Introduction :

HUAWEI fournit une proposition couvrant les besoins de Backhauling de Maroc Telecom pour ses réseaux mobiles. Cette solution est constituée d'un réseau de dernière génération basé sur la gamme de routeurs CX ainsi que le système de supervision U2000 avec possibilité d'utilisation des PTN910 comme élément d'accès.

La migration vers la transmission via IP , présente une architecture réseau de bout en bout qui prévoit l'intelligence, la flexibilité, la simplicité et la rentabilité des coûts requis pour supporter l'augmentation massive du nombre d'abonnés mobiles, des applications et des équipements. Ceci permettra à Maroc Telecom d'effectuer une transition profitable vers une infrastructure de réseau de transport mobile plus rentable qui supporte les services actuels et délivre des nouveaux services multimédia et applications.

2.1. Hypothèse de la solution :

La tendance vers la transmission via IP pour IAM dérive de différents besoins dont on peut citer :

- La réponse à l'augmentation du nombre de client.
- La possibilité de fournir des services rapides.
- La réponse aux services d'accès aux différentes technologies.
- L'assurance de la qualité de réseau en termes de transmission.
- La réduction des CAPEX (Capital Expenditure) et OPEX (operating expenditure) par l'utilisation d'une plate-forme IP unifiée.
- La réduction des besoins en matière de transmission optique.

La spécification de la solution conçue et déployée par HUAWEI concerne l'introduction des nouveaux équipements formant le réseau Metro IP de Maroc Telecom (Figure 3).

Le réseau d'agrégation Metro IP est composé donc des éléments suivants :

- Les équipements d'accès localisés dans les Node B et les BTS : permettant la convergence vers les boucles Metro IP.
- Les équipements de pré-agrégation : permettant l'agrégation des sites lointains, et leurs liaisons avec les équipements d'agrégations via un lien de 1GE.
- Les équipements d'agrégations : Installés dans les POP (les points de collecte régionaux du réseau de l'opérateur permettant de centraliser les connexions provenant des différents régions), et constituant les boucles Metro de 10 GE.

- les équipements cœur : sont des équipements d'agrégations de haute capacité permettant la connexion du Metro IP avec les RNC, BSC ou le réseau MPLS.

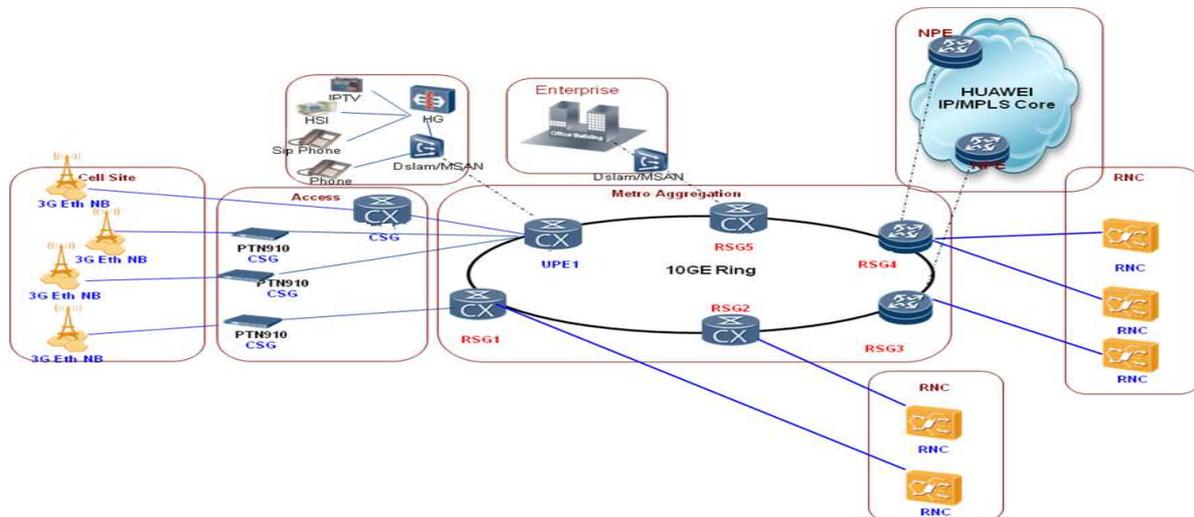


Figure 3: Schéma de connectivité du Metro IP

2.2. Cahier de charge :

En vue d'accroître sa position concurrentielle vis-à-vis des autres opérateurs, Maroc Telecom fournit à ses clients de plus en plus de forfaits de haut débit, munis des services Triple-Play améliorés tel que HSI (High Speed Internet), IPTV (Internet Protocol television), VoIP (Voice over Internet Protocol) qui nécessite de leurs parts une bande passante très importante.

Toutefois, Maroc Telecom met en relief aussi la fiabilité et la disponibilité de son réseau tout en réclamant des solutions d'administration de gestion et de maintenance de la solution conçue.

2.2.1. Exigences de services :

Différents types de services vont être fournis aux deux types de clients (résidentiels et entreprises) à savoir :

- Les services de type Mobile Backhaul 2G/3G sur MPLS par pseudowire point à point avec évolution sur LTE.
- Les services de type Business avec virtualisation sur MPLS.
- Les services de type résidentiel (IPTV, VOD (Video on Demand), HSI, VOIP, BTM (Broadband TV)).

Dans le but de garantir une bonne transmission de tous ces services, plusieurs critères doivent être respectés (Tableau2).

Non de service	Bande passante	Retard	Jitter	Perte de paquet
HSI	512K-5Mbps	Faible	Fiable	Forte
BTV	2Mbps-10Mbps	Moyenne	Moyenne	Forte
VoD	2Mbps-10Mbps	Moyenne	Moyenne	Forte
VoIP	<100Kbps	Forte	Forte	Faible
Entreprise VPN	Basé sur SLA	Moyenne	Moyenne	Forte
Mobile (2G/ATM)	Basé sur les services	Forte	Forte	Forte
Mobile (3G Eth)	Basé sur les services	Forte	Forte	Forte

Tableau 2: Indicateurs clé de performance pour les différents services

2.2.2. Exigences de la Bande Passante :

Le critère de bande passante présente un point de compétitivité atroce entre les différents opérateurs, ce qui incite Maroc Telecom à offrir des paquets de large bande passante.

Les besoins en bande passante diffèrent en fonction des services, alors si les services 3G et LTE ne s'articulent actuellement que sur la transmission de la voix et ne demandent qu'une bande passante étroite ce n'est pas le cas pour d'autres types de services.

- **Les services résidentiels :**

Ce type de service peut être classifié en HSI, BTV, VoD, VoIP, Toutefois cette diversité est proportionnelle à l'augmentation des besoins en bande passante(Figure4). Par conséquent, Maroc Telecom envisage de fournir un paquet de 25 à 100 Mbit/s par abonné.

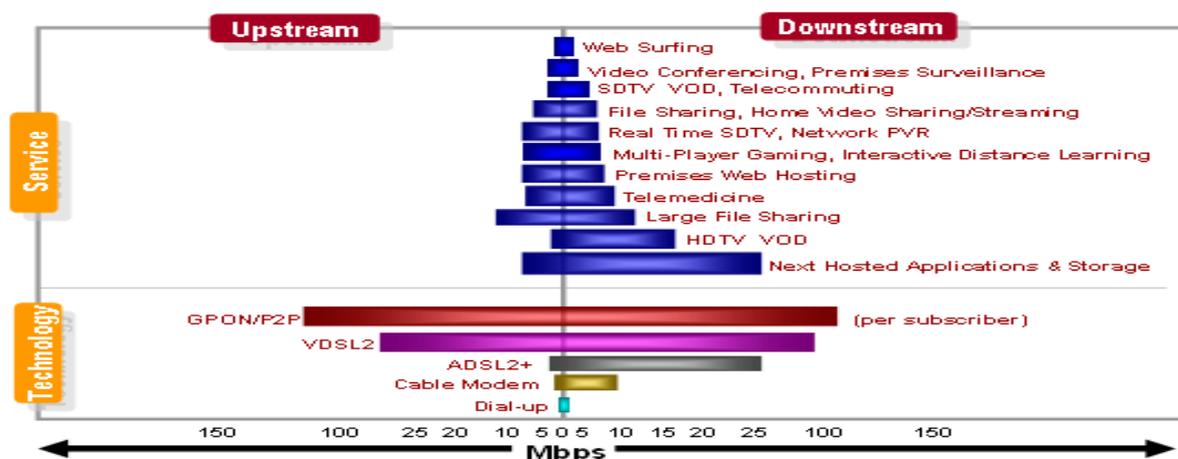


Figure 4: Estimation de la bande passante pour les services résidentiels

Finalement, Selon l'infrastructure d'accès du réseau actuel de Maroc Telecom, et d'autres facteurs tels que la fibre, la disponibilité des ressources, différentes options peuvent être envisagées.

- **Les services des entreprises :**

Les entreprises se répartissent en quatre catégories dont les besoins en bande passante différent comme (Tableau 3).

Entreprises clients	Bande passante
petites Entreprises	1Mbps
moyennes Entreprises	4Mbps
Entreprises locales	10~30 Mbps
Entreprises globales	100M~10Gbps

Tableau 3: Estimation de la bande passante par type d'entreprises

2.2.3. Exigences de QoS :

Le niveau de qualité exigé par Maroc Telecom inclut quatre critères nommés: disponibilité, temps de latence, jitter, et pertes de paquets et dont leur importance varie en fonction de type de service :

- Le service HSI, demande un transport efficace avec l'utilisation des différentes technologies afin de garantir un minimum de retards et de jitter.
- Les services ciblant les entreprises, exigent un minimum de retard et de jitter.
- Les services en temps réel tel que la VoIP est sensible au retard, alors que l'IPTV est plus exigeant en termes de perte de paquet, ce qui nécessite l'utilisation des techniques de retransmission en cas de perte.

La disponibilité présente aussi un axe important dans la satisfaction de l'opérateur et du client, toutefois, ses exigences varient en fonctions des différents services (Figure 5).

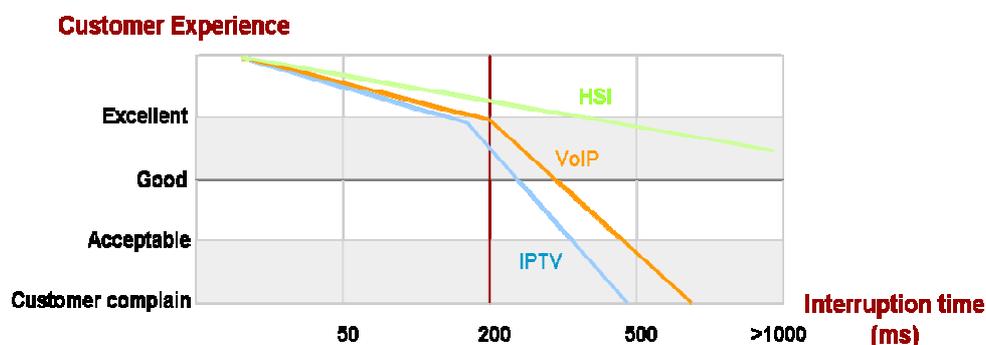


Figure 5: Exigences de disponibilité pour chaque service

2.2.4. Exigences OAM:

Maroc Telecom ordonne un suivi du nouveau réseau par la fourniture des solutions OAM (Opération, Administration and Maintenance), ce qui nécessite la prise en considération des :

- IP OAM ;
- MPLS OAM ;
- Ethernet OAM ;

2.3. Architecture de la solution :

2.3.1. Architecture Physique :

La solution de HUAWEI pour le réseau Metro IP se base sur une architecture novatrice qui s'appuie sur l'équipement d'accès PTN910 et la gamme des routeurs CX600 englobant d'autres sous-équipements tels que CX600-X8 et CX600-X16 et par conséquent assurant de multiples fonctions. Toutefois elle utilise comme système de supervision l'outil U2000.

Comme première étape nous avons procédé par La conception du Metro IP couvrant plus particulièrement trois régions du royaume qu'on nomme A, B et C, et dont on explicitera par la suite les détails de chaque topologie.

■ La région A :

Le Réseau implémenté sur la région A, est formé de cinq boucles de 10GE (Figure 6), dont les trois premières (les boucles : 1, 2 et 3) forment le "Metro 1", alors que les deux dernières (5 et 6) représentent le "Metro 2".

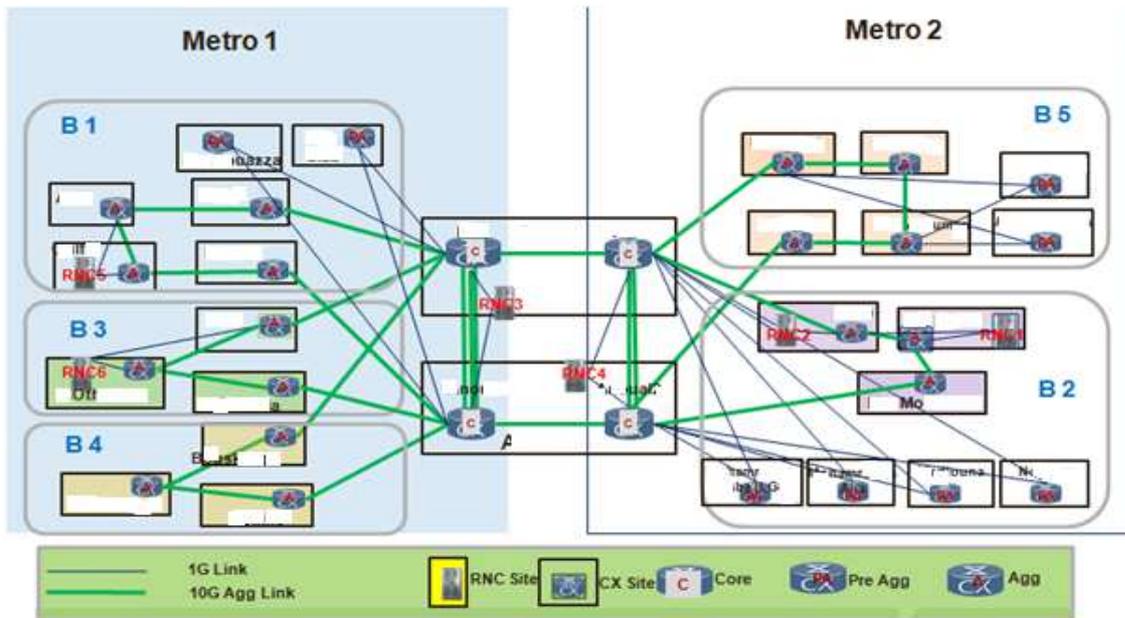


Figure 6: Architecture du Metro IP pour la région A

La liaison entre le Metro 1 et 2 est bien garantis par un lien physique formé des routeurs de hautes capacités nommés CX600-X16 (Figure 7).

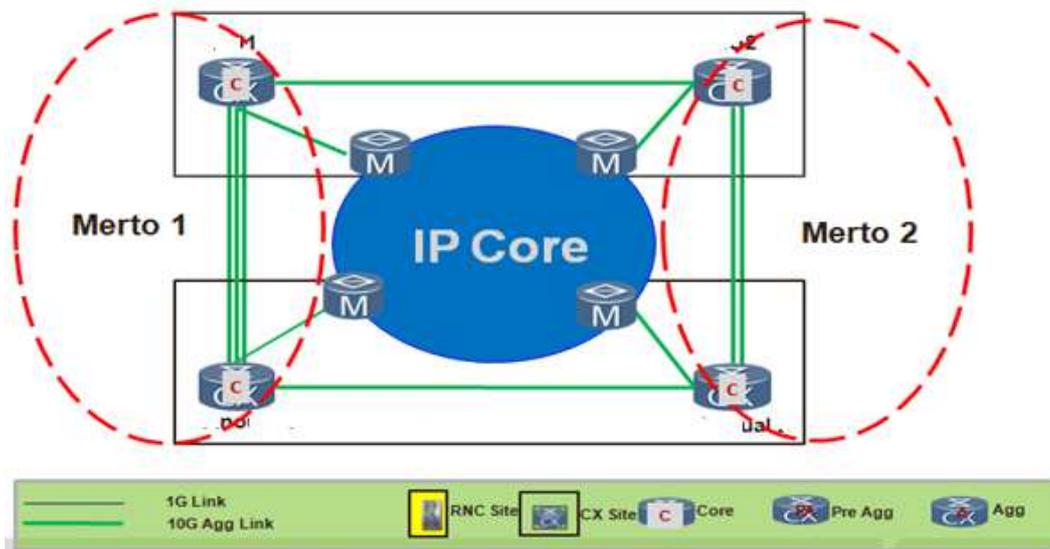


Figure 7: Architecture du cœur IP permettant la connexion entre les Metro 1 et 2

■ La région B:

Sur la région B une seule boucle de 10 GE est établit (Figure 1) et représente donc le « Metro 3 ».

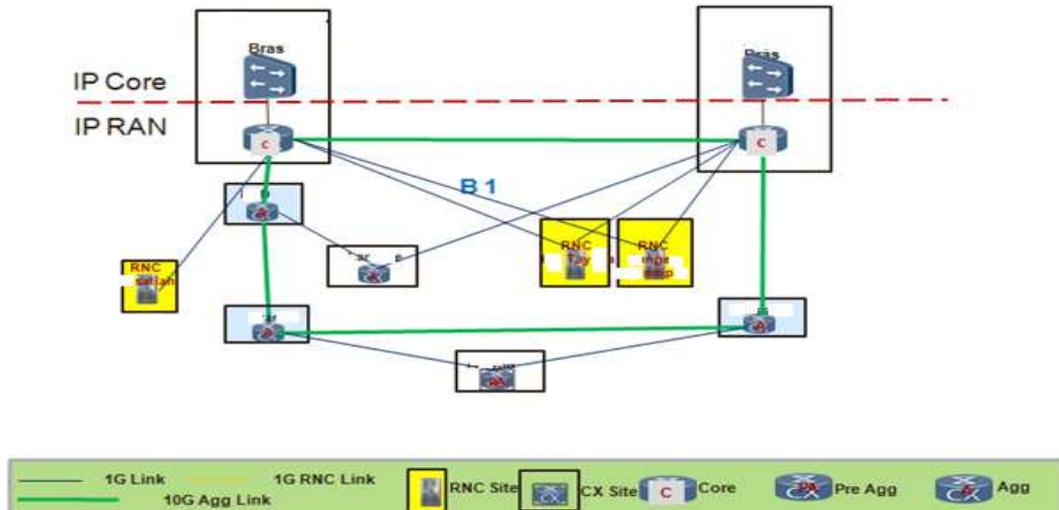


Figure 8: Architecture du Metro IP pour la région B

■ La région C:

Sur la région C une seule boucle de 10 GE est établit (Figure 9), ce qui représente donc le « Metro 4 » :

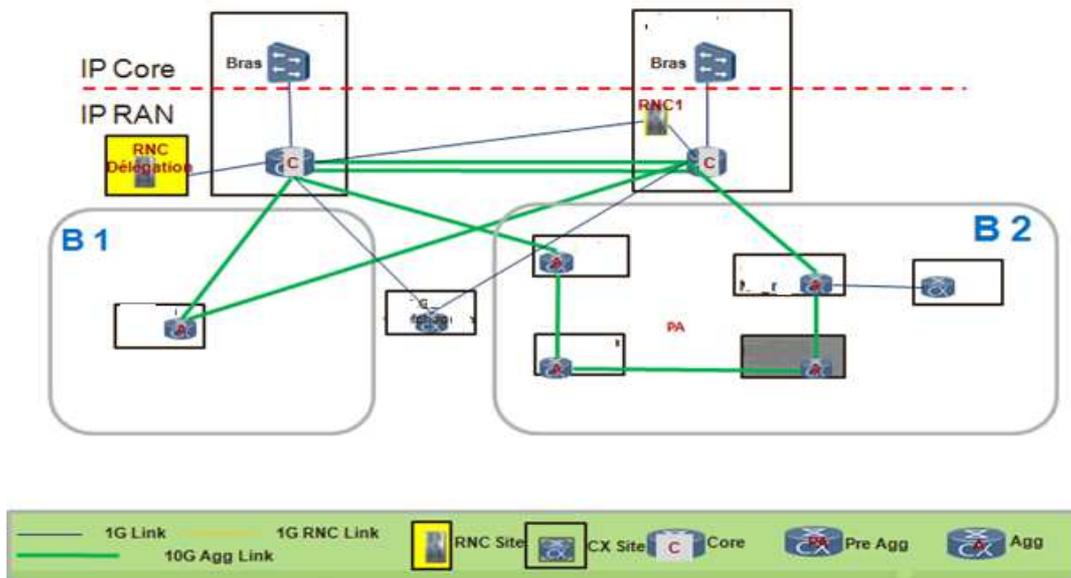


Figure 9: Architecture du Metro IP pour la région C

2.3.2. Description technique des équipements proposés :

En se basant sur la définition des besoins décrits par le cahier de charge, et après avoir mené une étude profonde des différentes gammes d'équipements fournis par HUAWEI, notre choix a été dirigé vers les éléments d'accès PTN9100, les routeurs d'agrégations CX600-X8 et CX600-X16 et l'outil de supervision U2000.

2.3.2.1. Equipement d'agrégation, de pré-agrégation et de cœur : Routeur de la gamme CX :

La gamme CX600 constitue une plateforme polyvalente de routage développée par HUAWEI afin d'adopter une transmission et une commutation sans blocage.

Cet équipement qui permet d'accéder, de converger, et de transmettre des services Ethernet entre une BTS/NodeB et un BSC/RNC, est spécialisé en Mobile Backhaul sur MPLS, il assure donc :

- La forte capacité de commutation en réseau d'accès.
- La transmission de service via EoMPLS (Ethernet over Multi-Protocol Label Switching).
- La possibilité d'extension du réseau.
- La fiabilité par l'introduction des mécanismes de QoS.
- Le support des services IP.
- L'accès au service à large bande, au service Triple Play et au service du réseau virtuel privé (VPN).
- Le fonctionnement en mode redondant ce qui minimise tous types d'interruption de service.

La gamme CX600 garantie une meilleure capacité de traitement. Toutefois, les deux principaux routeurs qui vont être utilisés sont : les CX600-X8 et les CX600-X16

Les routeurs CX600-X8 :

Pour décrire la manière d'insertion des routeurs CX600-X8 au sein de différentes boucles, nous avons réalisé des Layouts, facilitant ainsi l'opération de connexion des cartes utilisées pour chaque équipement (Figure 10).

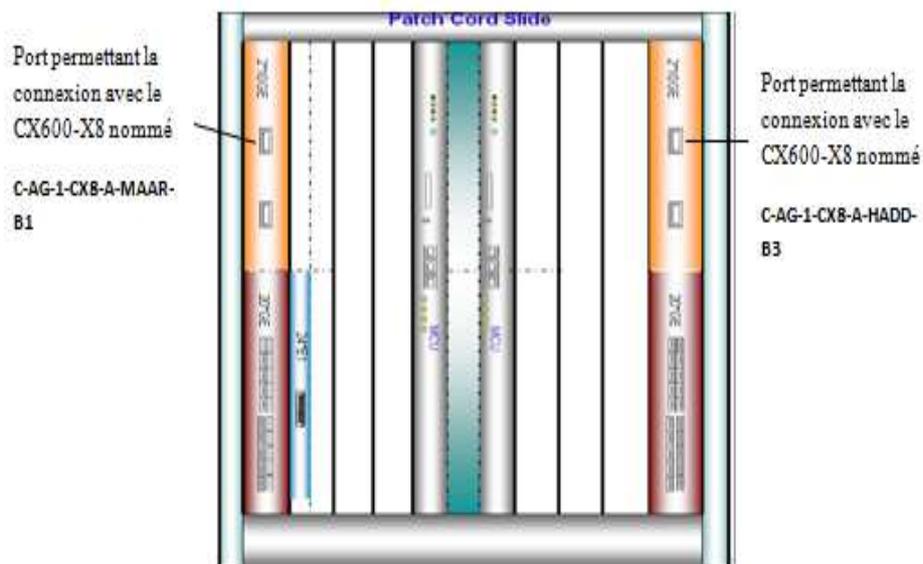


Figure 10: Dispositif du CX600-X8 utilisé pour l'agrégation à la région A
 Les différents layouts doivent être accompagnés d'une fiche descriptive (Tableau 4) facilitant les interventions lors du déploiement:

Interfaces/Ports	Propositions du CX600-X8
E1	24
FE/GE optique	40
10GE port	4
Capacité de transmission en Gbps	640 Gbit/s

Tableau 4: Caractéristique du CX600-X8

Les routeurs CX600-X16 :

Les routeurs CX600-X16 présentent un fonctionnement homologue aux ceux nommés X8, tandis qu'ils se caractérisent par une double capacité de transmission, ce qui justifie leurs utilisations comme élément de cœur.

Toutefois des dispositifs décrivant la connexion du CX600-X16 d'une part avec les RNC/BSC et d'autre part avec le réseau IP/MPLS sont bien définies (Figure 11).

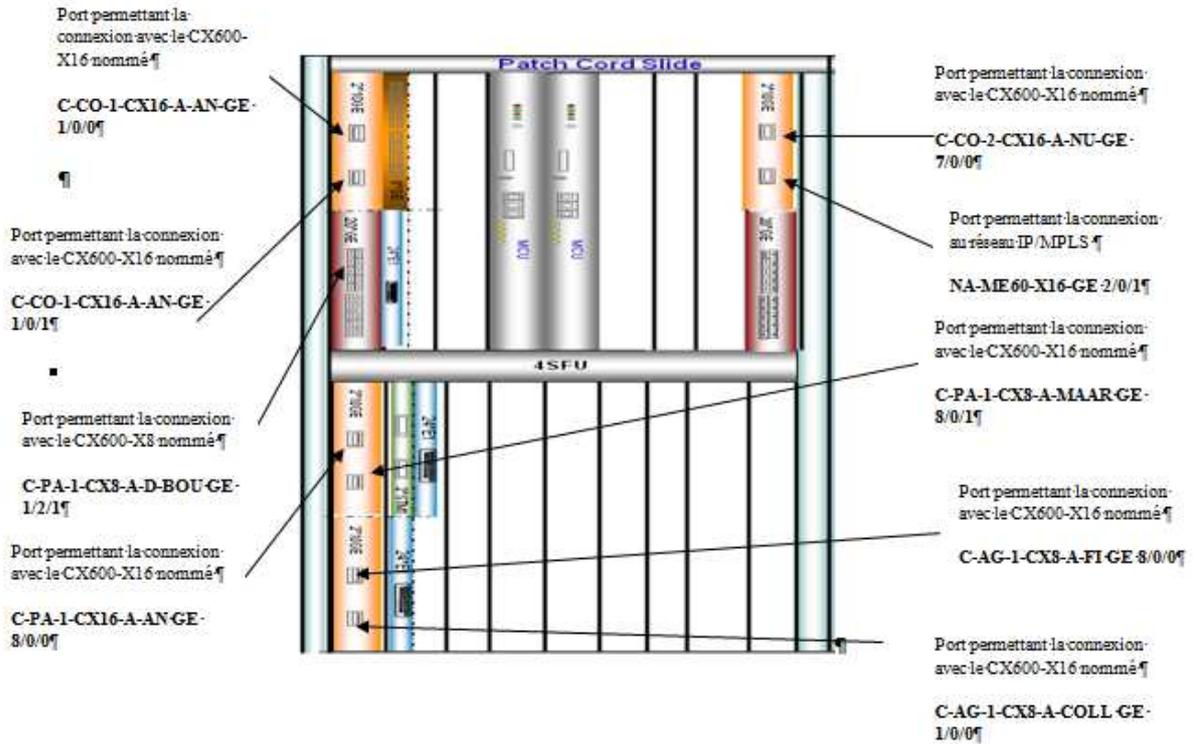


Figure 11: Dispositif du CX600-X16 utilisé au cœur IP de la région A

2.3.2.2. Equipement d'accès : Routeur PTN910:

Le PTN910 constitue une nouvelle génération d'accès introduite dans les BTS et les Node B. Il permet bien évidemment :

- L'adaptation avec la technologie de transport par paquets afin de répondre aux exigences croissantes de la bande passante ;
- L'adaptation de la technologie de transmission PWE3 (Pseudo Wire Emulation Edge to Edge) pour la distribution des services ;
- L'accès des BTS/Node B aux services en utilisant différents modes tels que le FE (Fast Ethernet) et le GE (Gigabit Ethernet);
- Le support de la technologie de transmission MPLS ;
- La division et le transport du flux de services des BTS/Node B tels que le HSDPA (High Speed Downlink Packet Access).

Comme pour tous les autres équipements, nous avons généré les Lyaout explicitant les connexions des PTN910 d'une part avec les BTS/NodeB et d'autre part avec les CX600-X8 (Figure 12).aussi nous avons fournit une fiches descriptives des différents caractéristiques pour chaque site (Tableau 5).

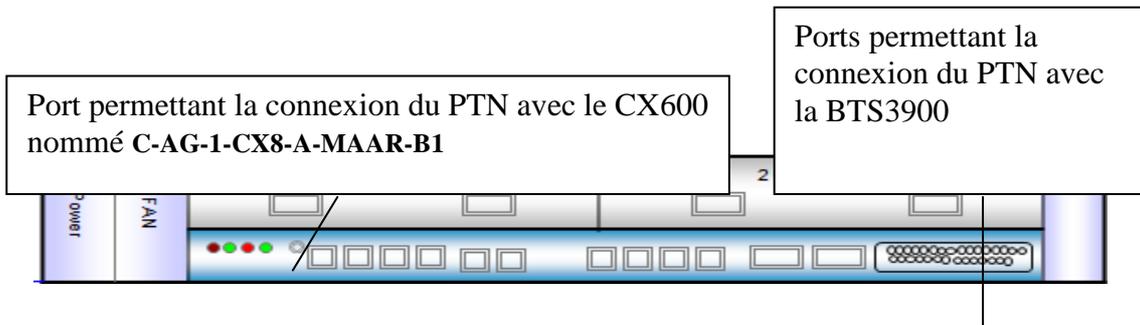


Figure 12: Layout du PTN910 utilisé pour la région A

Interfaces/Ports	Proposition de Huawei
E1	16
FE/GE électrique	4
FE/GE optique	2
Capacité de transmission en Gbps	3 Gbps

Tableau 5: Caractéristiques du PTN910

2.3.2.3. Système de Management du réseau « U2000 » :

U2000 est un produit de gestion de réseau développé par HUAWEI, permettant à la fois de gérer les éléments de la couche services et du réseau (figure 13).

Pour satisfaire les besoins de Maroc Telecom en termes de performance, de disponibilité et de sécurité, nous avons opté pour l'utilisation de l'U2000 pour la gestion du Metro IP. Cet outil couvrira donc une solution complète de gestion de réseau, y compris la gestion de la topologie, des éléments, de configuration, du rendement, des pannes et des services fournis.

L'utilisation de l'U2000 centralisé constitue un choix optimal pour fournir une haute disponibilité de 7*24 heures de services continue, permettant donc de prévenir et de traiter les différents anomalies

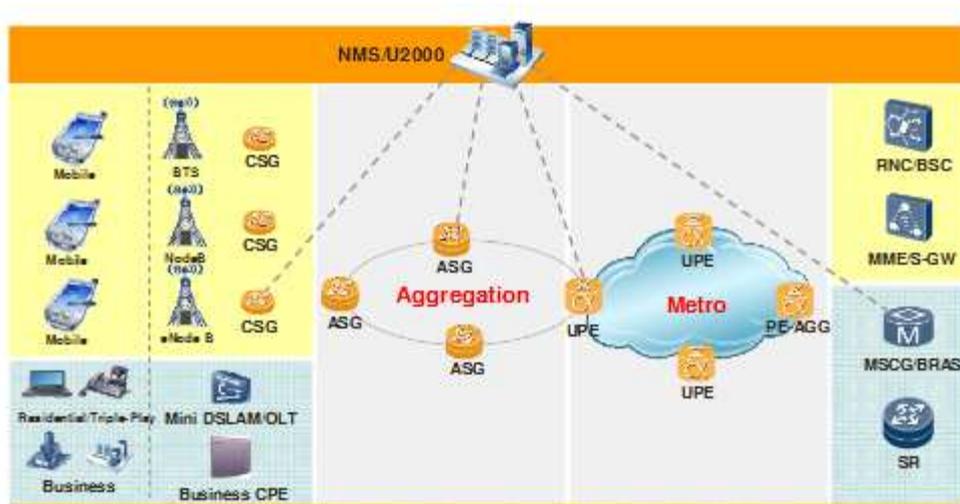


Figure 13: Positionnement de l'U2000

La topologie proposée du système U2000 se compose donc de sites primaire et secondaire sur lesquels les serveurs maitre et esclave peuvent être déployés (figure 14) , toutefois, un seul serveur doit résider sur chaque site.

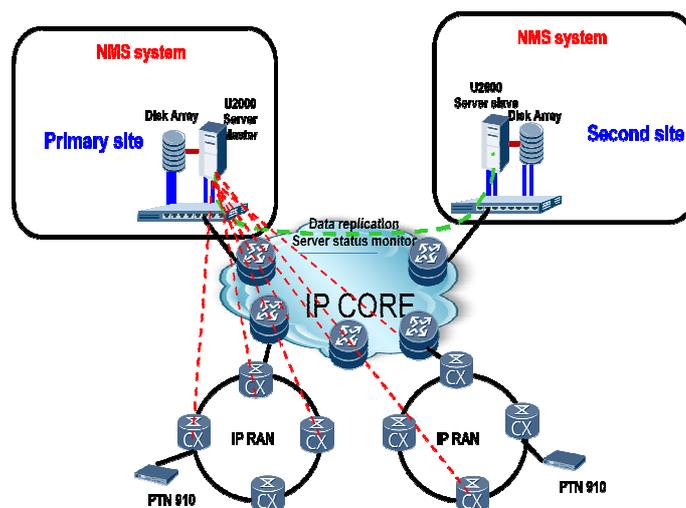


Figure 14: Structure de haute disponibilité de l'U2000

U2000 sera déployé donc sur le système d'exploitation Solaris et intègre un système permettant d'assurer :

- La détection automatique des équipements et de la version des logiciels utilisés, ce qui permet une gestion totale des différents composants (carte, système d'énergie, ports....).
- La Collection et la configuration des paramètres à distance.

- La surveillance à distance et la notification de chaque nécessité de maintenance à temps réel.
- La gestion de performance par la détection de la possibilité d'occurrence d'un défaut à l'avance ce qui permet de résoudre chaque menace et d'éviter l'arrêt du système.
- La gestion du trafic par la collection des statistiques de performances.
- La synchronisation de la base de données à temps réel pour le serveur actif et celui de secours.
- Le contrôle dynamique de la situation en cours d'exécution.
- Le passage automatique entre le serveur actif et celui de secours.

Les noms des serveurs Maître et esclave ont été choisis d'une manière simple afin qu'ils soient faciles à retenir et à reconnaître (Tableau 6).

Nom du Site	Nom du Serveur	Rôle
Site 1	MT-M-U2000	Master Server
Site 2	MT-S-U2000	Slave Server

Tableau 6: nomenclature des serveurs du NMS (Network Management System)

La mise en service de l'U2000 nécessite l'attribution de différents types d'adresses IP (Figure 15) à savoir :

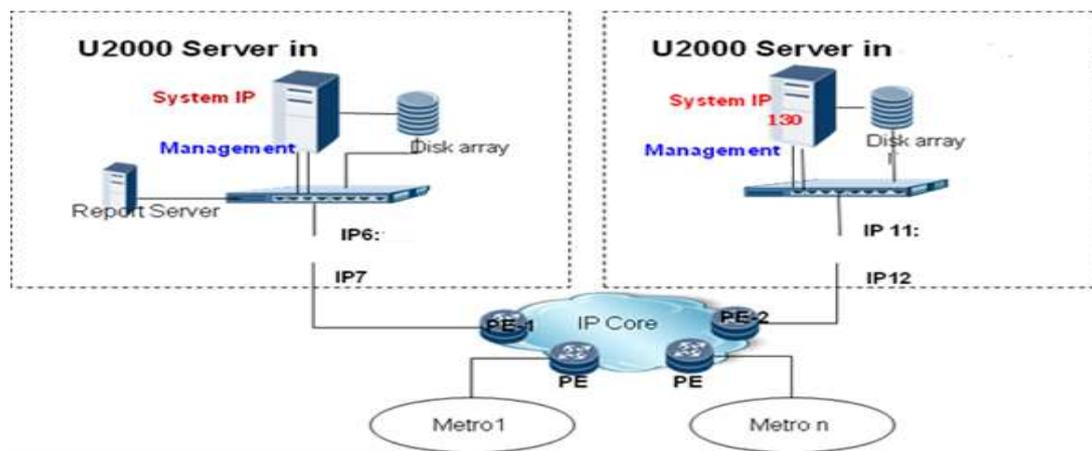


Figure 15: Représentation des différents types d'adresse pour l'U2000

- L'adresse IP du système (System IP) : utilisée pour communiquer entre un U2000 et les éléments du réseau.
- L'adresse IP de station de contrôle (Manage IP): utilisée pour gérer et entretenir le Hardware et le Software du réseau.

- L'adresse IP du disque de contrôle (Disk array IP) : utilisée pour gérer et entretenir les équipements.
- L'adresse IP du serveur de Rapport (Report server IP) : utilisé pour la communication entre le serveur de rapports et l'U2000.
- L'adresse IP du commutateur (switch IP) : utilisée pour gérer le commutateur permettant l'accès au serveur U2000.
- L'adresse IP des interfaces : représente l'adresse d'un pare-feu à l'entrée du serveur U2000, de sorte qu'il faut deux adresses IP, l'une pour l'interface de liaison descendante de la passerelle du serveur, et l'autre pour la liaison montante de l'interconnexion avec le CX600-X16.

Enfin, la liaison entre le serveur maître et esclave est d'une grande importance, de ce fait elle doit être bien accessible.

2.3.3. Architecture logique:

Lors de la conception de l'architecture logique du réseau Metro IP, nous nous sommes basés essentiellement sur deux types de protocoles :

- IGP :(Interior Gateway Protocol) utilisé au sein des différentes boucles et permettant d'établir les routes optimales entre l'ensemble des points du réseau et toutes les destinations disponibles, d'éviter les boucles, et d'assurer la convergence du réseau dans les plus brefs délais en cas de déconnexion d'un lien physique ou d'arrêt d'un routeur.
- BGP :(Border Gateway Protocol) utilisé pour échanger les informations d'accessibilité de réseau entre les différentes boucles, avec possibilité de prise en charge de très grands volumes de données.

2.3.3.1. Protocole de routage IGP « IS-IS » :

Le choix du protocole IGP pour la gestion logique des différentes boucles du réseau Metro IP découle essentiellement des points suivants :

- La fiabilité du réseau : par son renforcement face à chaque changement de topologie ou occurrence de défaut.
- L'équilibre de la charge du trafic : par un raisonnable partage de trafic entre les différentes boucles.

- L'extensibilité du réseau : par la facilité d'ajout des appareils d'où l'augmentation de la bande passante.
- L'adaptation au changement de mode de l'entreprise : le mode d'affaires à l'avenir sera changé avec le développement de l'entreprise. Ainsi, la politique de routage devra être ajustée avec le changement du débit de circulation.
- La réduction de la complexité de gestion: via l'utilisation des protocoles de routage permettant le réglage de la circulation et remédiant donc à l'insuffisance du contrôle.

Suite à une étude comparative des différents protocoles IGP, nous avons choisis d'implémenter l'IS-IS (Intermediate System to Intermediate System), tout en se basant sur plusieurs raisons dont on peut citer :

- La standardisation de l'IS-IS dans le réseau cœur de Maroc Telecom ;
- La prise en charge de l'IPv6 ;
- L'indépendance entre les fonctions des différentes couches ;
- Le support d'un nombre très important de nœuds (jusqu'à 1024 nœuds) dans la même zone.
- Le support de multiples topologies.
- La meilleure sécurité par une authentification du domaine, de région et de paire.

Le choix du niveau 2 de l'IS-IS dérive de son habilité à accélérer la convergence des routes, à éviter les liaisons sous optimales, et aussi à faciliter le calcul de chemin par l'ingénierie de trafic TE (Traffic Engineering) de bout en bout, entre les différents composants à savoir : l'UPE (User Side Provider Edge), et le PE-AGG (Provider edge aggregator).

Considérons l'exemple décrivant l'implémentation de l'IS-IS sur une boucle dont laquelle une relation entre les différents équipements doit être maintenue (Figure 16).

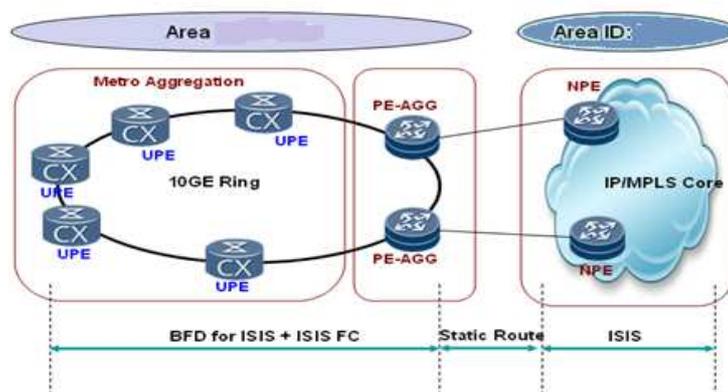


Figure 16: Implémentation de l'IS-IS sur une boucle

Toutefois, dans le but de faciliter l'identification de chacun de ces équipements, et de garantir ses relations avec les voisins, nous avons définie un unique identificateur pour chaque routeur nommé le NET (Network Entity), Ce dernier présente une adresse spéciale composée de 20 octet dont les 13 premiers peuvent êtres manuellement configurables (Tableau7).

AREA ID			SYSTEM ID						SEL
xx	x	x	1	2	17	0	80	76	00

Tableau 7: format de l'identificateur NET

- Area ID : Nous avons recommandé d'utiliser le même identificateur pour toutes les régions vu qu'elles ne sont pas en liaison directe.
- System ID : est attribué en fonction de l'adresse de chaque interface de routeur.
- Selector ID : Cette valeur n'est pas configurable et elle est toujours mise à 00.

Le protocole IS-IS supporte à la fois une liaison Broadcast et p2p (point to point), tandis que les ports Ethernet des routeurs génèrent par défaut une liaison Broadcast, dans ce sens, nous avons choisis de forcer les liaisons en p2p pour tout le circuit IS-IS du fait que ce type présente l'avantage de l'envoi du CSNP (Complete Sequence Network Packet) que lorsqu'un routeur établi une liaison avec son voisin pour la première fois, ce qui réduit la fréquence de l'envoi des CNSP par le routeur du plus haut cout et accélère par la suite la convergence.

D'autre part et afin de répondre aux différents besoins en termes de service et de supervisions, le Metro IP doit être connecté au réseau IP/MPLS, cela est bien assuré grâce à un routage statique permettant alors au routeur du Metro IP d'atteindre la source de diffusion IP multicast. Le routage statique doit être configuré essentiellement sur tout les PE-AGG et doit être transporté aux différents UPE via l'IS-IS.

Optimisation de l'IS-IS :

Pour optimiser le fonctionnement de l'IS-IS nous avons introduit l'IS-IS FC (IS-IS Fast Convergence) qui s'articule essentiellement autours des points suivants :

- I-SPF (Incremental Shortest Path First) : recalcule juste les routes des nœuds changés, lorsqu'il y a modification de topologie du réseau, il permet bien évidemment une rapidité de calcul des routes.
- PRC (Partial Route Calculation): Calcule les routes juste lorsqu'il y a occurrence d'un changement aux niveaux des métriques, d'ajout ou de suppression d'un sous réseau.

- Débordement rapide du LSP (Link state packet fast flooding) : accélère la génération des LSP (Label Switched Path).
- Intelligent timer : est un délai appliqué lors de la génération du SPF et LSP.

Si l'IS-IS FC présente une étape primordiale pour l'amélioration de la rapidité de convergence, elle consiste tout particulièrement à intervenir sur différents paramètres (Tableau8).

Paramètres	Valeurs
timer lsp-generation max-interval	1s
timer lsp-generation init-interval	50ms
timer lsp-generation incr-interval	50ms
Flash flood LSP counts	16
timer lsp-generation level	Level-2
timer spf max-interval	1s
timer spf init-interval	50ms
timer spf incr-interval	50ms
flash-flood	Level-2

Tableau 8: Paramètres de la rapidité de convergence (FC)

Un autre point essentiel pour améliorer les performances du réseau, est que le système doit être en mesure de détecter rapidement une panne de communication, et mettre donc en place un canal de sauvegarde pour la reprendre. Dans ce cadre il est bien conseillé d'utiliser le BFD ([Bidirectional Forwarding Detection](#)) qui constitue un mécanisme de détection unique utilisé pour suivre la connectivité du réseau ou des liens de routage IP. Il permet donc d'assurer les fonctions suivantes :

- Fournir une détection de courte durée des anomalies de chemin entre deux routeurs adjacents.
- Optimiser une détection en temps réel.

Finalement, face à l'interruption de la communication et suite à un redémarrage ou passage d'une carte maître à esclave du routeur, les paquets LSP sont supprimés ce qui rend le calcul des routes inexacte, pour s'en passer nous avons configuré l'IS-IS GR (IS-IS Graceful Restart) permettant de notifier les voisins de l'état de redémarrage et donc rétablir la relation contiguïté sans interrompre la transmission. Il présente toutefois l'apport d'éliminer les interférences dues à la synchronisation de la base de donnée.

Nous avons fixé l'intervalle de redémarrage dans le quel les liaisons ne seront pas détruites à 300s (par défaut).

Exemple d'Implémentation de l'IS-IS sur la région A :

Afin d'assurer la connectivité entre les deux Metro via le cœur IP, l'IS-IS va être configuré (Figure 17) entre le PE-AGG (A-NU-CX600X16-01) et le PE-AGG (A-NU-CX600X16-02), ainsi entre le PE-AGG (A-AN-CX600-X16-01) et le PE-AGG (A-AN-CX600-X16-01). Pour palier aussi au problème de changement de statuts de liaison, nous avons choisi d'implémenter le BFD dynamique pour toutes les liaisons IS-IS.

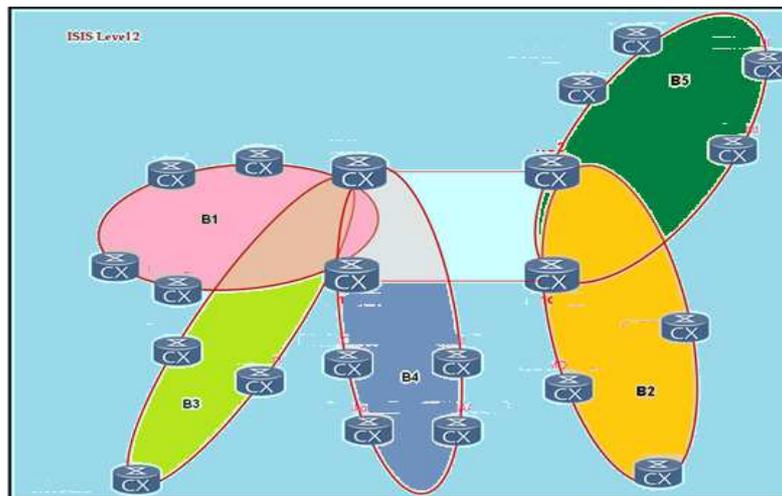


Figure 17: Implémentation de l'IS-IS sur la région A

2.3.3.2. Protocole de routage BGP :

Notre choix du protocole BGP, répond au besoin de communication entre les utilisateurs appartenant aux différentes régions qui doivent passer bien évidemment par le Cœur IP/MPLS.

Considérons l'exemple de l'implémentation du BGP sur une boucle (Figure 18), et dont le quel les relations entre les différents composants doit être maintenue par :

- Le MP-BGP (multi-protocole-Border Gateway Protocol) doit être établi entre l'ensemble des UPEs afin de permettre la distinction entre les différents chemins VPN, il garantit aussi le partage de l'information des boucles par lesquelles un paquet est issu.
- L'EBGP (Exterior BGP) doit être établi entre le réseau Metro IP et le réseau IP/MPLS.

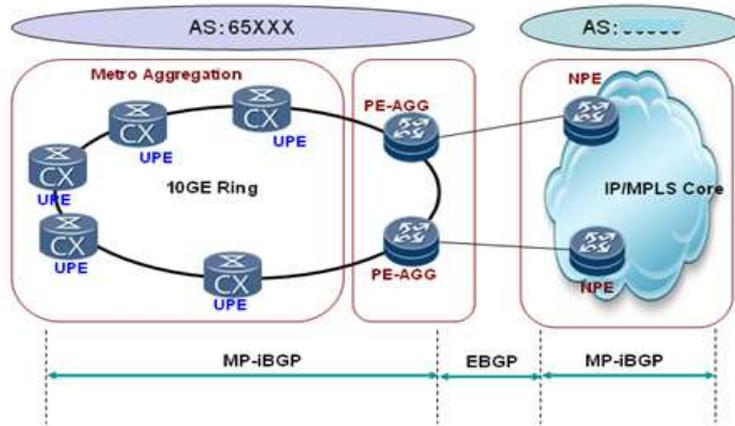


Figure 18: Implémentation du BGP sur une boucle

Toutefois, dans le but de faciliter l'identification de chacun des équipements, et de garantir ses relations avec le réseau IP/MPLS, nous avons attribué des identificateurs pour chaque région.

Réflecteur de route (RR) :

À l'intérieur de la boucle, les routes ne sont pas transitives, c'est-à-dire qu'une route reçue d'un voisin iBGP n'est pas transmise aux autres voisins. Pour que les routes soient connues par l'ensemble des routeurs de la boucle, ces derniers établissent donc des connexions entre eux, ce qui pose un problème d'une part quand ces routeurs sont nombreux, et d'autre part lors de l'ajout d'un nouveau routeur ce qui oblige à modifier la configuration de tous les routeurs BGP.

Le RR permet de diminuer cette contrainte du fait qu'il redistribue les routes apprises par l'iBGP à des pairs iBGP (appelés ses clients). Ceux-ci n'ont besoin que d'établir des sessions iBGP avec le RR (Figure 19).

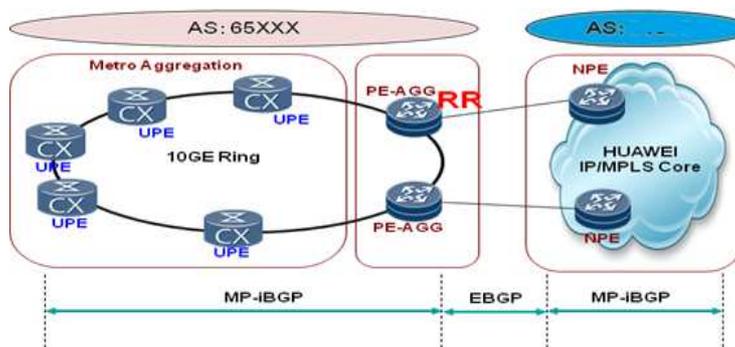


Figure 19: Déploiement du RR pour le BGP

Il est bien recommandé d'utiliser l'identificateur Cluster-ID, configuré manuellement pour éviter le problème de boucle de chemin généré essentiellement par la réflexion des routes des paquets qui ont testé de quitter le domaine.

Un cluster est constitué d'un RR et ses clients, il peut contenir un ou plusieurs RR, et identifier par l'ID de cluster qui est l'ID du routeur du RR. Lorsqu'une mise à jour passe d'un RR à son voisin, le RR ajoute son ID cluster dans une liste réservée.

Exemple de Planification du BGP RR sur la région A :

Sur la région A, les deux CX600-X16s (A-NU-CX600X16-01 et A-AN-CX600X16-02) sont identifiés comme RRs utilisant le même identificateur de cluster. Toutefois chaque CX600-X8 établit une relation client avec les deux RRs à la fois pour assurer la sauvegarde et garantir donc une haute disponibilité (Figure 20).

Outre, il est indispensable d'implémenter l'inter-AS VPN, permettant à l'aide de l'EBGP de connecter directement les deux CX600-X16 (A-NU-CX600X16-01 et A-AN-CX600X16-02) au réseau l'IP/MPLS comme s'ils appartiennent tous au même AS (Système Autonome).

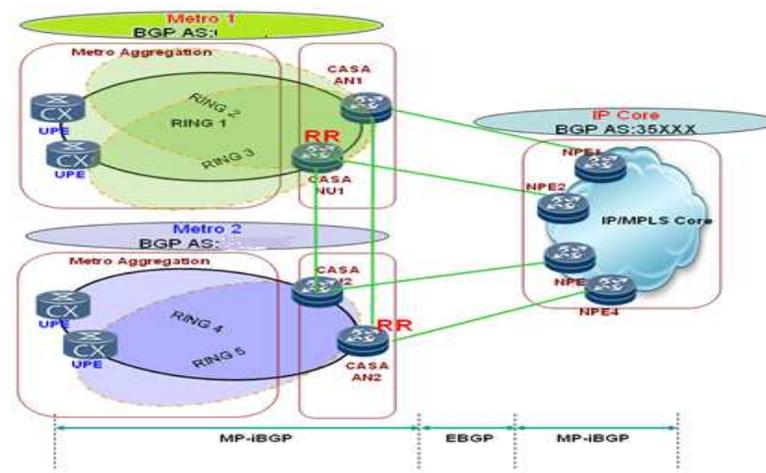


Figure 20: Planification du BGP RR pour la région A

Optimisation du BGP :

Dans le mécanisme de détection des défauts du BGP, un message de détection des statuts des voisins est envoyé périodiquement à toutes les paires. Par conséquent, lorsque les données transmises sont de l'ordre du gigabit, une grande quantité de données sera supprimées, ce qui menace la fiabilité du réseau.

Pour pallier à tous ces problèmes, nous avons déployé le BFD pour le BGP afin de permettre une grande vitesse lors de la détection et la notification de tous types de défauts, ce qui

accélère donc la convergence, d'autre part nous avons introduit le BGP GR (BGP Graceful Restart) afin de prévenir contre les interruptions de transmission.

2.4. Topologie des services :

Maroc Telecom envisage la construction d'un solide et homogène réseau Metro IP en faveur des services de 2G/3G/4G. Dans ce sens, le réseau cible doit être en mesure de supporter les services 2G (TDM) ,3G (Ethernet), ainsi que les services liés à MSAN, alors qu'il doit être prêt pour l'extension des services 4G.

2.4.1. Architecture des services 2G (TDM) :

2.4.1.1. Topologie d'accès entre le BSC et la BTS :

Pour garantir la transmission des services 2G TDM nous adaptons la procédure suivante (Figure 21) :

- Déployer le TDM PWE3 de bout en bout pour le support des services de la voix : plus précisément nous avons pris comme choix le TDMoPSN (time division multiplexing over a packet switched network) puisqu'il permet d'émuler des services sur le MPLS.
- Déployer le TDM PWE3 via le protocole SAToP (Structure-Agnostic TDM over Packet) du fait qu'il présente une non sensibilité à la structure de la trame E1.
- Déployer le TDM PWE3 entre les PTN910 et les CX600
- Lier les PTN910 au CX600 par des liens 1GE.
- Lier les CX600 par des liens 10 GE.

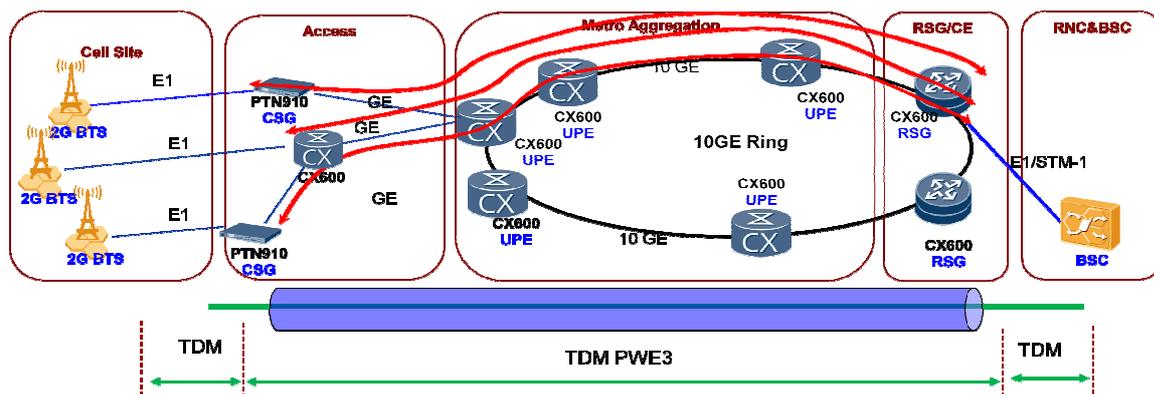


Figure 21: Mode d'accès aux services 2 G

2.4.1.2. Protection de la transmission :

Lors de la planification des services 2G nous avons été soumis à l'obstacle de fiabilité du fait que les BSC et les BTS fournissent une connexion unique avec les PTN910 et les CX600,

pour dépasser ce problème nous avons adapté la solution nommée « MPLS 1 :1 protection » reposant essentiellement sur le mode FFD (Fast Failure Detection) du MPLS OAM.

Ce mécanisme (figure 22) permet donc :

- L'envoi de la FFD sur le lien de transmission afin de détecter chaque défaillance.
- L'envoi du BDI (Backward Defect Indication) au LSR (Label Switch Router) de l'entrée, tout en lui recommandant de commuter au lien de protection.
- L'attente d'un délai afin de s'assurer que le fonctionnement ne sera pas repris.
- La commutation au lien de protection.

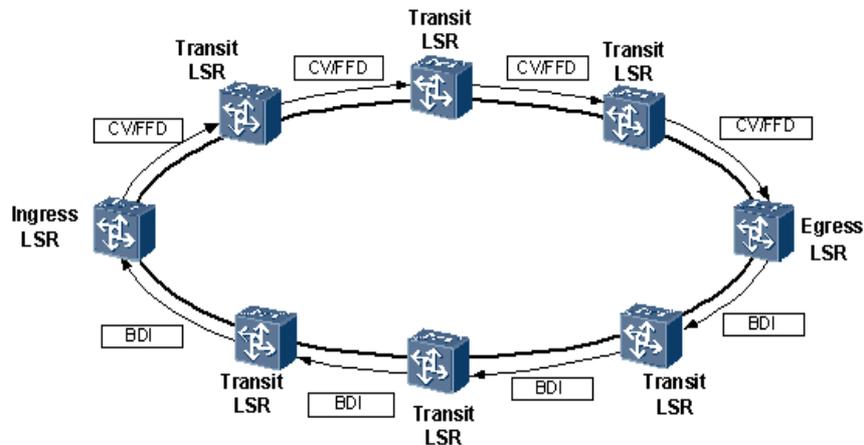


Figure 22: Mécanisme de la protection de la transmission

Pour le projet Metro IP, l'application de cette méthode de protection nécessite la présence de deux liens bidirectionnels entre la BTS et la BSC (Figure 23). Toutefois, les liens bidirectionnels indiqués en rouge et en bleu sont réservés à la transmission et la protection, tandis que ceux monodirectionnels sont dédiés à l'envoi des BDI.

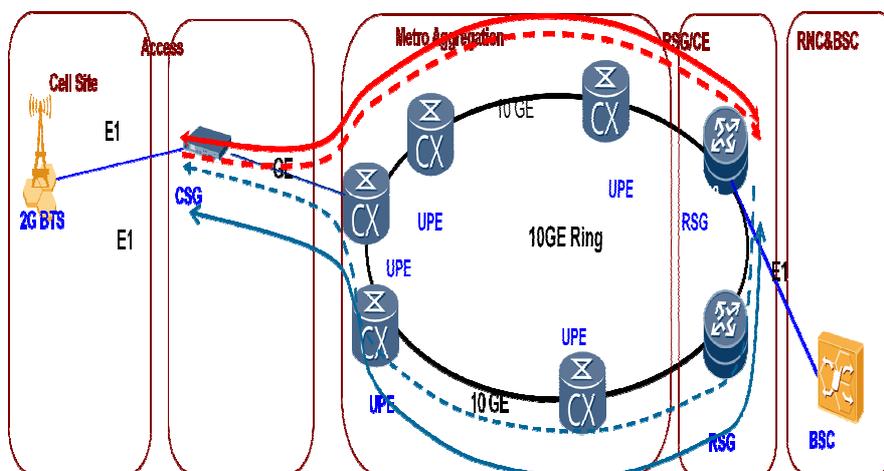


Figure 23: Simulation de la méthode de protection pour une boucle

2.4.2. Architecture des services 3G (Ethernet):

2.4.2.1. Topologie d'accès entre le Node B et le RNC :

Pour garantir la transmission des services 3G Ethernet nous adaptons la procédure suivante (Figure 24) :

- Déployer le tunnel PWE3 entre les PTN910 et les CX600 afin de permettre l'encapsulation du trafic L2VPN (Layer 2 Virtual Private Network).
- Déployer le L3VPN (Layer 3 Virtual Private Network) entre les différents types de CX600.
- Lier le RNC à deux CX600-X16, avec un mode d'équilibrage de charge (Load balancing) permettant de partager le trafic montant et descendant entre deux liens physique GE.
- Attribuer deux adresses IP différentes aux deux ports GE du RNC.
- Configurer un routage statique pour tout les CX600-X16 en indiquant comme destination le RNC, de ce fait les différents CX600-X8 auront la possibilité de choisir le chemin le plus court pour atteindre le RNC.
- Activer l'option de sauvegarde pour tous les ports GE, permettant de commuter vers un lien fiable lorsqu'un autre se trouve en état de défaillance.

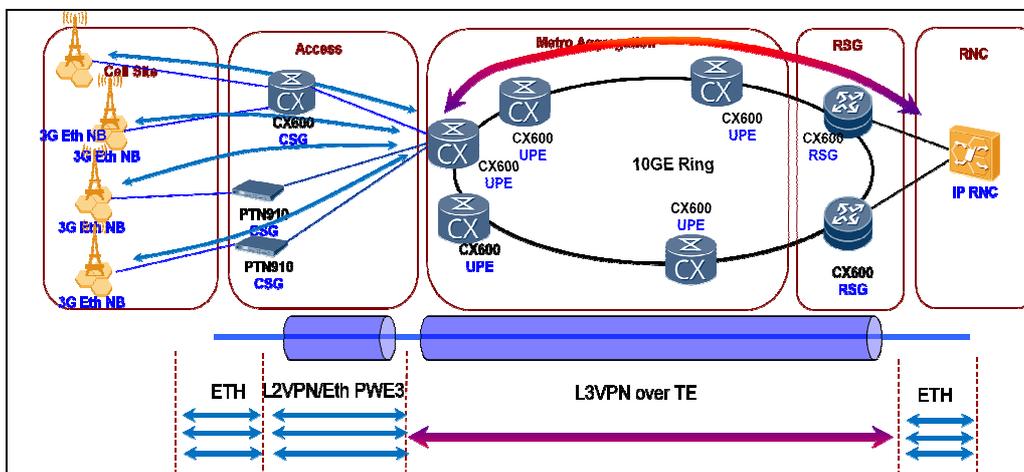


Figure 24: Description de la transmission des services 3G Ethernet

2.4.2.2. Protection de la transmission :

Pour assurer une protection extrême de la transmission, nous avons opté pour une solution reposant essentiellement sur les points suivants (Figure 25) :

- L'option best-effort path : si les LSPs active et de surcharge sont défectueux, cette option permet de fournir un lien temporaire pour supporter la transmission.

- La forte protection en mode de veille : on considère deux LSPs l'un active et l'autre de sauvegarde et permettant d'assurer un transfert de trafic simultané sur deux liens physiques différents, une fois une défaillance au niveau du lien actif est détectée, on aura une commutation très rapide du trafic vers le LSP de surcharge.
- L'utilisation du BFD : permet de détecter le LSP active de se fait une fois le LSP ne fonctionne plus le BFD de son tours n'est plus opérationnel ce qui constitue un mécanisme rapide pour la détection des défauts de fonctionnement du réseau.
- L'utilisation du BGP auto FRR (Fast Reroute) : c'est une technique de protection par sauvegarde réservée aux routes privées.

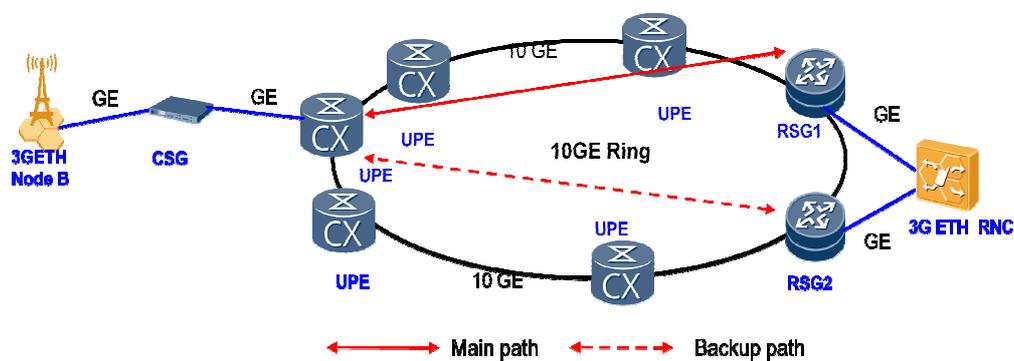


Figure 25: Mécanisme de la protection de la transmission

2.4.3. Architecture des services FMC:

Les services FMC (Fixe Mobile Convergence) utilise la topologie standard du Metro IP, en apportant la particularité de deux modes d'accès :

- Ligne louée (Leased line) : ce mode est destiné aux entreprises dont les besoins en termes de qualité et de fiabilité sont très grands.
- MSAN/DSLAM : chaque MSAN/DSLAM va être connecté à un CX600-X8 via deux liens GE, qu'on peut par la suite associés grâce à un lien d'agrégation à une seule interface logique nommée trunk (Figure 26).

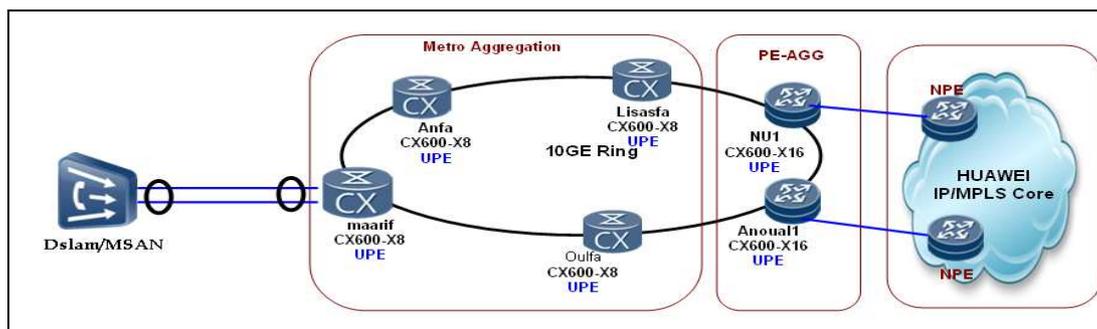


Figure 26: Topologie de Metro IP destiné au DSLAM/MSAN

Reste à mentionner qu'entre un MSAN/DSLAM et un CX600-X8, les services sont séparés par des VLAN (Tableau 9).

Service	VLAN
HSI	100
VOD	3000
VOIP	200
Fixed voice	300
BTV	50

Tableau 9: Nombre des VLAN destiné à chaque service.

Dans ce qui suit nous prenons comme exemple l'implémentation du service HSI.

2.4.3.1. Topologie du service HSI :

L'implémentation du service HSI repose sur le mécanisme suivant (Figure 27) :

- Relier chaque CX600-X16 à un BRAS, permettant donc l'accès au réseau IP/MPLS.
- Etablir deux sessions VPLS (Virtual Private LAN Service) pour chaque CX600-X8, l'une avec le premier CX600-X16 et l'autre avec le deuxième, afin d'assurer la haute disponibilité.
- Implémenter le VLL (Virtual Leased Line) sur chaque CX600-X8 afin d'éviter les problèmes dues à la lecture de l'adresse MAC de chaque utilisateur, chose qui s'avère gênante lors de l'augmentation du nombre de clients.
- Etablir une encapsulation de trame entre le client et les BRAS via le protocole PPPoE (Point to point Protocol over Ethernet).
- Lors de la demande du service par un utilisateur les deux BRAS envoient une réponse, tandis que celle arrivant en premier va être prise en considération.
- Configurer le mode de sauvegarde entre les deux BRAS.

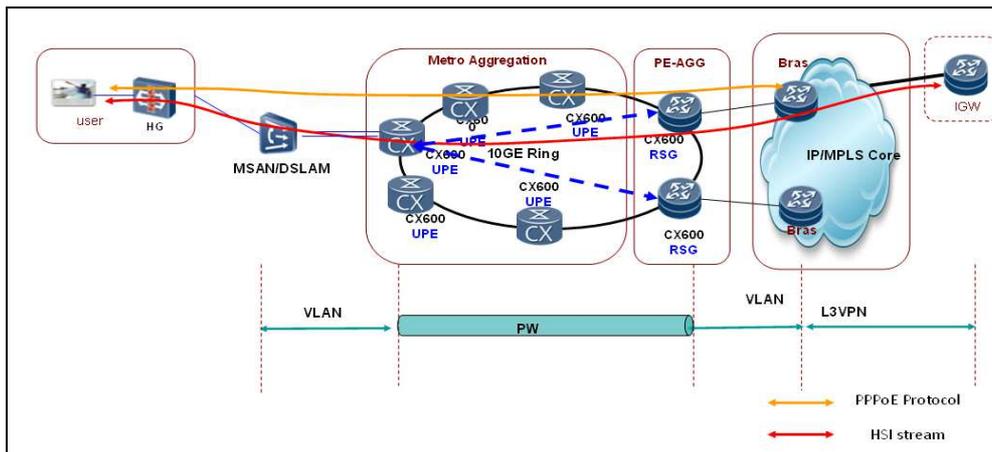


Figure 27: Mécanisme d'implémentation du service HSI

2.5. Solution de synchronisation :

Bien que la migration vers la transmission via IP, offre des avantages considérables, elle présente également un certain nombre de défis dont on peut citer principalement la synchronisation de tous les éléments critiques du réseau.

La synchronisation en fréquence est nécessaire pour les services de transport 2G et 3G, alors que pour en garantir plusieurs techniques sont disponibles à savoir :

- Sync-E : est une technologie de synchronisation de fréquence physique très précise, qui est indépendante de la charge du réseau et du nombre de routeur traversé.
- 1588v2 : est une technologie de synchronisation par paquet (moins précise que SyncE), qui est dépendante du nombre de nœuds traversés, de la charge du réseau, elle apporte en plus de la synchronisation de fréquence, celle de la phase.

Prenons comme exemple de la synchronisation celui des services 2G.

2.5.1. Synchronisation des services 2G :

Pour la transmission 2G la synchronisation constitue un point primordial, de ce fait après une étude profonde des différents types d'horloge ainsi que des conditions du réseau conçue nous avons opté pour la solution end to end Sync-E (Synchronization Ethernet) (Figure 28) décrite comme suit :

La 1^{ère} étape :

Les équipements du réseau Cœur du Metro IP (CX600-X16) sont synchronisés par l'horloge existante du réseau SDH.

La 2^{ème} étape :

Les éléments CX600-X16 doivent convertir la synchronisation reçue en format Ethernet et transmettre donc ce signal aux autres CX600-X8 via des liens de 10GE.

La 3^{ème} étape :

Une fois arrivant au PTN910, la synchronisation est bien convertie pour la deuxième fois en un signal d'horloge TDM et envoyé par la suite au BTS/NodeB.

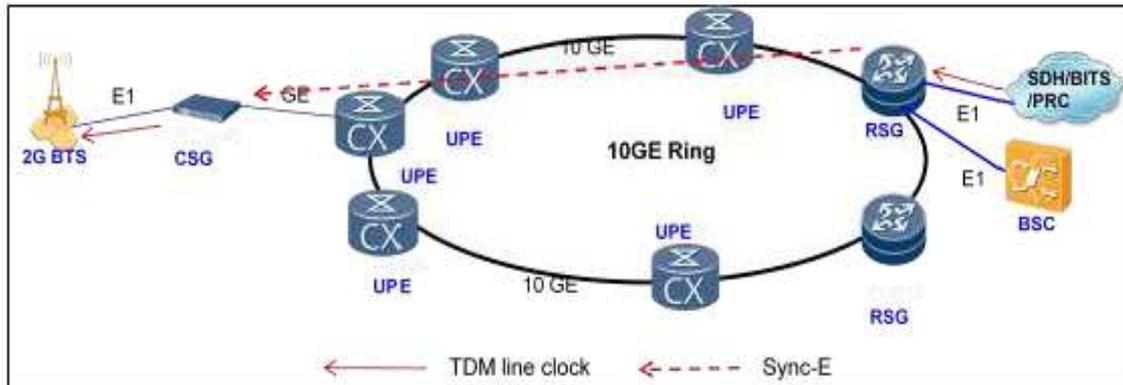


Figure 28: Processus de synchronisation du Metro IP

Conclusion :

Après avoir explicité les différentes tâches effectuées durant la phase préparatoire du projet, dont laquelle nous avons mis le point sur l'ensemble des choix décisionnels pris suite à des études profondes menées sur les protocoles et techniques à utiliser afin de répondre aux besoins de Maroc Telecom.

Nous expliciterons dans ce qui suit, les différentes phases de déploiement de la solution déjà conçue.

Chapitre

3

Déploiement de la solution Metro IP

Ce chapitre présentera l'ensemble des tâches effectuées lors du déploiement de la solution Metro IP, il portera donc sur :

- ✦ La planification de la phase de déploiement :
 - ✓ La matrice de responsabilité ;
 - ✓ La planification de la réalisation ;
- ✦ Le processus de déploiement :
 - ✓ Le Site Survey ;
 - ✓ L'installation ;
 - ✓ La configuration et l'intégration ;
 - ✓ Le test de conformité ;
 - ✓ L'inspection de Qualité ;
 - ✓ L'Acceptation ;

Introduction :

Une fois, la solution conçue a été validée, nous avons entamé la phase suivante celle du déploiement du Metro IP, qui repose sur la mise en place du réseau en procédant par plusieurs étapes, tels que l'installation et la configuration

Cette phase décisif présente le défi de surmonter les blocages qui peuvent survenir, tout en menant à bien le projet, en dépit de l'environnement dans lequel les variables sont très nombreuses et dont la moindre défaillance pourrait avoir un impact négatif sur le service offert et du coup la non satisfaction du client qui est dans notre cas l'opérateur.

3.1. Planification de la phase de déploiement :

Cette phase repose sur la spécification en termes de temps et de responsabilité des différentes tâches menées par l'ensemble des intervenants afin de déployer la solution Metro IP.

3.1.1. Matrice de responsabilité :

La première étape dans la phase de planification consiste à la réalisation de la matrice de responsabilités décrivant les devoirs de chaque intervenant et facilitant par la suite l'intervention face à tout type de blocage du processus de déploiement.

La représentation de la matrice de responsabilité que nous avons adaptée pour le déploiement du Metro IP est la suivante (R : responsabilité, V : vérification, S : Surveillance).

Thèmes	Détails	HUAWEI	Maroc Telecom
Généralités	<ul style="list-style-type: none">➤ Réalisation de la planification globale de déploiement.➤ Organisation du projet et gestion des ressources.➤ Planification et suivi des actions avec les sous-traitants en cas de besoin.	R	V
		R	R
		R	
Sites	<ul style="list-style-type: none">➤ Délivrance des autorisations d'accès aux sites.➤ Organisation des Sites Survey.➤ Rédaction des rapports des sites Survey.	R	R
		R	R
		R	V
Logistique	<ul style="list-style-type: none">➤ Livraison des équipements.➤ Dédouanements des équipements.➤ Transport et livraisons aux sites finaux.	R	
		R	
		R	

		R	
Ingénierie	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fournir les détails sur le réseau existant ➤ Ingénierie et design de l'architecture du réseau Metro IP ➤ Définition des paramètres de configuration. ➤ Fournir un rapport d'ingénierie et d'architecture détaillé. 	R R R	R
Fournitures, Installations & Mise en Service	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mise à disposition des sites au personnel de HUAWEI. ➤ Gestion des équipements sur site lors de l'installation et de la mise en service. ➤ Préparation de l'environnement d'installation : <ul style="list-style-type: none"> ✘ Mise à disposition de l'énergie primaire. ✘ Fourniture des fibres, des câbles sur la base des directives et standards de l'ingénierie, des résultats du site Survey et conformément au BoQ(Bill of Quantity). ✘ Fourniture et mise à disposition des ODFs pour les sites de Pré-Agrégation, Agrégation et Core en cas d'absence. ✘ Installation du matériel fournit par HUAWEI (CX, PTN910) ✘ Gestion des pièces de rechange lors de l'installation. ✘ Fourniture et installation du système de mangement du réseau (NMS) : U2000. ➤ Mise en service et intégration : <ul style="list-style-type: none"> ✘ Mise en service des équipements. ✘ Mise à disposition des liens de transmission pour l'intégration des équipements. ✘ Intégration des équipements Metro IP et remise au contrôle. ✘ Définition et préparation du plan de Migration. ✘ Migration vers la solution Metro IP. 	R R R	R
Acceptation	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Délivrance du plan de tests pour la réception. ➤ Mise en disposition des personnes qualifiées responsables de mener l'opération de réception. 	R R	R R

Assistance Technique sur site pendant Garantie	➤ Mise en disposition du personnel qualifié pour le suivi et l'assurance du bon fonctionnement de la solution pendant une période de garantie.	R	

Tableau 10: Matrice de responsabilité du Projet Metro IP

3.1.2. Planification de la réalisation :

Pour que le délai, de 4 mois fixé par Maroc Telecom, soit bien respecté, nous avons opté pour une planification temporelle (Figure29), aboutissant à l'organisation du déroulement des travaux et optimisant par la suite l'exploitation de l'ensemble des ressources.

Toutefois, et afin de mieux présenter l'ordonnancement des différentes tâches dans leur ordre chronologique, nous avons opté pour la méthode de GANTT (Figure 30).



Nom	Date de début	Date d...
...Suivi de Qualité	01/04/11	07/07/11
...Site Survey	01/04/11	16/04/11
...Installation	13/04/11	30/04/11
...Configuration	28/04/11	07/05/11
...Test et mise en service	09/05/11	28/05/11
...Inspection de qualité	30/05/11	11/06/11
...Acceptation	13/06/11	07/07/11

Figure 29: Organisation temporelle des différentes taches effectuées

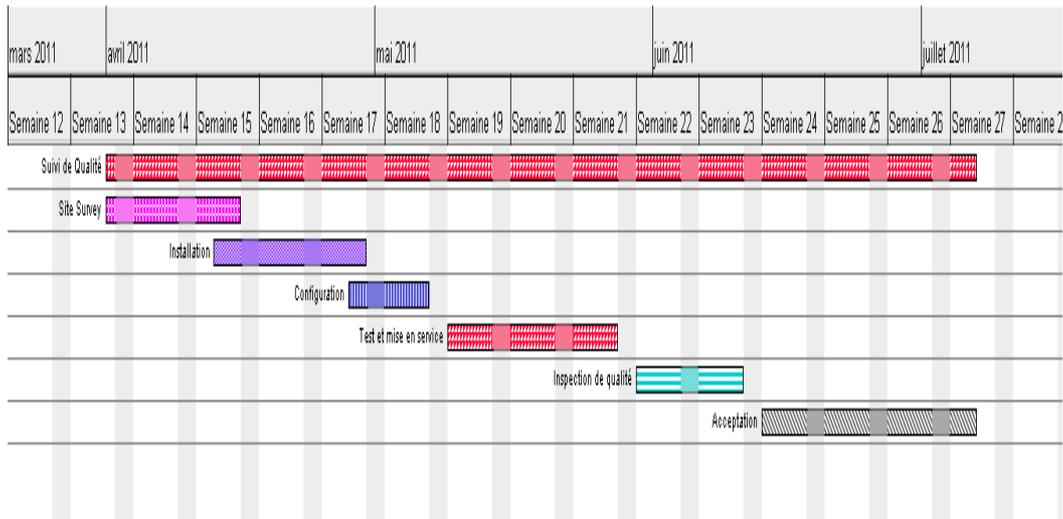


Figure 30: Ordonnancement des tâches effectuées.

3.2. Processus de déploiement du Metro IP :

Le déploiement du réseau Metro IP repose sur cinq phases (figure 31), dont La première nommée Site Survey, consiste à une étude de l'environnement du site où les nouveaux équipements (CX et PTN910) vont être installés. Après l'installation, nous avons procédé à l'intégration du Metro IP qui porte sur la configuration de certains paramètres.

Ensuite, des tests de conformité sont menés afin de vérifier le bon fonctionnement des nouveaux sites mis en service. Si ces tests détectent l'existence d'anomalies, cela veut dire qu'il y a des erreurs au niveau de l'installation ou de l'intégration.

Toutefois, la spécification de la source de défaillance est bien garantie grâce à l'inspection de qualité. Finalement, Après la correction des anomalies, vient l'étape de l'acceptation menée en présence de l'opérateur dans le but de lui montrer le bon fonctionnement du site.



Figure 31: Phases de déploiement du Metro IP

3.2.1. Site Survey :

L'opération Site Survey est positionnée avant le commencement de l'installation de chaque site, il consiste en un plan opérationnel qui doit se préparer et se valider pour assurer la possibilité de supporter les différents équipements.

Le Site Survey est donc la première étape que nous avons menée pour la préparation au démarrage du déploiement après la validation technique de la solution et l'implémentation de la maquette de test. Il comprend l'étude des environnements d'installation, et la détermination de l'arrangement des équipements.

Grâce au Survey, une concordance entre le plan adapté et les exigences du client est bien garantie. Il permet tout particulièrement de préciser :

- La méthode de câblage.
- Le nombre et le types des équipements.
- La disponibilité ou non d'un chemin de câble.
- La nécessité de l'ODF (Optical Distribution Frame) et du DDF ([Digital Distribution Frame](#)) jouant le rôle des panneaux de brassage.
- La longueur des fibres et des câbles d'énergies.
- La disponibilité ou non de la barre de la mise à la terre.
- La disponibilité de l'alarme Box et des différents types de détecteurs pour la surveillance.

Après la clôture de chaque site Survey, nous avons à fournir un rapport de Survey qui servira de base pour l'installation et la configuration des équipements. Toutefois, la fourniture d'un BoQ (Bill of Quantity) est bien nécessaire du fait qu'il présente un document de référence pour les spécifications techniques de l'installation (type de câble, longueur, ...).

L'installation des équipements du Metro IP est faite en indoor et nécessite la disponibilité d'un ensemble des équipements et de condition à l'intérieur du Shelter.

Exemple de résultat du site Survey pour l'installation du PTN910:

L'installation du PTN910 est bien spécifiée par la nécessité d'un DDF afin de collecter les différents E1, une description détaillée du résultat du site Survey doit être accompagné d'un plan d'installation (Figure 32).

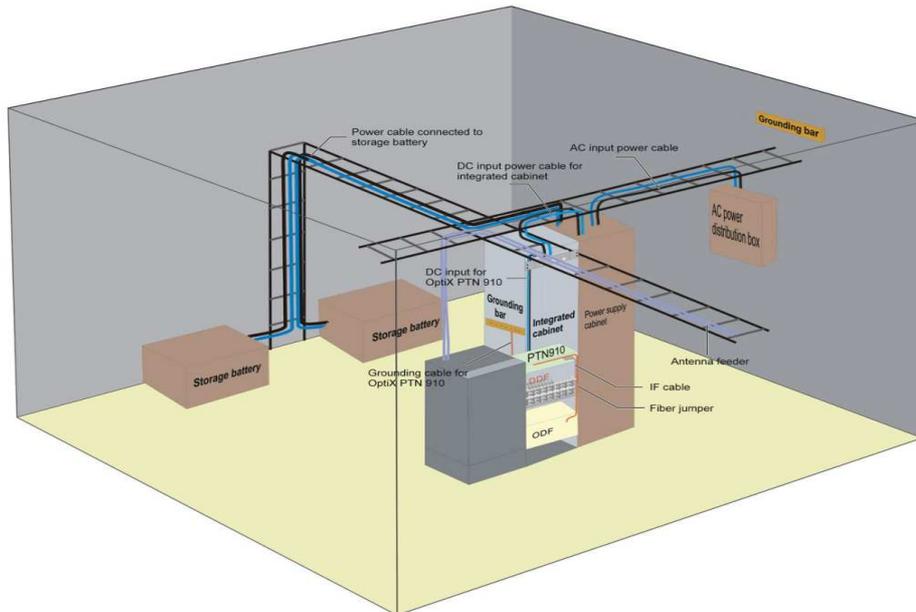


Figure 32: Plan d'installation du PTN910

Exemple de résultat du site Survey pour l'installation d'un CX600-X8 :

L'installation du CX présente la particularité de la mise en disposition d'un ODF afin de permettre le brassage des différentes fibres existantes (Figure33).

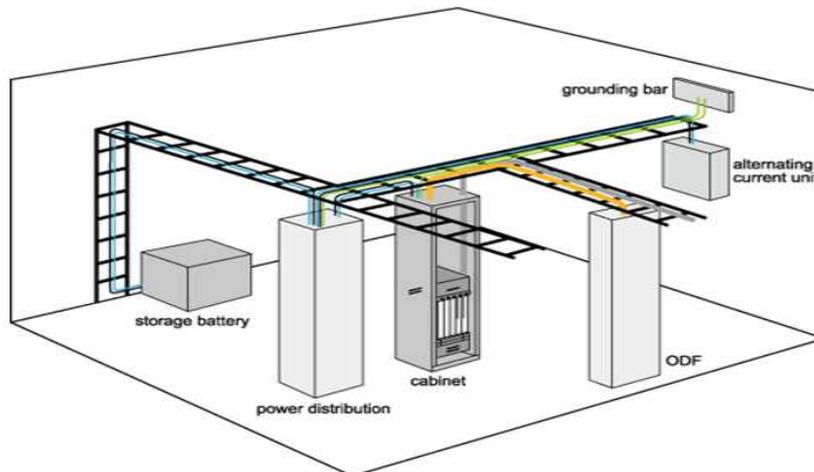


Figure 33: Plan d'installation du CX600-X8

3.2.2. Installation

Une fois les positions et les emplacements des équipements sont bien déterminés par le « Site Survey », la deuxième étape se déclenche. Cette phase nommée « Installation » est confiée parfois aux sous-traitants avec intervention du staff de HUAWEI pour le contrôle de la conformité de l'installation avec les recommandations déterminées auparavant.

Pour mener à bien cette étape nous avons suivi un processus d'installation (figure 34).



Figure 34: Processus d'installation

3.2.2.1. Installation des PTN910:

Il s'agit d'installer dans le cabinet de la BTS ou le Node B l'équipement PTN910 tout en lui garantissant de l'alimentation, la liaison avec la BTS/Node B ainsi que sa liaison avec les boucles 10GE (directe ou via des équipements de pré-agrégation).

Exemple d'installation du PTN910 sur la BTS3900 :

Lors de l'installation du PTN910 nous avons adapté une procédure déterminée (Figure 35) afin de mener à bien cette phase(Figure36).

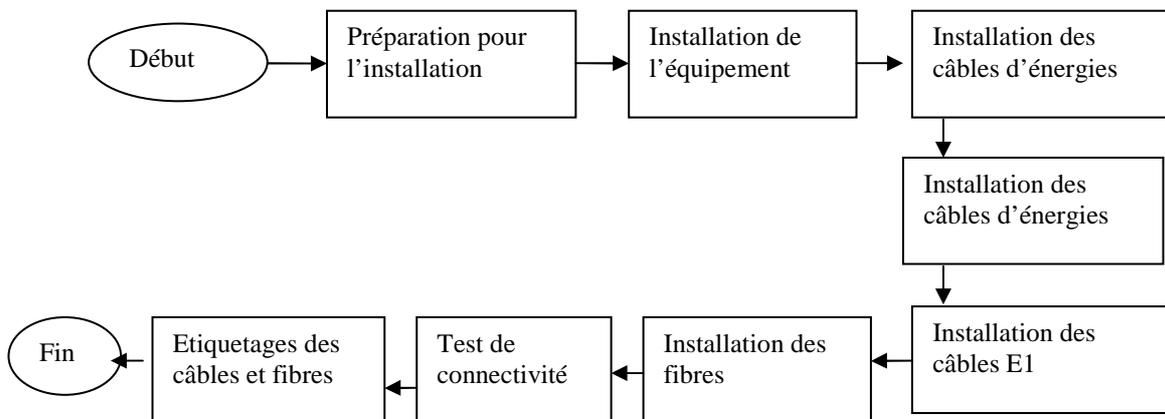


Figure 35: Etapes d'installation du PTN910

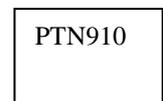




Figure 36: Installation du PTN910 sur un site d'accès

3.2.2.2. Installation des routeurs CX600-X8 et CX600-X16:

L'installation du CX600-X8 et X16 repose sur la démarche générale de l'installation décrite auparavant, elle consiste tout particulièrement à garantir la liaison à la fois avec la boucle 10GE, et le RNC/BSC (figure 37).

Exemple d'installation du CX600-X8 sur un site d'agrégation:



Fibre permettant l'insertion du CX600-X8 au sein d'une boucle

Figure 37: Installation du CX600-X8 pour un site d'agrégation

3.2.2.3. Installation de l'outil U2000 :

L'installation de l'outil de supervision U2000 se fait sur le réseau IP/MPLS afin de garantir une gestion à distance de toutes les boucles du Metro IP. Elle repose tout particulièrement sur l'installation des deux serveurs maître et esclave.

3.2.3. Configuration et Intégration :

Dès que l'installation est terminée et que les lignes de transmission sont prêtes pour relier les différents éléments du Metro IP entre eux et avec les autres équipements du réseau. On passe à l'étape de l'intégration qui nécessite tout d'abord une configuration des différents équipements pour les mettre en service.

Cette étape nécessite bien la préparation d'un fichier de configuration et sera réalisée dans certains cas via l'outil U2000.

3.2.4. Test de conformité :

Après avoir intégré les différents équipements d'un site, il faut vérifier leur fonctionnement, cette phase nommée test de conformité, permet de localiser les anomalies et les dysfonctionnements.

Le test consiste en des mesures sur le niveau et la qualité du signal et sera suivi d'un rapport explicitant tout les détails indiquant le bon fonctionnement du système.

Les tests que nous avons réalisés sont :

- Test du signal: permet de tester le niveau et la qualité du signal.
- Test de la configuration: permet de tester la configuration des équipements et leurs paramètres.
- Test du service: permet de tester les services voix, vidéo et données.

3.2.5. Inspection de Qualité :

La phase de vérification de qualité constitue une étape primordiale dont le cycle de vie d'un projet, vu qu'elle permet le passage à la clôture. Elle est constituée de différentes phases à savoir :

- Le contrôle des rapports d'inspection de qualité.
- L'envoi des problèmes détectés aux différents intervenants.
- L'inspection sur les lieux.

L'équipe qualité joue un rôle privilégié dans l'instauration de qualité, tout en procédant par:

- Le contrôle de la qualité du Software.
- Le contrôle de la qualité du Hardware.

3.2.5.1. Contrôle du Hardware :

Le contrôle des différents équipements se fait à base des standards de qualité fixés auparavant, il englobe [9] :

- L'acheminement des câbles (fibre, câble PGND et câble d'énergie).
- L'acheminement des feeders et des jauges sur le chemin des câbles.
- L'arrangement et la protection des fibres.
- L'étiquetage des différents câbles avec respect des normes (impression des étiquettes, distance adéquate pour le collage).
- Propreté des sites.
- Présence des logos et de documentation nécessaire.
- Mise à la terre de tous les équipements.

3.2.5.2. Contrôle du Software :

La fiabilité du software est assurée par :

- Les documents de tests fiables et conformes aux exigences prédéfinies par la phase site Survey.
- Les indicateurs de l'état du fonctionnement de l'équipement.

Ce contrôle profond de différents aspects de la qualité permet un suivi clair et sert à une estimation visant l'amélioration à plusieurs échelles.

3.2.6. Clean up :

La phase du clean up présente une réaction face aux réserves déclarées par le département qualité. Elle consiste à une correction et doit être achevée par la remise d'un rapport contenant des photos prouvant la correction de tous les problèmes.

3.2.7. Acceptation :

L'acceptation est la dernière phase du déploiement du Metro IP dont l'objectif est de livrer les sites. Ce qui consiste, en présence des représentants de l'opérateur, à réaliser un ensemble de tests sur les différents équipements pour vérifier d'une part leur bon fonctionnement et d'autre part le respect des installations aux normes et exigences de Maroc Telecom. Cette étape présente la clôture de la phase de déploiement, et marque le début des procédures de paiement.

Sinon dans le cas d'une grave anomalie qui ne peut pas être résolue sur le champ, un rapport de réserves du client est écrit et envoyé à HUAWEI pour des interventions ultérieures, suite auxquelles un «PV de levée de réserves» est élaboré.

Après avoir rassemblé un ensemble de «PV de levée de réserves», les responsables de HUAWEI et ceux de l'opérateur se réunissent pour finaliser les procédures de paiement, il est à noter que le contrat n'exige pas que l'opérateur paye tout le montant après l'acceptation, mais il procède par tranches, en payant tout d'abord l'offre de service, puis un pourcentage après l'expiration du délai de la garantie.

Conclusion :

En parcourant l'ensemble des phases de déploiement de la solution Metro IP, nous avons été convaincus de l'importance du respect de la qualité en faveur de la fluidité des différentes tâches effectuées, de ce fait nous présenterons par la suite le Projet Gestion Qualité considéré en tant que projet accompagnant au déploiement.

Chapitre

4

Ce chapitre est consacré à la Gestion de Qualité au sein de HUAWEI, plus particulièrement pour le projet Metro IP, il explicitera donc :

- ✦ La phase préparatoire pour le projet gestion de qualité :
 - ✓ La définition du Problème ;
 - ✓ La recherche des idées ;
 - ✓ Le plan d'action ;
- ✦ La phase de réalisation du projet gestion de qualité :
 - ✓ La génération de document de qualité ;
 - ✓ L'organisation de formations ;
 - ✓ L'informatisation et l'archivage du suivi ;
 - ✓ L'audit sur les lieux
- ✦ L'évaluation de la qualité;
 - ✓ Le dénombrement des défauts critiques pour le Projet Metro IP ;
 - ✓ L'évaluation des sous-traitants ;

Introduction :

L'inspection de qualité constitue une phase décisive pour l'achèvement du projet Metro IP, de ce fait et pour éviter tout type de blocage, HUAWEI a mené un projet nommé « Projet de Gestion de Qualité » permettant essentiellement le suivi permanent de toutes les phases de déploiement.

Le chapitre suivant décrira notre mission en tant qu'équipe chargée de la mise en place d'une organisation couvrant le projet Metro IP en termes de gestion de qualité et qui pourra être appliqué à tout type de projet.

Dans ce cadre nous nous sommes basés sur les quatre piliers suivants :

- Ressources humaines : constitution d'une équipe de travail dédiée à la gestion de qualité ;
- Documentation nécessaire : génération des QMP (Quality Management Package) et des rapports d'inspection de qualité pour le projet Metro IP ;
- Animation des réunions journalières, hebdomadaires et mensuelles : pour le suivi de l'état de qualité ;
- Indicateur de suivi de qualité : pour faciliter la maîtrise de la qualité et détecter les zones critiques pour l'ensemble du projet;

4.1. Phase préparatoire du Projet de Gestion de Qualité :

Avant de se lancer dans la réalisation du Projet Gestion de Qualité, il été nécessaire de passer par une première étape de préparation durant la quelle nous avons planifié l'exécution des tâches et défini les ressources à mobiliser.

4.1.1. Définition du problème :

Cette étape a pour objectif de nous placer au centre du problème afin d'en assurer la bonne compréhension, elle constitue toutefois une première étape dans la recherche de solution.

La situation présente / la situation désirée :

Cette méthode aide à comprendre où nous sommes en ce moment et vers quel état ou solution voulons-nous cheminer (Tableau 11).

Situation présente:	Situation désirée:
Manque d'une organisation pour la gestion de qualité ;	Bonne organisation du système de gestion de qualité.
Manque d'une fluidité pour la gestion de qualité	Fluidification de la gestion de qualité au sein de la société
Manque d'un indicateur de suivi de qualité	Amélioration de l'indicateur de Qualité
Zones critiques de qualité non identifiées.	Identification des zones critiques de qualité
Manque d'enregistrement de qualité	Enregistrement de la qualité
Accumulation des gros nombres de site en phase d'attente.	Minimisation du temps de délivrance des sites.
Manque d'un objectif Qualité	Détermination d'un objectif qualité à respecter.
L'augmentation des risques professionnels	Optimisation des risques professionnels
Matière première non valorisée	Valorisation de la matière première
Manque d'un système informatisé pour la gestion de qualité	Informatisation de l'enregistrement de qualité.
Analyse complexe de qualité	Analyse facile de qualité
Rupture à cause du manque de la matière première	Bonne gestion de la matière première
Coût de non qualité plus élevé	Optimisation du coût de non qualité
Manque d'un historique de qualité	Qualité archivée

Tableau 11: Spécification du problème et des perspectives désirées

4.1.2. Recherche des idées :

Par cette phase nous avons pu collecter grâce au diagramme d'Ishikawa (Figure 38) une variété des causes pour générer, analyser et vérifier les données relatives aux problèmes de non qualité. Ce diagramme permet donc de classer les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5 M (matière, main d'œuvre, matériel, méthode, milieu).

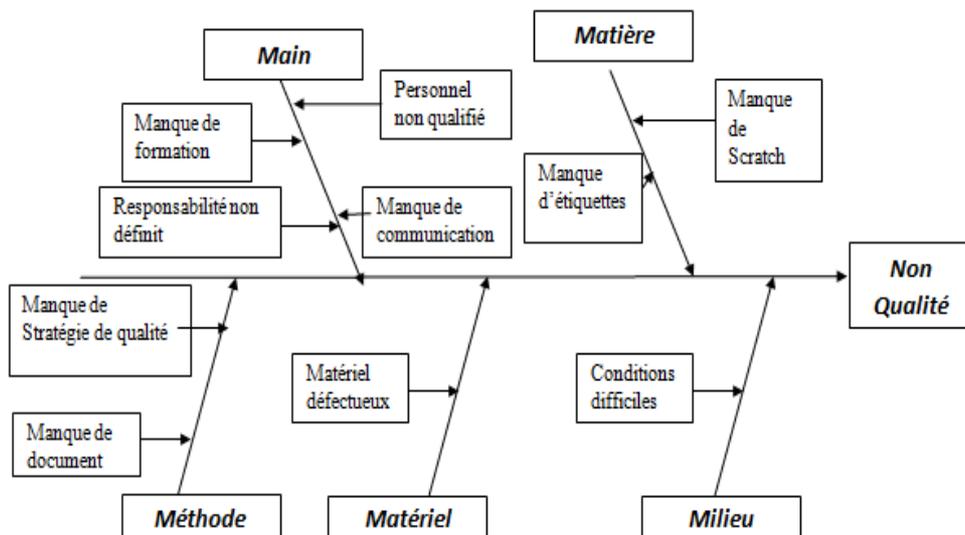


Figure 38: Diagramme d'Ishikawa pour la gestion du problème de non qualité

4.1.3. Plan d'action :

D'après l'analyse du diagramme d'Ishikawa, nous avons conclut le plan d'action à suivre (Tableau 12).

Cette phase constitue la clôture de la préparation, elle nous a permis d'analyser et de comparer les solutions ou options possibles pour résoudre le problème de non qualité. Alors, que si les solutions que nous envisageons implémenter vont nécessairement entraîner des changements dans toute la société. Leurs succès dépendront de plusieurs facteurs, dont on peut citer :

- La nature des changements impliqués ;
- Le nombre de personnes impliquées, et leur provenance ;
- La complexité des changements envisagés ;

C'est dans ce sens que nous avons opté pour une classification des actions selon le temps d'exécution (Tableau 13).

Identificateur	Idée	Mesure de succès
Ac 1	Fixer un objectif qualité à respecter.	conviction du personnel,
Ac 2	Construire une équipe de travail dédiée à la gestion de qualité pour tous les projets	conviction du personnel de l'équipe formée
Ac 3	Sensibiliser le personnel de l'importance de la qualité	participation des gens de la qualité
Ac 4	Fournir une documentation nécessaire pour la gestion de qualité.	participation des gens de la qualité.
Ac 5	Organiser des ateliers pour la discussion des problèmes de qualité avec tous les intervenants.	Conviction des différents intervenants.
Ac 6	Organiser une formation au personnel sur la façon de remplissage des rapports	La qualité de la formation et la participation du personnel ;
Ac 7	Veiller à la mise à jour régulière des informations	Bonne formation et motivation de personnel.
Ac 8	Appliquer en permanence les règles de qualité.	Participation de personnel.
Ac 9	Elaborer des rapports journaliers, hebdomadaires et mensuels pour assurer la documentation nécessaire à l'enregistrement de la qualité	La qualité de la méthode suivie.
Ac 10	Intégrer le service qualité dans le processus du déploiement pour contrôler et enregistrer les défauts de non qualité	Conviction de l'équipe de déploiement.
Ac 11	Contrôler le degré de qualité à la fin de chaque achèvement de l'installation.	Bon enregistrement des défauts.
Ac 12	Faire le suivi de qualité et trouver les zones critiques et les défauts majeurs de non qualité	Fiabilité des données.
Ac 13	Informatiser l'enregistrement de qualité	La qualité de l'outil.

Tableau 12: Plan d'action

ID	Ac 1	Ac 2	Ac 3	Ac 4	Ac 5	Ac 6	Ac 7	Ac 8	Ac 9	Ac 10	Ac 11	Ac 12	Ac 13
Court terme (1mois max)	*	*	*	*					*				
Moyen terme (3mois max)					*	*	*	*		*	*		*
Long terme (4mois max)												*	

Tableau 13: Classification prioritaire des actions envisagées

4.2. Phase de Réalisation du Projet Gestion de Qualité :

4.2.1. Génération des documents de qualité :

La politique introduite oblige tout les intervenants à offrir une qualité au moins équivalente à celle décrite par les standards de qualité (QS) qui peuvent être classifiés par famille d'équipements, par Codes et par score.

Après une étude profonde des gammes de standards éditées par HUAWEI nous avons procédé par la génération de certains documents, facilitant le déroulement des différentes étapes de réalisation du projet Metro IP, dans ce sens nous avons opté tout particulièrement pour deux types de documents.

4.2.1.1. Paquet de management de qualité (QMP) :

Afin de s'assurer de la bonne maitrise des standards de qualité nous avons fournis un paquet mis à la disposition de toute l'équipe de déploiement, il contient les documents suivants :

- Le plan d'assurance de Qualité : sur le quel nous avons explicité tous nos objectifs en terme de qualité, ainsi que les différentes exigences à respecter durant les phases de préparations et d'implémentation du projet Metro IP.
- La gestion permanente des défauts: sur ce document nous avons expliqué la procédure par la quelle passe le suivi de qualité au niveau de HUAWEI ainsi que du sous-traitant tout en définissant les responsabilités de chacun des intervenants.
- Le règlement sur les sanctions de l'inspection de la qualité : par le quel nous décrivons les pénalités correspondantes aux différents problèmes, et qui peuvent par la suite influencer la valorisation d'un projet.
- Les activités de contrôle de qualité : est un document qui repose essentiellement sur une description détaillée des interventions de l'équipe de qualité durant toutes les phases de déploiement du projet.
- Le management de qualité par le sous-traitant : nous l'avons dédié à la sensibilisation des sous-traitants aux exigences et attentes de qualité afin d'éviter certaines cas d'inefficacités.

4.2.1.2. Rapport d'inspection de qualité :

Dans ce choix de document nous avons essayé de fournir un descriptif simplifié des standards de qualité (QS), accompagné d'une partie à remplir par l'ingénieur responsable de site dès l'achèvement de chaque installation.

Ce type de rapport comporte des directives et des objectifs autour de différents thèmes, comme par exemple l'aménagement des cabinets, l'arrangement des câbles, la propreté et la sécurité. Il constitue donc après son remplissage un déclenchement de la phase Clean up si nécessaire.

4.2.2. Formation de qualité:

La démarche de qualité que nous avons instaurée nécessite une bonne communication aux niveaux internes et externes de ce fait nous avons organisé des formations ciblant l'équipe de déploiement de HUAWEI ainsi que celle des sous-traitants.

4.2.2.1. Formation des intervenants:

Ces formations permanentes ont pour but essentiel l'assurance de la bonne compréhension à voir la maîtrise des standards de qualité, des connaissances nécessaires pour réussir une installation et des conduites suivies pour la réalisation d'un audit.

Cette action constitue donc un engagement de tous les participants (personnel de HUAWEI, sous-traitant) dans la conduite et l'optimisation de qualité.

4.2.2.2. Ateliers de travaux:

Nous avons organisé trois ateliers qui ont constitué une occasion incontournable pour la rencontre entre l'équipe de qualité et tous les autres intervenants internes et externes, il constitue une séance d'échange des idées et solutions dans le but de dépasser tout type de blocage.

4.2.3. Informatisation, archivage du suivi de qualité :

Cette action joue un rôle primordial surtout au niveau de l'archivage de la qualité du projet Metro IP, elle permet toutefois de gérer toutes les données reçues ou fournies par l'équipe de qualité et d'en garder une trace.

Dans ce sens, nous avons généré une application décrivant l'avancement du suivi de qualité du projet Metro IP (Figure 39).

1. Q-KPI:														
Q	Item	Total No. of Completed Sites	Total No. of Self inspected sites by Subcon	Total No. of Quality inspected sites by Huawei SE	Total No. of Normal sites found during quality audit by Huawei QC	Average Site Quality Score(SQS)	Total No. of PAT conducted sites	First PAT Passed Sites No.	Project SQS	Subcontractor's self-inspection completion rate	Huawei SE's quality inspection completion rate	Site Quality pass rate	First PAT Pass Rate	Site FPY
		CW	185		21	9	80							
	TE	170	31	21	9	80	0	0	80	9%	12%	43%	#DIV/0!	43%
E H S	This Week						Accumulative Yearly							
		Total Working	FA/MT	Slight Injury	Serious Injury	Fatalities	Accumulative	FA/MT	Slight Injury	Serious Injury	Fatalities			
	Huawei	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Subcontractor	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Public		0	0	0	0		0	0	0	0			
	Totally	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
100000 working		0	0	0	0		#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!				
S u b	No.	Subcontractor	Self Inspected Completion Rate (Weight 20%)	Average Site Quality Score(SQS) (Weight 10%)	Site Quality Pass Rate During Quality Audit by HUAWEI QC(Weight 20%)	First PAT Pass Rate(Weight 50%)	Quality Scores							
	1	Telcom	80%	80%	65%	0%	29,08							
	2	MRS	80%	75%	65%	0%	29,075							
	3	Tibco	80%	60%	50%	0%	26,06							
	4	Cosutrav	60%	60%	50%	0%	22,06							
	5						0							
2. KQA(Key Quality Activity): Completion Rate: 56%														
No.	Description For KQA	Plan	Actually	Remark	No.	Description For KQA	Plan	Actually	Remark					
1	Project QA Appointment		OK		2	Prepare the Project Quality Assurance Plan and Issued by PM		OK						
3	Make clear the acceptance standard and Procedure		OK		4	Prepare and Issue the Site Quality Checklist		OK						
5	Design Report Approved by Customer and Transfer to		OK		6	Site Quality Checklist. Rewards and Punishment Rules Signed in Subcontract.		OK	cosutrav					
7	Quality and EHS Risk Evaluate		OK		8	Arrange the Acceptance Standard and Performance Skill Training for								
9	Built up the Modle site and conduct on-site training to		OK		10	For Important installation Action .Huawei Supervisor Or Related Owner Should								
11	Sub. Perform 100% Self-Check for Completed Site	05/01/2011			12	Huawei Project Team Perform 15% Spot-Check for Completed Site	planed		Ongoing					
13	Following the Quality Problem Close on Spot-Check	Plan			14	Evaluate the Sub. Performance Quality & EHS	planed	OK						
15	Define and Carry Out the Frequently Communication		OK		16	Arrange the Project Cutover Solution Review								
17	Perform the Sub.Team Leader Certification Management				18	Announce the installation Frequently Fault List								
3. Quality Problem/Risk/StrongPoint:														
No.	Quality and EHS Problem/Risk	Owner	Level	Business Type	Evidence/Picture	Improvement plan	Remark							
1	No quality report from project team	PM	Major	TI Installation	No e-mail sent	30/05/2011								
2	No EHS report for PM	PM	Major	TI Installation		30/05/2011								
3	Cosutrav SC is not qualified	Subc	Major	TI Installation	No list sent by subc	30/05/2011								
4	No space in some site to install CX-600	Customer	Critical	TI Installation		push customer								
5	Transmission not ready for site integration.	Customer	Critical	TI Installation		push customer								
No.	StrongPoint	Owner	Level	Business Type	Evidence/Picture	Improvement plan	Remark							
1	good relationship between Huawei & Customer		Good	TI Installation	cooperation									
2	project has a good progress and need quality improvement		Good	TI Installation	project team motivated									
3	Pilot site & training & Huawei Quality standard are done		Good	TI Installation	check the Monthly report									
4														

Figure 39: Application utilisée pour le suivi du Metro IP

4.2.4. Audit sur les lieux :

Après avoir reçu les rapports d'inspection de qualité (QIR) de la part de l'équipe de déploiement une vérification de conformité de leur contenu avec les normes déjà fixées par HUAWEI est nécessaire, toutefois les remarques soulevées sont envoyées une deuxième fois au responsable de site dans le but de passer à la phase Clean up.

Dans un délai bien fixé des visites sur les lieux ont été programmées pour réaliser une vérification globale de l'état final du site, reposant tout particulièrement sur [9] :

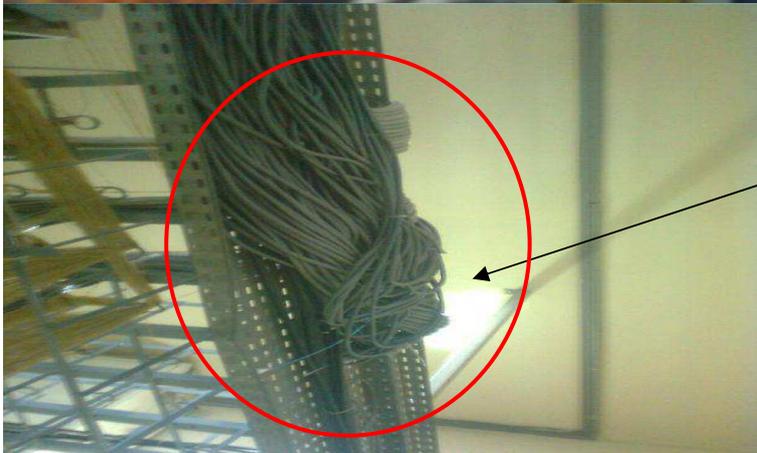
- La bonne installation de l'équipement (châssis, cabinet, cartes).
- Le meilleur arrangement des Câbles d'énergie.

- La disponibilité du Système d'alimentation et de la mise à la terre.
- La sécurité de l'environnement d'installation de l'équipement.

Exemple des problèmes soulevés lors de l'inspection :



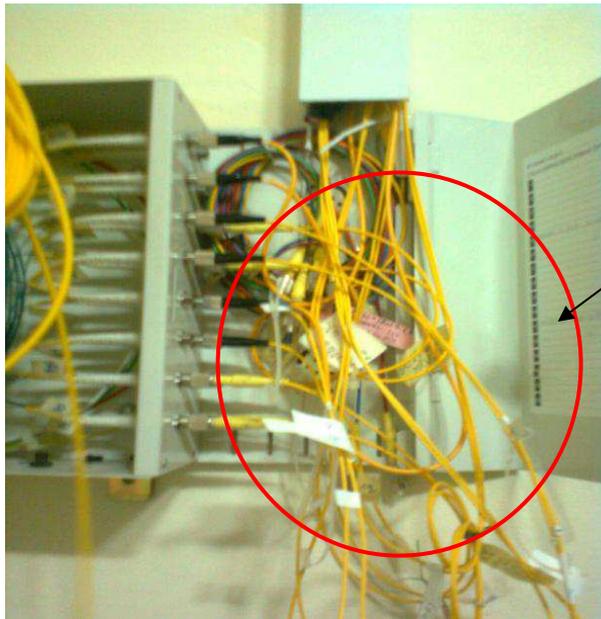
Etiquettes non imprimées.



Câbles mal arrangés sur le chemin de câble.



Câbles mal arrangés à l'intérieur du cabinet



Fibres mal arrangées



Manque de propreté

4.3. Evaluation de qualité:

4.3.1. Dénombrement des défauts critiques pour le Projet Metro IP :

Dans la phase d'évaluation de qualité nous nous sommes basés sur la loi de PARETO qui assume que dans une large majorité des situations, un petit nombre de facteurs a une influence majeure sur les résultats (où 20% des facteurs expliquent 80% des résultats).

Afin de pouvoir réaliser cette analyse hiérarchisée des causes nous avons tout d'abord procédé par une collection des problèmes courants (Tableau 14).

Problème	Code	Criticité	Criticité %	% Cumulé
Les câbles ne sont pas étiquetés	P4	60	20,07%	20,07%
les fibres ne sont pas arrangées	P9	56	18,73%	38,80%
Les câbles d'énergie sont mal acheminés sur le chemin de câble	P3	36	12,04%	50,84%
les étiquettes des câbles d'énergie ne sont pas bien collées	P6	33	11,04%	61,87%
les étiquettes ne sont pas imprimées	P8	30	10,03%	71,91%
manque de scratch	P10	28	9,36%	81,27%
les étiquettes ne sont pas bien collées.	P11	12	4,01%	85,28%
propreté du site	P1	10	3,34%	88,63%
Les câbles d'énergie ne sont pas bien arrangés.	P12	10	3,34%	91,97%
La fibre n'est pas arrangée dans le Box à coté du cabinet.	P7	8	2,68%	94,65%
Croisement entre les câbles d'énergie et PGND.	P13	8	2,68%	97,32%
la gaurge insérée au cabinet dépasse 10cm	P5	6	2,01%	99,33%
Absence du logo IAM	P2	2	0,67%	100,00%
	Total	299	100,00%	

Tableau 14: Problème courants pour le Projet Metro IP

NB : criticité = fréquence*Score

Avec Score : une note indiquant la gravité du problème.

Fréquence : d'un problème constitue le taux de son occurrence.

Le résultat de l'application de la méthode de PARETO (Figure 40) a montré la nécessité d'une intervention rapide et efficace sur les problèmes P4, P9, P3, P6 et P8 qui représentent 71,91% de la criticité de l'ensemble des problèmes.

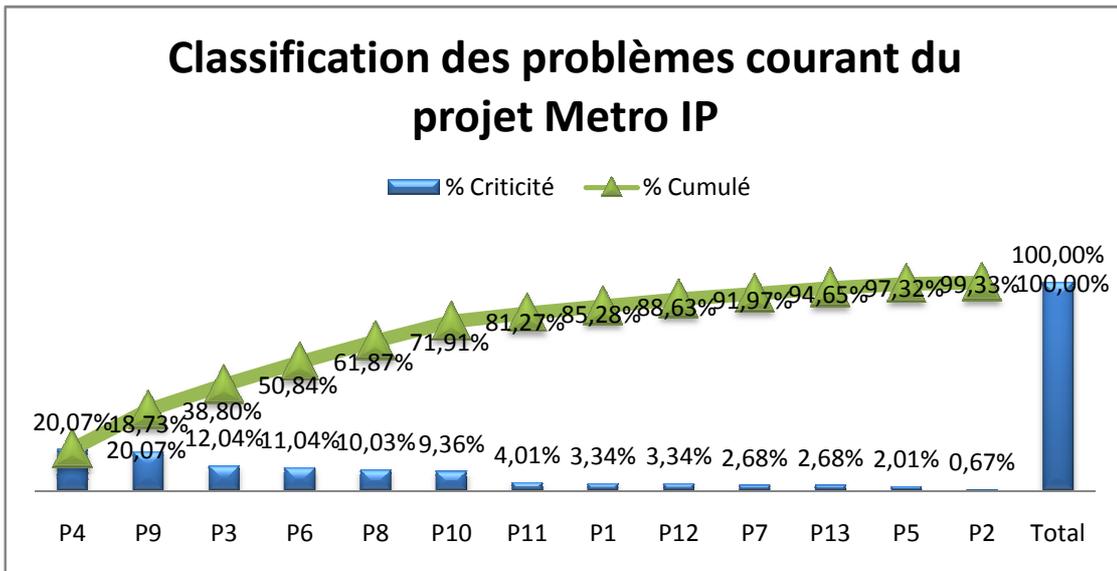


Figure 40: Diagramme de Pareto Pour la détermination des problèmes majeurs

Une estimation similaire menée après 4 mois de l'application du Projet Gestion de Qualité a exprimé la fiabilité de la démarche utilisée, du fait que le projet Metro IP a connu un nombre très négligeable de problèmes (Figure 41).

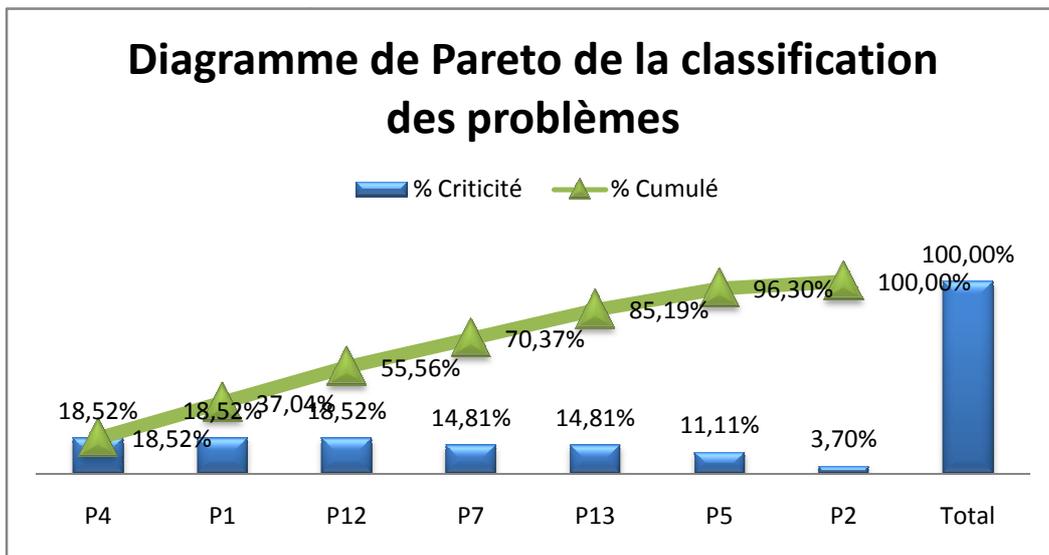


Figure 41: Détermination des problèmes majeurs après l'application du Projet Gestion de Qualité

La démarche suivie a donc permis l'élimination de certains problèmes majeurs ainsi que la minimisation d'occurrence de ceux considérés comme mineurs (Figure 41).

4.3.2. Evaluation des sous traitants :

L'implémentation de certains sites du Metro IP a été attribuée à des sous-traitants, de ce fait une estimation de leurs rendements nous a été nécessaire. Pour en faire nous avons adapté la méthode de PARETO prenant comme critère la contribution de chaque sous-traitant aux problèmes de non qualité.

Sous-traitant	Criticité	% Criticité	% Cumulé
S1	902	73,15%	73,15%
S2	222	18,00%	91,16%
S3	109	8,84%	100,00%
Total	1233	100,00%	

Tableau 15: Contribution de chaque sous-traitant aux problèmes de non qualité

NB : la criticité représente l'ensemble des problèmes détectés chez un sous-traitant multiplié par leurs scores.

Après l'application de la méthode (Figure 42) nous avons opté pour le renforcement des formations et du suivi ciblant les sous-traitants S1 et S2 vu qu'ils représentent 73.15% de la contribution au nombre total des problèmes détectés.

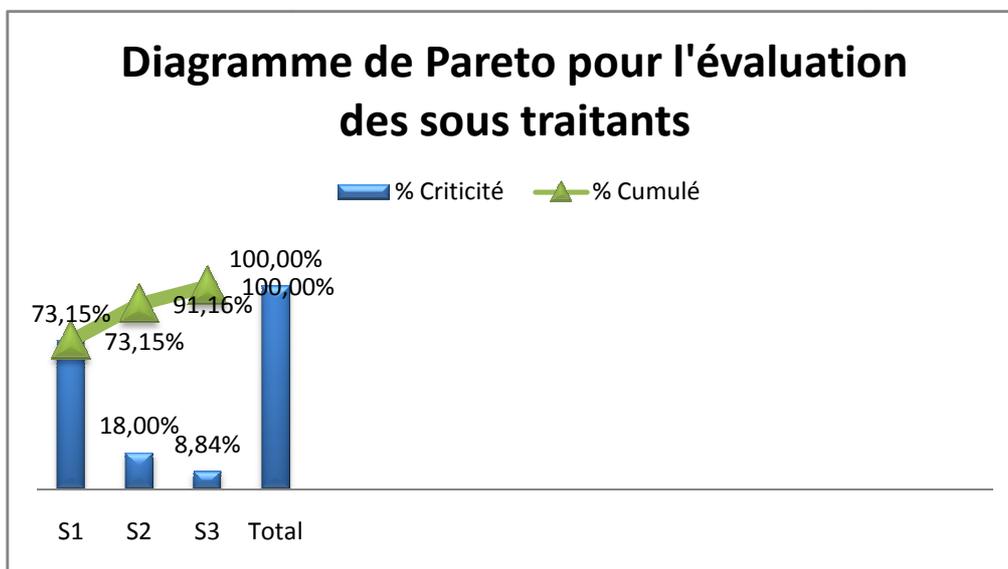


Figure 42: Diagramme de PARETO pour l'évaluation des sous-traitants

Conclusion :

La mise en place du Projet Gestion de Qualité s'est avérée comme solution adéquate pour la fluidité des différentes phases de déploiement, tout en optimisant les ressources (matérielles et humaines) utilisés, et engendrant par la suite une minimisation des coûts de non qualité générés.

Conclusion générale

La solution « Metro IP » consiste à la transmission de tous types de trafic entre une BTS/Node B et un BSC/RNC ainsi qu'entre un MSAN et un réseau IP/MPLS via le protocole Internet, elle présente donc un apport immense pour les réseaux de Maroc Telecom. Du fait qu'elle est caractérisée par une haute disponibilité et une facilité d'insertion justifiée par l'adaptation avec tout type d'équipement fourni par les autres équipementiers.

Ce projet avait pour but l'ingénierie de la solution Metro IP, son déploiement et le suivi de son qualité. Dans ce sens, nous sommes parvenus à prendre des décisions couvrant le court et le long terme du fonctionnement de la solution Metro IP.

De la compréhension du réseau existant, nous sommes passés dans un premier temps par la conception d'une architecture Metro IP répondant aux besoins des utilisateurs. Ce travail a nécessité donc une étude approfondie et comparative des différentes gammes d'équipement fournies par HUAWEI ainsi que des protocoles et techniques de routage,

Par la suite nous avons mené la phase de déploiement permettant la mise en place de la solution déjà conçue, selon une planification du temps et des ressources bien déterminée auparavant.

Aussi une autre partie du projet a été consacrée à la mise en place du Projet Gestion de Qualité en faveur du Metro IP, pendant laquelle nous nous sommes appuyés sur les diagrammes de PARETO, les diagrammes Ishikawa pour extraire les causes racines des problèmes, et leurs classifications menant par la suite à un plan d'action. Cette démarche nous a permis de conduire des actions d'améliorations à savoir la génération de documents de sensibilisation des collaborateurs, des actions préventives telles que les formations et le suivi fidèle via l'inspection de qualité.

Ainsi mon stage de fin d'études dure en sa globalité 5 mois, dont le moi prochain sera destiné à poursuivre la validation de la solution Metro IP et la réponse aux appels d'offre de cette solution pour les autres opérateurs. Aussi que le suivi du respect de la politique de qualité pour les différents projets.

Glossaire

A

ATM : Méthode de communication asynchrone. Elle permet le transfert de types de données tels que la voix, les images et les données, en utilisant des paquets de tailles fixes.

B

BTS : station de base, est un équipement qui facilite la communication sans fil entre les équipements utilisateur (UE) et d'un réseau.

C

CAPEX : représentent les dépenses d'investissement, et se réfèrent aux coûts de développement ou de fourniture des pièces non-consommables pour le produit ou le système.

E

Ethernet : Protocole de réseau local défini par la norme iso IEEE 802.3, qui fonctionne à des débits allant de 10 à 1000 Mbits/s.

E1 : Ligne permettant le transfert de données à un débit de 2,048 Mbits/s.

EV-DO: Evolution Data Optimized , correspond à un réseau sans fil haute vitesse qui permettra bientôt aux utilisateurs de téléphones cellulaires d'en faire bien plus qu'ils ne l'ont jamais imaginé. Il permet un téléchargement de données à une vitesse oscillant entre 400 et 700 kbps.

H

HSDPA : High-Speed Downlink Packet Access, est un nouveau protocole pour la téléphonie mobile de données [de transmission](#) . Il est connu comme un 3.5G (G pour génération) de la technologie.

I

IP : Internet Protocole, protocole utilisé sur Internet pour l'établissement des adresses des ordinateurs connectés. L'adresse est actuellement codé sur 4 octets pour l'IPv4 mais passera bientôt à 6 octets pour l'IPv6.

IP RAN : est version simplifiée du Metro IP , permettant de fournir une transmission via IP entre une Node B et un RNC , et entre une BTS et un BSC.

IS-IS: Intermediate System to Intermediate System. C'est un protocole de routage de niveau 2 OSI des protocoles IGP.

L

LTE : Long Term Evolution, l'évolution la plus récente parmi les normes de [téléphonie mobile](#) GSM/[UMTS](#), CDMA2000.

M

Metro IP : Solution reposant sur la transmission de tout type de trafic via IP entre une BTS/Node B et un BSC/RNC ou entre un MSAN et un réseau IP/MPLS.

MSAN : Nœud d'accès multi-service, est un dispositif généralement installé dans un [central téléphonique](#) qui relie les lignes téléphoniques des clients au [cœur réseau](#).

MPLS: Multi Protocol Label Switching, est un procédé grâce auquel des données de niveau 2 du modèle OSI sont transférées dans la couche 3. Mis au point par l'IETF, ce procédé est en fait une technique de gestion des ressources d'un réseau.

N

NodeB : est le matériel connecté au réseau de téléphonie mobile et communiquant directement avec les téléphones mobiles.

NGN : Next Generation Network , le terme désigne le plus souvent le réseau de télécommunications dont l'architecture repose sur un plan de transfert en mode paquet, capable de se substituer au réseau téléphonique commuté et aux autres réseaux traditionnels.

O

OPEX : représentent les dépenses d'exploitation, ce sont les coûts courants pour exploiter un produit, des entreprises, ou un système.

P

PPPoE: PPP over Ethernet, est l'application du PPP à l'Ethernet, par encapsulation des paquets. Il est l'objet d'une description dans la RFC 2516.

PoP : sont les points de collecte régionaux du réseau d'un opérateur. Leur rôle est de centraliser les connexions provenant des [DSLAM](#) régionaux. Ils sont reliés par des liens très haut [débit](#) et font partie de l'[épine dorsale](#) d'un réseau opérateur

S

SDH : Synchronous Digital Hierarchy , norme européenne pour l'architecture des transmissions par fibre optique.

T

T1 : est un standard de lignes de transfert relatives aux données numériques, offrant un débit de 1,544 Mbit/s d'après les standards américains.

Triple Play : est un réseau dans lequel la voix, vidéo et données sont fournis dans un abonnement d'accès unique. Les applications les plus courantes sont [la téléphonie](#) , télévision par antenne collective ([CATV](#)) et l'internet à haute vitesse .

V

VoIP: Une technique qui permet de communiquer par la [voix](#) sur des réseaux [IP](#) que ce soit des [réseaux privés](#) ou [Internet](#).

Annexe :

Annexe 1 : Protocole de routage IS-IS.

L'IS-IS est un protocole à état de liens utilisé à l'intérieur d'un [Autonomous System](#) (AS). Chaque routeur IS-IS distribue des informations sur son état local (interfaces utilisables et accessibles, le coût d'utilisation de chaque interface) à d'autres routeurs utilisant un message Link State PDU (LSP). Chaque routeur utilise les messages reçus à construire une base de données identique qui décrit la topologie de l'AS.

Les routeurs IS-IS maintiennent donc une vue topologique commune grâce à la base de données qui est construite individuellement et ensuite partagée entre tous les routeurs. Les paquets sont transmis par la notion du plus court chemin. Toutefois, l'algorithme utilisé pour calculer les routes est l'[algorithme SPF](#) d'[Edsger Dijkstra](#).

1. Niveaux de routeur :

1.2. Routeur de niveau 1 :

Les routeurs de niveau 1 sont concernés par les réseaux dans le même domaine, ils sont chargés de déterminer le routeur de niveau 2 le plus proche, afin de permettre à un client de se connecter à un réseau externes de sa zone.

La figure ci-dessous illustre le fonctionnement d'un routeur de niveau 1 :

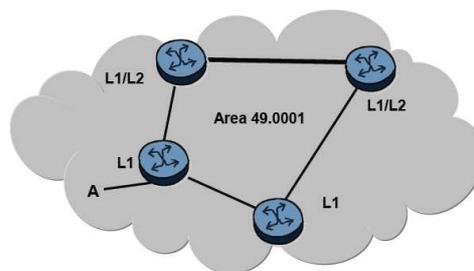


Figure 43 : rôle du routeur L1.

Reste à mentionner que le routeur L1 identifie le chemin en se basant sur l'Area ID et le system ID.

1.2. Routeur de niveau 2 :

Permet d'échanger les informations entre les réseaux de différents Area, il ne communique qu'avec les routeurs de niveau 2 et ceux L 2/1.

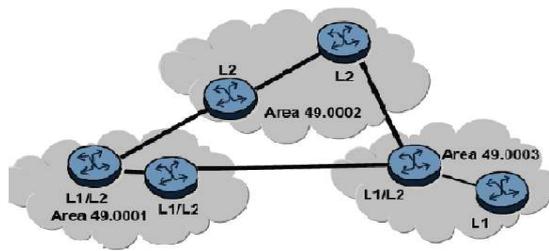


Figure 44: Rôle du routeur L2

2. Adressage de l'IS-IS :

L'IS-IS utilise l'adressage de l'ISO, Chaque adresse identifie un point de raccordement au réseau, similaire à une interface de routeur, elle est appelée toutefois une NSAP. Chaque NSAP représente un service qui est disponible à un nœud.

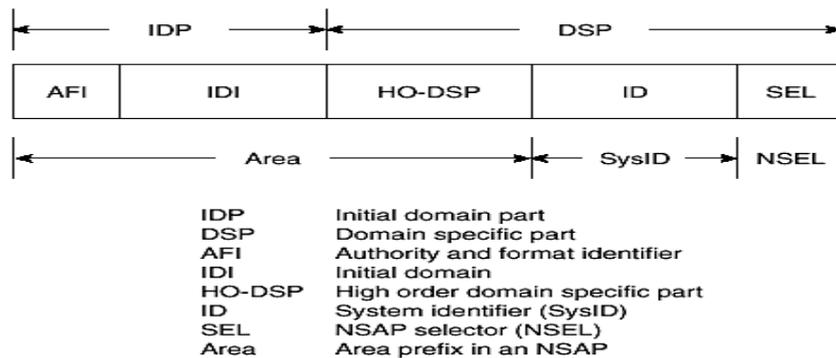


Figure45 : Format de l'adresse NSAP.

Chaque entité du réseau possède une adresse spéciale nommée NET ayant la même structure que le NSAP sauf qu'il possède un n-sélecteur de 00.elle est composé de 20 octet dont les 13 premiers peuvent êtres manuellement configurables.

L'adresse NSAP est divisée en trois parties :

- Area ID : Un champ de longueur variable de 1 à 13 octets, il comprend l'AFI comme octet le plus significatif, et l'ID de la zone. Un AFI de 49 précise que les domaines ont été affectés par une autorité locale au lieu d'être attribué par une autorité nationale ou internationale.

- System ID : Un système d'identification de 6 octets. Cette valeur n'est pas configurable. L'ID système est dérivé de l'ID du système ou l'ID de routeur. Typiquement, cet ID est l'adresse MAC de l'appareil.
- Selector ID : Un ID de sélection d'1 octet qui doit contenir des zéros quand un filet est configuré. Cette valeur n'est pas configurable et elle est toujours à 00.

Dans l'exemple ci-dessous, chaque routeur est identifié par l'ID de sa région, par l'ID du système (basé sur l'adresse MAC) et par le NSEL .à noté que chaque adresse est précédée par la valeur 49 pour indiquer que la structure de l'adresse est définie localement.

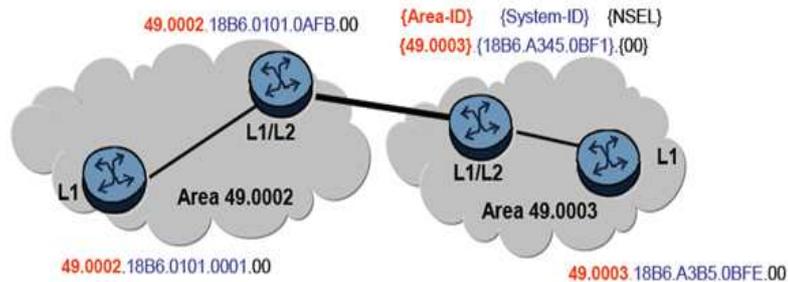


Figure 46 : Exemple d'attribution de l'adresse NSAP.

3. Type de paquet de l'IS-IS :

L'IS-IS n'utilise pas la couche réseau pour échanger des messages. Il utilise toutefois la couche liaison de données pour la formulation et la transmission sur les segments de réseau.

L'entête de l'IS-IS est toujours le même, mais la TLV varie selon le type de la mise à jours envoyé. Le format du paquet utilisé dans l'IS-IS est représenté comme suit :



Figure 47 : format du paquet IS-IS.

3.1. Paquet Hello :

Ce paquet permet d'établir et de maintenir les voisinages entre les IS, ils contiennent plusieurs types dont on peut citer essentiellement :

Hello	Goes from	Goes to	Description
ESH	OSI ES	IS	Attaches ES to IS
ISH	IS	OSI ES	Announces IS
Level 1 IIH	L1 IS	L1 IS	Builds area
Level 2 IIH	L2 IS	L2 IS	Passes Level 2 adjacencies

Tableau 16 : Type de paquet Hello.

- End system hello (ESH): envoyé par un ES afin d'établir une relation avec l'IS.
- Intermediate system hello (ISH) : envoyé par un IS afin de se déclarer présent à un ES
- Intermediate-to-intermediate hello (IIH) : envoyé par un IS afin d'établir une relation avec ses IS voisins.

3.2. Link State PDU :

Généré par des dispositifs de L1 et L2 pour transmettre des informations sur les voisins et les liens LSP sont utilisés pour créer la base de données topologique des dispositifs dans une région.

Un LSP porte toutes les informations de routage dans un réseau IS-IS, il joue toutefois le rôle d'un identificateur pour les routeurs. Lorsque ce dernier crée un nouveau LSP, le numéro de séquence est incrémenté de sorte que les autres soient informés pour qu'ils remplacent les anciennes LSP dans leurs bases de données. Le LSP contient des informations sur tous les réseaux locaux auquel le routeur est connecté et comprend le préfix réseau, le réseau de métrique, et le masque de réseau IP.

3.3. Complete Sequence Number PDU:

Le CSNP sont envoyé périodiquement par le DIS (à un intervalle de 10 secondes par défaut) sur le réseau de diffusion, afin de permettre le contrôle de la distribution des LSP, et la synchronisation des LSDB des routeurs de la même zone. Toutefois il peut être envoyé en mode point to point juste pour la première fois ou une relation de voisinage est établie.

3.4. Partial Sequence Number PDU:

Le PSNP est envoyé par un routeur afin de demander ou de confirmer la bonne réception du LSP, il est toutefois adaptable au x L1 et L2.

Annexe 2 : Protocole de routage BGP.

BGP est un protocole de routage extérieur utilisé pour transmettre des informations de routage entre les AS. Il se concentre sur le contrôle de la propagation de route et la sélection des itinéraires optimaux plutôt que la découverte et le calcul d'itinéraires. Il utilise TCP comme protocole de couche transport. BGP est un protocole de routage de vecteur de distance qui évite l'apparition d'une boucle dans la conception.

Sur un routeur le BGP, fonctionne dans deux modes IBGP (Interne BGP) et EBGP (externe BGP) :

- Si deux pairs qui échangent des messages BGP appartiennent à la même AS, ils sont IBGP, tels que la RTB et la RDT.
- Si deux pairs qui échangent des messages BGP n'appartiennent pas à la même AS, ils sont EBGP, tels que la RTA et RTB.

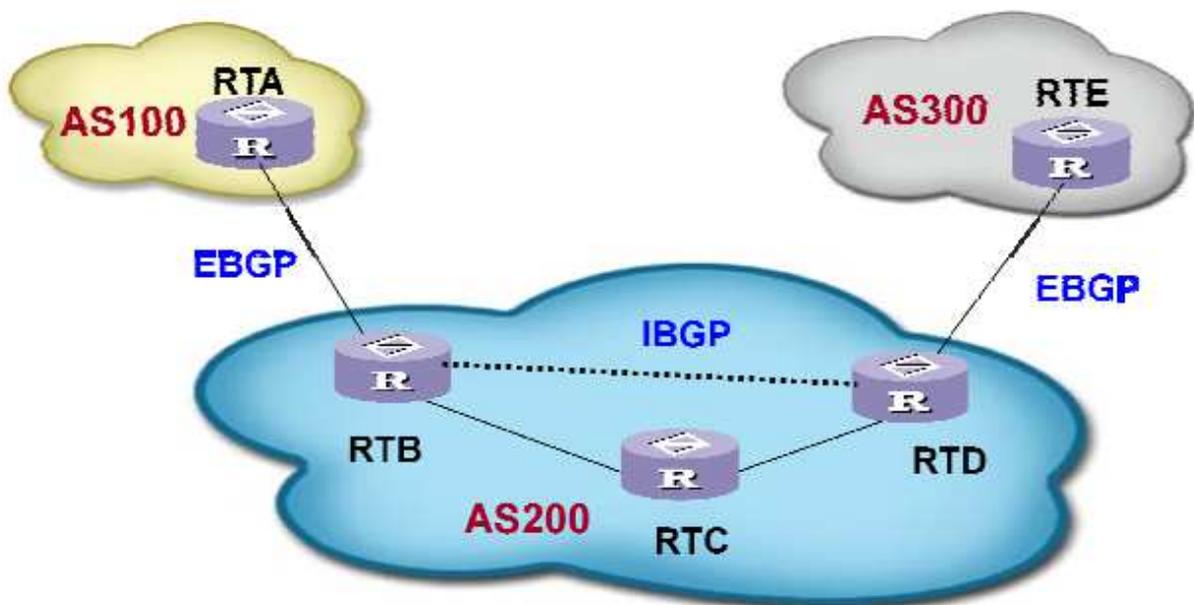


Figure 49 : Mode de fonctionnement du BGP.

Reste à mentionner qu'en BGP deux routeur peuvent être voisins même s'il n'y a pas un lien physique entre eux.

Annexe 3 : Notion de réseau privé virtuel (VPN).

Les réseaux privés virtuels consistent à interconnecter différents sites d'une même entreprise au travers un réseau partagé (appelé overlay) ou d'avoir des connectivités pour joindre par exemple l'Internet. Le VPN est privé au sens où il permet de raccorder uniquement des sites appartenant à une même entité, et virtuel dans le sens où il permet d'émuler sur un réseau partagé la connectivité utilisée pour véhiculer les informations d'un site d'une entité à une autre.

La migration des réseaux TDM, FR, ATM vers un réseau IP/MPLS est possible grâce à la notion de VPN reposant sur la technologie MPLS. La terminologie Layer2 VPN et Layer3 VPN fait référence aux types de trafic transporté sur le VPN. Ainsi un L2VPN permet le transport de données de couche 2 selon la couche OSI (Tableau 17) d'un site à un autre alors qu'un L3VPN transporte des données de couche 3, c'est-à-dire des paquets IP [11].

Niveau		Exemples
3	Réseau	IP (IPv4 ou IPv6)
2	Liaison	Ethernet , PP , HDLC , Frame relay , ATM
1	Physique	Techniques de codage du signal (électronique , radio , laser ...) des informations sur les réseaux physiques

Tableau17 : Couche du modèle OSI

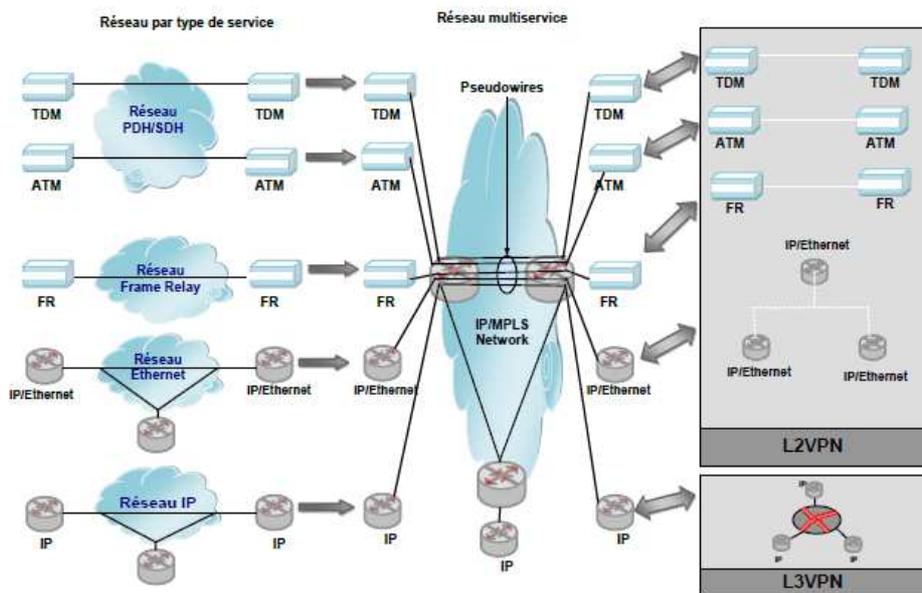


Figure 50: Convergence multiservice via un réseau IP/MPLS.

Historiquement, les services de niveau 2 sont point à point (TDM, ATM, FR, PPP). Cependant et avec les architectures de niveau 2 tel que le VPLS, une connectivité multipoint (diffusion) d'un service LAN (Local Area Network) Ethernet peut être étendue au travers un

réseau IP/MPLS (Figure 50). Les réseaux L2VPN répondent à la demande des clients gérant leurs réseaux internes IP. Dans ce cas, les clients du VPN gèrent leurs informations de routage. Les réseaux L3VPN offrent une connectivité IP entre les sites clients qui suppose une négociation de la part de l'opérateur sur les informations de routage des sites clients.

Un routeur à la périphérie d'un nuage IP/MPLS doit alors être capable d'assurer des fonctions d'interconnexions de niveau 2 (L2VPN) et de niveau 3 (L3VPN). Un service L2VPN repose sur l'usage d'un circuit virtuel appelé le Pseudowire (entre deux équipements à la périphérie du nuage IP/MPLS).

L'encapsulation générée par un VPN de type MPLS. Avant de se focaliser exclusivement sur la partie L2VPN et plus particulièrement sur la notion de Pseudowire, il est important de noter que ces deux services (L2VPN et L3VPN) s'appuient sur un empilement de deux en-têtes MPLS que nous décrivons plus en détail ci-après.

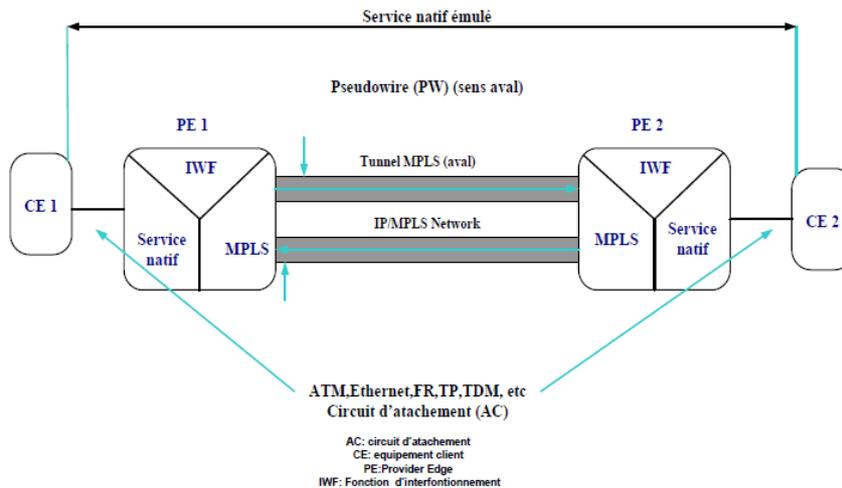
1. L2VPN et pseudowire

Un Pseudowire a pour but d'émuler à travers un réseau de paquets un service natif des couches 1 ou 2 du modèle OSI. Ce service natif repose sur un protocole PDU (Protocol Data Unit unités de donnée protocolaire) que nous transporterons sur le Pseudowire. Le PDU contient toutes les informations nécessaires (données et signalisation) au service.

1.1. Modèle de référence d'un Pseudowire

Le groupe de travail PWE3 nomme les composantes d'une architecture PW de la manière suivante :

- PE (Provider Edge) : équipement en périphérie du nuage IP/MPLS qui fournit l'émulation de service (PW) aux équipements clients.
- CE (Customer Edge) : équipement client connecté au réseau IP/MPLS utilisant le service à émuler. Le CE ne sait pas faire la distinction entre un lien de service natif qui lui permettrait de se connecter avec son CE d'attachement et l'émulation de service offerte par un PW.



- AC (Attachement Circuit) : liaison entre le PE et le CE. Il est nommé circuit d'attachement. Un AC peut être un port physique ou virtuel (FR DLCI, ATM VPI/VCI, port Ethernet, VLAN, lien HDLC, connexion PPP, tunnel MPLS, etc.). Un Pseudowire interconnecte deux AC d'un service donné à travers un réseau PSN.
- IWF (Inter Working Function) : fonction d'interfonctionnement présente au niveau du PE. Elle permet de récupérer le flux de données du service sur le lien AC et de l'encapsuler sur le PW puis inversement. Cette fonction est spécifique au service émulé.

Pour véhiculer les paquets Pseudowire, les PE sont reliés avec un tunnel MPLS. Plus exactement, le tunnel MPLS étant unidirectionnel, ce sont deux tunnels qui sont utilisés pour un PW afin de reproduire les propriétés bidirectionnelles d'un service.

Annexe 4 : Rapport Technique du Site Survey Pour le projet Metro IP

Equipement CX600

Nom du Site :

Region :

Signature des représentants de Maroc Telecom
Sign _____
Name _____
Date _____

Signature des représentants de Huawei Technologies
Sign _____
Name _____
Date _____

1. Information Générale du Site

Information du Site	
Contrat	
Nom Site	
DR	
Date du Survey	
Adresse du Site	
Contact du responsable du Site	Nom
	Tel

2. Information de Survey de la salle d'équipements

1. Espace pour bâtis CX600		
Article	Description	Remarques
Disponibilité du faux - plancher (si oui préciser la hauteur en mm)	<input type="checkbox"/> Oui (hauteur : mm) <input type="checkbox"/> Non	
Mode de câblage	<input type="checkbox"/> Câblage en bas <input type="checkbox"/> Câblage en haut <input type="checkbox"/> Câblage en bas et en haut	
Bâti CX600 à installer	<input type="checkbox"/> CX600-X16 <input type="checkbox"/> CX600-X8 <input type="checkbox"/> CX600-X16 & CX600-X8	
Nombre des bâtis CX600 (bâtis CX600 : 60x80x220 cm)	
Disponibilité d'espace pour bâti (spécifier le nom de la salle d'équipements)	
Besoin en chemin de câble	<input type="checkbox"/> Oui (quantité : m) <input type="checkbox"/> Non	

2. Espace pour bâtis ODF/DDF		
Article	Description	Remarque
Nombre de bâtis ODF/DDF:(60 x 60 x 220cm)	
Disponibilité d'espace (spécifier le nom de la salle d'équipements)	
Type connecteur ODF utilisé par IAM	<input type="checkbox"/> FC <input type="checkbox"/> SC <input type="checkbox"/> LC	
Mise à la terre du bâti ODF/DDF	

3. Départs -48V DC pour bâtis CX		
Article	Description	Remarque
Départs normaux (2x 70A/-48V pour CX600-X8 et 4x 70A/-48V pour CX600-X16, préciser les sources des départs)	
Départs Secours (2x 70A/-48V pour CX600-X8 et 4x 70A/-48V pour CX600-X16, préciser les sources des départs)	

Métrage :

Câble	Longueur	remarques
Fibre optique (Equipement-----ODF)	
Total Câble d'énergie - 48V (la distance depuis l'équipement jusqu'à coffret de distribution doit être < 35m)	
Câble de terre pour équipement	
Câble vers DDF	
Câble Réseau	

Photos :

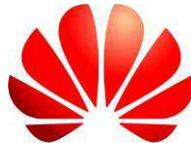
Position des bâtis CX600
 Position du bâti ODF/DDF
 Départs -48V
 PGND bar

Layouts

Layout de la salle d'équipements
 Layout du chemin de Câble

Annexe 5 : Exemple de rapport d'inspection de qualité.

Rapport d'inspection de la qualité



HUAWEI

Huawei Technologies Co., Ltd.

Nom du Site	XXXXXX	
Contrat Huawei N°	XXXXXXXXXX	
Contract Client N°		
Nom du Project	Metro IP	
Nom sous-traitant	SSSSSSSS	
préparé par	Nom: XXXXXX	Tél:
Date de début d'installation	10/05/2011	
Date de fin d'installation	11/05/2011	

Huawei PM ou SE:	Huawei QM	Sous-traitant:
Nom: ID: Date: Signature:	Nom: ID: Date: Signature:	Nom: Date: Signature:

1- Vérifiez l'installation des armoires :

Articles	Résultats (OK/NOK)	Remarques
1. La position de montage de l'armoire est conforme au document de conception technique.	OK	

2. Les composants sont intacts et correctement installé.	OK	
3. La base de l'armoire installée est bien fixée.	OK	
4. L'armoire est hors-plomb à moins de 3 mm. Vous pouvez vérifier l'erreur hors-plomb à l'aide d'un fil à plomb.	OK	
5. Les armoires sont alignées horizontalement, avec la déviation d'alignement de moins de 5 mm.	OK	
6. Les surfaces des cabinets dans une rangée sont au même niveau les uns avec les autres. Les armoires sont placées avec soin.	OK	
7. Les portes d'entrées des armoires peuvent être ouverte et fermée facilement.	OK	
8. Les surfaces du Cabinet sont exemptes de traces de doigts, des rayures et taches.	OK	
9. Les trous de câblage en haut et en bas de l'armoire sont bien étanches (dans le cas des sites outdoor).	OK	
10. Tous les boulons sont correctement installés et fixés. Les rondelles plates et des rondelles ressort sont fixés dans un ordre correct.	OK	
11. Le bracelet antistatique est raccordé à la prise ESD sur le cabinet.	OK	
12. Le reste des accessoires indésirables comme les vis, Les attaches parties ne doit pas laisser en haut et en bas de l'armoire ainsi que à l'intérieur de l'armoire.	OK	
13. Logo de l'opérateur sur la face de l'armoire.	OK	
14. Les faux planchés sont remis à l'état initial après la fin de l'installation et avec aucun manque.	OK	
14. installation de PDF, PDB, Alarm Box, DDF, ODF et MDF.	OK	

2- Installation des câbles d'alimentation et de la mise à la terre.

Articles	Résultats (OK/NOK)	Remarques
1. Les fils nus qui interconnectent les bornes sont enveloppés avec du ruban adhésif ou recouverts avec le tube thermo-rétractable. (Les bornes OT sont faites par une pince hydraulique).	OK	
2. Le câblage des câbles d'alimentation et câbles PGND est bien fait (Alignement, attachement au chemin du câble,..), ce qui facilite la maintenance à la future.	OK	
3. Les câbles d'alimentation et câbles PGND sont intacts, sans aucun joint ou blessure.	OK	
4. La partie excédentaire des câbles d'alimentation et les câbles PGND sont coupés.	OK	
5. Les câbles d'alimentation et câbles PGND sont correctement raccordés (en côté PDF de l'armoire).	OK	

6. Laisser 3cm de distance entre les câbles d'alimentation, câbles PGND, et les câbles de signal à l'extérieur de l'armoire.	OK	
7. Les câbles d'alimentation et les câbles PGND sont acheminés d'une façon droite et parfaitement liés. Stagnation est fournie à la zone de pliage.	OK	
9. Connexions du câble d'alimentation dans les disjoncteurs ou les fusibles sont correctement et très bien relié.	OK	
10. Les étiquettes pour les câbles d'alimentation, câbles PGND, et les commutateurs de distribution d'énergie sont correctes, claires et bien organisées.	OK	
11. Connecteurs hors d'usage sont protégés par les capuchons de protection.	OK	
12. Connecteurs d'alimentation des cartes à l'intérieur du l'armoire sont bien connectés.	OK	
14. La tension d'alimentation Courant Continu et la capacité de la salle d'équipement répondent aux conditions requises pour le fonctionnement correct des équipements.	OK	

3- Installation des câbles des signaux :

Articles	Résultats (OK/NO)	Remarques
1. Tous les câbles de signal passent le contrôle de continuité avant qu'elles soient énoncées.	OK	Confirmer avec ingénieur huawei
2. L'acheminement des câbles de signalisation (fibre, E1,...) est conforme au document de conception technique.	OK	
3. Les câbles de signal sont intacts, non endommagés, pas des points de rupture, ou des articulations.	OK	
4. Les connecteurs des câbles de signal sont propres et intacts.	OK	
5. Les connecteurs sont insérés et les fils de base sont connectés correctement et en toute sécurité.	OK	
6. Les câbles de signaux sont définies sans aucune coupure et la stagnation est fourni à plier les zones.	OK	
7. Les câbles de signalisation ne sont pas fixés ou acheminés sur le filet de dissipation de la chaleur de l'armoire.	OK	
8. Les étiquettes sur les deux extrémités des câbles de signal sont correcte, claire et bien agencée (imprimés et coller à 2 cm du connecteur).	OK	
9. Etiquetage des ODF, MDF, DDF doit être imprimé et collé.	OK	

10. Connecteurs et ports non connectés sont protégés par les bouchons de protection.	OK	
11. Les Connections au côté ODF & DDF & MDF (Huawei ODF or Client ODF) sont bien mises en place.	OK	
12. Les fibres sont correctement installées, de façon fiable (utiliser la gorge pour les fibres sur meuble).	OK	
13. L'arrangement des fibres dans des armoires est bien fait.	OK	
14. Les fibres sont acheminées par des gorges et à l'extrémité de chaque gorge utiliser le scotch pour protéger la fibre.	OK	

4- Sécurité de l'Environnement

Articles	Résultats (OK/NOK)	Remarques
La température et les conditions d'environnement sont normales à l'intérieur de la salle des équipements.	OK	
Nettoyage de site.	OK	

Liste des problèmes et Remarques (joindre des photos s'il y a un problème)
<u>Installation:</u>
<u>Mise en service et intégration (Alarmes, Configuration,...):</u>

5. PHOTOS :



Photo1: L

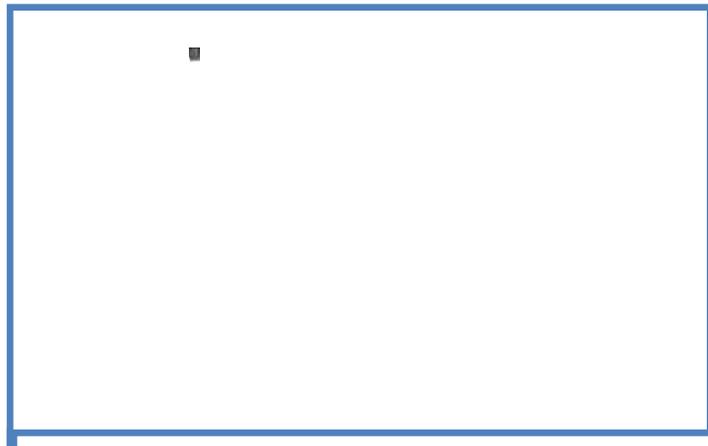


Photo2: L'



Photo 5: Les connections au niveau de l'armoire ou du PDB de Huawei (si appliqué)



Photo 6: Connections des breakers de IA



Photo 9: Armoire (fibre, E1, ...)



Photo 11: Câbles de signaux au niveau de DDF ou ODF ou MDF. (Fibre, E1, synchronisation, ...)

Photo 6: Acheminement du câble d'énergie sous les faux planché ou sur le chemin du câble



Photo 7: Etiquetage



Photo 10: Armoire faux planché

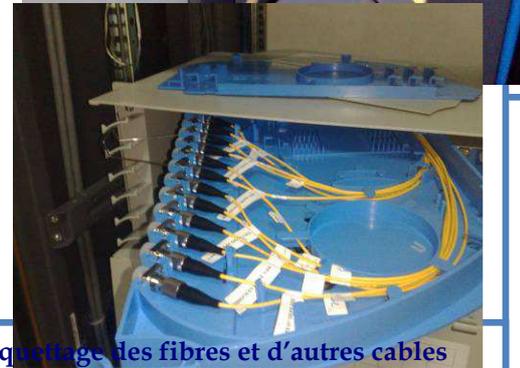


Photo 12: Etiquetage des fibres et d'autres câbles de signal.

Bibliographie :

1. Ouvrage :

- [1] HAWEI CX600 Metro Services Platform Configuration Guide Reliability(V600R002_01).
- [2] Quidway CX600 Metro Services Platform Installation Guide(V200R002C02_06)
- [3] Document interne de Huawei: LLD (Low Level Desein)- Fév 2011.
- [4] CX600 Site Survey Guide (8[1].2)-20091218-B
- [5] CX600 Acceptance Test Guide (V300R006C01_04)-20091216-A
- [6] OptiX PTN 910 Packet Transport Platform of PTN Series Installation Guide (V100R002C01_01)
- [7] OptiX PTN Product Series Acceptance Test Guide(V100_01)-20090803-A
- [8] U2000 User Guide for Quickstep-(V100R001C00_01)-20091009-A
- [9] New Huawei Standards.

2. Webographie:

- [10] <http://www.frameip.com/mpls/>
- [11] <http://www.frameip.com/vpn/>
- [12] <http://www.ietf.org/html.charters/l2vpn-charter.html>.
- [13] <http://www.ietf.org/html.charters/pwe3-charter.html>