

RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention de la

«Licence Appliquée en Sciences et Technologies de l'Information et de
Communication (LASTIC)»

Présenté par :

Amal Ben Hamza & Sarra Torkhani

Titre

**Simulation et développement d'une solution d'automatisation MPLS chez
un fournisseur d'accès internet GlobalNet**

Soutenu le : 30 Juin 2018

Devant le jury :

Président : Mr.(Mme.) Hassen Seddik

Encadreur : Mr.(Mme.) Rim Chérif

Rapporteur : Mr.(Mme.) Chiraz Houaidia

Année Universitaire : 2017 / 2018

Remerciements

Il nous est très agréable d'exprimer notre reconnaissance à toutes les personnes qui nous ont soutenues et encadrées pour réaliser ce travail.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre encadrant Monsieur Abdelkarim Khecherem, technicien réseau à Globalnet pour nous avoir permis de bénéficier de son grand savoir dans la matière, pour sa pédagogie et son aide précieuse.

Nous adressons aussi nos remerciements à notre encadrante Madame Rim Cherif, maître de conférences à l'Iset'Com pour son écoute, son encadrement et sa précieuse contribution à réussir notre projet.

Nous ne manquerons pas l'occasion de remercier toute l'équipe technique pour son aide et ses conseils tout au long du projet.

Finalement, nos vifs remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer ce travail.

Résumé

La gestion du réseau backbone est parmi les fonctions prioritaires auxquelles un fournisseur de service Internet est confronté.

Le travail présenté dans ce rapport traite la mise en œuvre d'une solution interactive qui assure le provisioning, le monitoring et le reporting du réseau MPLS (MultiProtocol Label Switching) de GlobalNet et ses abonnés.

Le projet consiste à développer une application web qui permet de superviser et d'administrer les équipements du backbone MPLS du fournisseur d'accès d'internet Globalnet.

Mots clés : MPLS, VRF, RT, SNMP

Abstract

The management of the backbone network is among the priority functions that an Internet service provider faces. The project addresses the implementation of an interactive solution that provides provisioning, monitoring and reporting to the MPLS network of GlobalNet and its subscribers.

The project consists in developing a web application that allows to supervise and manage the devices of the MPLS backbone of an internet service provider (Globalnet).

Keywords : MPLS, VRF, RT, SNMP

Sommaire

Introduction générale	9
Chapitre1 : Présentation du cadre du projet	3
1.1. Introduction	4
1.2. Organisme d'accueil	4
1.2.1. Présentation générale de la société	4
1.2.2. Le groupe Standard Sharing Software (3S)	4
1.2.3. Garanties entreprises	5
1.2.4. Les différents départements de la société	5
1.3. Etude de l'existant	5
1.3.1. Description de l'existant.....	6
1.3.1.1. Les techniques de communication multi-sites.....	6
1.3.1.2. Méthode actuelle de travail	6
1.3.1.3. Critique de l'existant et problématique	7
1.3.1.4. Solution proposée.....	7
1.3.2. Présentation du projet.....	8
1.3.3. Méthodologie	8
1.3.4. Déroulement du projet.....	9
1.4. Conclusion	10
Chapitre 2: MPLS MultiProtocol Label Switching	11
2.1. Introduction	12
2.2. Etude théorique	12
2.2.1. Multi-Protocol Label Switching.....	12
2.2.1.1. Définition	12
2.2.1.2. Le principe de fonctionnement de MPLS	13
2.2.1.3. Les composants MPLS	13
2.2.1.3.1. Label	13
2.2.1.3.2. Forward Equivalence Class (FEC).....	14
2.2.1.3.3. Label-Switched Paths (LSP).....	15
2.2.1.3.4. Label Edge Router (LER), Label Switching Router (LSR)	15
2.2.1.3.5. Label Information Base (LIB)	15
2.2.1.3.6. Label Distribution Protocol (LDP).....	15
2.2.3. MPLS VPN	15
2.2.3.1. Description de la solution	15

2.2.3.2.	Routeurs P, PE et CE	16
2.2.3.3.	Le protocole de routage MP-BGP	17
2.2.3.4.	Notion de VRF	17
2.2.3.5.	RD (Route distinguishers)	18
2.2.3.6.	RT (Route Targets).....	18
2.2.4.	Vue du marché.....	18
Chapitre 3 : Analyse et spécification des besoins.....		19
3.1.	Introduction	20
3.2.	Expression de besoin	20
3.3.	Les besoins fonctionnels.....	20
3.3.1.	Identification des besoins par utilisateur	20
3.3.1.1.	Administrateurs	20
3.3.1.2.	Commerciaux	21
3.3.1.3.	Clients.....	21
3.3.2.	Identification des besoins par tâche	22
3.4.	Les besoins non fonctionnels	22
3.5.	Diagrammes de cas d'utilisation.....	23
3.6.	Architecture globale	24
3.7.	Gestion des clients	25
3.8.	Supervision.....	26
3.9.	Approvisionnement	27
3.10.	Gestion équipements.....	28
3.11.	Génération de rapports.....	29
3.12.	Conclusion	30
Chapitre 4 : Conception.....		31
4.1.	Introduction.....	32
4.2.	Choix de l'architecture	32
4.3.	Conception détaillée	33
4.4.	Décomposition en package	33
4.5.	Diagrammes de classes	34
4.5.1.	Vue d'ensemble	34
4.5.2.	Vue détaillée.....	36
4.5.2.1.	Gestion utilisateur	36
4.5.2.2.	Gestion client.....	36

4.5.2.3.	Gestion équipement	37
4.6.	Diagrammes de séquence.....	38
4.6.1.	Authentification.....	39
4.6.2.	Gestion client.....	40
4.6.3.	Ajout équipement.....	41
4.6.4.	Ajout VRF.....	42
4.6.5.	Ajout interface	44
4.7.	Conclusion.....	45
	Chapitre 5 : Réalisation	46
5.1.	Introduction.....	47
5.2.	Environnement matériel et logiciel :	47
5.2.1.	Logiciels	47
5.2.2.	Matériels.....	47
5.2.3.	Réalisation de la topologie du réseau MPLS	48
5.2.3.1.	Création de la maquette	48
5.2.3.2.	Configuration	48
5.2.3.3.	Adressage de chaque routeur	48
5.2.3.4.	Modèle des routeurs.....	49
5.2.3.5.	Routage.....	49
5.2.3.6.	Méthodologie d'approche	50
5.2.3.6.1.	Mise en place des VRF sur les PE	50
5.2.3.6.2.	Configuration des interfaces	52
5.2.3.6.3.	Mise en place du protocole intra-nuage	54
5.2.3.6.4.	Mise en place du protocole CE-PE	55
5.2.3.6.5.	Mise en place du protocole MP-BGP.....	55
5.2.3.6.6.	Gestion de la redistribution respective des préfixes.....	56
5.2.4.	L'application G-MPLS	57
5.2.5.	Déploiement.....	62
5.3.	Conclusion.....	63
	Conclusion générale :.....	64
	Annexe.....	66
EVE-NG		67
Langage de programmation : Java		67
Environnement de développement : Eclipse		68

Zkoss.....	68
PostgreSQL.....	68
Netographie.....	72
Glossaire.....	73

Liste des Figures

Figure 1.1 : MPLS au niveau des couches	13
Figure 1.2 : Détail d'un label MPLS	14
Figure 2.1 : Encapsulation pour ATM, Frame Relay, etc...	14
Figure 2.2 : Les différents types de routeurs dans un réseau MPLS VPN	16
Figure 2.3 : Cycle de vie d'un projet avec la méthode XP.....	16
Figure 3.1 : Les actions gérées par un administrateur	21
Figure 3.2 : Les actions exécutées par un commercial	21
Figure 3.3 : Les actions exécutées par un client.....	21
Figure 3.4 : Diagramme cas d'utilisation (architecture globale)	24
Figure 3.5 : Diagramme cas d'utilisation (gérer client).....	25
Figure 3.6 : Diagramme cas d'utilisation (supervision)	26
Figure 3.7 : Diagramme cas d'utilisation (Approvisionner – configurer nouveau client)	27
Figure 3.8 : Diagramme cas d'utilisation (Approvisionner – gérer équipement)	28
Figure 3.9 : Diagramme cas d'utilisation (Générer rapports)	29
Figure 4.1: Interactions entre les couches du design MVC	33
Figure 4.2 : Diagramme de package.....	34
Figure 4.3 : Diagramme de classe global	35
Figure 4.4 : Diagramme de classe « Gestion utilisateur »	36
Figure 4.5 : Diagramme de classe « Gestion client ».....	37
Figure 4.6 : Diagramme de classe « Gestion équipement »	38
Figure 4.7 : Diagramme de séquence (Authentification).....	39
Figure 4.8 : Diagramme de séquence (Gérer client).....	40
Figure 4.9 : Diagramme de séquence (Ajouter équipement).....	41
Figure 4.10 : Diagramme de séquence (Ajout VRF).....	42
Figure 4.11 : Diagramme de séquence (Ajout interface).....	44
Figure 5.1 : Maquette Backbone MPLS	48
Figure 5.2 : Mise en place de la topologie MPLS sur la plateforme EVE-NG.....	50
Figure 5.3 : Implémentation des VRF ClientA et ClientB sur le PE1	51
Figure 5.4 : Implémentation des VRF ClientA et ClientB sur le PE2	52

Figure 5.5 : Configuration des interfaces PE1/CE1A et PE1/CE1B.....	53
Figure 5.6 : Activation du protocole d'échange de label LDP sur les P et les PE	54
Figure 5.7 : Mise en place du routage intra-nuage	54
Figure 5.8 : Configuration des équipements CE	55
Figure 5.9 : Configuration du routage PE/CE	55
Figure 5.10 : Configuration du protocole MP-BGP sur les PE	56
Figure 5.11 : Redistribution des préfixes BGP/OSPF mutuellement sur les PE.....	57
Figure 5.12 : La page d'authentification.....	58
Figure 5.13 : Page d'accueil	58
Figure 5.14 : Création d'un client.....	59
Figure 5.15 : Création d'un Vrf.....	60
Figure 5.16 : Ajout d'un Routeur.....	61
Figure 5.17: Diagramme de déploiement.....	61

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 : Composants du MPLS VPN	16
Tableau 4.1 : Description du digramme de classe.....	36
Tableau 5.1 : Adressage des routeurs MPLS.....	49
Tableau 5.2 : Résumé du routage appliqué.....	49

Introduction générale

Introduction Générale

Au début de l'Internet, la préoccupation majeure était de transmettre les paquets à destination. Ensuite, des mécanismes inhérents au protocole « *Transmission Control Protocol* » (TCP) ont été développés pour faire face aux conséquences induites par les pertes de paquets ou la congestion du réseau. Mais depuis le début des années 1990, la communauté des fournisseurs de services (ISP : Internet service provider) qui administrent l'Internet est confrontée non seulement au problème de croissance explosive mais aussi à des aspects de politique, globalisation et stabilité du réseau.

Par ailleurs, outre ces différents aspects, apparaît une très forte diversification des services offerts. Ainsi de nouvelles applications se développent sur le réseau : téléphonie, vidéoconférence, diffusion audio et vidéo, jeux en réseau, radio et télévision en direct... L'émergence des réseaux privés virtuels (VPN), nécessite également une différenciation de services. La qualité de service de bout en bout apparaît, dans ce contexte, essentielle au succès de ces applications.

Avec l'arrivée de la technologie Multi-Protocol Label Switching (MPLS), un mécanisme de transport de données basé sur la commutation de labels, et les modèles de gestion de la qualité de service une nouvelle approche est considérée pour l'augmentation des performances des équipements réseaux, la gestion et classification de trafic et les VPN, la gestion de qualité de service pour le traitement de la congestion et la garantie de service.

Du point de vue FSI (fournisseur de services Internet), considéré comme le client principal du backbone IP (internet protocol) et la passerelle des utilisateurs Internet et réseaux, un défi est à surmonter : c'est d'assurer une liaison parfaite entre les différents sites géographiquement distant d'un même client à travers le réseau dorsal nommé aussi backbone. Plusieurs solutions existent dont la plus innovante est MPLS VPN. Le service d'interconnexion multi-sites VPN MPLS est une solution de VPN via un réseau privé. Toutes les communications intersites ont lieu en plein cœur du réseau FSI. Par conséquent, les données échangées ne transitent jamais sur le réseau Internet public et sont donc totalement invisibles de l'extérieur. [1]

Ce type des réseaux nécessite une gestion des clients, configuration et supervision continue des équipements du backbone. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet dont le but est de concevoir et réaliser une application permettant la configuration de services liés au backbone IP/MPLS de GlobalNet.

Ce rapport est composé de cinq chapitres. Le premier chapitre présente l'organisme d'accueil ainsi qu'une étude et une critique de la méthode de fonctionnement du service technique. Le deuxième chapitre aborde l'état de l'art, le troisième expose les besoins et les intérêts de la réalisation de notre application. Le quatrième présente la conception et le dernier

Introduction Générale

aborde la réalisation de l'application et les outils utilisés. Le rapport est clôturé par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre1 : Présentation du cadre du projet

1.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter en premier lieu l'organisme d'accueil. En second lieu, nous allons exposer le cadre du projet qui sera décrit et critiqué pour finalement annoncer les objectifs du présent travail.

1.2. Organisme d'accueil

1.2.1. Présentation générale de la société

GlobalNet, fournisseur de services Internet depuis 1997, appartient au groupe à vocation technologique Standard Sharing Software (3S). Appuyée par un large réseau de partenaires de renom comme Cisco, IBM, Novell ou Tivoli, 3S opère dans des secteurs innovants et complémentaires. Fort des plus prestigieuses certifications constructrices, de 300 collaborateurs et d'un chiffre d'affaires de 25 millions de Dinars, filiale du groupe 3S couvre la quasi-totalité des technologies informatiques, réseaux et télécoms.

GlobalNet propose des prestations Internet pour les particuliers et les professionnels des abonnements Internet individuels, des accès spécialisés dédiés aux professionnels (LS, Frame Relay, VSAT), des accès xDSL diversifiés, une offre VPN complète et l'hébergement de serveurs web. GlobalNet cherche sans cesse à satisfaire les besoins de sa clientèle tout en tirant sa singularité d'un contenu rédactionnel riche, diversifié et impartial.

1.2.2. Le groupe Standard Sharing Software (3S)

Navire amiral d'un groupe technologique, 3S est parvenu, au fil de ses 22 ans d'existence, à se positionner en tant que leader sur le marché de l'ingénierie informatique. Dans un contexte rudement compétitif, 3S a su, grâce à son expertise et ses compétences hautement qualifiées (plus de 100 ingénieurs et techniciens sur un effectif de 250 personnes), jouer le rôle de précurseur dans un marché en mutation fulgurante.

Cinq principaux atouts confortent sa position de leader :

- La maîtrise des technologies émergentes ;
- L'expertise technologique labellisée selon les standards internationaux ;
- La couverture technologique étendue permettant d'offrir des solutions de bout à bout ;
- Le support technique basé sur un processus efficace de résolution des incidents ;
- L'assise financière solide qui lui permet de financer ses ambitions.

1.2.3. Garanties entreprises

Avec sa parfaite maîtrise des solutions Internet robustes et hautement performantes ; des technologies sur lesquelles elle a parié depuis 1991, GlobalNet via 3S se trouve bien outillée pour accompagner, sans coup férir, la convergence des réseaux intelligents, voix et données. Aussi, l'alliance stratégique 3S/Cisco Systems leader mondial dans le développement de réseaux IP est un gage de qualité pour la clientèle. Des atouts et non des moindres qui font de GlobalNet, le partenaire idéal pour la réalisation des projets d'entreprises complexes basés sur Internet.

1.2.4. Les différents départements de la société

GlobalNet a bâti sa réputation grâce à son architecture en cascade qui s'appuie essentiellement sur ces trois services :

- Département commercial ;
- Département financier ;
- Département technique.

GlobalNet propose des solutions internet aux particuliers et aux entreprises. En collaboration étroite entre les différents départements, les besoins sont évoqués afin de répertorier les solutions qui seront reproduits sous forme de packs à proposer aux abonnés.

Le département commercial gère la vente et la publicité des produits proposés. Quand au service financier, il est à la charge du suivi des factures et la fidélisation clientèle. Le département technique assure principalement le fonctionnement, la continuité des services et leurs qualités.

1.3. Etude de l'existant

L'étude de l'existant est une phase importante pour bien comprendre le système actuel et définir ses avantages et ses limites. Dans cette partie, nous allons citer ce qui est déployé et les problèmes liés aux nouveaux besoins ensuite la proposition d'une solution qui évitera les obstacles pour évoluer.

1.3.1. Description de l'existant

1.3.1.1. Les techniques de communication multi-sites

Suite aux rachats, regroupements, associations, développements géographiques des sociétés dans le monde, les sociétés sont de plus en plus « multi-sites ».

Dans un souci d'optimisation des coûts et de simplification de leur gestion (sauvegardes, accès aux données, standard téléphonique), ces sociétés choisissent de centraliser leurs serveurs et équipements sur le site qualifié de « principal » pour donner accès aux services de type : logiciels ERP, logiciels métiers, téléphonie. [2]

Cette centralisation passe alors par une interconnexion des sites en réseau VPN. Face à la demande en forte croissance des VPN, les opérateurs télécoms proposent généralement aux sociétés deux types de solutions : la première reposant sur le protocole IPSec (Internet Protocol Security), qui privilégie la sécurisation des flux d'informations par encryptage des données, la seconde s'adossant à la norme MPLS qui gère les problèmes de qualité de service et de priorisation des flux.

Tandis que le VPN IPSec utilise l'accès internet de chaque site pour communiquer via la toile Internet, Le VPN MPLS est un VPN Privé qui ne sort pas sur Internet (d'où une meilleure sécurité). Il est maîtrisé par un seul opérateur et traverse un nombre limité de serveurs maîtrisés par l'opérateur lui-même. Ce mode de transport a de nombreux avantages, il permet entre autres de donner des priorités sur des flux (plan de QoS : qualité de service) comme la téléphonie et de superviser (via une interface) ceux-ci de bout en bout. [2]

Dans le cadre de ce projet, nous avons simulé un réseau dorsal d'un FSI (Globalnet) offrant le service MPLS VPN pour deux clients différents disposant chacun de deux sites géographiquement distants.

1.3.1.2. Méthode actuelle de travail

Grâce à une expertise composée de plusieurs techniciens et ingénieurs, le service réseaux et sécurité du département technique assure les fonctionnalités d'interconnexion entre les différents POP (Point Of Presence ou Point de présence opérateur) composant le backbone et les clients qui y sont adhérents. Le groupe est composé de trois unités qui interviennent lors des installations, des mises à jour, des maintenances et des problématiques liées au réseau dorsal et celui des abonnés. Ci-dessous une description des tâches exécutées par chaque unité.

- L'équipe de déplacement : elle s'occupe de la première mise en marche de la solution proposée et des phases de maintenance en intervenant directement chez les abonnés.
- L'équipe du backbone : constituée exclusivement d'ingénieurs certifiés qui gèrent principalement l'installation et la maintenance du réseau central ceci en se déplaçant ou bien en intervenant à distance aux équipements de ses différents POP.
- Support technique : c'est le support d'assistance dédié aux abonnés ayant des solutions mis en production. Cette équipe traite les réclamations et les demandes de la clientèle et assure le suivi des escalades selon des méthodes appropriées à GlobalNet via l'outil Microsoft CRM.

1.3.1.3. Critique de l'existant et problématique

Une fois le client contracte son pack MPLS auprès de GlobalNet, l'équipe commerciale l'enregistre au niveau de la base clientèle et active ses contrats et ses sites. Ensuite, l'équipe technique le prend en charge et intervient pour mettre en marche la solution proposée.

L'ajout des différents services du nouvel abonné se déroule en deux phases qui se résument par l'installation du matériel client et la configuration des équipements du backbone.

Ces manipulations sont réalisées par les techniciens et ingénieurs de GlobalNet manuellement : routeur par routeur, ce qui donne un processus lent.

L'opération étant délicate, il y a un risque que des erreurs humaines surviennent. Ce qui serait une énorme perte de temps et d'énergie. Aussi, il n'y a aucune traçabilité de l'historique des manipulations exécutées au niveau des différents équipements.

1.3.1.4. Solution proposée

Notre projet consiste à concevoir et réaliser une application permettant la configuration de services liés au backbone IP/MPLS de GlobalNet afin de diminuer la perte de temps et d'automatiser le plus possible le processus. Autrement dit notre but est de concevoir et développer une application d'administration et de supervision des équipements du backbone FSI et clients.

Ainsi GlobalNet a besoin d'une solution qui :

- Soit performante ;
- Respecte les principes des Interfaces Homme/Machine (IHM) tels que l'ergonomie et la fiabilité ;
- Réduit la configuration manuelle des équipements (CLI) ;

- Réduit le temps des interventions de configuration et de maintenance ;
- Automatise au maximum les tâches lentes ;
- Soit évolutive et paramétrable ;
- Soit interopérable avec les solutions existantes.

1.3.2. Présentation du projet

Notre projet consiste à développer une application web qui permet de superviser et d'administrer les équipements d'un backbone MPLS du fournisseur d'accès d'internet GlobalNet. Dans le but d'apporter les fonctionnalités attendues qui ont été évoquées dans le chapitre précédent, cet outil permettra à GlobalNet de gérer aisément son réseau dorsal.

1.3.3. Méthodologie

Dans le but d'optimiser le développement de notre application et son déploiement il serait préférable de suivre une méthodologie bien précise. La discipline de gestion des projets comporte deux grandes branches de méthodologie, les méthodes classiques (ou Séquentielle) et les méthodes agiles.

Nous avons choisi une méthodologie basée sur une approche agile qui est XP (eXtreme Programming) qui repose sur trois valeurs :

- **Communication** : l'effort de communication entre les différents intervenants est indispensable pour atteindre l'objectif commun. Nous devons privilégier la communication directe, dans le recueil et la clarification des besoins, dans la planification des itérations, dans la répartition et l'exécution des travaux.
- **Simplicité** : la solution la plus simple est la meilleure pour atteindre les objectifs ; grâce à cette simplicité, l'application pourra évoluer facilement, si nécessaire. La simplicité est applicable au client dans la définition de ces besoins, dans le choix des outils et du processus.
- **Feedback** : le retour d'information est essentiel pour valider le fait que le projet est sur la bonne voie : tests unitaires pour valider le fonctionnement du code, intégration continue pour détecter des anomalies, tests fonctionnels pour valider la conformité aux besoins, livraisons fréquentes..., autant de pratiques qui rendent plus aisées les adaptations éventuelles, sans attendre le terme du projet.

XP propose un cycle de développement itératif incrémental, qui fusionne les trois phases de conception, de réalisation et de test pour chaque itération du logiciel à réaliser.

Chapitre 1 : Présentation du cadre du projet

L'image ci-dessous montre le Cycle de vie d'un projet avec la méthode XP.

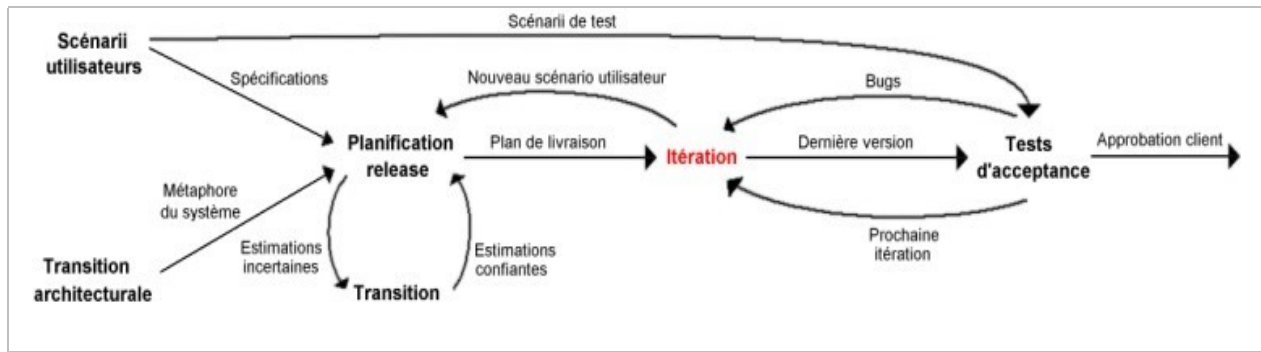


Figure 1.1 : Cycle de vie d'un projet avec la méthode XP

1.3.4. Déroulement du projet

La réalisation de ce projet a nécessité un certain nombre de tâches à savoir : une documentation, une étude de l'existant, la spécification de nos besoins fonctionnels et non fonctionnels, la conception des différentes tâches de notre prototype, l'implémentation de l'approche choisie, l'évaluation de cette dernière par la réalisation de tests et finalement la rédaction du rapport. La répartition du travail est décrite dans le chronogramme de la figure ci-dessous :

Mois	Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet	
Semaines	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4	1-2	3-4
Etat de l'art		■	■									
Spécification			■	■								
Conception					■	■	■	■	■			
Rapport			■	■			■	■	■	■		
Documentation	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Réalisation				■	■	■	■	■	■	■	■	

Figure 1.2 : Digramme de Gantt

Ce digramme représente l'enchaînement des étapes par lesquelles est passé notre projet.

1.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la société GlobalNet, ensuite nous avons effectué une analyse de l'existant qui a permis d'avoir une idée de la structure fonctionnelle par rapport à l'innovation que nous souhaitons apporter.

Chapitre 2: MPLS MultiProtocol Label Switching

2.1. Introduction

Au cours de ces dernières années, la multiplication des réseaux d'accès a marqué l'évolution des réseaux de télécommunications. Cette dernière a conduit vers une réelle convergence des services fournis aux utilisateurs, quels que soient les modes d'accès. Cette convergence donne aux utilisateurs la possibilité d'un accès permanent à une multiplicité de services, quel que soit leur emplacement et le média utilisé. Le réseau de demain sera ainsi une interconnexion de réseaux d'accès hétérogènes permettant d'accéder, via des cœurs de réseaux IP/MPLS, à un grand nombre de services universels.

2.2. Etude théorique

Dans ce qui suit, nous étudierons les notions théoriques de MPLS et MPLS VPN. Le MPLS prend l'avantage sur les autres choix de connectivité dans les réseaux étendus par sa fiabilité et sa qualité de service, un routage sous-traité et une interconnectivité sans contraintes.

2.2.1. Multi-Protocol Label Switching

2.2.1.1. Définition

Multi-Protocol Label Switching (MPLS) est un protocole normalisé par l'IETF (Internet Engineering Task Force). Il assure les fonctions suivantes : [4]

- Il spécifie les mécanismes pour administrer les flux de trafic des plusieurs types, comme les flux entre des matériels différents, des machines différentes ou même entre des applications différentes
- Il est indépendant des protocoles des couches 2 et 3 (voir figure 1).
- Il interagit avec des protocoles de routage existant, comme RSVP (Resource Reservation Protocol) et OSPF (Open Shortest Path First).
- Il supporte les couches de niveau 2 des réseaux IP, ATM, et Frame Relay.

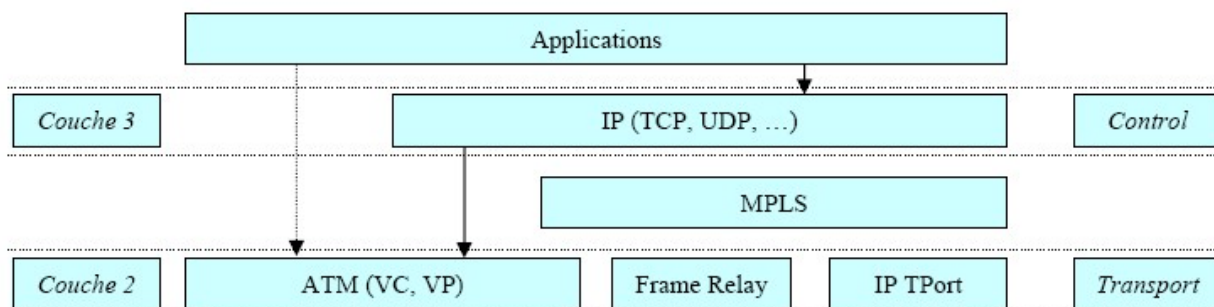


Figure 2.1 : MPLS au niveau des couches [3]

2.2.1.2. Le principe de fonctionnement de MPLS

MPLS est une technologie orientée connexion basée sur la commutation de labels. Cela repose sur la transmission de données selon des LSP et des FEC transitant dans des LER et des LSR gérés par des LIB provenant des LDP.

Les LSR et LER sont les éléments physiques utilisés dans un réseau MPLS. Le premier et le dernier routeur appelés routeurs d'extrémités sont les LER alors que les LSR désignent tous les routeurs se trouvant au cœur du réseau MPLS. Les LER peuvent être connectés à un ou plusieurs réseaux de sortie différents tels qu'ATM, Frame Relay ou Ethernet et ils jouent un rôle fondamental dans l'assignation et la suppression des labels au niveau du trafic entrant et sortant d'un réseau MPLS.

2.2.1.3. Les composants MPLS

2.2.1.3.1. Label

Un label identifie le chemin que le paquet doit suivre. Un label est transporté ou encapsulé dans l'en-tête de niveau 2 du paquet. Le routeur qui le reçoit examine le paquet pour déterminer le saut suivant selon son label. Une fois qu'un paquet est labellisé, le reste de son voyage est basé sur la commutation de labels. Les valeurs du label ont simplement une signification locale. Ces valeurs peuvent d'ailleurs directement déterminer un chemin virtuel (DLCI en Frame Relay ou VCI et VPI en ATM). [4]

Le format générique d'un label est illustré par la figure ci-dessous. Le label peut aussi se situer dans l'entête de la couche 2, ou entre les couches 2 et 3. [4]

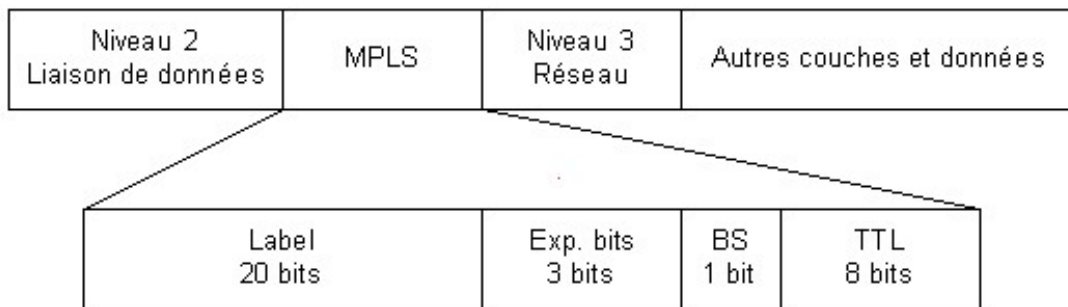


Figure 2.2 : Détail d'un label MPLS [4]

- Label (20 bits) : Valeur du label.
- Exp.bits (Cos) (3 bits) : classe du service du paquet.
- BS : indicateur de fin de pile (égal à 1 s'il s'agit du dernier label).
- TTL (8 bits) : durée de vie du paquet (évite les doublons)

Principe d'encapsulation pour les autres modes de transport (ATM, Frame Relay, etc.)

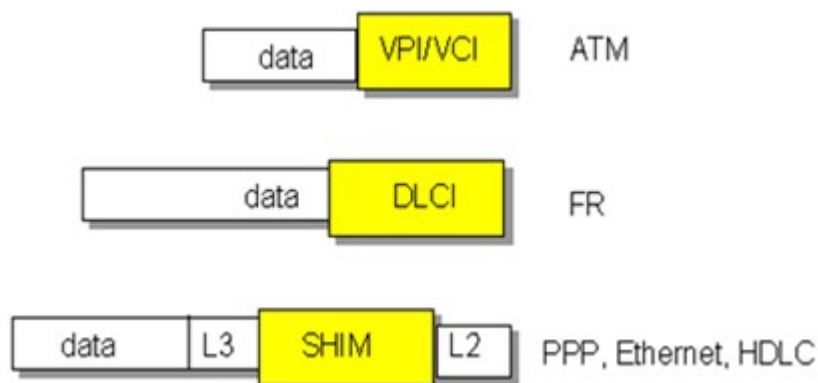


Figure 2.3 : Encapsulation pour ATM, Frame Relay, etc... [5]

2.2.1.3.2. Forward Equivalence Class (FEC)

Parler de commutation d'étiquettes est vraiment pertinent, car il s'agit de marquer (taguer) les trames IP afin qu'elles soient identifiées à chaque nœud du réseau. Dans leur définition la plus stricte, ces étiquettes sont considérées comme un identifiant d'une longueur déterminée, utilisées pour repérer à quelle classe appartient le paquet. L'étiquette placée sur le paquet représente le Forwarding Equivalence Class (FEC) auquel il appartient, c'est-à-dire un ensemble de paquets ou trames dont le traitement sera identique. Ainsi, les paquets appartenant à la même FEC

emprunteront le même chemin dans un domaine MPLS. Cette opération est réalisée une seule fois à l'entrée du réseau.

2.2.1.3.3. Label-Switched Paths (LSP)

Les LSP sont une séquence de labels (ou étiquettes) insérés entre les niveaux 2 et 3 de la couche OSI dans les paquets à transmettre. Il est unidirectionnel, ce qui signifie que le trafic de retour devra utiliser un autre LSP.

2.2.1.3.4. Label Edge Router (LER), Label Switching Router (LSR)

Dans un réseau MPLS, les paquets entrants se voient attribués un label par un routeur spécialisé de type LER (Label Edge Router), ils peuvent supporter plusieurs ports connectés à des réseaux différents (ATM, Frame Relay ou Ethernet).

Ensuite, les paquets sont envoyés par un chemin défini, le long duquel chaque routeur haut débit situé au cœur d'un réseau MPLS de type LSR (Label Switching Router) effectue des décisions selon le contenu du label.

2.2.1.3.5. Label Information Base (LIB)

Chaque LSR se construit une table pour savoir comment un paquet doit être transmis. Cette table est appelée la base d'information sur les labels (LIB).

2.2.1.3.6. Label Distribution Protocol (LDP)

LDP est un protocole permettant d'apporter aux LSR les informations nécessaires d'association des labels dans un réseau MPLS. Il est également utilisé pour associer les labels aux FEC, ce qui crée des LSP. [4]

2.2.3. MPLS VPN

2.2.3.1. Description de la solution

La technologie MPLS VPN représente une nouvelle alternative pour connecter les fournisseurs de service Internet au backbone d'un opérateur de télécommunication. Certes, les avantages procurés par cette solution au niveau de la séparation des tables de routage, diminution de charge de traitement dans le CPU des routeurs et recouvrement d'adresse font d'elle la meilleure solution adaptée aux exigences des ISP.

MPLS/VPN fournit une méthode de raccordement de sites appartenant à un ou plusieurs VPN, avec possibilité de recouvrement des plans d'adressage IP pour des VPN différents.

Architecture MPLS VPN

2.2.3.2. Routeurs P, PE et CE

Une terminologie particulière est employée pour désigner les routeurs (en fonction de leur rôle) dans un environnement MPLS / VPN [6] :

Routeur	Acronyme	Fonction
P	Provider / LSR	Ils composent le cœur du backbone MPLS
PE	Provider Edge / LER	Ils sont situés à la frontière du backbone MPLS Ils ont une ou plusieurs interfaces reliées directement à des routeurs clients
CE	Customer Edge	Ce sont les routeurs clients

Tableau 2.1 : Composants du MPLS VPN

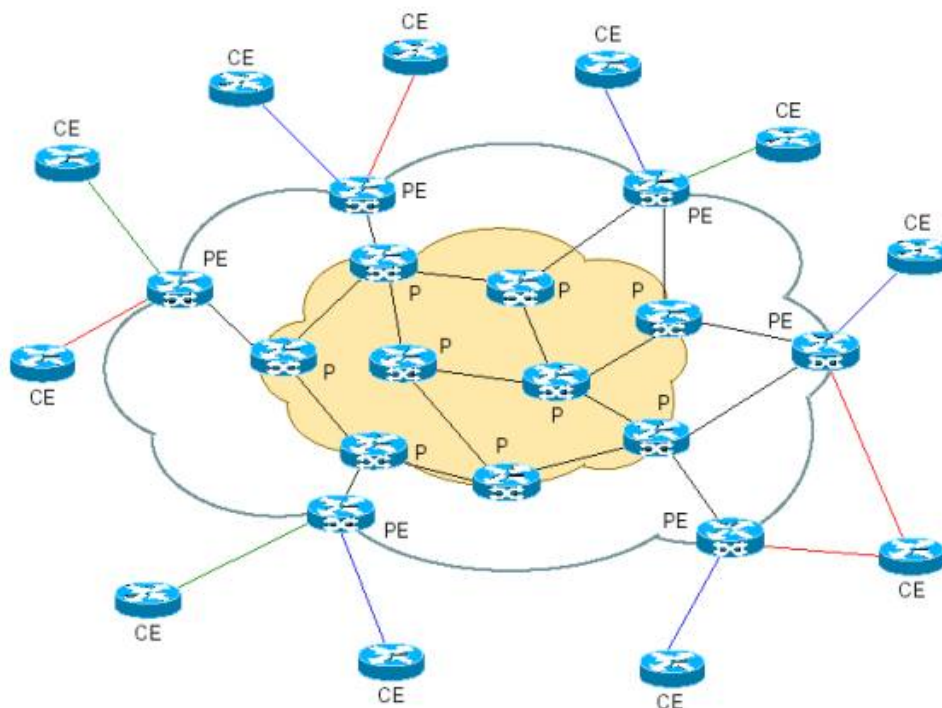


Figure 2.3 : Les différents types de routeurs dans un réseau MPLS VPN

2.2.3.3. Le protocole de routage MP-BGP

BGP (*Border Gateway Protocol*) est un EGP (*Exterior Gateway Protocol*). Il est utilisé pour connecter des systèmes autonomes différents grâce à ses fonctions et ses capacités avantageuses :

- Échange des routes (du trafic) entre organismes indépendants : Opérateurs et gros sites mono ou multi connectés.
- Une importante scalabilité : supporte un large nombre de routes.
- Etre indépendant des IGP utilisés en interne à un organisme.
- Supporter un passage à l'échelle (de l'Internet).
- Minimiser le trafic induit sur les liens.
- Donner une bonne stabilité au routage.

MP-BGP (MultiProtocol BGP) est une extension de BGP lui permettant de supporter d'autres familles d'adresses qu'IPv4 comme VPNv4. [7]

2.2.3.4. Notion de VRF

Une VRF (*VPN Routing and Forwarding*) est une table contenant un ensemble de sites avec des exigences de connectivité identique. La notion même de VPN implique l'isolation du trafic entre sites clients n'appartenant pas aux mêmes VPN. Pour réaliser cette séparation, les routeurs PE ont la capacité de gérer plusieurs tables de routage grâce à la notion de VRF (*VPN Routing and Forwarding*).

Une VRF est constituée d'une table de routage, d'une FIB (*Forwarding Information Base*) et d'une table CEF spécifique, indépendante des autres VRF et de la table de routage globale. Chaque VRF est désignée par un nom sur les routeurs PE. [7]

Les noms sont affectés localement, et n'ont aucune signification vis-à-vis des autres routeurs.

La structure de données associée avec la VRF est la suivante :

- Les tables de routage IP.
- La table FIB.
- Un ensemble de règles et de paramètres pour les protocoles de routage.
- Liste des interfaces qui utilisent cette VRF.
- Route distinguisher.

- Ensemble des RT importé et exporté.

2.2.3.5. RD (Route distinguishers)

Avec le déploiement d'un seul protocole de routage (BGP), un important enjeu apparaît : comment BGP propage plusieurs préfixes identiques provenant de différents clients entre les routeurs PE ? Pour remédier à ce problème l'utilisation d'un préfixe supplémentaire de 64 bits appelé *route distinguishers* (RD) est nécessaire pour convertir la non unique adresse IP version 4 du client de 32 bits en une adresse VPNv4 unique de 96 bits. Les adresses VPNv4 sont échangées seulement entre les routeurs PE. Elles ne sont jamais utilisées entre les routeurs CE.

La seule fonction d'un RD est de permettre le recouvrement d'adresse. Il est configuré uniquement au niveau des routeurs PE et non visible pour les sites clients. Une simple topologie VPN exige l'utilisation d'un seul RD par client (VPN). Pour des topologies VPN complexes, où le site client fait partie et participe dans multiple VPN, un autre paramètre est nécessaire.

2.2.3.6. RT (Route Targets)

Le RD permet de garantir l'unicité des routes VPNv4 échangées entre PE, mais ne définit pas la manière dont les routes vont être insérées dans les VRF des routeurs PE.

L'import et l'export des routes sont gérés grâce à une communauté étendue de BGP (*Extended Community*) appelée RT (*Route Target*). Les RT ne sont rien de plus que des sortes de filtres appliqués sur les routes VPNv4. Chaque VRF définie sur un PE est configurée pour exporter ses routes suivant un certain nombre de RT.

2.2.4. Vue du marché

Afin de gérer son réseau MPLS, il est possible d'intégrer des outils spécialisés et qui sont proposés sur le marché international tels que Cisco ISC, WebNMS MPLS Management Solution ou bien EMC MPLS MANAGER. Ces logiciels sont gérés par leurs propriétaires et sont payants.

Il est plus intelligent pour un fournisseur d'accès internet d'exploiter ses ressources afin de développer une solution personnalisée, qui répond exactement à ses besoins et qui soit moins coûteuse.

2.3. Conclusion

Nous venons de présenter les notions théoriques concernant l'architecture MPLS et MPLS VPN. Nous avons décrit les composants et les modes de fonctionnement de ces solutions.

Dans le chapitre qui suit nous allons spécifier les besoins fonctionnels de notre projet.

Chapitre 3 : Analyse et spécification des besoins

3.1. Introduction

L'application G-MPLS est une application web qui englobe plusieurs fonctionnalités jouant le rôle d'interfaçage entre les différents équipements réseau et l'utilisateur. Le présent chapitre définit les besoins et les intérêts de la réalisation de notre application et décrit sa structure utilisant des diagrammes UML.

3.2. Expression de besoin

L'objectif de ce projet est la réalisation d'une application qui permet de superviser et gérer les équipements du backbone MPLS et des clients.

Dans ce qui suit nous présenterons d'une manière détaillée les besoins fonctionnels et non fonctionnels :

3.3. Les besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels ou bien les besoins métiers représentent les actions que le système doit exécuter et il ne devient opérationnel que s'il les satisfait. Ces besoins émanent généralement des utilisateurs du système. Ci-dessous une description répartie par acteur et une autre par tâches exécutées.

3.3.1. Identification des besoins par utilisateur

3.3.1.1. Administrateurs

Les tâches exécutées par les administrateurs sont :

- Gestion utilisateur
- Approvisionnement (Provisioning)
- Supervision (Monitoring)
- Communication des données (Reporting)

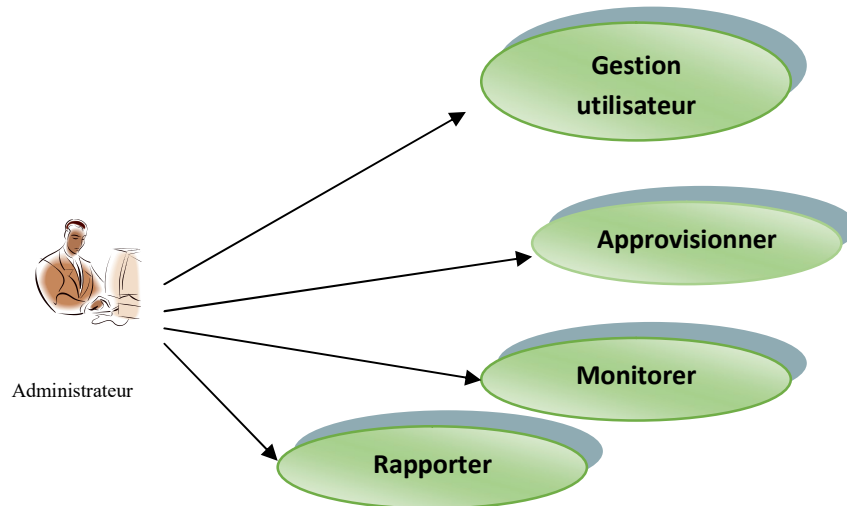


Figure 3.1 : Les actions gérées par un administrateur

3.3.1.2. Commerciaux

La tâche effectuée par les commerciaux est la gestion des clients.

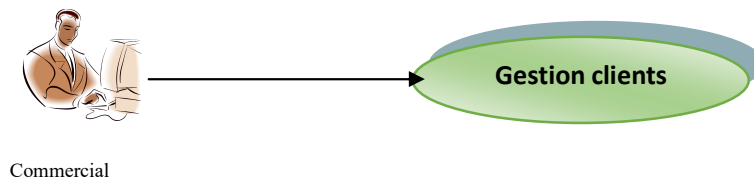


Figure 3.2 : Les actions exécutées par un commercial

3.3.1.3. Clients

Le client exécute seulement le reporting (accès juste aux informations qui le concerne).

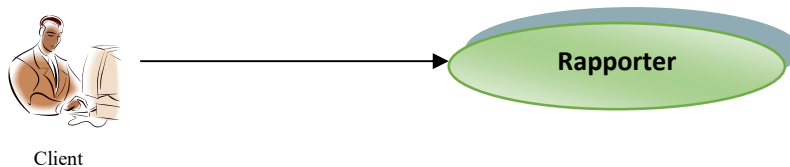


Figure 3.3 : Les actions exécutées par un client

3.3.2. Identification des besoins par tâche

Notre système doit permettre :

- ✓ Afficher les informations liées aux abonnés ;
- ✓ Répertorier les contrats et les sites des clients ;
- ✓ Indiquer le statut des contrats liés à chaque client ;
- ✓ Configurer tout équipement du réseau backbone (interface, VRF, RD, RT...) ;
- ✓ Gérer les droits d'accès à l'application ;
- ✓ Insérer des copies de configuration des équipements gérés ;
- ✓ Sauvegarder les paramètres d'accès des équipements ;
- ✓ Enregistrer les fichiers logs des différentes actions élaborées via l'application ;
- ✓ Extraire des statistiques ;
- ✓ Générer des rapports de suivi ;
- ✓ Superviser les équipements.

3.4. Les besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels sont, par définition, toutes les spécifications qui n'expriment pas une fonction du système.

Ces spécifications sont les suivantes :

- **Interopérabilité :**

Le système doit intégrer des outils existants qui sont hétérogènes.

- **Performance :**

Le système doit être performant surtout quand il y a un nombre assez important de requêtes.

- **Comptabilité :**

Le système à développer doit tenir compte de l'hétérogénéité des plates formes utilisateurs (navigateurs différents).

- **Maintenance :**

Le code doit être facile à maintenir pour des raisons de réutilisation et/ou de modification.

- **Interface Homme-Machine :**

L'application doit présenter une interface conviviale, simple et claire qui permet de fournir l'ensemble des informations utiles.

- **Sécurité**

Le système et les données générées par l'application doivent être protégés contre toutes utilisations non autorisées en limitant l'accès à ces données juste aux utilisateurs qui sont permis.

- **La réutilisation du code**

Nous avons utilisé le langage Java pour garantir la portabilité et la réutilisation du code.

3.5. Diagrammes de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Un cas d'utilisation représente une unité discrète d'interaction entre un utilisateur (humain ou machine) et un système.

3.6. Architecture globale

Ce diagramme représente les différents types d'utilisateurs et leurs interactions avec l'application.

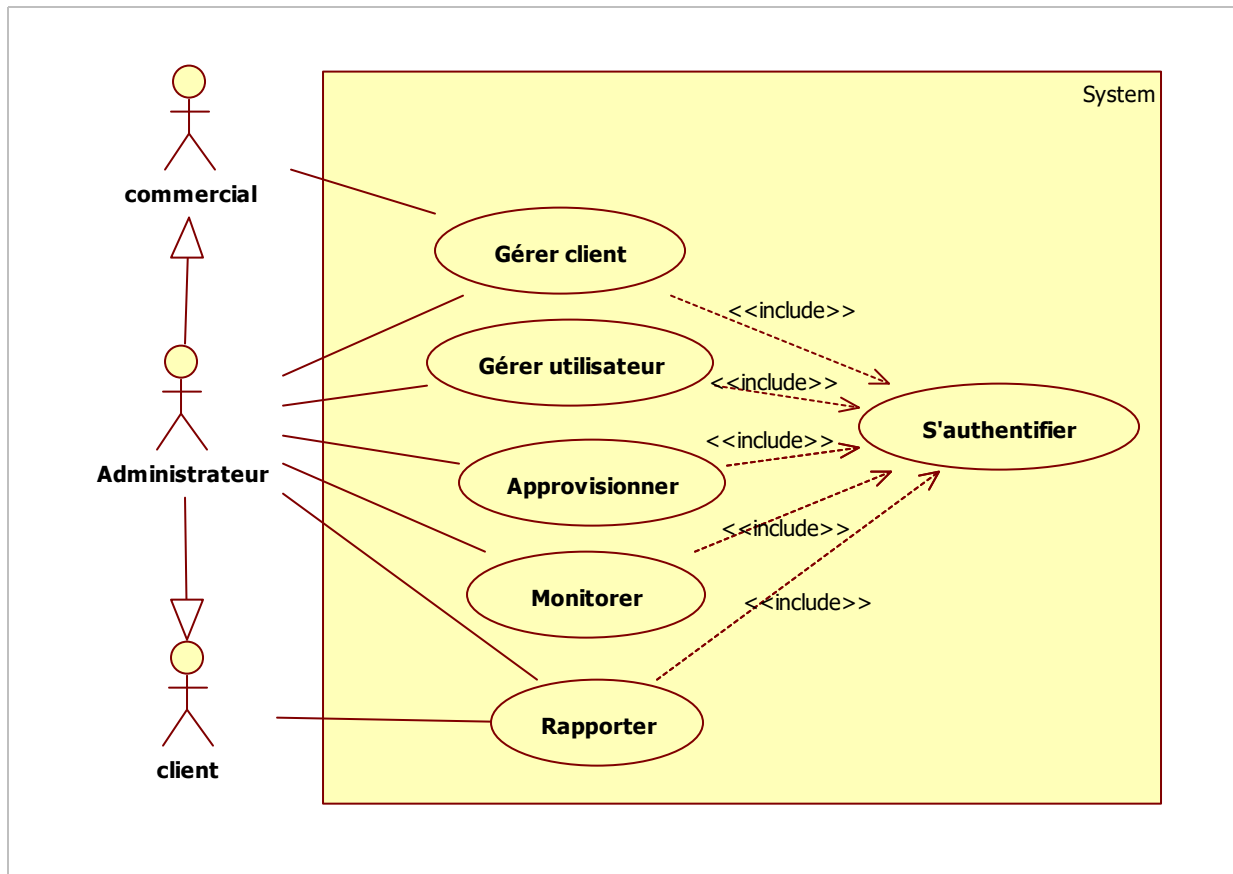


Figure 3.4: Diagramme cas d'utilisation (architecture globale)

Scénario :

Après authentification un utilisateur peut avoir le rôle d'un administrateur, un commercial ou un client.

- Un commercial peut gérer les clients implicitement leurs contrats et leurs sites.
- Un client peut faire le reporting.
- Un administrateur est le super utilisateur de l'application, il gère toutes les fonctionnalités de l'application. Il maintient les droits d'accès à G-MPLS, il assure aussi l'approvisionnement et la suppression.

3.7. Gestion des clients

Ce diagramme représente les opérations en relation avec la gestion des clients

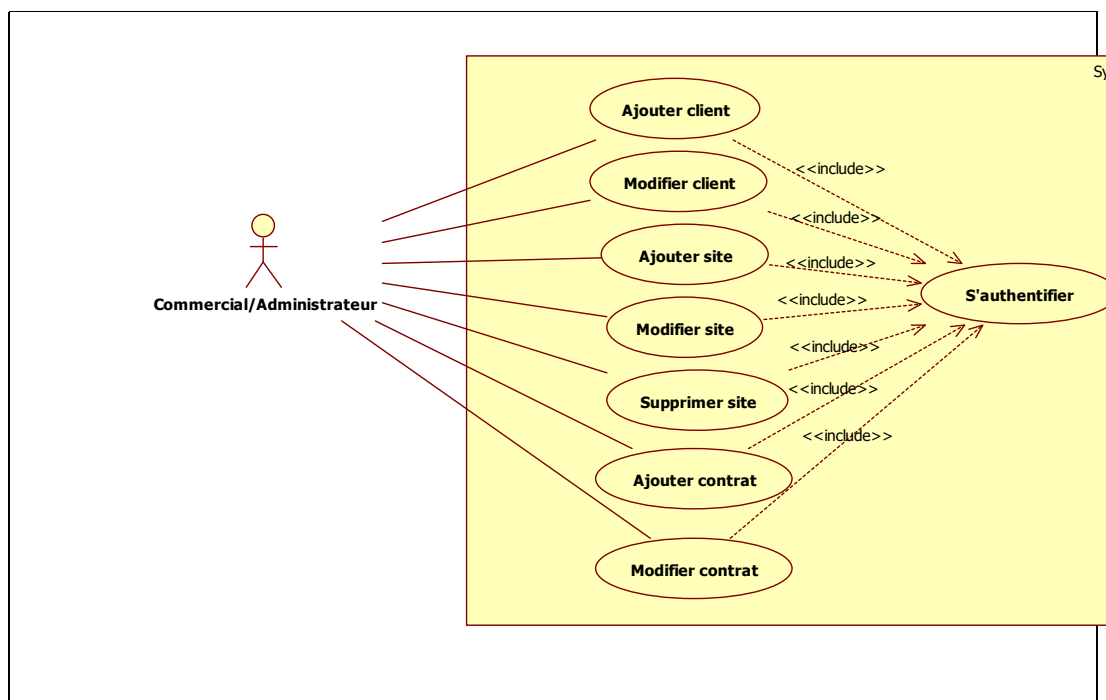


Figure 3.5 : Diagramme cas d'utilisation (gérer client)

Cas d'utilisation	Gérer client
Acteur	Administrateur, commercial
Pré-condition	S'authentifier
Post-condition	Le site et le contrat ne peuvent être créés que suite à la création du client
Description du scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accès à l'application. 2. Créer, modifier, suspendre et afficher les détails d'un client 3. Créer, modifier, supprimer les sites d'un client 4. Créer et modifier contrat d'un client
Exception	Le système affiche un message d'erreur lors d'une recherche erroné ou format d'insertion de champ illégal.

3.8. Supervision

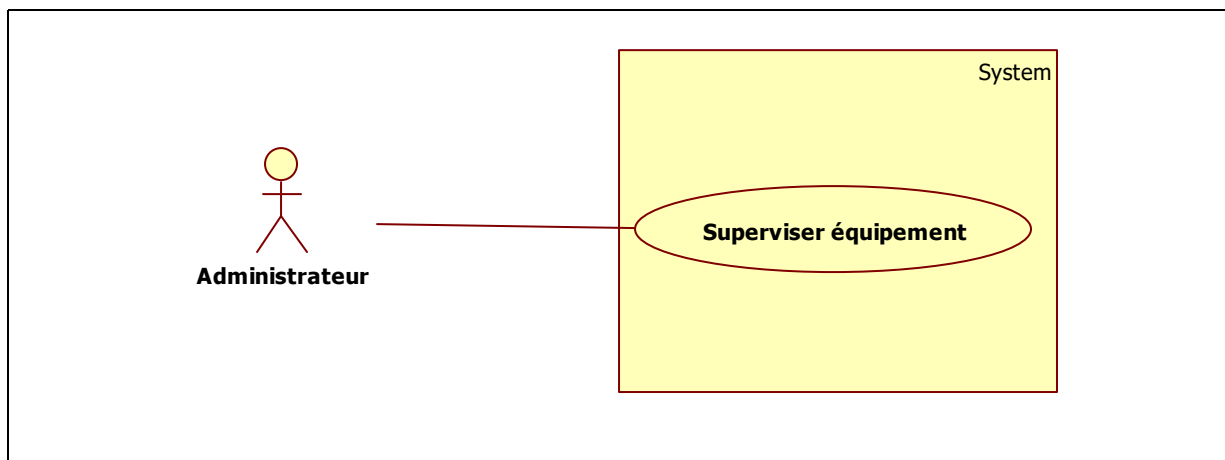


Figure 3.6: Diagramme cas d'utilisation (supervision)

Cas d'utilisation	Supervision
Acteur	Administrateur
Pré-condition	S'authentifier
Post-condition	Récupération des informations relatives aux équipements
Description du scénario nominal	<ol style="list-style-type: none">1. Accès à l'application.2. Surveiller état de l'équipement
Exception	Le système affiche un message d'erreur lorsque l'équipement est injoignable.

3.9. Approvisionnement

L'approvisionnement englobe les fonctionnalités de gestion des VRF (Virtual routing and forwarding), des équipements et des interfaces.

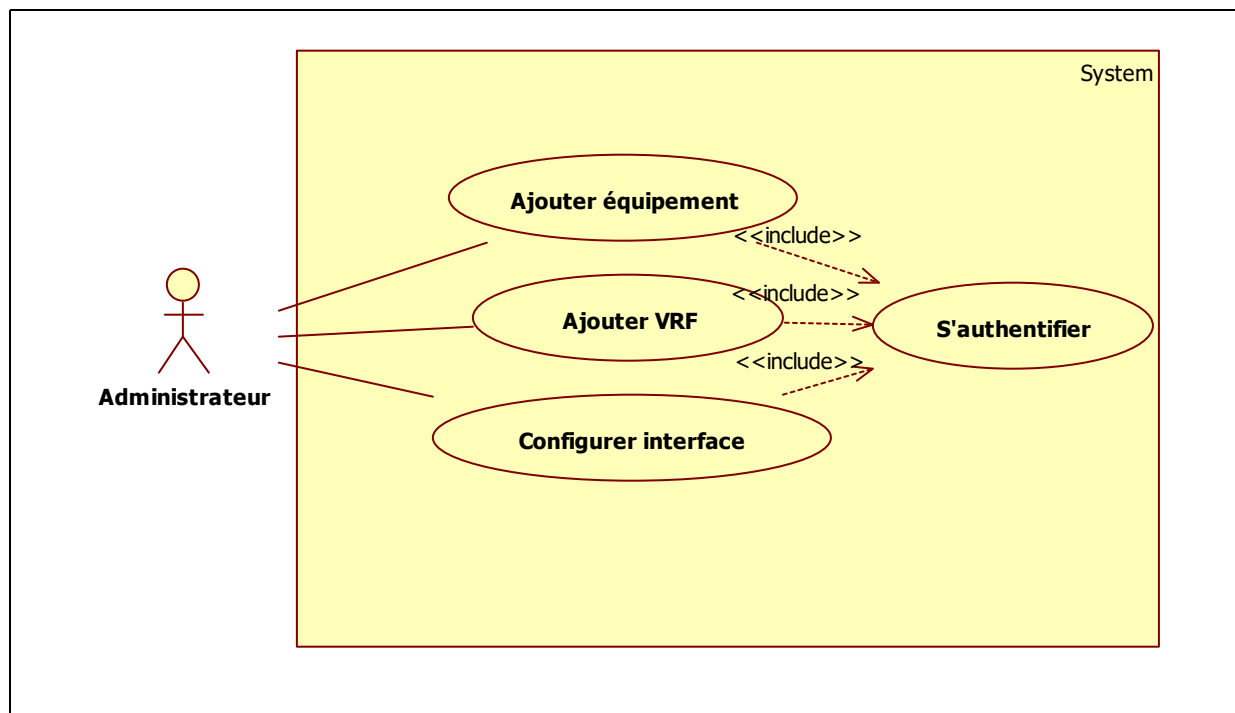


Figure 3.7: Diagramme cas d'utilisation (Approvisionnement – configurer nouveau client)

Cas d'utilisation	Configurer nouveau client
Acteur	Administrateur
Pré-condition	S'authentifier
Post-condition	Récupération détails relatifs aux équipements, vrf et interfaces.
Description du scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accès à l'application. 2. Ajouter équipement 3. Annoncer VRF 4. Configurer interfaces 5. Activer routage
Exception	Le système affiche un message d'erreur lorsque l'équipement est injoignable.

3.10. Gestion équipements

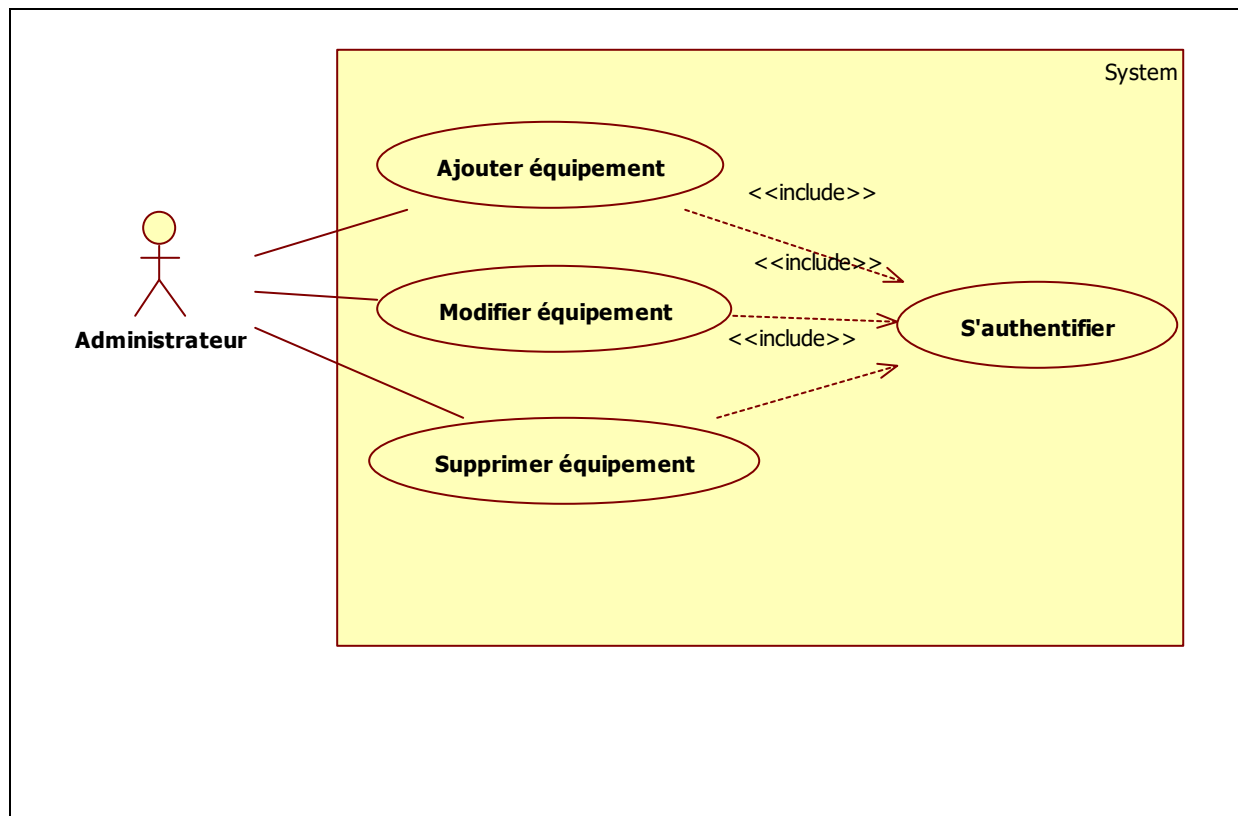


Figure 3.8 : Diagramme cas d'utilisation (Approvisionner – gérer équipement)

Cas d'utilisation	Gérer équipement
Acteur	Administrateur
Pré-condition	S'authentifier
Post-condition	Récupération des informations des équipements
Description du scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accès à l'application. 2. Ajouter équipement 3. Modifier équipement 4. Supprimer équipement
Exception	Le système affiche un message d'erreur lorsque le client n'existe pas

3.11. Génération de rapports

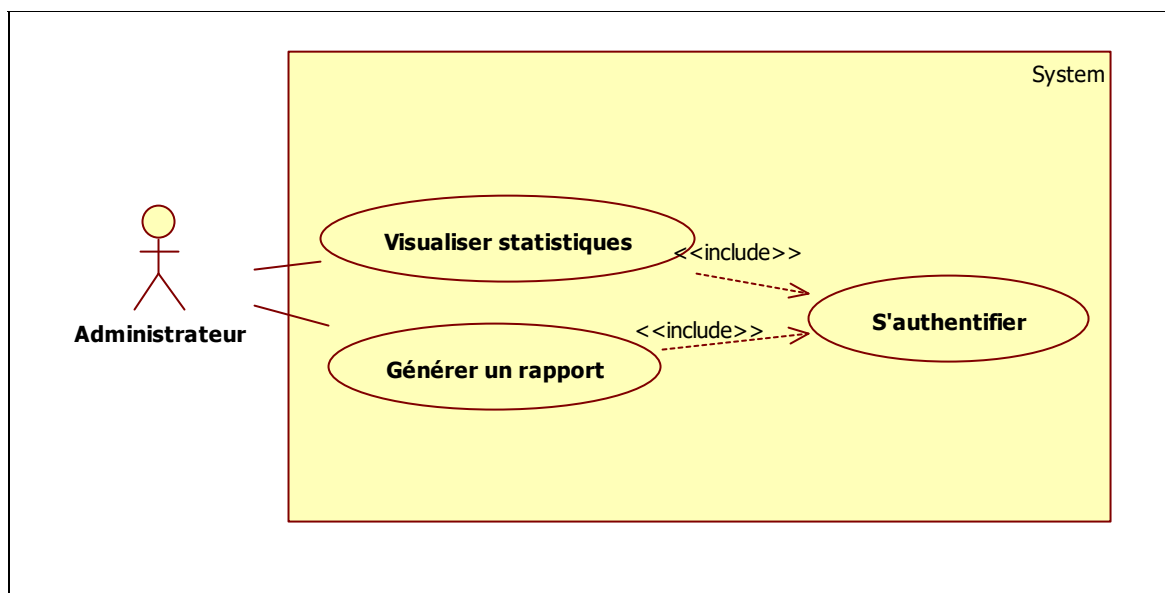


Figure 3.9 : Diagramme cas d'utilisation (Générer rapports)

Cas d'utilisation	Générer rapports
Acteur	Administrateur
Pré-condition	S'authentifier
Post-condition	Récupérer les informations relatives à un client bien défini
Description du scénario nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accès à l'application. 2. Visualiser statistiques 3. Générer rapport
Exception	Le système affiche un message d'erreur si un équipement n'est pas accessible.

3.12. Conclusion

Dans cette partie nous avons précisé les besoins devant être satisfaits par le système à développer. La spécification des besoins fonctionnels nous a permis d'identifier les différentes fonctionnalités attendues par notre application. Ceci d'une part, d'autre part, nous avons souligné, à travers les besoins non fonctionnels, les différentes contraintes que doit satisfaire notre solution.

Afin de concrétiser ces besoins, nous allons décrire, dans le chapitre qui suit, la démarche de conception adoptée.

Chapitre 4 : Conception

4.1. Introduction

La conception est la phase la plus importante du cycle de développement d'un système informatique. En effet, elle permet de confronter la spécification et l'analyse avec l'implémentation. Elle présente le point de convergence des deux aspects : « Le quoi faire » (analyse) et le « comment faire » (réalisation). Ceci justifie, parfois, le retour vers une étape antérieure afin de rectifier un besoin pour l'implémenter, ou affiner l'analyse.

Pour cette raison, ce chapitre détaille la conception de notre solution en utilisant U.M.L à l'aide de l'outil de modélisation Power AMC.

4.2. Choix de l'architecture

Notre application est la mise en œuvre du modèle **MVC** (Modèle-Vue-Contrôleur) représenté dans la figure ci-dessous. Ce modèle d'architecture impose la séparation entre les données, les traitements et la présentation, ce qui aboutit à trois parties fondamentales dans l'application finale : le modèle, la vue et le contrôleur.

– Le Modèle : il représente le comportement de l'application : traitements des données, interactions avec la base de données, interaction avec le matériel réseau dans notre cas. Il décrit ou contient les données manipulées par l'application et définit les méthodes d'accès.

– La Vue : elle correspond à l'interface avec laquelle l'utilisateur interagit. Sa première tâche est de présenter les résultats renvoyés par le modèle. Sa seconde tâche est de recevoir toutes les actions de l'utilisateur (clics de souris, sélection d'une entrée, boutons ...). Ces différents événements sont envoyés au contrôleur. On insiste sur le fait que la vue n'effectue aucun traitement, elle se contente d'afficher les résultats des traitements effectués par le modèle et assure l'interaction de l'utilisateur avec elle.

– Le Contrôleur : ce composant est le "routeur" de requête. Il prend en charge la gestion des événements de synchronisation pour mettre à jour la vue ou le modèle et les synchroniser. Il reçoit tous les événements de l'utilisateur et enclenche les actions à effectuer. Si une action nécessite un changement des données, le contrôleur demande la modification des données au modèle et ensuite avertit la vue de ce changement pour qu'elle effectue une mise à jour. Certains événements de l'utilisateur ne concernent pas les données mais la vue. Dans ce cas, le contrôleur demande à la vue de se modifier. Le contrôleur n'effectue aucun traitement, ne modifie aucune donnée. Il analyse la requête du client et se contente d'appeler le modèle adéquat et de le renvoyer à la vue correspondante.

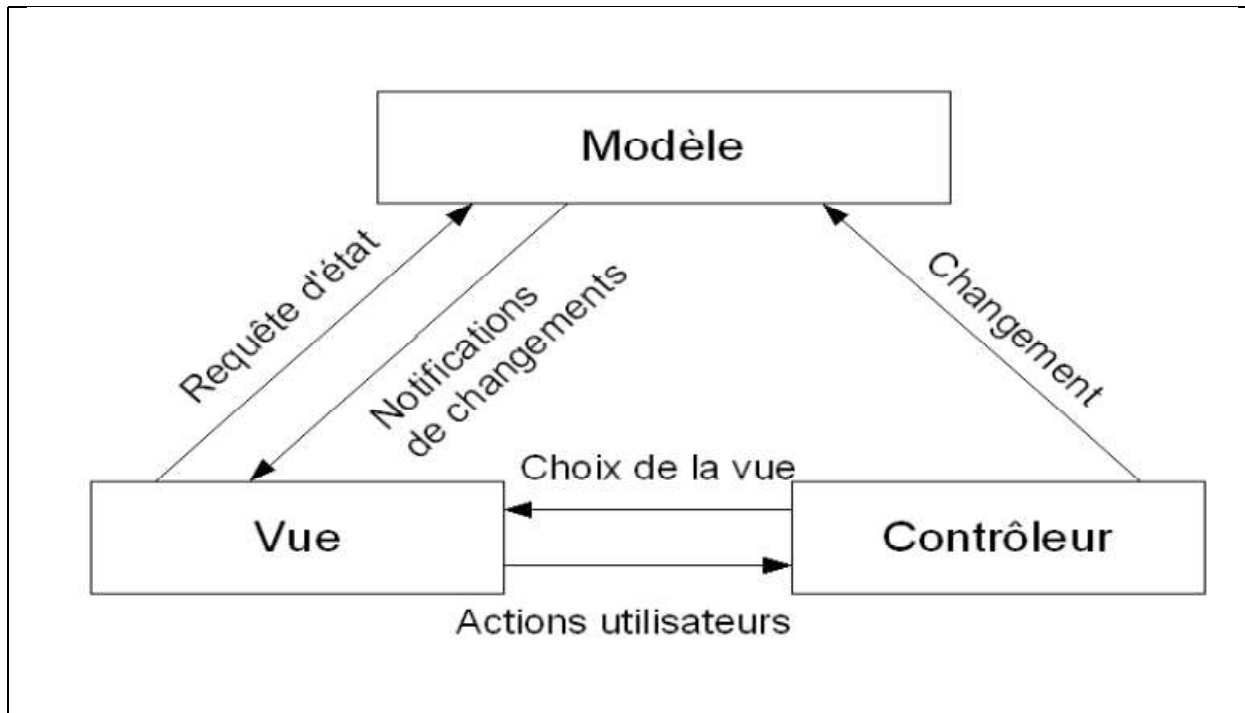


Figure 4.1: Interactions entre les couches du design MVC

L'un des avantages primordiaux apportés par ce modèle est la clarté de l'architecture qu'il induit. Cela simplifie la tâche du développeur qui tenterait d'effectuer une maintenance ou une amélioration sur le projet. En effet, la modification des traitements ne change en rien la vue. Par exemple on peut changer les traitements d'interaction avec la couche des données, et les vues ne s'en trouvent pas affectées. Ainsi, le critère d'évolutivité d'une application est conservé.

4.3. Conception détaillée

Dans ce qui suit, nous présentons la conception générale de l'application selon les deux vues du système, statique et dynamique. Les différents diagrammes de classes, de packages et de séquences qui nous sont utiles pour détailler nos décisions conceptuelles.

4.4. Décomposition en package

Pour passer à la conception, nous nous fondons sur les principes de l'approche orientée objet. À cet effet, nous passons d'une structuration fonctionnelle via les cas d'utilisation, à une structuration objet les paquetages.

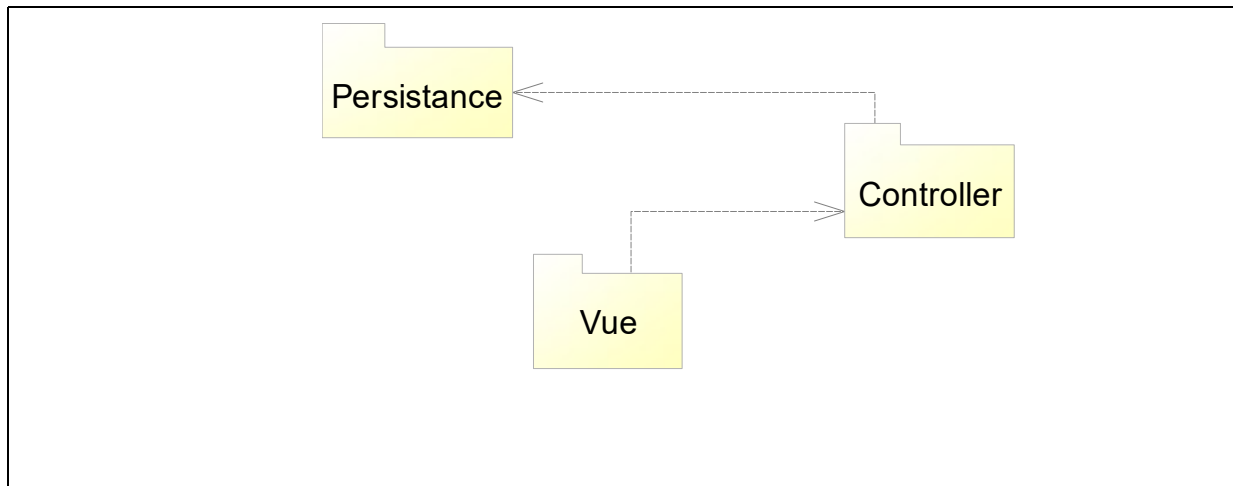


Figure 4.2 : Diagramme de package

-Package Vue : contient toutes les vues de l'application serveur ;

-Package Controller : contient tous les contrôleurs qui assurent l'interaction entre les interfaces et les classes de persistances ;

-Package Persistence : contient les classes qui assurent le traitement des données et les interactions avec la base de données.

4.5. Diagrammes de classes

4.5.1. Vue d'ensemble

Le diagramme de classe décrit la structure du système à l'aide des classes et des relations. Il permet d'identifier les relations statiques et dynamiques entre elles. Ce diagramme détermine également les cardinalités des relations, les attributs des classes ainsi que les méthodes et leurs paramètres.

C'est le diagramme le plus important de la modélisation orientée objet, il représente les classes constituant le système et les associations entre elles, il regroupe les classes du monde réel et celles nécessaires à l'implémentation du système et permet de générer la base de données et les classes utilisées dans la programmation des applications

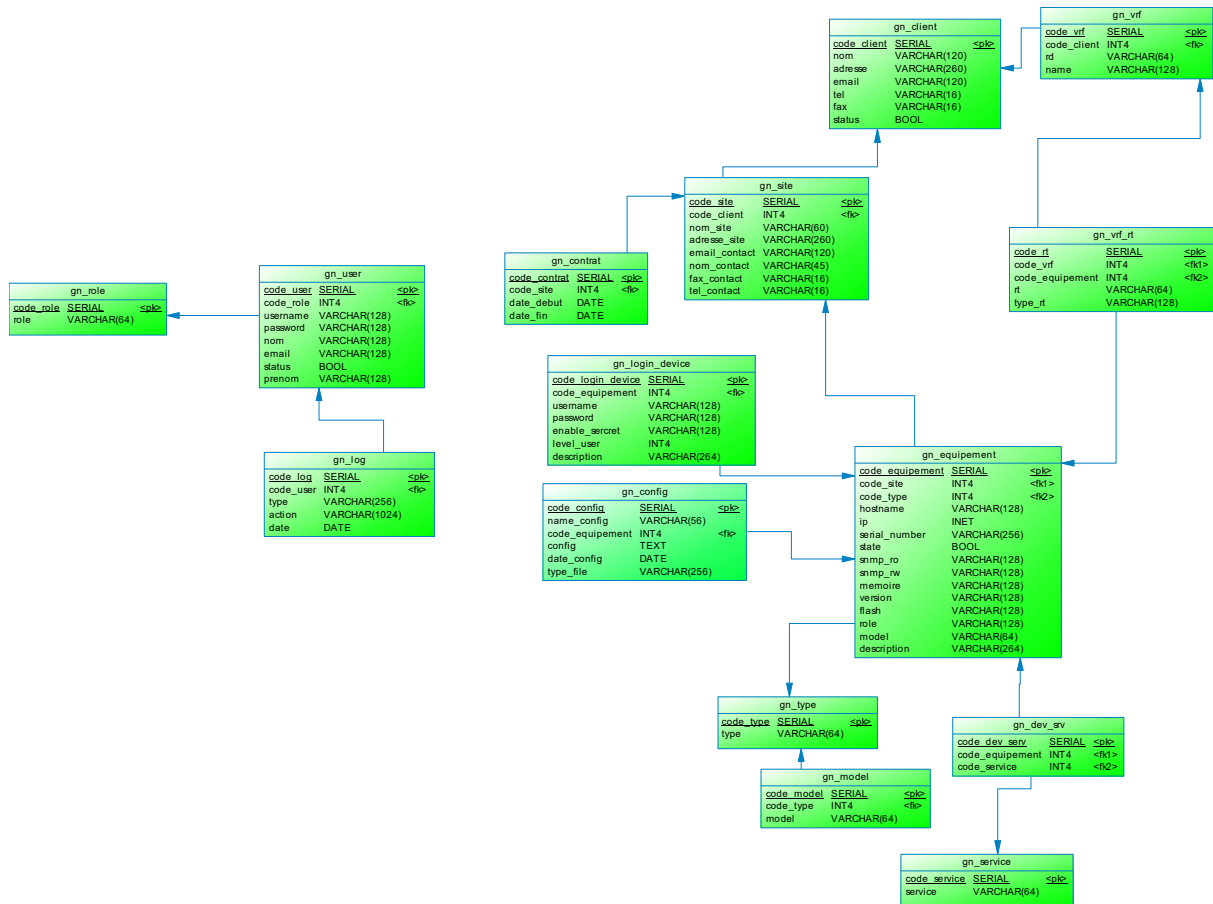


Figure 4.3 : Diagramme de classe global

Les liens par des flèches sont déjà schématisés sur la figure

Classes	Descriptions
gn_client	Cette classe est responsable de gérer tous les clients du FSI.
gn_site	Elle regroupe les sites associés à chaque client.
gn_contrat	Définit les contrats des clients.
Gn_equipement	Englober les spécifications et les détails des différents équipements du réseau MPLS.
Gn_type	Ça spécifie les différents types des équipements.
Gn_login_device	Sauvegarde les paramètres d'accès aux équipements.
Gn_config	Classe qui archive les configurations des équipements avec précision de la date d'insertion à la base.

Gn_log	Classe permet de générer les fichiers logs est y insérer les informations collectées.
Gn_vrf	Classe qui sauvegarde les valeurs RD (Route Distingusher)
Gn_vrf_rt	Une classe qui enregistre les informations de RT (Route Target)

Tableau 4.1 : Description du digramme de classe

4.5.2. Vue détaillée

4.5.2.1. Gestion utilisateur

Chaque utilisateur de l'application est identifié par un code utilisateur unique et a un rôle bien défini. Toutes les actions réalisées à travers l'outil sont sauvegardées en tant que log.

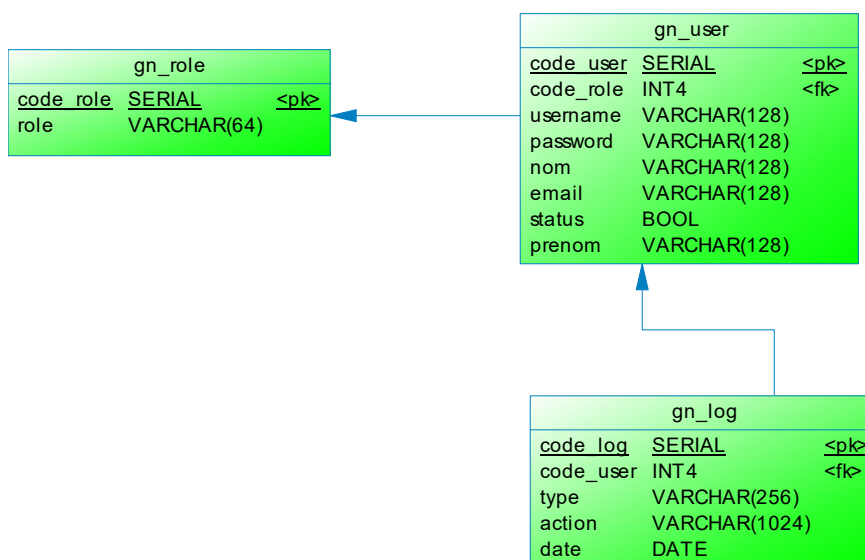


Figure 4.4 : Diagramme de classe « Gestion utilisateur »

4.5.2.2. Gestion client

Un client enregistré chez GlobalNet est identifié par un code client. Ses sites sont ensuite créés et associés au contrat.

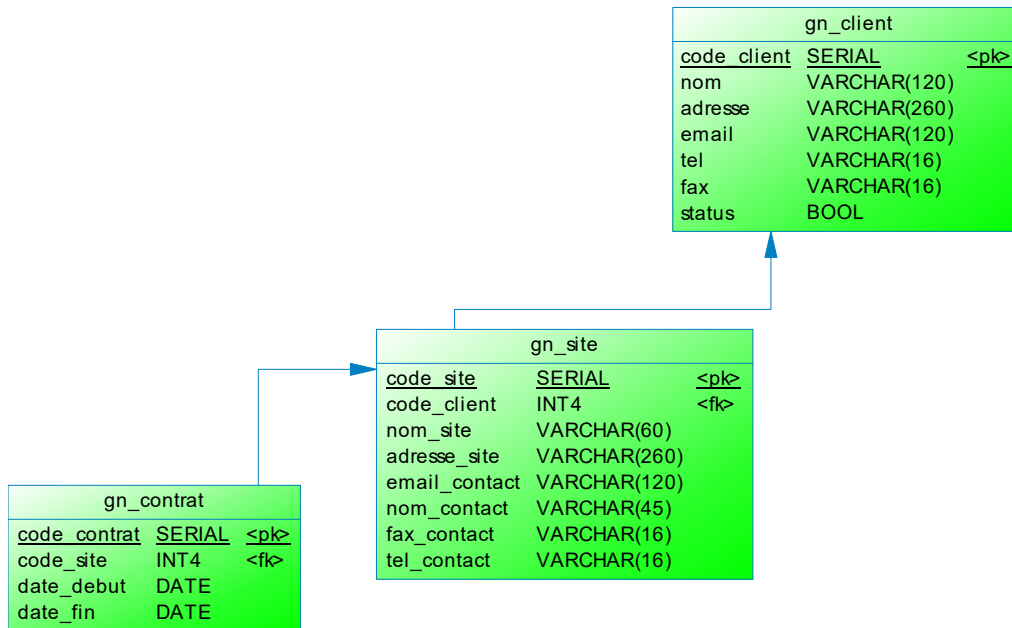


Figure 4.5 : Diagramme de classe « Gestion client »

4.5.2.3. Gestion équipement

Un équipement ne peut être instancié que si le client et le site sont déjà créés. Il peut fournir plusieurs services (FO, RF, LS, ADSL...).

Un équipement en entrée et en sortie du réseau dorsal enregistre les propriétés du VRF (RD et RT).

Les paramètres d'accès et les copies de configuration des équipements sont sauvegardés.

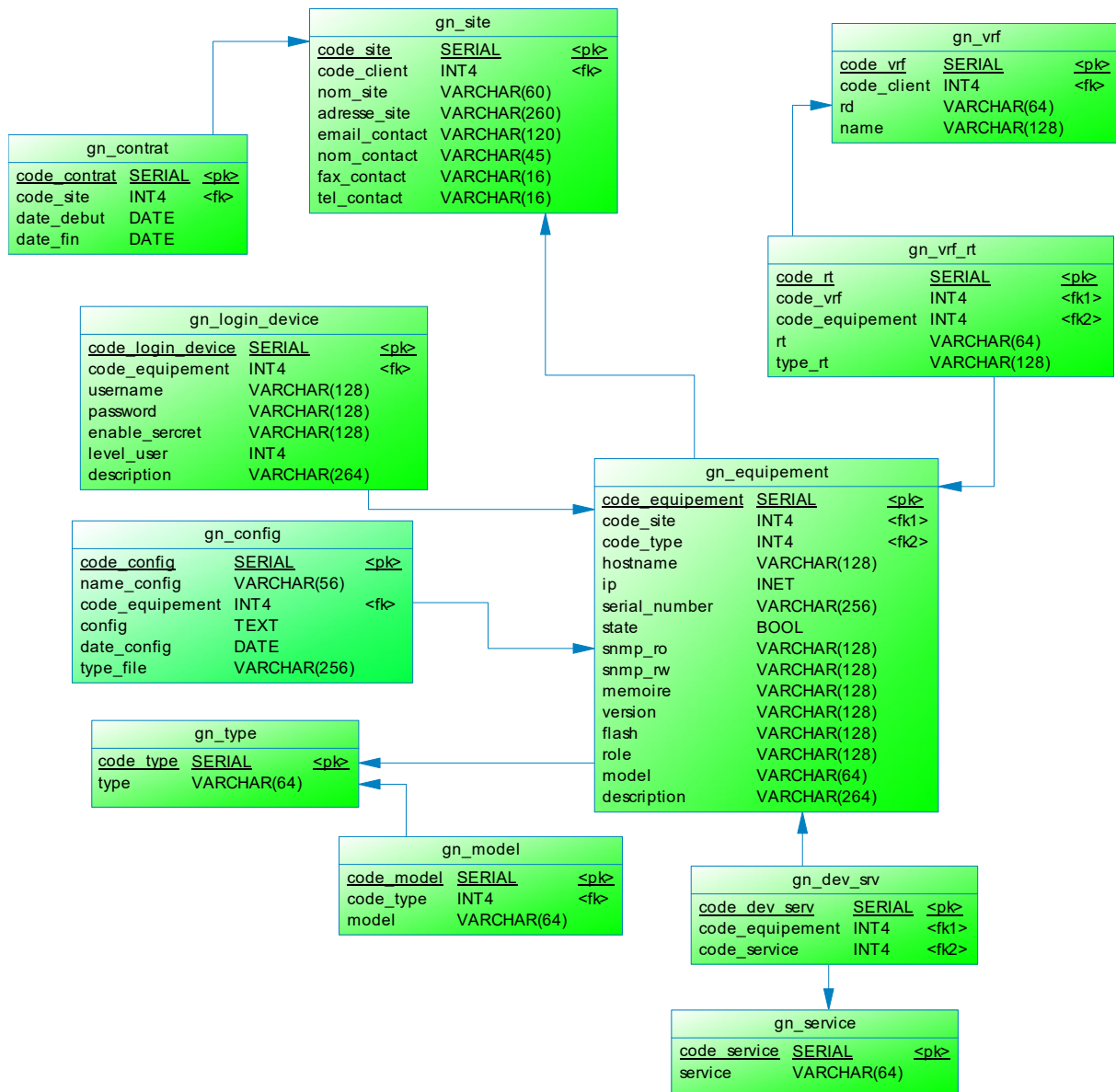


Figure 4.6: Diagramme de classe « Gestion équipement »

4.6. Diagrammes de séquence

Le diagramme de séquence permet de représenter les vues dynamiques du système. En effet, il montre les collaborations entre les objets selon un point de vue temporel en mettant l'accent sur la chronologie des envois de messages. Dans ce qui suit, nous représentons les diagrammes de séquences détaillés relatifs à quelques scénarios de notre système.

Ces diagrammes représentent les étapes de création d'un nouveau client MPLS. Au début, le commercial s'authentifie et se charge d'ajouter le client et ses sites. L'administrateur ajoute le VRF correspondant ensuite configure les équipements et leurs interfaces.

4.6.1. Authentification

ORM

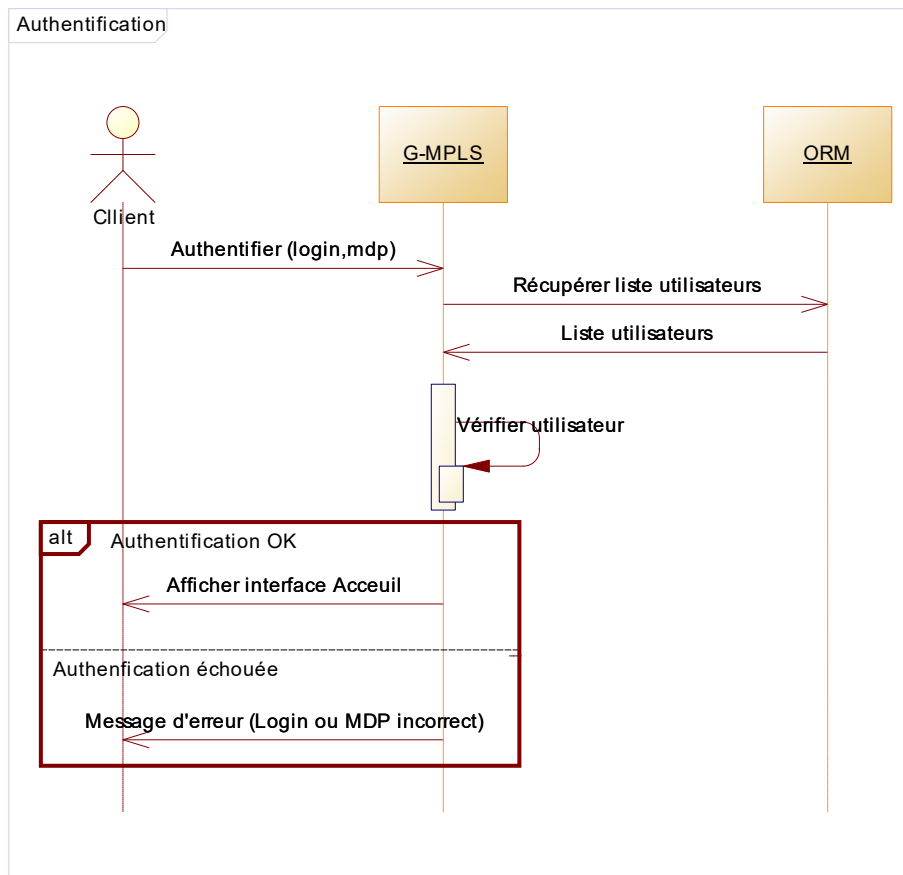


Figure 4.7: Diagramme de séquence (Authentification)

Cette fonction permet à tout utilisateur de s'authentifier et d'accéder aux fonctionnalités de l'application G-MPLS selon le droit d'accès correspondant. Si les paramètres sont erronés, un message d'erreur est retourné.

4.6.2. Gestion client

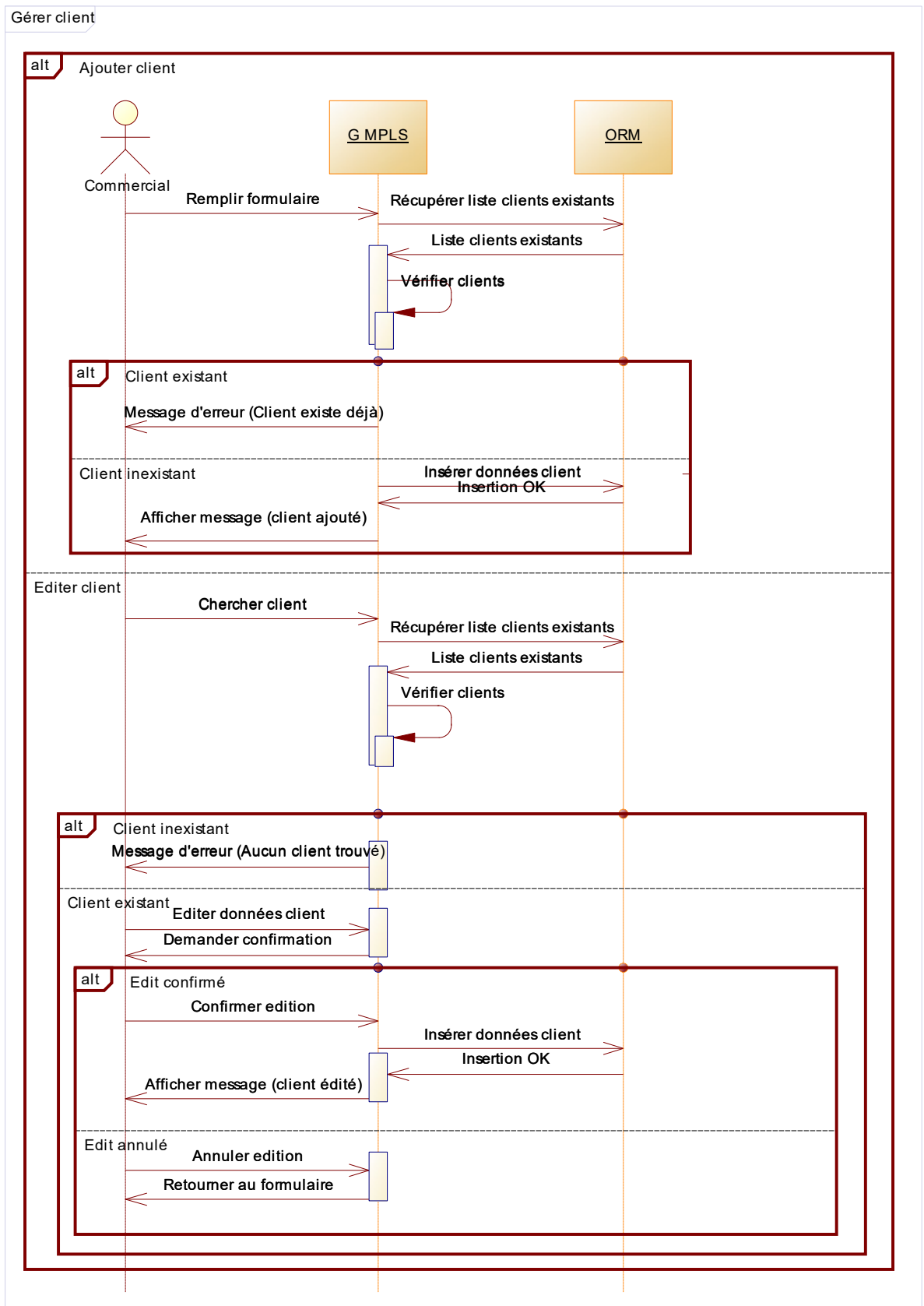


Figure 4.8 : Diagramme de séquence (Gérer client)

Chapitre 4 : Conception

Parmi les fonctionnalités de gestion des clients, nous citons l'ajout et l'édition des informations de la clientèle (code, nom, téléphone, fax...).

Lors du changement des données clientèles, la fonction extrait les détails de la base de données pour valider si l'abonné existe déjà. Et, à partir d'un formulaire, l'utilisateur de l'application pourra apporter les changements voulus. Il est possible d'annuler une édition.

4.6.3. Ajout équipement

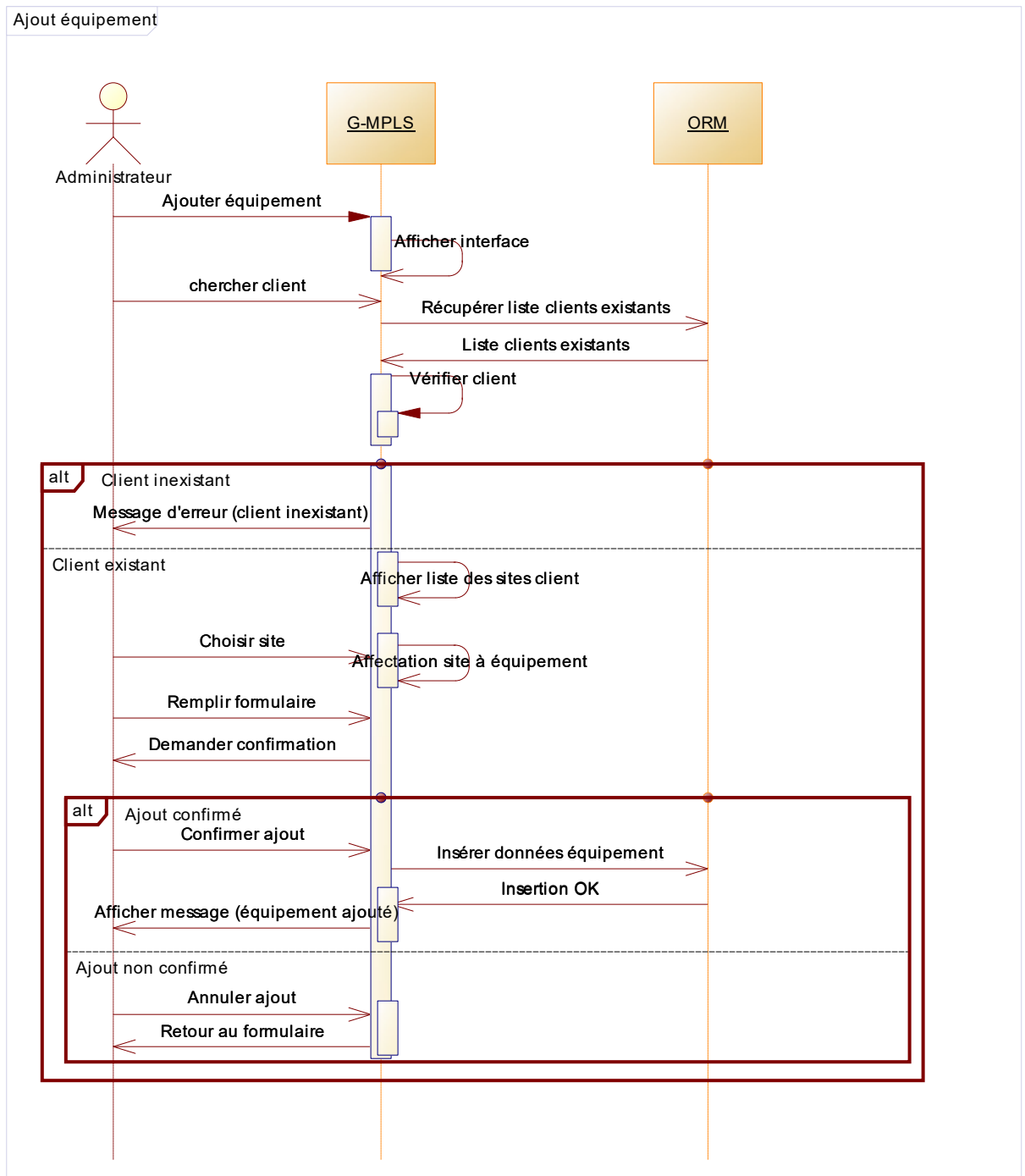


Figure 4.9 : Diagramme de séquence (Ajouter équipement)

Chapitre 4 : Conception

Cette fonction permet d'ajouter un équipement associé à un site ceci en remplissant un formulaire qui décrit ses détails : Hostname, Device Type, Role, SNMP...

4.6.4. Ajout VRF

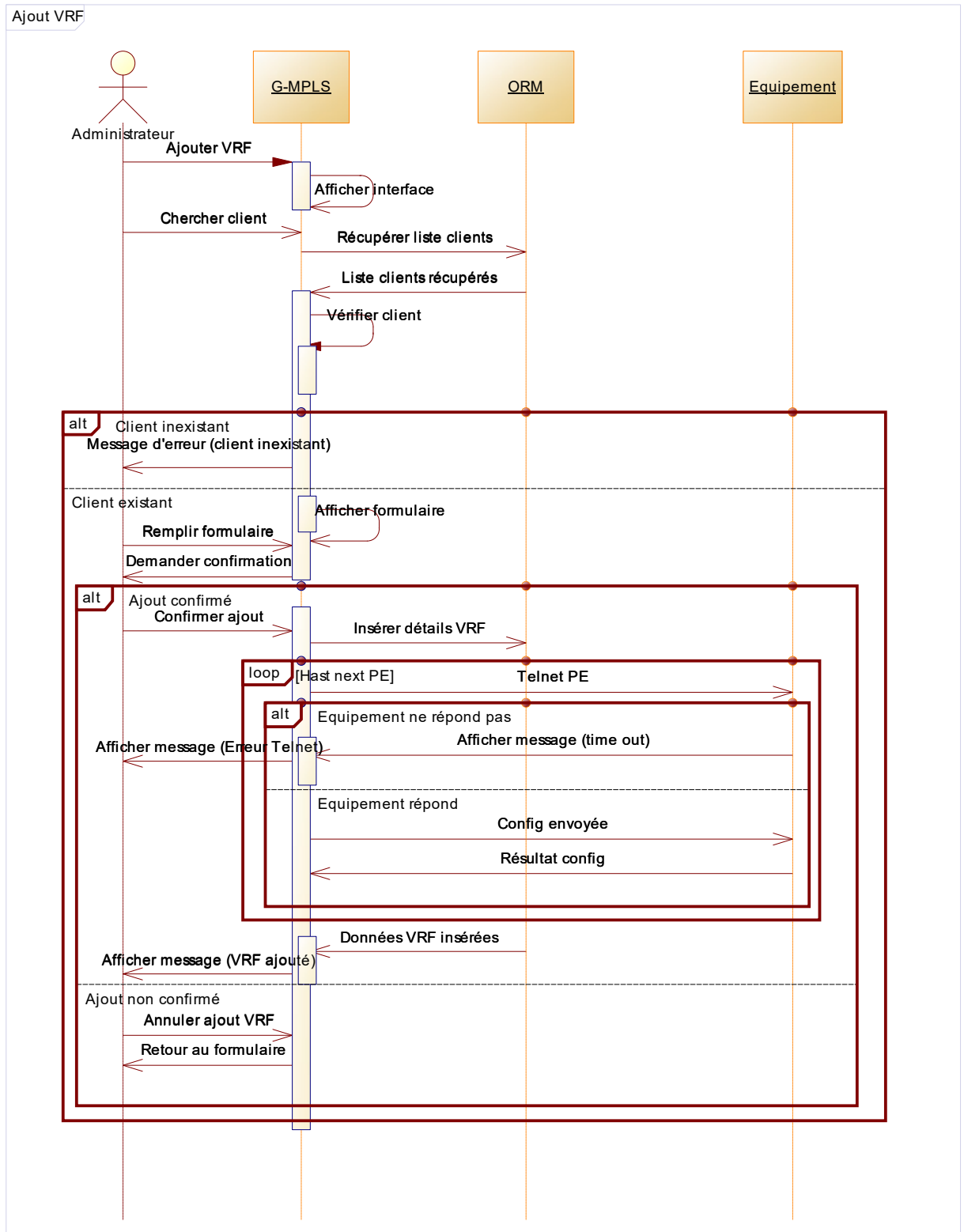


Figure 4.10 : Diagramme de séquence (Ajout VRF)

Chapitre 4 : Conception

La fonction Ajout VRF est une phase importante dans le déroulement d'ajout client MPLS, elle permet d'accéder aux différents équipements PE du backbone afin de configurer le VRF.

4.6.5. Ajout interface

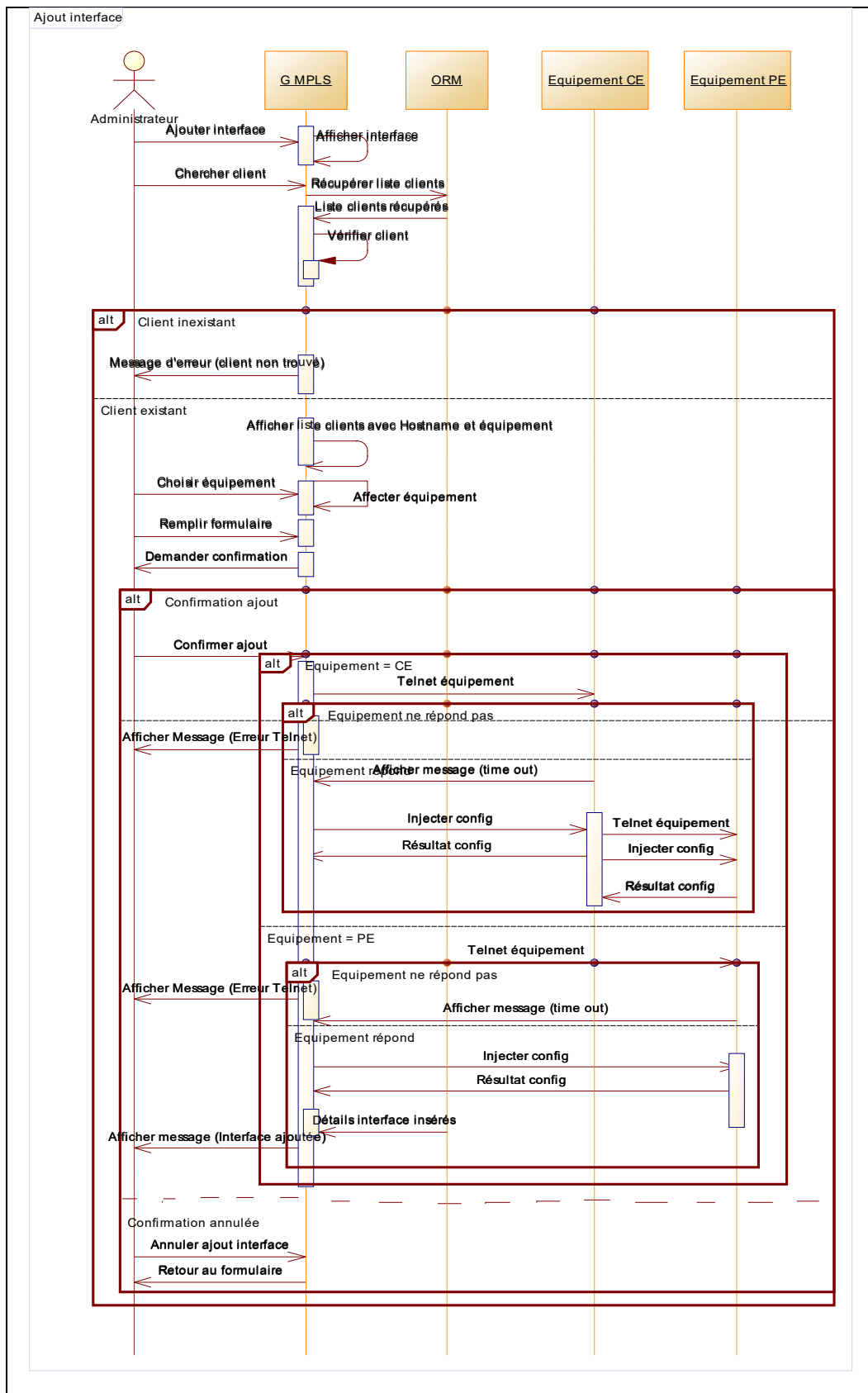


Figure 4.11 : Diagramme de séquence (Ajout interface)

Cette fonction permet de configurer les interfaces des équipements du Backbone et des clients en faisant appel à l'utilitaire 'Telnet'. Une fois, les étapes sont déroulées avec succès, les équipements seront interconnectés convenablement.

4.7. Conclusion

Tout au long de ce chapitre nous avons traité la phase de conception et nous l'avons décrite dans la plupart de ses facettes. Nous avons donné une vue statique et une vue dynamique de notre système en utilisant des diagrammes UML (diagrammes d'utilisateur, de séquences, de paquetages et de classes).

Une fois la conception est faite, nous arrivons à la phase de développement et de réalisation de l'application qui doit respecter les directives de la conception.

Chapitre 5 : Réalisation

5.1. Introduction

Ce chapitre constitue le dernier volet de ce rapport. Après avoir achevé l'étape de conception de l'application, nous allons entamer dans ce chapitre la partie réalisation et implémentation dans laquelle nous nous assurons que le système est prêt à exploitation par les utilisateurs finaux.

A la fin de cette partie, les objectifs doivent être atteints et le projet doit être clos.

Le chapitre réalisation commence par la description des outils de travail. Par la suite, nous décrivons la maquette et la démarche suivie pour sa réalisation. Finalement, nous présentons quelques interfaces homme machine de notre application.

5.2. Environnement matériel et logiciel :

5.2.1. Logiciels

L'environnement logiciel est constitué de :

- ✓ Eclipse 3.7.0 : environnement de développement JAVA.
- ✓ PowerAMC : est un logiciel de conception qui permet de modéliser les traitements informatiques et leurs bases de données associées.
- ✓ StarUML : est un outil pour éditer les différents diagrammes d'un modèle UML d'un logiciel.
- ✓ Gns3 : est un simulateur graphique de réseaux qui permet de créer des topologies de réseaux.
- ✓ pgAdmin III : Logiciel libre d'administration de la base de données PostgreSQL.

5.2.2. Matériels

L'environnement matériel sur lequel nous avons développé et déployé nos applications est constitué de :

- Plateforme EVE-NG installé sur une machine virtuelle.
- Serveur linux Suse Entreprise 11 : CPU Core 2 Duo, RAM 4Go, Disque Dur 250Go
- Réseaux : connexion au réseau privé du FSI avec accès internet.

5.2.3. Réalisation de la topologie du réseau MPLS

5.2.3.1. Création de la maquette

Nous allons simuler un réseau simplifié du backbone IP/MPLS avec deux clients disposant chacun de deux sites. Le but est que les deux sites de chaque client puissent échanger des informations sans que les autres sites de l'autre client n'y accèdent.

La topologie sera donc constituée de :

- 2 routeurs PE1 et PE2 pour Provider Edge
- 3 routeurs P pour Provider (redondance)
- 2 routeurs appartenant au client A : ACE1 et ACE2
- 2 routeurs appartenant au client B : BCE1 et BCE2

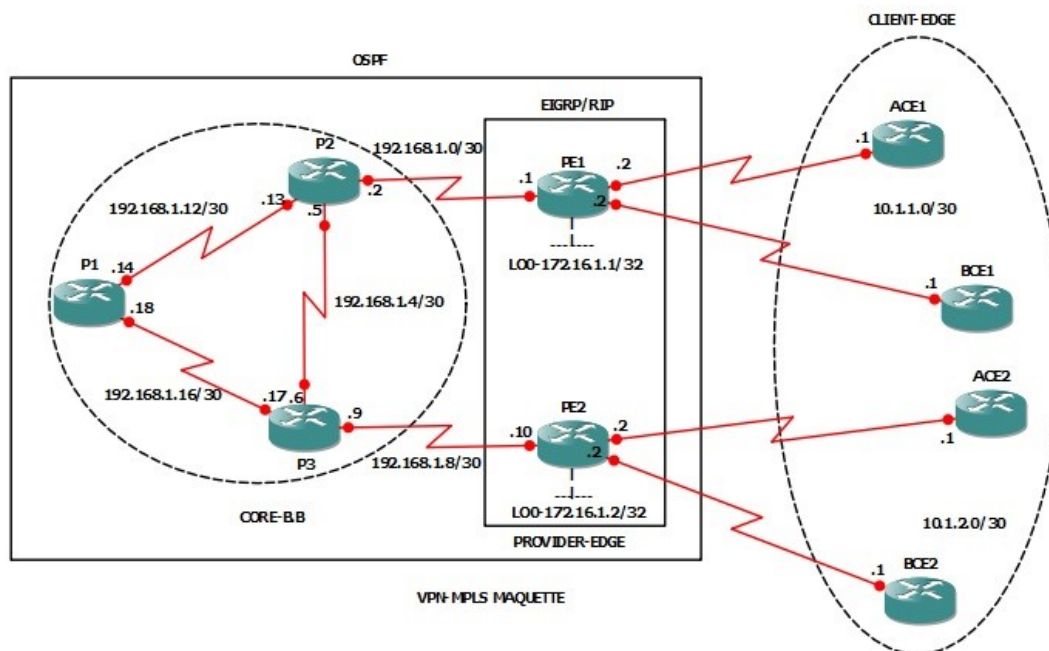


Figure 5.1 : Maquette Backbone MPLS

5.2.3.2. Configuration

Pour que les fonctionnalités MPLS fonctionnent sur notre réseau, il faut configurer les équipements convenablement.

5.2.3.3. Adressage de chaque routeur

Nous allons commencer par l'attribution des noms des routeurs (Hostname) et la configuration de leurs interfaces séries et Loopback.

Routeur	Interface	Adresse IP	Masque	Connecté à
P1	S0/0	192.168.1.14	255.255.255.252	P2
	S0/1	192.168.1.18	255.255.255.252	P3
P2	S0/0	192.168.1.13	255.255.255.252	P1
	S0/1	192.168.1.5	255.255.255.252	P3
	S0/2	192.168.1.2	255.255.255.252	PE1
P3	S0/0	192.168.1.9	255.255.255.252	PE2
	S0/1	192.168.1.6	255.255.255.252	P2
	S0/2	192.168.1.17	255.255.255.252	P1
PE1	S0/0	192.168.1.1	255.255.255.252	P2
	S0/1	10.1.1.2	255.255.255.252	ACE1
	S0/2	10.1.1.2	255.255.255.252	BCE1
	Loopback0	172.16.1.1	255.255.255.255	
PE2	S0/0	192.168.1.10	255.255.255.252	P3
	S0/1	10.1.2.2	255.255.255.252	ACE2
	S0/2	10.1.2.2	255.255.255.252	BCE2
	Loopback0	172.16.1.2	255.255.255.255	
ACE1	S0/0	10.1.1.1	255.255.255.252	PE1
ACE2	S0/0	10.1.2.1	255.255.255.252	PE2
BCE1	S0/0	10.1.1.1	255.255.255.252	PE1
BCE2	S0/0	10.1.2.1	255.255.255.252	PE2

Tableau 5.1 : Adressage des routeurs MPLS

5.2.3.4. Modèle des routeurs

Nous utilisons le modèle Cisco ASR1001X et ce parce qu'il offre toutes les fonctionnalités dont nous avons besoin pour réaliser ce projet.

Pour ce faire, l'image de l'IOS du modèle choisi a été pointée dans les préférences de EVE-NG PRO (network emulation software).

5.2.3.5. Routage

Ci-dessous le choix du routage par

Equipements	Niveau d'application	Type de routage
P \leftrightarrow PE	intra-nuage	OSPF
PE \leftrightarrow PE	VPN	MP-BGP
PE \leftrightarrow CE	FSI-client	OSPF

Tableau 5.2 : Résumé du routage appliqué

5.2.3.6. Méthodologie d'approche

Une méthodologie d'approche pour implémenter notre architecture à base de MPLS a été développée en suivant les étapes :

- Mise en place des VRF sur les PE
- Configuration des interfaces
- Mise en place du protocole intra-nuage
- Mise en place du protocole CE-PE
- Mise en place du protocole MP-BGP
- Gestion de la redistribution respective des préfixes

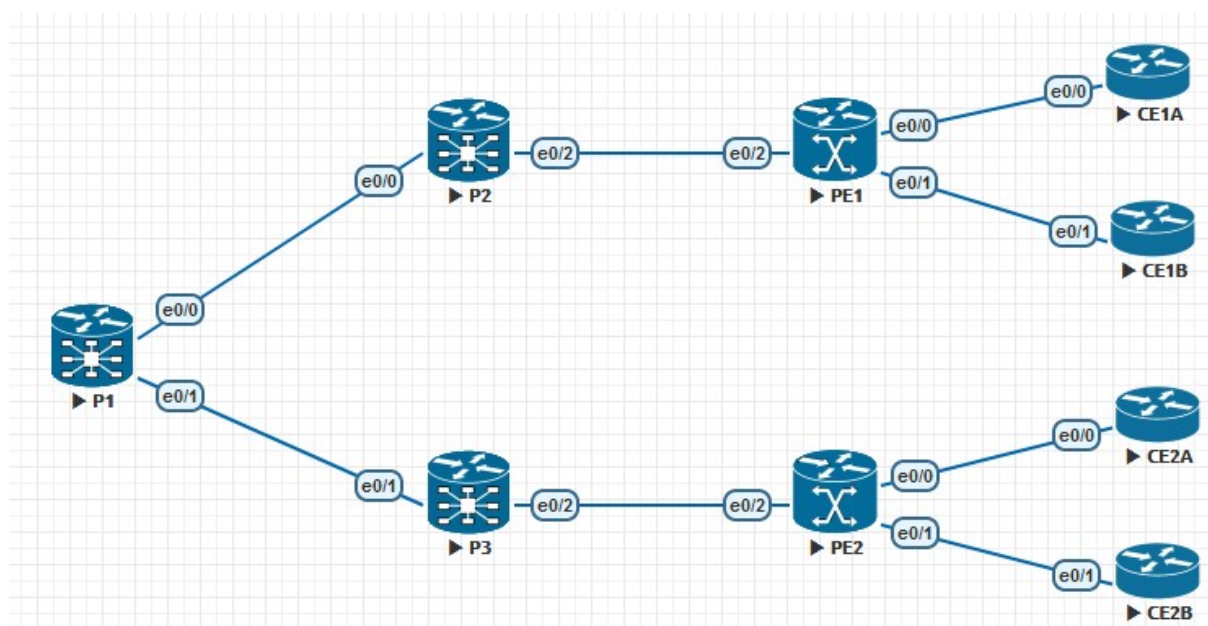


Figure 5.2 : Mise en place de la topologie MPLS sur la plateforme EVE-NG

5.2.3.6.1. Mise en place des VRF sur les PE

Au niveau des PE, nous créons les tables de routage virtuelles (VRF) pour chaque client. A chaque configuration de VRF, nous désignons de RD (Route Distinguisher) des futures routes de cette VRF ainsi que le RT (Route Target) dans les deux sens (import et export).

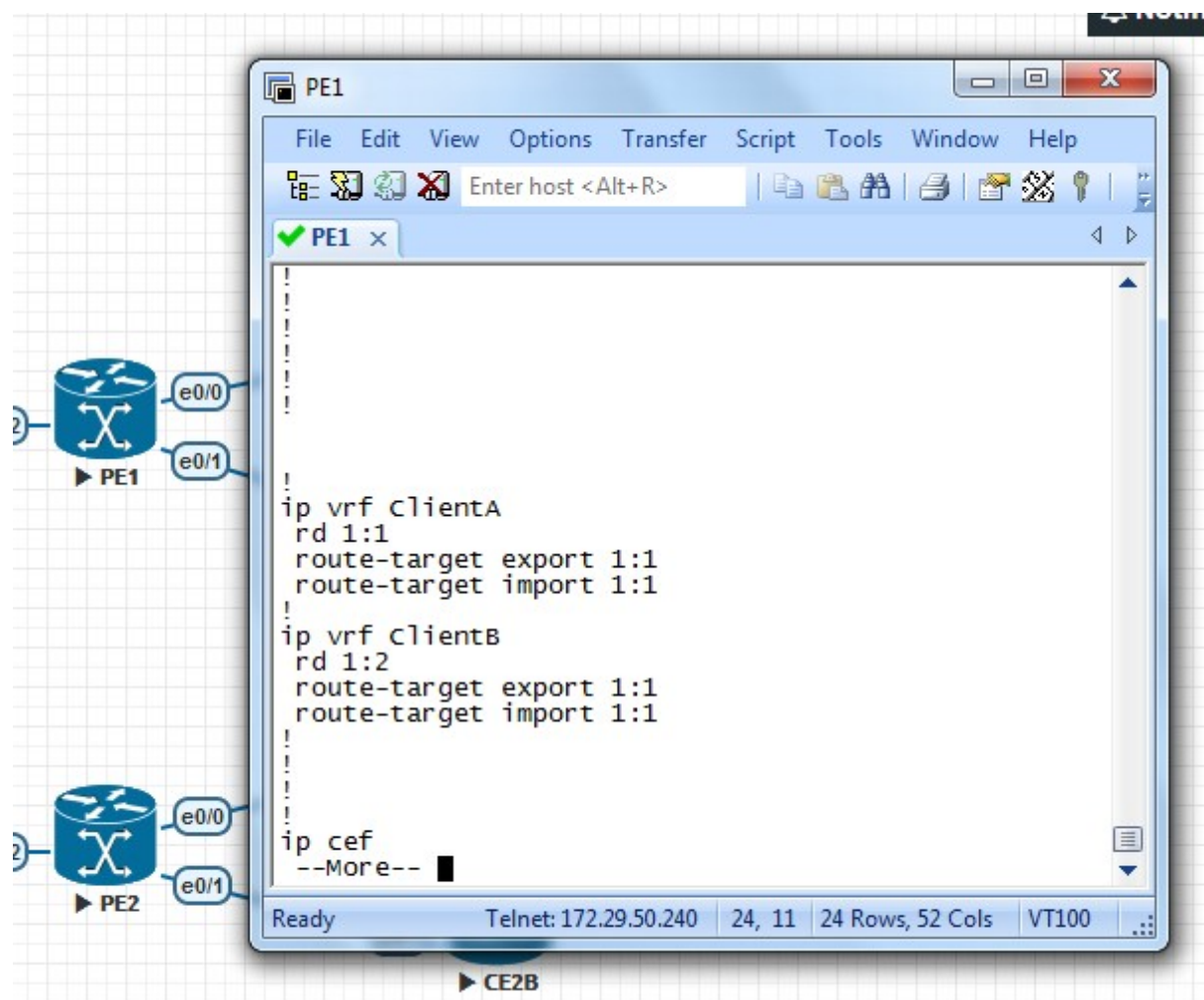


Figure 5.3 : Implémentation des VRF ClientA et ClientB sur le PE1

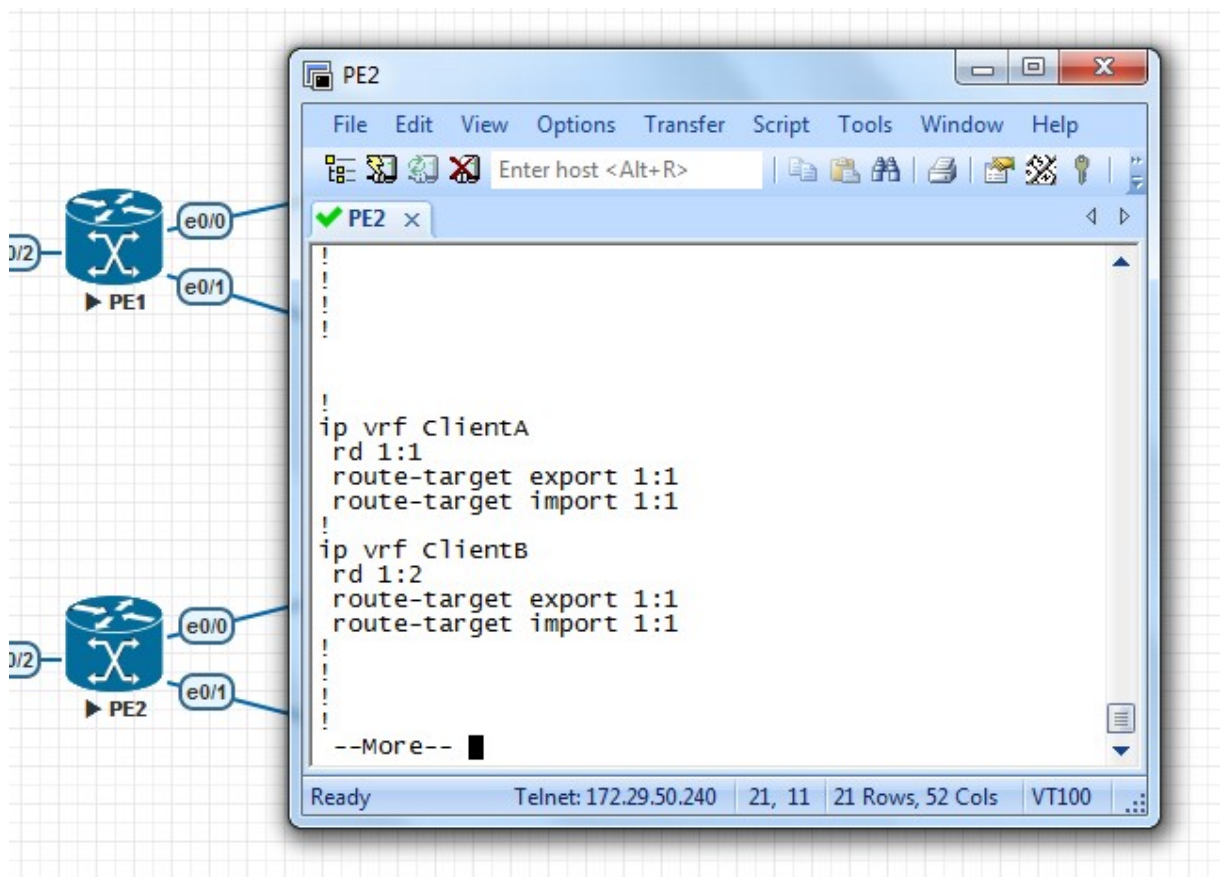


Figure 5.4 : Implémentation des VRF ClientA et ClientB sur le PE2

5.2.3.6.2. Configuration des interfaces

Outre la configuration des adresses IP des équipements PE, nous assignons une VRF à l'interface locale en relation avec le routeur client CE. (ip vrf forwarding NOM_VRF)

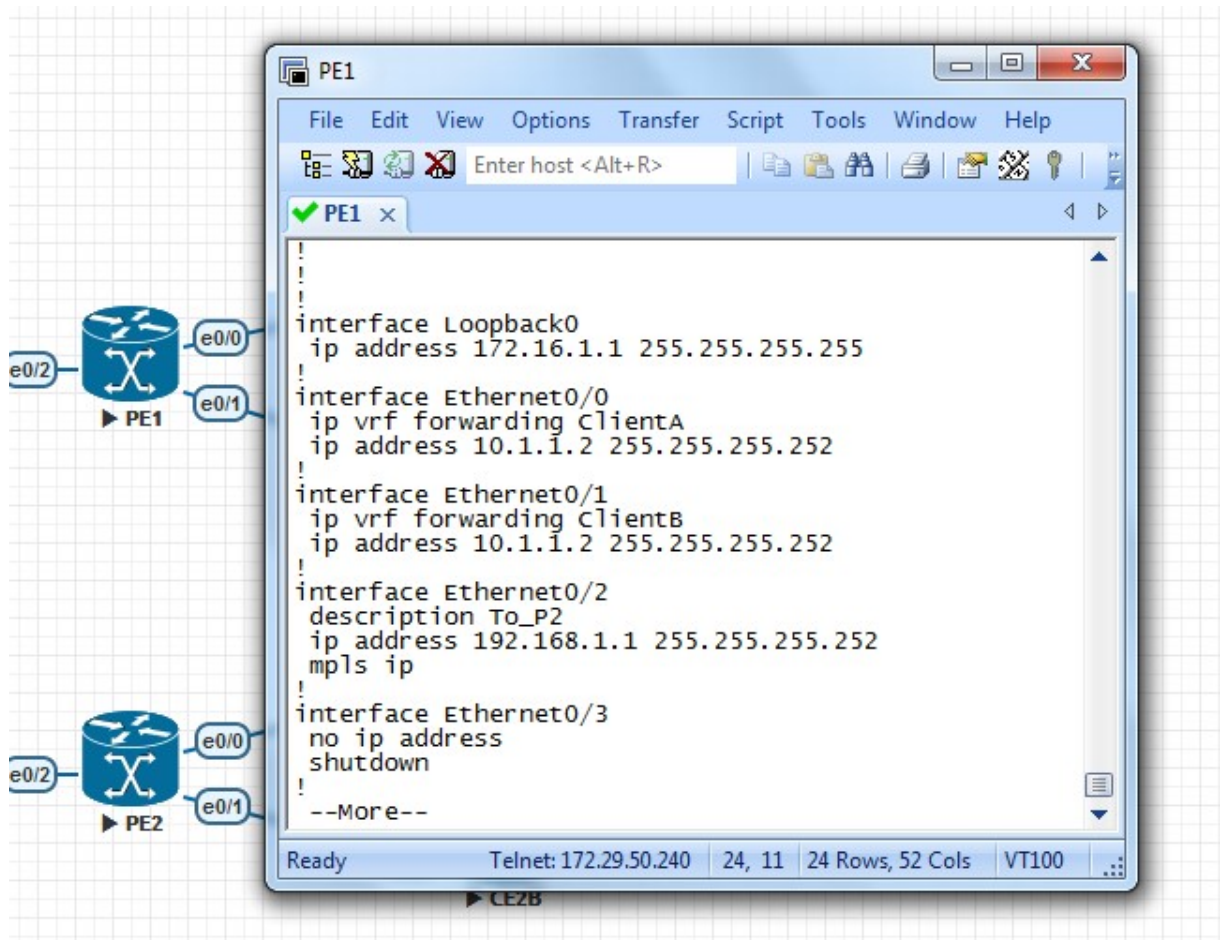


Figure 5.5 : Configuration des interfaces PE1/CE1A et PE1/CE1B

Sur les interfaces concernées par le label-switching MPLS (P et PE), nous activons le protocole d'échange de label LDP.

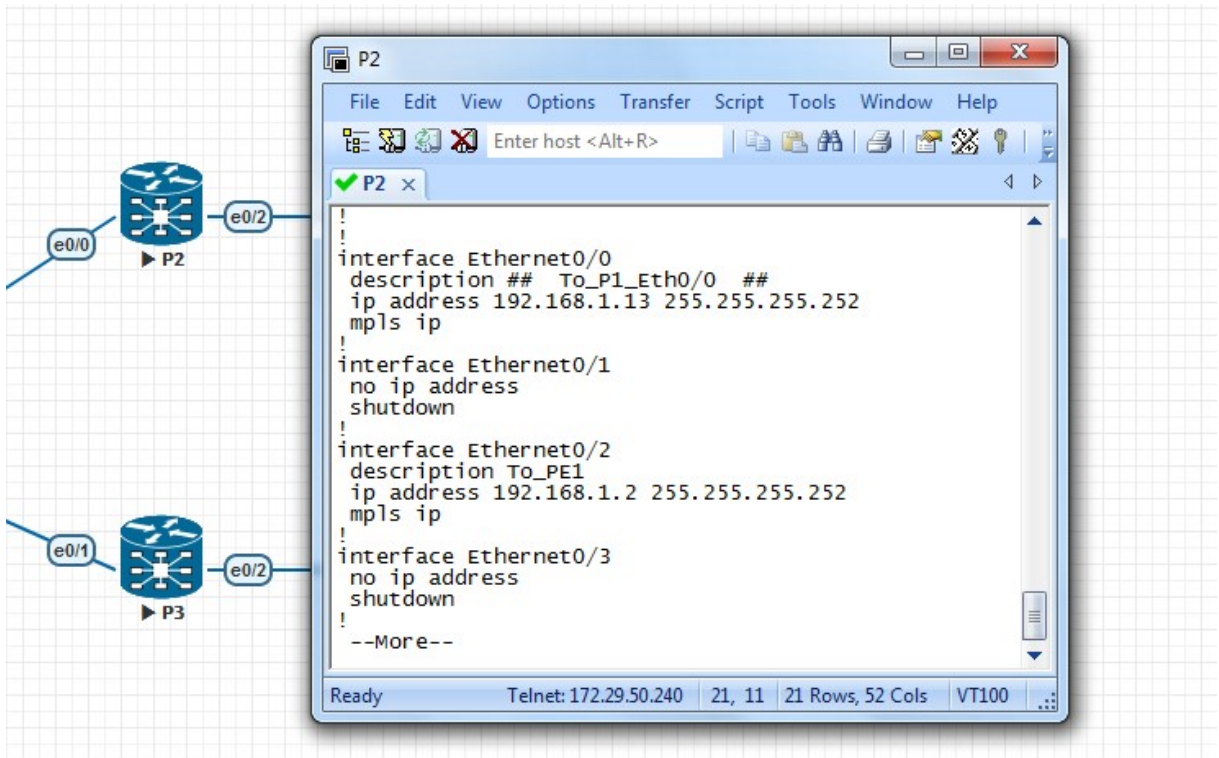


Figure 5.6 : Activation du protocole d'échange de label LDP sur les P et les PE

5.2.3.6.3. Mise en place du protocole intra-nuage

Dans cette section, nous activons l'OSPF dans le nuage pour garantir la communication intra-nuage des routeurs P et PE.

Nous déclarons les réseaux de loopback des PE pour MP-BGP et nous annonçons dans le nuage les réseaux directement connectés formant ainsi les relations de voisinage.

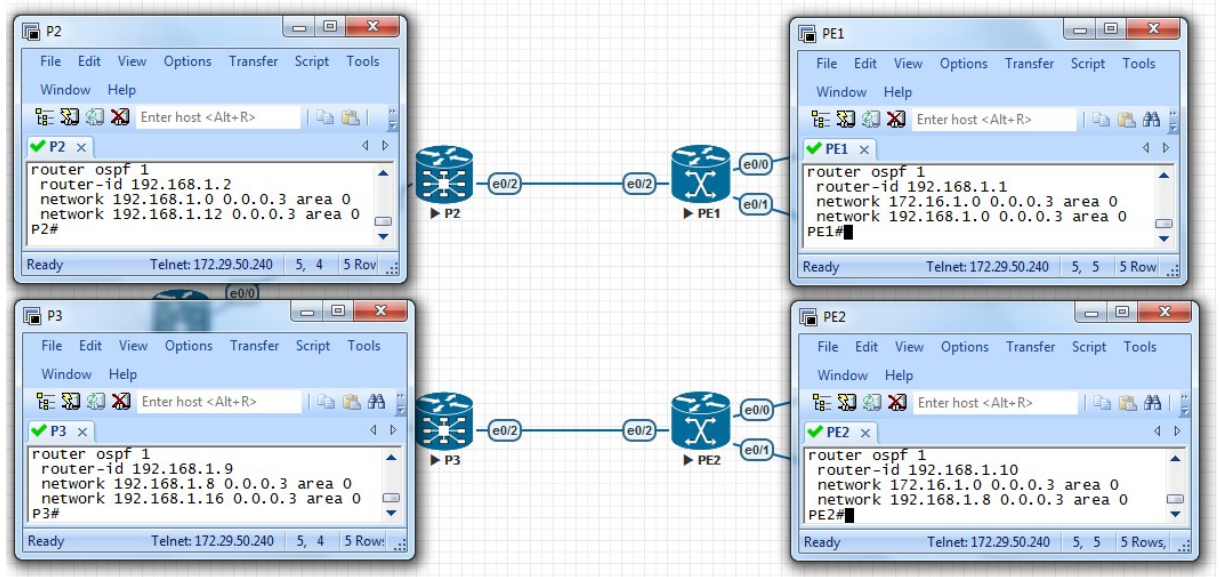


Figure 5.7 : Mise en place du routage intra-nuage

5.2.3.6.4. Mise en place du protocole CE-PE

La configuration dédiée aux CE est très simple, du fait que cet équipement n'a aucune notion de MPLS, il va juste établir une adjacence avec le PE auquel il est relié et partager ses routes avec celui-ci.

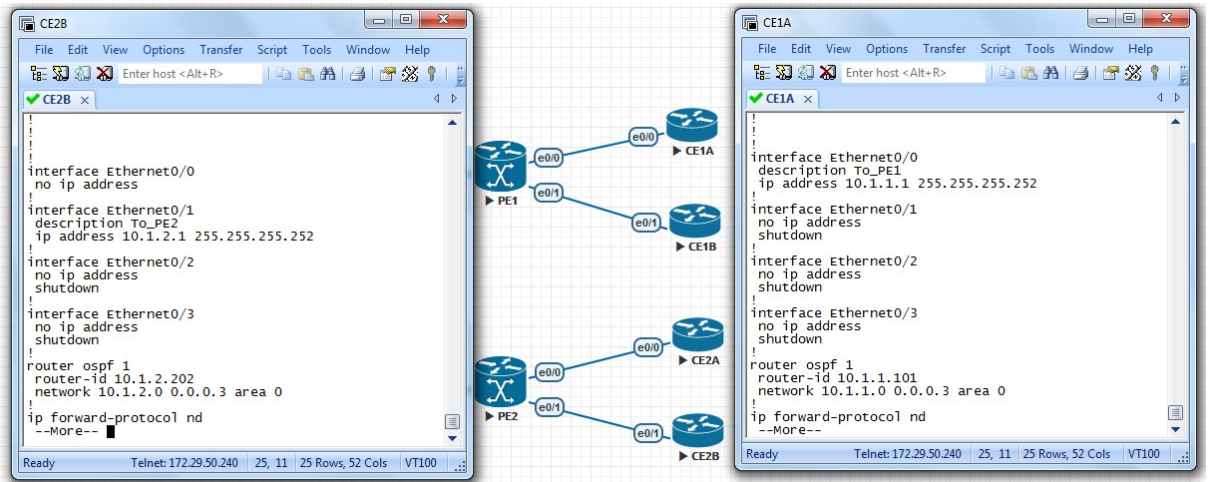


Figure 5.8 : Configuration des équipements CE

La configuration du PE est un peu plus complexe : Nous configurons une instance OSPF par VRF.

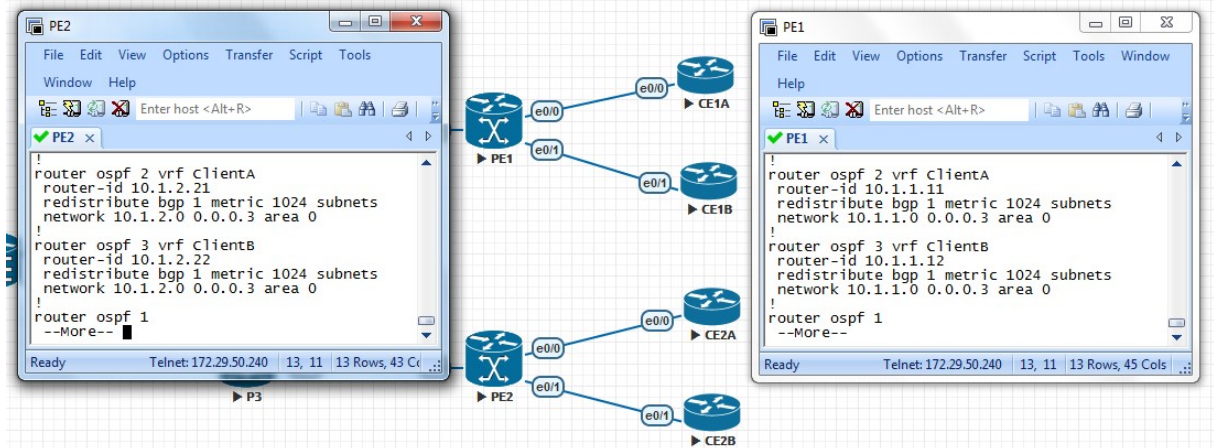


Figure 5.9 : Configuration du routage PE/CE

5.2.3.6.5. Mise en place du protocole MP-BGP

Pour configurer la liaison VPN entre PE, nous établissons une relation de voisinage en prenant comme référence les adresses IP de loopback paramétrées auparavant.

Il est demandé également à ce que l'adresse IP source des paquets qui s'échangent entre les pairs BGP soit bien celle de notre IP de loopback. Nous activons le mécanisme VPNv4 de BGP en le configurant de telle sorte à ce que BGP utilise le champ « community » de ses updates

Chapitre 5 : Réalisation

pour pouvoir en faire un champ de communauté étendue (qui servira lors de la négociation des capacités des voisins, pour les RT également qui sont stockés dans ce champ).

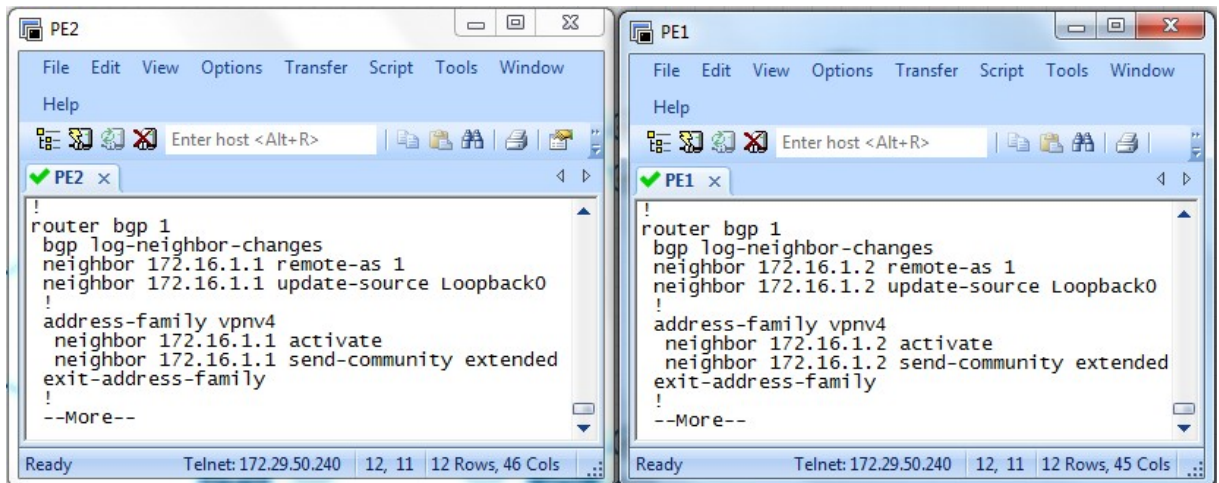
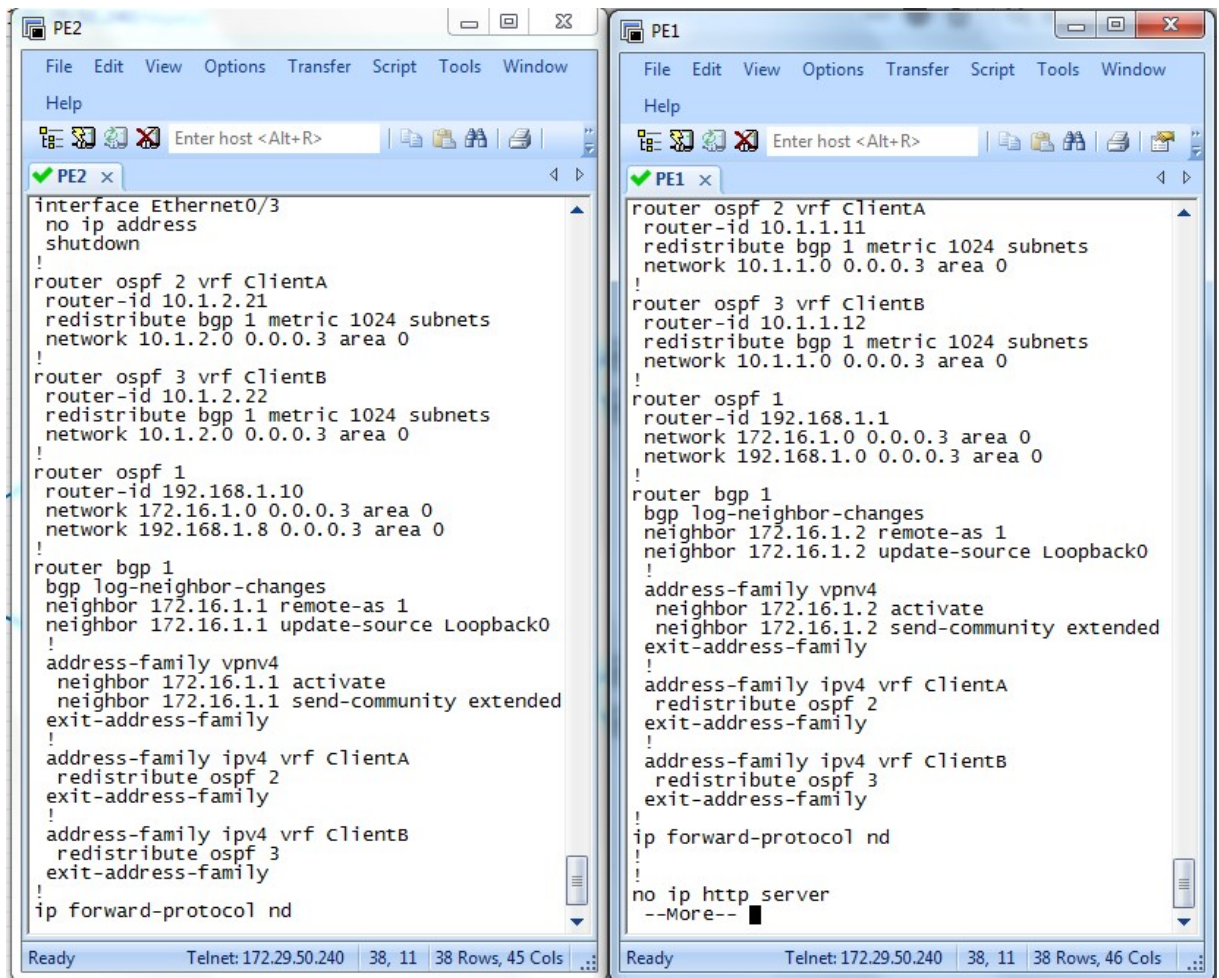


Figure 5.10 : Configuration du protocole MP-BGP sur les PE

5.2.3.6.6. Gestion de la redistribution respective des préfixes

Assurer la scalabilité de notre architecture en configurant les PE qui doivent redistribuer ses routes mutuellement dans les deux sens entre BGP et OSPF. Donc, lors d'ajout d'un nouveau client, la route sera distribuée automatiquement dans BGP et les autres PE seront directement au courant de ce nouveau préfixe sans aucune nouvelle manipulation.



```
PE2
interface Ethernet0/3
no ip address
shutdown
!
router ospf 2 vrf ClientA
router-id 10.1.2.21
 redistribute bgp 1 metric 1024 subnets
 network 10.1.2.0 0.0.0.3 area 0
!
router ospf 3 vrf ClientB
router-id 10.1.2.22
 redistribute bgp 1 metric 1024 subnets
 network 10.1.2.0 0.0.0.3 area 0
!
router ospf 1
router-id 192.168.1.10
 network 172.16.1.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.8 0.0.0.3 area 0
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 172.16.1.1 remote-as 1
 neighbor 172.16.1.1 update-source Loopback0
!
 address-family vpnv4
  neighbor 172.16.1.1 activate
  neighbor 172.16.1.1 send-community extended
 exit-address-family
!
 address-family ipv4 vrf ClientA
  redistribute ospf 2
 exit-address-family
!
 address-family ipv4 vrf ClientB
  redistribute ospf 3
 exit-address-family
!
ip forward-protocol nd

PE1
router ospf 2 vrf ClientA
router-id 10.1.1.11
 redistribute bgp 1 metric 1024 subnets
 network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
!
router ospf 3 vrf ClientB
router-id 10.1.1.12
 redistribute bgp 1 metric 1024 subnets
 network 10.1.1.0 0.0.0.3 area 0
!
router ospf 1
router-id 192.168.1.1
 network 172.16.1.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.0 0.0.0.3 area 0
!
router bgp 1
 bgp log-neighbor-changes
 neighbor 172.16.1.2 remote-as 1
 neighbor 172.16.1.2 update-source Loopback0
!
 address-family vpnv4
  neighbor 172.16.1.2 activate
  neighbor 172.16.1.2 send-community extended
 exit-address-family
!
 address-family ipv4 vrf ClientA
  redistribute ospf 2
 exit-address-family
!
 address-family ipv4 vrf ClientB
  redistribute ospf 3
 exit-address-family
!
ip forward-protocol nd
no ip http server
--More--
```

Figure 5.11 : Redistribution des préfixes BGP/OSPF mutuellement sur les PE

5.2.4. L'application G-MPLS

Dans cette partie, nous allons présenter l'application G-MPLS en utilisant quelques captures d'écran afin de mettre en évidence les fonctionnalités les plus importantes.

Parmi ces captures :

- **La page d'authentification :**

En exécutant l'application, la page d'authentification apparaît. Après la saisie du login et du mot de passe, selon son rôle, l'utilisateur sera redirigé vers sa page d'accueil. Un utilisateur peut être ou bien un commercial, ou bien un administrateur ou bien un client.

Bienvenue à Gestion BackBone MPLS GlobalNet

gnet
GlobalNet

Gestion BackBone MPLS
GlobalNet

G-MPLS

Authentification

Username: admin

Password:

Confirmer Annuler

Figure 5.12 : La page d'authentification

- **La page d'accueil :**

Depuis la page d'accueil et selon le droit d'accès, un menu est affiché contenant les différentes tâches à exécuter. Le menu diffère d'un utilisateur à un autre. Un administrateur possède plus de privilège qu'un commercial et qu'un client.

G-MPLS

Logout admin

Accueil Help

Menu

- Accueil
- Gestion Client
- Backbone
- Gestion Contrats
- Gestion Sites
- Gestion VRF
- Gestion Utilisateurs
- Gestion Block IP
- Gestion Liaison
- Gestion VLAN
- Supervision
- Monitoring
- Reporting
- Configuration
- Help

Suivre Clients

Get Infos Client

Chercher à partir du nom/code client: []

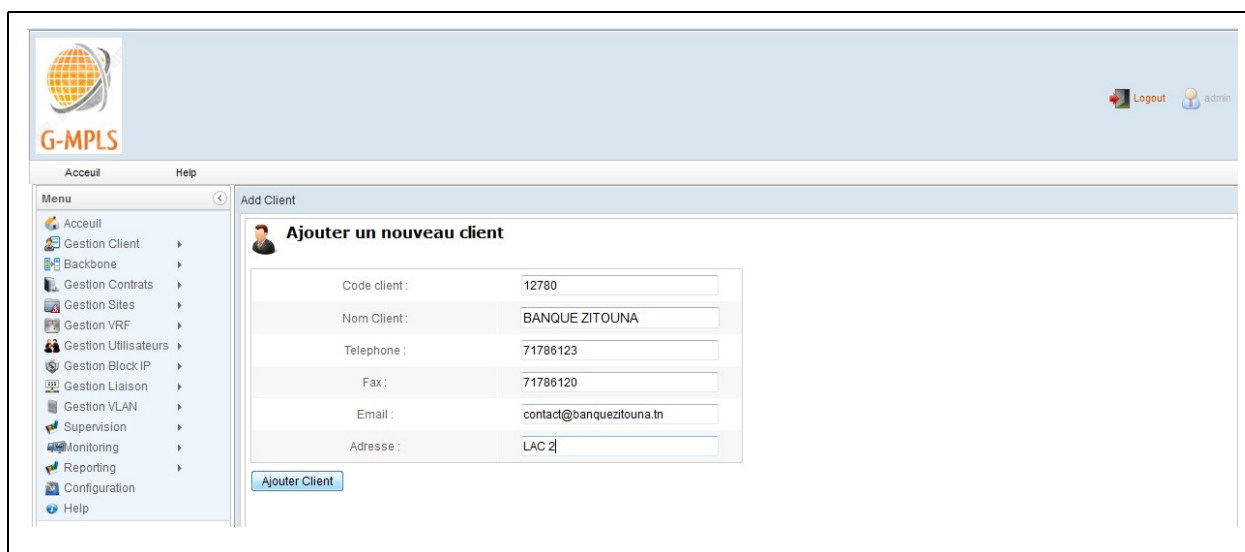
Code Client :	[]
Nom Client :	[]
Telephone :	[]
Fax :	[]
Email :	[]
Adresse :	[]
Status :	[]
Contrats :	Cliquer ICI
Siteses AND Devices :	Cliquer ICI
Siteses AND Links :	Cliquer ICI

Figure 5.13 : Page d'accueil

La page d'accueil de l'administrateur contient les champs suivants :

- Gestion Client : permet de créer, modifier, suspendre et afficher les détails d'un client

- Backbone : permet l'ajout, la modification ou la suppression d'un équipement du backbone MPLS.
 - Gestion Contrats : permet de créer et modifier le contrat d'un client
 - Gestion Sites : permet de créer, modifier, supprimer les sites d'un client
 - Gestion VRF : permet d'ajouter le VRF associé à chaque client.
 - Gestion Utilisateurs : permet de créer, modifier, supprimer les comptes utilisateurs.
 - Gestion Block IP : permet la maîtrise de l'adressage IP des interconnexions client/Backbone.
 - Gestion Liaison : permet la gestion des types de liaisons client/Backbone.
 - Gestion Vlan : permet de gérer les vlans IDs des interconnexions client/Backbone
 - Supervision : permet de surveiller état des équipements réseaux.
 - Monitoring : permet de visualiser l'état de santé des équipements réseaux.
 - Reporting : permet de visualiser les statistiques et générer des rapports.
 - Configuration : permet la configuration des équipements réseaux du Backbone MPLS lors de l'ajout ou la modification d'un client.
- **Formulaire d'ajout d'un client :**



The screenshot displays the G-MPLS web application interface. At the top left is the G-MPLS logo. The top right corner shows a 'Logout' button and a user profile icon labeled 'admin'. Below the header is a navigation menu with options: Accueil, Help, Gestion Client, Backbone, Gestion Contrats, Gestion Sites, Gestion VRF, Gestion Utilisateurs, Gestion Block IP, Gestion Liaison, Gestion VLAN, Supervision, Monitoring, Reporting, Configuration, and Help. The main content area is titled 'Ajouter un nouveau client' and contains a form with the following fields:

Code client :	12780
Nom Client :	BANQUE ZITOUNA
Telephone :	71788123
Fax :	71788120
Email :	contact@banquezitouna.tn
Adresse :	LAC 2

At the bottom of the form is a button labeled 'Ajouter Client'.

Figure 5.14 : Création d'un client

Chapitre 5 : Réalisation

Le commercial introduit les données du client (nom, contact, tel, fax, email).

Formulaire de création d'un VRF :

The screenshot shows the G-MPLS web interface. The main content area is titled 'Ajouter un nouveau VRF relatif à un client'. It features a search bar for client name/code with 'BANQUE ZITOUNA' entered. Below this are input fields for 'Nom VRF' (containing 'banque zitouna') and 'VRF RD' (containing '10 : 12780'). A table is used to add Route Targets and Devices. The table has three columns: 'Route Target', 'Devices', and 'Result'. The 'Route Target' column contains '10 : 12780' with a 'Both' dropdown. The 'Devices' column contains two entries: 'PE1,192.168.137.2' and 'PE2,192.168.137.6', each with a '+' button. The 'Result' column is empty. There are also 'Select All' and 'Ad' buttons. A 'Ajouter VRF' button is at the bottom left of the form.

Figure 5.15 : Création d'un Vrf

Cette figure présente le formulaire de création d'un VRF.

L'administrateur remplit le champ RD Route Distinguisher et les routes Target RT (import/export).

Par défaut, le nom du VRF est celui du nom client. Le code client est affecté automatiquement au deuxième champ RD.

Seul l'administrateur peut créer, modifier et supprimer des VRF.

- **Formulaire d'ajout d'un Routeur :**

Cette figure présente le formulaire d'ajout d'un routeur.

Cette tâche peut être effectuée seulement par un administrateur.

The screenshot shows the G-MPLS web interface. On the left is a navigation menu with items like 'Accueil', 'Gestion Client', 'Backbone', 'Gestion Contrats', 'Gestion Sites', 'Gestion VRF', 'Gestion Utilisateurs', 'Gestion Block IP', 'Gestion Liaison', 'Gestion VLAN', 'Supervision', 'Monitoring', 'Reporting', 'Configuration', and 'Help'. The main area is titled 'Ajouter un nouveau équipement' and contains a form with the following fields:

*Adresse ip :	192.168.137.2	Serial Number :	
*Hostname :	Gnet	Confirm Snmp Community Read :	
*State :	true	Confirm Snmp Community Write :	
Snmp Community Read :		*Role :	P
Snmp Community Write :		*Service :	Cliquer ICI
*Device Type :	Router	*Device Modele :	C1630
Memoire :		Description :	
Version :		Flash (Mbits) :	

Below the form, there is a section for 'Attacher des fichiers de config' with a file upload icon, and an 'Add User Device' section with a '+ Add new login device' button. At the bottom left, there is a button labeled 'Ajouter Equipements'.

Figure 5.16 : Ajout d'un Routeur

5.2.5. Déploiement

Pour déployer l'application G-MPLS, nous communiquerons aux utilisateurs le lien d'accès à la page web sinon nous allons intégrer l'outil à l'intranet de GlobalNet.

L'architecture du déploiement sera présentée dans la figure qui suit :

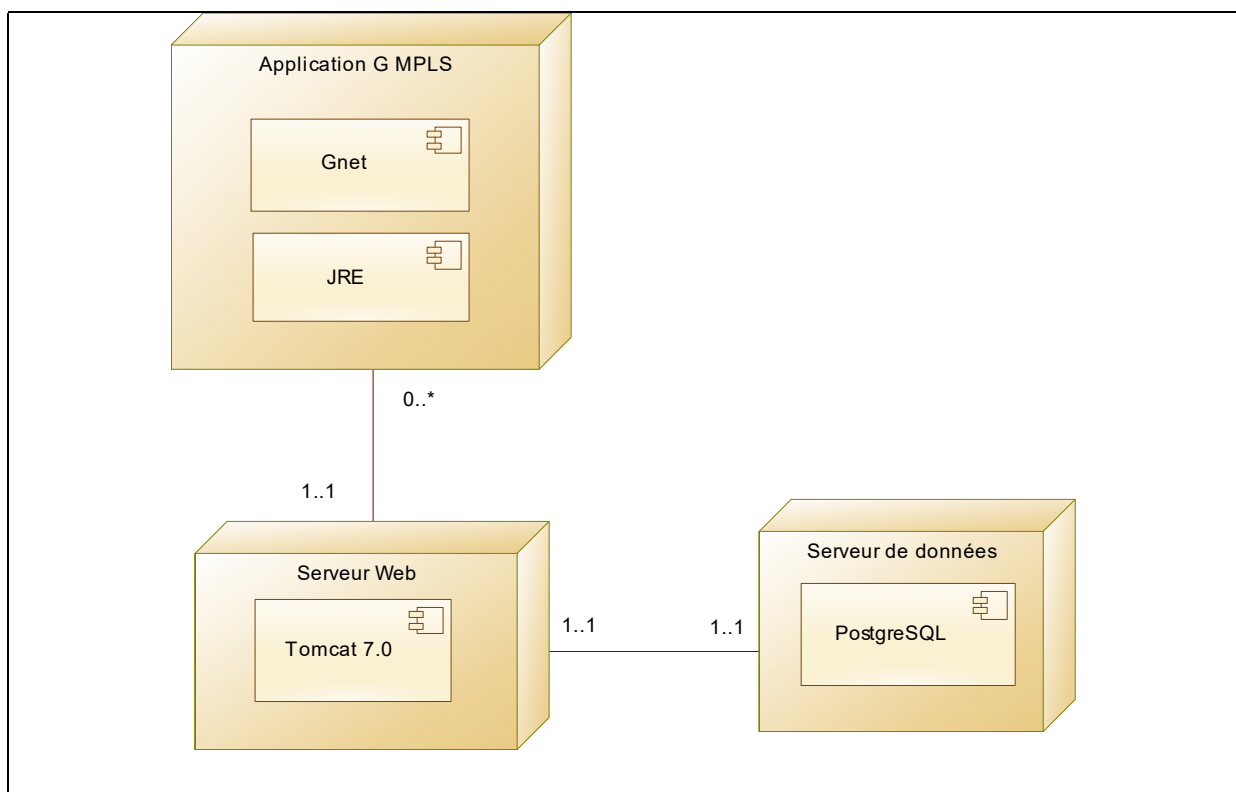


Figure 5.17: Diagramme de déploiement

5.3. Conclusion

Lors de ce chapitre, nous avons présenté l'environnement du travail matériel et logiciel, suivi d'une illustration du comportement de l'application en utilisant des captures d'écran et des descriptions des interfaces.

Conclusion générale :

Conclusion générale

Le développement et le déploiement de la solution G-MPLS, répond au besoin de l'entreprise GlobalNet qui consiste à administrer et superviser efficacement et d'une façon personnalisée son réseau MPLS.

Dans ce projet, nous avons étudié l'architecture du réseau MPLS. Ensuite, nous avons exposé les différentes spécifications de notre produit. Enfin, nous avons décrit les étapes de la réalisation de l'application qui consistent à simuler la topologie du réseau MPLS et à développer des classes java pour effectuer les opérations de communication avec la base de données et les éléments du réseau.

En perspective de ce projet, nous pouvons proposer par exemple d'ajouter la notion du network discovery qui permettra d'identifier automatiquement les plages réseaux des équipements connectés au backbone.

D'un point de vue personnel, tout au long de ce projet, nous avons eu l'occasion de mettre en pratique nos connaissances acquises au sein de l'université Virtuelle de Tunis (UVT) et nous avons également eu l'opportunité de découvrir et maîtriser de nouveaux outils et méthodologies.

Annexe

EVE-NG



Emulated Virtual Environment Next Generation

La plate-forme EVE-NG PRO permet aux entreprises, aux fournisseurs / centres d'apprentissage en ligne et aux individus de créer des maquettes des solutions et des environnements d'apprentissage tout en simulant un réseau de télécommunications réel.

EVE-NG PRO est le premier logiciel d'émulation de réseau multi vendeur qui offre aux professionnels du réseau et de la sécurité d'énormes opportunités dans le monde des réseaux. Les options de gestion sans client permettront à EVE-NG PRO d'être le meilleur choix pour les ingénieurs d'entreprise sans influence des politiques de sécurité de l'entreprise car il peut être exécuté dans un environnement complètement isolé.

Langage de programmation : Java



Java est le nom de marque d'une technique développée par Sun Microsystems : la « technologie Java™ ». Elle correspond à plusieurs produits et spécifications de logiciels qui, constituent un système pour développer et déployer des applications. Java est utilisée dans une grande variété de plates-formes depuis les systèmes embarqués et les téléphones mobiles jusqu'aux serveurs, les applications d'entreprise, les superordinateurs et dans une moindre mesure pour les interfaces graphiques comme les applets Java du Web.

Depuis des années, Sun Microsystems appelle Java la « technologie Java » dans son ensemble. En pratique, beaucoup de programmeurs utilisent le mot « Java » pour désigner son langage de programmation, tandis que la plate-forme d'exécution est appelée « JRE » Java Runtime Environment, environnement d'exécution Java) et le système de compilation : « JDK » (Java

Development Kit) plutôt que « compilateur Java ». Java est sous licence GNU GPL depuis novembre 2006.

Environnement de développement : Eclipse



Eclipse est un environnement de développement intégré libre extensible, universel et polyvalent, permettant de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM).

Zkoss



C'est un Framework open source web 2.0, proposant une interaction utilisateur (UI) riche. ZK s'intègre parfaitement avec toute technologie JAVA : JMS, Hibernate, JAVA EE. Un développeur peut coder avec ZK d'une manière simple ce qui lui permet de gagner du temps par rapport aux Framework WEB classiques.



PostgreSQL

PostgreSQL est un système de gestion de base de données relationnelle et objet (SGBDRO). C'est un outil libre disponible selon les termes d'une licence de type BSD.

Ce système est concurrent d'autres systèmes de gestion de base de données, qu'ils soient libres (comme MySQL et Firebird), ou propriétaires (comme Oracle, Sybase, DB2 et Microsoft SQL Server). Comme les projets libres Apache et Linux, PostgreSQL n'est pas contrôlé par une seule entreprise, mais est fondé sur une communauté mondiale de développeurs et d'entreprises.

Histoire

L'histoire de PostgreSQL remonte à la base de données Ingres, développée à Berkeley par Michael Stonebraker. Lorsque ce dernier décida en 1985 de recommencer le développement de zéro, il nomma le logiciel Postgres, comme raccourci de post-Ingres. Lors de l'ajout des fonctionnalités SQL en 1995, Postgres fut renommé Postgres95. Ce nom fut changé à la fin de 1996 en PostgreSQL.

Principales caractéristiques

PostgreSQL peut stocker plus de types de données que les types traditionnels entiers, caractères, etc. L'utilisateur peut créer des types, des fonctions, utiliser l'héritage de type etc.

PostgreSQL est pratiquement conforme (de plus en plus conforme) aux normes ANSI SQL 89, SQL 92 (SQL 2), SQL 99 (SQL 3) et SQL:2003. Il fonctionne sur diverses plates-formes matérielles et sous différents systèmes d'exploitation.

PostgreSQL fonctionne sur Solaris, SunOS, Mac OS X, HP-UX, AIX, Linux, Irix, Digital Unix, BSD, NetBSD, FreeBSD, OpenBSD, SCO unix, NeXTSTEP, UnixWare et toutes sortes d'Unix. Depuis la version 8.0, PostgreSQL fonctionne également nativement sur Windows. Avant la version 8, il fallait un émulateur de type cygwin pour faire fonctionner PostgreSQL sur ce système d'exploitation.



pgAdmin

Le logiciel **pgAdmin** est un outil de gestion des bases de données PostgreSQL.

Les principales fonctionnalités :

Gestionnaire de bases de données : le logiciel pgAdmin est un outil de gestion de bases de données PostgreSQL. L'utilisateur pourra facilement procéder à l'organisation de ses bases de données. En outre, son utilisation ne requiert pas de connaissance approfondie en matière d'informatique ou de gestion de données.

Ecriture de requêtes SQL : ce logiciel procède également à l'écriture et à l'édition des requêtes SQL. Qu'elles soient simples ou plutôt complexes, le logiciel les prend toujours en charge. Avec l'aide des fonctions PostgreSQL, il est possible de développer facilement les bases de données.

Annexe

Installation facile : outre les fonctions citées ci-dessus, le logiciel pgAdmin est facile à installer. En effet, il ne nécessite aucun pilote supplémentaire pour être en relation avec le serveur de base de données. Ce qui le rend également pratique.

SNMP

Simple Network Management Protocol (SNMP), protocole simple de gestion de réseau en français, est un protocole de communication qui permet aux administrateurs réseau de gérer les équipements du réseau, superviser et de diagnostiquer des problèmes réseaux, matériels à distance.

Les systèmes de gestion de réseau sont basés sur trois éléments principaux : un superviseur, des nœuds (ou nodes) et des agents. Dans la terminologie SNMP, le synonyme *manager* est plus souvent employé que superviseur. Le superviseur est la console qui permet à l'administrateur réseau d'exécuter des requêtes de management. Les agents sont des entités qui se trouvent au niveau de chaque interface, connectant l'équipement managé (nœud) au réseau et permettant de récupérer des informations sur différents objets.

Switchs, hubs, routeurs et serveurs sont des exemples d'équipements contenant des objets manageables. Ces objets manageables peuvent être des informations matérielles, des paramètres de configuration, des statistiques de performance et autres objets qui sont directement liés au comportement en cours de l'équipement en question. Ces objets sont classés dans une sorte de base de données arborescente appelée MIB (« *Management Information Base* »). SNMP permet le dialogue entre le superviseur et les agents afin de recueillir les objets souhaités dans la MIB.

L'architecture de gestion du réseau proposée par le protocole SNMP est donc fondée sur trois principaux éléments :

Les équipements managés (managed devices) sont des éléments du réseau (ponts, switchs, hubs, routeurs ou serveurs), contenant des « objets de gestion » (managed objects) pouvant être des informations sur le matériel, des éléments de configuration ou des informations statistiques ;

Les agents, c'est-à-dire une application de gestion de réseau résidant dans un périphérique et chargé de transmettre les données locales de gestion du périphérique au format SNMP ;

Les systèmes de management de réseau (network management systems notés NMS), c'est-à-dire une console à travers laquelle les administrateurs peuvent réaliser des tâches d'administration.

Netographie

[1] <http://yasser.nerim.net/vpn-mpls>

[2] <http://www.e-liance.fr/interconnexion-vpn-mpls-et-ipsec/>

[3] http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2007/ykarkab_MPLS/intro_mpls.html#ip

[4] <http://www.guill.net/index.php?cat=3&pro=3&wan=5>

[5] <http://www.frameip.com/mpls/>

[6] <http://www.frameip.com/vpn/>

[7] https://www.memoireonline.com/03/11/4293/m_Mise-en-oeuvre-dun-coeur-de-reseau-IPMPLS13.html

Glossaire

ATM: Asynchronous Transfer Mode

BGP: Border Gateway Protocol

CE: Customer Edge

CoS: Class of Service

EIGRP: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

FEC: Forwarding Equivalent Class

FSI : Fournisseur de Services Internet

IntServ: Integrated Services

IETF: Internet Engineering Task Force

IOS: Input Output System (Cisco)

LER: Label Edge Router

LDP: Label Distribution Protocol

LS: Ligne spécialisée

LSR: Label Switch Router

LSP: Label Switched Path

MPLS: Multi Protocol Label Switching

ORM: Object Role Modeling

OSI: Open System Interconnection

OSPF: Open Shortest Path First

PE: Provider Edge

RD: Route Distinguisher

RIP: Routing Information Protocol

RT: Route Targets

SNMP: Simple Network Management Protocol

TCP: Transmission Control Protocol

TTL: Time To Live

UDP: User Datagram Protocol

VPN: Virtual Private Network

VRF: Virtual Routing and Forwarding

VSAT : Very Small Aperture Terminal

