

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie Industriel

Spécialité : CHAINE LOGISTIQUE

Par :

Mr. DEBBAL Housseem Larbi

&

Mr. SOUCI Radhouane

Sujet

Conception, développement et simulation d'un réseau informatique d'une entreprise via GNS3

Soutenu publiquement, le **26 / 06 / 2022**, devant le jury composé de :

Mr. KAHOUADJI Housseyn Amin

MCB

Université de Tlemcen

Président

Mr. BELKHERROUBI Moustafa Kamal

MAA

Université de Tlemcen

Examinateur

Mr. HASSAM Ahmed

MCB

Université de Tlemcen

Encadreur

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

On remercie ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mr HASSAM Ahmed on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, ses conseils, son encouragement et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier Monsieur KAHOUADJI Housseyn Amin de nous avoir fait un immense honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier Monsieur BELKHERROUBI Moustafa Kamal, de nous avoir fait un très grand honneur d'avoir accepté de participer au jury de ce mémoire et d'examiner notre travail.

Nous remercions également tous nos professeurs pour leurs générosités et leur patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Nous n'oublions pas nos parents pour leurs contributions, leur soutien et leur patience, nos proches et nos amis qui nous ont soutenu et encouragé, ainsi que toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin.

Merci à tous.

Dédicaces

*“ La vie n’est qu’un éclair,
Et un jour de réussite est un jour très cher ”*

Je dédie ce modeste travail à :

En premier lieu ceux que personne ne peut compenser les sacrifices qu’ils ont consentis pour mon éducation et mon bien-être, mes parents, ma mère qui m’a donné la vie, le symbole de tendresse, la maman parfaite qui s’est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, et à mon père, école de mon enfance, qui a veillé sur moi et qui m’a encourager, et aider, ils se sont sacrifiés pour me prendre en charge tout au long de ma formation et mes études et qui sont l’origine de ma réussite que ALLAH les garde et les protèges.

A mes frères : DEBBAL Mohammed et DEBBAL Anes qui m’ont beaucoup supporté et encouragé.

A toute ma famille, mes oncles, mes tantes, à mes cousins et mes cousines, et à mes chers amis/es qui m’ont accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles.

A notre cher encadrant Mr. HASSAM Ahmed qui nous a beaucoup aidé durant notre travail avec sa qualité d’encadrement exceptionnel.

Tous nos formateurs et nos enseignants qui ont contribué à notre apprentissage, toute l’équipe pédagogique et administrative pour l’aide qu’ils ont toujours porté aux étudiants.

Toute personne qui de près ou de loin a contribué à notre formation.

A tous mes collègues de promo Master 2 Génie Industriel, Chaîne Logistique et Ingénierie de Production (2021/2022).

A la famille : DEBBAL, ALI BELHADJ, YAHOUNI, TOUIL, BENMASSAOUD, ABDELAOUI et ABDELMALEK.

DEBBAL Housseem Larbi

Dédicaces

*“ La vie n’est qu’un éclair,
Et un jour de réussite est un jour très cher ”*

Je dédie ce modeste travail à :

En premier lieu ceux que personne ne peut compenser les sacrifices qu’ils ont consentis pour mon éducation et mon bien-être, mes parents, ma mère qui m’a donné la vie, le symbole de tendresse, la maman parfaite qui s’est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, et à mon père, école de mon enfance, qui a veillé sur moi et qui m’a encourager, et aider, ils se sont sacrifiés pour me prendre en charge tout au long de ma formation et mes études et qui sont l’origine de ma réussite que ALLAH les garde et les protèges.

A toute ma famille, à mes frères, à mes chers amis/es qui m’ont accordé leur soutien dans les instants les plus difficiles.

A notre cher encadrant Mr. HASSAM Ahmed qui nous a beaucoup aidé durant notre travail avec sa qualité d’encadrement exceptionnel.

Tous nos formateurs et nos enseignants qui ont contribué à notre apprentissage, toute l’équipe pédagogique et administrative pour l’aide qu’ils ont toujours porté aux étudiants.

Toute personne qui de près ou de loin à contribué à notre formation.

A tous mes collègues de promo Master 2 Génie Industriel, Chaîne Logistique et Ingénierie de Production (2021/2022).

SOUICI Radhouane

Table des matières

Remerciements	i
Dédicaces	ii
Table des matières	iv
Liste des figures	viii
Liste des tableaux	xi
INTRODUCTION GENERALE	- 1 -
Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques	- 4 -
1.1 Introduction :	- 5 -
1.2 Modèles de réseaux informatiques :	- 6 -
1.3 Types de réseaux informatiques :	- 7 -
1.3.1 Selon la portée :	- 7 -
1.3.2 Selon la fonction :	- 10 -
1.4 Topologies des réseaux informatiques :	- 12 -
1.4.1 Réseau en Bus (Token Bus) :	- 12 -
1.4.2 Réseau en Anneau (Token Ring) :	- 13 -
1.4.3 Réseau en Etoile :	- 14 -
1.4.4 Réseau en Etoile Etendu :	- 15 -
1.4.5 Réseau en Arbre (Hiérarchique) :	- 15 -
1.4.6 Réseau Maillé :	- 16 -
1.5 Equipements des réseaux informatiques :	- 17 -
1.5.1 Carte réseau :	- 17 -
1.5.2 Concentrateur (HUB) :	- 19 -
1.5.3 Commutateur (SWITCH) :	- 20 -
1.5.4 Routeur :	- 20 -
1.5.5 Pont (bridge) :	- 22 -
1.5.6 Passerelle (Gateway) :	- 23 -
1.5.7 Modem :	- 23 -
1.5.8 Répéteur :	- 23 -
1.5.9 Point d'accès :	- 24 -
1.6 Supports des réseaux informatiques :	- 24 -
1.6.1 Réseaux avec fils :	- 24 -
1.6.2 Réseaux sans fils :	- 28 -
1.7 Architectures réseaux :	- 35 -
1.7.1 Modèle standard OSI de l'ISO :	- 35 -

1.7.2	Modèle TCP / IP :	- 38 -
1.8	Les protocoles réseaux :	- 39 -
1.8.1	Classification des protocoles réseau :	- 39 -
1.9	Sécurité des réseaux informatiques :	- 43 -
1.9.1	Sécurisation du réseau informatique :	- 43 -
1.9.2	Formes de protection :	- 44 -
1.9.2.1	Contrôle d'accès :	- 44 -
1.9.2.2	Authentification :	- 45 -
1.9.2.3	Confidentialité :	- 45 -
1.9.2.4	Intégrité :	- 45 -
1.9.2.5	Non-répudiation :	- 45 -
1.9.3	Les pare-feu :	- 46 -
1.9.4	Les filtres :	- 46 -
1.9.5	La sécurité autour du pare-feu :	- 47 -
1.9.6	Les virus :	- 48 -
1.9.7	Les clés wifi (WEP, WPA, WPA2, WPA3) :	- 48 -
1.10	Conclusion :	- 49 -
Chapitre 2 : Architectures et structures générales d'entreprises et de leurs réseaux informatiques		- 50 -
2.1	Introduction :	- 51 -
2.2	Principales fonctions d'une entreprise :	- 51 -
2.2.1	Direction :	- 51 -
2.2.2	Financement :	- 51 -
2.2.3	Approvisionnement :	- 52 -
2.2.4	Production :	- 52 -
2.2.5	Commercialisation :	- 54 -
2.2.6	Ressources humaines :	- 54 -
2.2.7	Recherche et développement :	- 54 -
2.3	Principales structures des entreprises et des organisations :	- 55 -
2.3.1	Structure générales des entreprises :	- 55 -
2.3.1.1	Structure hiérarchique :	- 55 -
2.3.1.2	Structure fonctionnelle :	- 56 -
2.3.1.3	Structure hiérarchico-fonctionnelle (Staff and line):	- 58 -
2.3.1.4	Structure divisionnelle :	- 59 -
2.3.1.5	Structure matricielle (ou par projet) :	- 60 -
2.3.2	Caractéristiques générales d'une structure :	- 61 -
2.3.2.1	Catégorie :	- 61 -

2.3.2.2	Finalité :	- 62 -
2.3.2.3	Taille :	- 62 -
2.3.2.4	Statut juridique :	- 62 -
2.3.2.5	Nationalité :	- 64 -
2.3.2.6	Secteur :	- 64 -
2.3.2.7	Champ d'action :	- 64 -
2.3.2.8	Ressources :	- 65 -
2.4	Architectures des réseaux informatiques selon la taille des entreprises :	- 66 -
2.4.1	Réseaux informatiques d'entreprises :	- 66 -
2.4.2	Réseaux LAN pour les très petites entreprises (TPE) ou microentreprises (MIC) :	- 67 -
2.4.3	Réseaux LAN pour les petites et moyennes entreprises (PME) :	- 68 -
2.4.4	Réseaux LAN ou MAN pour les entreprises de taille intermédiaire (ETI) :	- 68 -
2.4.5	Réseaux des Grandes entreprises (GE) :	- 69 -
2.4.6	Réseaux de groupe d'entreprises :	- 70 -
2.5	Conclusion :	- 70 -
Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3		- 71 -
3.1	Introduction :	- 72 -
3.1.1	Origine du projet :	- 72 -
3.1.2	Présentation de GNS3 :	- 72 -
3.1.3	Pourquoi utiliser GNS3 ?	- 72 -
3.1.4	Exigences de GNS3 :	- 73 -
3.2	Composants et utilisation de GNS3 :	- 73 -
3.2.1	Espace de travail :	- 74 -
3.2.2	Barre de tâches de dispositifs périphériques :	- 74 -
3.2.3	Barre de tâches centrale :	- 75 -
3.2.4	Panneau sommaire des serveurs :	- 75 -
3.2.5	Panneau sommaire de la topologie :	- 76 -
3.2.6	Panneau de la console du régulateur :	- 76 -
3.3	Installation et configuration de GNS3 :	- 77 -
3.3.1	Installation de GNS3 :	- 77 -
3.3.1.1	Installation sur Microsoft Windows :	- 77 -
3.3.1.2	Installation sur OS X :	- 81 -
3.3.1.3	Installation sur Linux :	- 83 -
3.3.2	Configuration de GNS3 :	- 84 -
3.4	Les émulateurs supportés par GNS3 :	- 87 -
3.4.1	Dynamips, Cisco :	- 87 -
3.4.2	GNS3 Virtuelle Machine :	- 87 -

3.4.3 VPCS :.....	- 88 -
3.4.4 Qemu et VIRT :.....	- 88 -
3.4.5 VirtualBox / VMware :	- 88 -
3.4.6 Docker :	- 88 -
3.5 Conclusion :	- 88 -
Chapitre 4 : Conception, configuration et simulation des réseaux d'entreprises par GNS3 .-	90 -
4.1 Introduction :.....	- 91 -
4.2 Réseau d'entreprise intranet :.....	- 91 -
4.3 Réseau d'entreprise extranet :.....	- 92 -
4.4 Réseau d'entreprise internet :.....	- 93 -
4.5 Différents types de topologies des réseaux informatiques :	- 96 -
4.5.1 Programme 1 : Réseau direct entre 2 ordinateurs (connexion point à point).....	- 96 -
4.5.2 Programme 2 : Réseau étoile composé de 4 ordinateurs relié entre eux avec un switch (MIC ou TPE).....	- 97 -
4.5.3 Programme 3 : Réseau local virtuel composé de 3 VLANs (2 PCs dans chaque serveur) relié entre eux par un switch multicouches (PME)	- 98 -
4.5.4 Programme 4 : Réseau en étoile étendu composé de 3 VLANs qui contient 5 PCs chacun relié avec un switch simple, le tout est relié par un switch multicouches (ETI).-	103 -
4.5.5 Programme 5 : Réseau WAN composé d'un seul PC relié avec un routeur et un cloud	105 -
4.5.6 Programme 6 : Réseau WAN composé de 5PCs reliés avec un switch, un routeur et un cloud	- 108 -
4.5.7 Programme 7 : Réseau WAN composé de 3 VLANs qui contient 4 PCs chacun reliés avec un switch, le tout est relié par un switch multicouches, un routeur et un cloud	- 110 -
4.5.8 Programme 8 : Réseau GE : Grande Entreprise	- 112 -
4.5.9 Programme 9 : Réseau Groupes d'entreprises	- 114 -
4.5.10 Programme 10 : Exemple réelle de l'unité commerciale SNVI Tlemcen.....	- 116 -
4.5.11 Programme 11 : Exemple d'une entreprise multinationale qui contient divers pôles situées dans 3 continents divers (Amérique, Europe et Afrique).....	- 119 -
4.6 Conclusion :	- 121 -
CONCLUSION GENERALE.....	- 122 -
Références bibliographiques.....	- 124 -
Références webographies	- 125 -

Liste des figures

Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques

Figure 1.1 Modèle d'un réseau centralisé [2]	- 6 -
Figure 1.2 Modèle d'un réseau distribué [2]	- 6 -
Figure 1.3 Réseau LAN 1 [4]	- 7 -
Figure 1.4 Réseau LAN 2 [3]	- 7 -
Figure 1.5 Réseau PAN et WPAN [4]	- 8 -
Figure 1.6 Réseau MAN [4]	- 8 -
Figure 1.7 Réseau WAN 1 [4]	- 9 -
Figure 1.8 Réseau WAN 2 [3]	- 9 -
Figure 1.9 Réseau WLAN [4]	- 10 -
Figure 1.10 Différents types de réseaux	- 10 -
Figure 1.11 Type point à point [1]	- 11 -
Figure 1.12 Type diffusion [1]	- 11 -
Figure 1.13 Réseau en Bus [2]	- 13 -
Figure 1.14 Réseau en Anneau 1 [2]	- 14 -
Figure 1.15 Réseau en Anneau 2 [2]	- 14 -
Figure 1.16 Système en Etoile [2]	- 15 -
Figure 1.17 Réseau en Etoile Etendu [4]	- 15 -
Figure 1.18 Réseau en Arbre (Hiérarchique) 1 [2]	- 16 -
Figure 1.19 Réseau en Arbre (Hiérarchique) 2 [2]	- 16 -
Figure 1.20 Réseau Maillé [2]	- 17 -
Figure 1.21 Différents types de cartes réseaux 1 [4]	- 18 -
Figure 1.22 Différents types de cartes réseaux 2 [4]	- 19 -
Figure 1.23 Symbole d'un concentrateur (hub)	- 19 -
Figure 1.24 Concentrateur (hub) 1 [10] Figure 1.25 Concentrateur (hub) 2 [4]	- 19 -
Figure 1.26 Concentrateur (hub) 3 [4]	- 20 -
Figure 1.27 Symbole d'un switch Figure 1.28 Symbole d'un switch multicouche	- 20 -
Figure 1.29 Commutateur (switch) [4]	- 20 -
Figure 1.30 Commutateur multicouche (switch multi layer) [4]	- 20 -
Figure 1.31 Symbole d'un routeur	- 21 -
Figure 1.32 Architecture interne d'un routeur [10]	- 21 -
Figure 1.33 Architecture protocolaire d'un routeur [10]	- 22 -
Figure 1.34 Routeur [4]	- 22 -
Figure 1.35 Pont [10]	- 22 -
Figure 1.36 Passerelle (Gateway)	- 23 -
Figure 1.37 Modem	- 23 -
Figure 1.38 Répéteur [10]	- 24 -
Figure 1.39 La section transversale du câble coaxial	- 25 -
Figure 1.40 Les réseaux à large bande. (a) Double câble. (b) Câble simple.	- 26 -
Figure 1.41 Fibre optique. (a) Trois exemples d'un rayon lumineux provenant de l'intérieur d'une fibre de silice frappant la limite air/silice à différents angles. (b) Lumière piégée par réflexion interne totale. [11]	- 27 -
Figure 1.42 Câbles fibres optiques	- 28 -
Figure 1.43 Piconet	- 29 -
Figure 1.44 Scatternet	- 30 -
Figure 1.45 Wi-Fi [4]	- 31 -
Figure 1.46 Classes orbitales en selon les altitudes	- 35 -
Figure 1.47 Classification des altitudes pour les orbites géocentriques [16]	- 35 -
Figure 1.48 Les 7 niveaux du système OSI	- 36 -

Figure 1.49 Les 4 niveaux de modèle TCP / IP	- 38 -
Figure 1.50 Emplacement géographique du pare-feu dans une société [10]	- 46 -
Figure 1.51 Place d'un pare-feu dans l'infrastructure [10]	- 47 -
Figure 1.52 Différents architectures de sécurité [10]	- 47 -

Chapitre 2 : Architectures et structures générales d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

Figure 2. 1 (CN : Commande Numérique)	- 53 -
Figure 2. 2 (CNC : Commande Numérique Assistée Par Ordinateur)	- 54 -
Figure 2. 3 (DNC : Commande Numérique Directe)	- 54 -
Figure 2. 4 L'organigramme de la structure hiérarchique	- 56 -
Figure 2. 5 L'organigramme de la structure fonctionnelle	- 57 -
Figure 2. 6 L'organigramme de la structure hiérarchico-fonctionnelle	- 59 -
Figure 2. 7 L'organigramme de la structure divisionnelle	- 60 -
Figure 2. 8 L'organigramme de la structure matricielle	- 61 -
Figure 2. 9 Les différents types d'entreprises	- 67 -

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

Figure 3. 1 Interface graphique de GNS3	- 74 -
Figure 3. 2 Zone de travail GNS3	- 74 -
Figure 3. 3 Barre de tâches de dispositifs périphériques GNS3	- 75 -
Figure 3. 4 Barre de tâches centrale GNS3	- 75 -
Figure 3. 5 Panneau sommaire des serveurs GNS3	- 76 -
Figure 3. 6 Panneau sommaire de la topologie GNS3	- 76 -
Figure 3. 7 Panneau de la console du régulateur GNS3	- 76 -
Figure 3. 8 Clic droit sur un périphérique GNS3	- 77 -
Figure 3. 9 Choix de la version du GNS3 à télécharger	- 78 -
Figure 3. 10 Démarrage de l'installation de GNS3	- 78 -
Figure 3. 11 Acceptation de l'accord de licence	- 79 -
Figure 3. 12 Choix d'un dossier dans le menu de démarrage	- 79 -
Figure 3. 13 Choix des composants GNS3 à installer	- 80 -
Figure 3. 14 Choix de l'emplacement du dossier de destination	- 80 -
Figure 3. 15 Validation de l'installation de GNS3	- 81 -
Figure 3. 16 Autorisation de l'installation en allant dans la section sécurité et confidentialité [47] - 81 -	- 81 -
Figure 3. 17 Cliquez sur le cadenas pour faire des modifications [47]	- 82 -
Figure 3. 18 Sélectionnez l'option Anywhere sous Allow apps downloaded from [47]	- 82 -
Figure 3. 19 Glissement d'icône du programme GNS3 dans le dossier Applications [47]	- 82 -
Figure 3. 20 Autorisation racine et saisie du mot de passe [47]	- 83 -
Figure 3. 21 Icône du logiciel GNS3	- 84 -
Figure 3. 22 Création d'un nouveau projet	- 84 -
Figure 3. 23 L'icône des routeurs et des commutateurs	- 85 -
Figure 3. 24 Edit, onglet Préférences	- 85 -
Figure 3. 25 Préférences Dynamips, onglet IOS routers	- 85 -
Figure 3. 26 Choix de l'image IOS	- 86 -
Figure 3. 27 Nom de la plate-forme	- 86 -
Figure 3. 28 Fenêtre des adaptateurs réseaux	- 86 -
Figure 3. 29 Fenêtre des modules WIC	- 86 -
Figure 3. 30 Préférences des routeurs IOS	- 87 -
Figure 3. 31 Routeur virtuel IOS	- 87 -

Chapitre 4 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

Figure 4. 1 Un réseau Intranet 1	- 92 -
Figure 4. 2 Un réseau Intranet 2	- 92 -
Figure 4. 3 Un réseau Extranet 1	- 93 -
Figure 4. 4 Un réseau Extranet 2	- 93 -
Figure 4. 5 Un réseau Internet 1	- 94 -
Figure 4. 6 Un réseau Internet 2	- 94 -
Figure 4. 7 Interface d'un réseau composé de 2 PCs	- 96 -
Figure 4. 8 Configuration du PC1 et ping du PC2	- 96 -
Figure 4. 9 Configuration du PC2 et ping du PC1	- 97 -
Figure 4. 10 Interface d'un réseau composé de 4 PCs et un switch	- 97 -
Figure 4. 11 Configuration du PC1 et ping des 3 autres PCs du réseau	- 98 -
Figure 4. 12 Interface d'un réseau composé de 3 VLANs reliés par un switch multicouches	- 98 -
Figure 4. 13 Configuration du switch multicouches : Création des VLANs.....	- 99 -
Figure 4. 14 Configuration du switch multicouches : Affectation des interfaces aux VLANs	- 100 -
-	
Figure 4. 15 Configuration du switch multicouches : Affichage des VLANs et interfaces créés... ..	- 100 -
Figure 4. 16 Configuration du switch multicouches : Configuration des adresses IP des VLANs	- 101 -
Figure 4. 17 Configuration du switch multicouches : Affichage du routage	- 102 -
Figure 4. 18 Ping de 5 PCs dans les 3 VLANs du réseau	- 103 -
Figure 4. 19 Switch multicouches connecté avec 3 switches (3 VLANs).....	- 104 -
Figure 4. 20 Ping de 3 PCs de 3 VLANs divers	- 104 -
Figure 4. 21 Interface d'un réseau composé d'un PC relié avec un routeur et un cloud.....	- 105 -
Figure 4. 22 Configuration du routeur : Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/1	- 105 -
Figure 4. 23 Configuration du routeur : Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/0.....	- 106 -
Figure 4. 24 Configuration du routeur : Affichage des adresses affectées aux interfaces	- 106 -
Figure 4. 25 Configuration du routeur avec l'instruction : ip domain-lookup	- 106 -
Figure 4. 26 Ping de divers sites à partir du routeur.....	- 107 -
Figure 4. 27 Ping de divers sites à partir du PC	- 107 -
Figure 4. 28 Interface d'un réseau composé d'un VLAN de 5 PCs liée avec un switch, un routeur et un cloud	- 108 -
Figure 4. 29 Ping de quelques sites à partir du routeur	- 108 -
Figure 4. 30 Ping de quelques sites à partir du PC1	- 109 -
Figure 4. 31 Ping de quelques sites à partir du PC3	- 109 -
Figure 4. 32 Interface d'un réseau composé de 3 VLANs relié avec un switch multicouches, un routeur et un cloud.....	- 110 -
Figure 4. 33 Configuration du routeur : eigrp 100	- 110 -
Figure 4. 34 Configuration du switch multicouches : eigrp 100	- 111 -
Figure 4. 35 Configuration du switch multicouches : ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f 0/1.....	- 111 -
Figure 4. 36 Ping du site GNS3.COM à partir du PC2 VLAN 1	- 111 -
Figure 4. 37 Ping du site GOOGLESCHOLAR.COM à partir du PC4 VLAN 2	- 112 -
Figure 4. 38 Ping du site LINKEDIN.COM à partir du PC1 VLAN 3	- 112 -
Figure 4. 39 Interface d'un réseau GE.....	- 113 -
Figure 4. 40 Ping du PC1 vers les 3 différents départements + ping du site GOOGLE	- 114 -
Figure 4. 41 Interface d'un réseau Groupes d'Entreprises	- 115 -
Figure 4. 42 Ping du PC1 vers d'autres différents PCs + ping du site GOOGLE.....	- 116 -
Figure 4. 43 Organigramme de l'unité commerciale SNVI Tlemcen	- 117 -
Figure 4. 44 Interface du réseau d'unité commerciale SNVI Tlemcen.....	- 118 -
Figure 4. 45 Exemple d'un réseau d'une entreprise multinationale	- 120 -

Liste des tableaux

Chapitre 1 : Introduction général aux réseaux informatique

Tableau 1.1 Versions de Bluetooth.....	- 30 -
Tableau 1.2 Versions Wi-Fi [8].....	- 32 -
Tableau 1.3 Architecture en couches.....	- 36 -

Chapitre 2 : Architectures et structures générales d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

Tableau 2.1 Avantages et inconvénients de la structure hiérarchique.....	- 56 -
Tableau 2.2 Avantages et inconvénients de la structure fonctionnelle.....	- 57 -
Tableau 2.3 Avantages et inconvénients de la structure hiérarchico-fonctionnelle	- 59 -
Tableau 2.4 Avantages et inconvénients de la structure divisionnelle	- 60 -
Tableau 2.5 Avantages et inconvénients de la structure matricielle.....	- 61 -

Chapitre 4 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

Tableau 4.1 Tableau comparatif entre l'Internet, l'Intranet et l'Extranet	- 95 -
---	--------

INTRODUCTION GENERALE

De nos jours toutes les entreprises modernes ont un ou plusieurs serveurs, des ordinateurs, des imprimantes multifonction et d'autres équipements informatiques en plus toutes ces entreprises utilisent des ERP, des CRM et beaucoup d'autres logiciels et plateformes qui doivent fonctionner en réseau. Pour cela les réseaux informatiques sont devenus une nécessité et une obligation pour le bon fonctionnement et la bonne gestion des entreprises et des organisations.

Un réseau informatique est défini comme étant un groupe d'ordinateurs ou plus généralement d'équipements connectés les uns aux autres soit par des fils en cuivre ou en fibres optiques, soit sans fils en utilisant une des technologies telles que Bluetooth, Wi-Fi, WiMax ou autre, de sorte que ces divers périphériques et équipements puissent interagir les uns avec les autres.

Pour concevoir un réseau informatique, il faut avoir des équipements réseaux tel que les routeurs, les modems routeurs, les DSLAM, les commutateurs ou switches entre autres, tous ces équipements doivent être connectés selon des normes bien précises et doivent être configurés selon des protocoles et des règles. Les objectifs principaux de notre travail se résument dans le développement de diverses structures réseaux d'entreprises selon leurs organigrammes, la programmation et la configuration des réseaux informatiques sous GNS3, puis la simulation des réseaux informatiques créés. Tous les réseaux informatiques conçus et configurés peuvent être réalisés physiquement avec du matériel réseau dans des vraies entreprises. Ce mémoire est organisé en quatre chapitres répartis comme suit :

Le premier chapitre comportera une introduction aux réseaux informatiques en générale, où on va parler des différents types de réseaux selon la portée et selon la fonction, puis on montre les différentes topologies de la plus ancienne et basique qui est la topologie en Bus à la plus complexe des topologies appelée topologie maillée représentée par le réseau global qui est internet, ensuite on donne une idée globale sur les principaux équipements utilisés dans les réseaux informatiques allant du plus simple représenté par les cartes réseaux et allant au plus complexe qui sont les routeurs, on va entamer par la suite les supports de transmission dans les réseaux informatiques. Dans ce chapitre on va parler aussi des architectures des réseaux informatiques où on va se contenter de deux architectures, le modèle de référence OSI et le modèle Internet TCP/IP, en suite on va définir la notion de protocoles informatiques et donner les avantages et les inconvénients des plus importants protocoles parmi les centaines de protocoles qui existe, en termine ce chapitre par la sécurité des réseaux informatiques et des différentes méthodes et techniques utilisées.

Le second chapitre présentera les architectures et les structures générales des entreprises et les architectures réseaux informatiques correspondantes à chaque type d'entreprise. Nous commençons le chapitre par donner une idée sur la notion d'entreprise et ses principales fonctions, où on va parler des différents services et départements qui la composent comme le service direction, finance, approvisionnement, production, commercial, ressources humaines et recherche et développement. Par la suite on présente les principales structures des organisations et des entreprises, puis on parle de leurs caractéristiques générales telles que la catégorie, la finalité, la taille, le statut juridique, la nationalité, le secteur, le champ d'action et les ressources. La dernière partie du chapitre va aborder les architectures des réseaux informatiques selon les tailles des

entreprises, où on va définir le réseau informatique correspondant à chaque entreprise suivant sa taille (MIC, TPE, PME, ETI, GE ou Groupe d'entreprises), suivant le nombre du personnel et l'élargissement de la surface de l'entreprise et son étendu.

Dans le troisième chapitre on va parler de l'outil qu'on va utiliser pour réaliser notre travail où en va évoquer le simulateur graphique des réseaux informatique GNS3. On commence par présenter le logiciel, pourquoi l'utiliser et quel sont les exigences de son utilisation. Puis on va exposer les composantes de son interface graphique. Dans le point suivant on va décrire en détaille l'installation et la configuration de GNS3, son téléchargement, son processus d'installation sur les trois plateformes Windows, MacOS et Linux et sa configuration où on va principalement parler du téléchargement, de l'installation et de la configuration des images IOS des routeurs CISCO comme l'IOS du Cisco 7200, Cisco 3620, Cisco 3725, etc... car ce sont les routeurs qu'on va utiliser dans notre projet. On finalise le chapitre avec une présentation rapide des principaux émulateurs supportés par GNS3.

Le dernier chapitre va être consacré à la conception, l'implémentation, la configuration et enfin la simulation et le test des réseaux informatiques qui peuvent être installé dans une entreprise réelle. On commence le chapitre par donner les trois types de réseaux informatiques qu'une entreprise peut avoir et qui sont le réseau intranet pour les entreprises dont l'accès est restreint au personnel seulement, les réseaux extranet pour les entreprises où les clients, les fournisseurs et les collaborateurs peuvent avoir un accès limité à l'entreprise bien sûr avec une authentification et enfin le réseau internet où l'accès est permis de partout dans le monde et pour tout le monde, bien sûr toujours avec certaines règles et contrainte d'accès. La suite du chapitre va être consacrée à la conception et la configuration des différents réseaux informatiques du plus simple aux plus complexe. On commence par le réseau le plus simple point à point où nous allons connecter directement deux ordinateurs dans un même réseau puis on va faire un PING pour tester la liaison entre les deux PCs. Dans le réseau suivant qui est un réseau en étoile simple, on va connecter plusieurs ordinateurs via un switch de couche 2, les configurer dans le même réseau et bien sûr faire un test de connexion via la commande PING. Dans le troisième réseau qui représente toujours un réseau en étoile, on va compliquer un peu plus les choses et créer plusieurs réseaux virtuels, chacun contient un certain nombre d'ordinateurs, tous ces ordinateurs seront liés par un switch de niveau 3 ou un switch multicouche. Dans ce réseau nous allons d'abord configurer le switch multicouche pour que les ordinateurs des différents réseaux virtuels puissent communiqués entre eux. Le quatrième réseau sera un réseau en étoile étendue qui contient un switch de niveau 3 et plusieurs switches de niveau 2, ces derniers vont relier plusieurs ordinateurs dans un réseau virtuel, puis chaque réseau virtuel sera connecté avec le switch multicouche. Dans le réseau qui suit on va introduire l'équipement réseau le plus puissant qui est le routeur. On va créer un simple réseau étoile composé d'ordinateurs liés directement au routeur et connecté au Cloud qui représente le réseau mondial Internet. Dans ce réseau on va donner la configuration complète du routeur et bien sûr tester le fonctionnement du réseau. Dans le sixième réseau on va créer un réseau étoile composé d'un switch de niveau 2 connecté à plusieurs ordinateurs, ce switch est lié directement avec un routeur. Le septième réseau sera un réseau en étoile étendue où nous allons relier plusieurs réseaux étoiles composé chacun de switch de niveau 2 et relié avec un switch de niveau 3, ce dernier est connecté directement au routeur. Le huitième réseau représente un réseau maillé où plusieurs routeurs seront lier à plusieurs réseaux en étoiles étendues composés chacun de plusieurs ordinateurs et switches de niveau 2 tous reliés avec un switch multicouche. Ce dernier réseau représente le réseau d'une grande entreprise qui peut avoir plusieurs représentants et filiales dans

plusieurs villes ou même dans des pays différents. Le réseau suivant va représenter le réseau informatique d'un groupe d'entreprises donc on va lier plusieurs routeurs et plusieurs VLAN entre eux bien sûr tous connectés à internet. Tous les réseaux où nous allons utiliser au moins un routeur vont être connectés à internet. Le chapitre quatre va être clôturé par deux exemples d'entreprises et les réseaux informatiques qui leurs correspondent.

Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques

1.1 Introduction :

Les idées de base dans tous les types de communication sont qu'il doit y avoir trois ingrédients pour que la communication soit efficace. Premièrement, il doit y avoir deux entités, appelées un émetteur et un récepteur. Ces deux entités doivent avoir quelque chose à partager. Deuxièmement, il doit y avoir un moyen par lequel l'objet à partager est acheminé. Il s'agit du moyen de transmission. Enfin, il doit y avoir un groupe de règles ou de protocoles de communication. Ces trois exigences s'appliquent à chaque catégorie ou structure de communication. [2]

Un réseau d'ordinateurs est un système distribué composé d'ordinateurs et d'autres dispositifs faiblement couplés. Deux quelconques de ces dispositifs, que nous appellerons dorénavant éléments de réseau ou éléments de transmission sans perte de généralité, peuvent communiquer entre eux par le biais d'un support de communication. Pour que ces dispositifs connectés soient considérés comme un réseau de communication, il doit exister un ensemble de règles ou de protocoles de communication que chaque dispositif du réseau doit suivre pour communiquer avec un autre dispositif du réseau. La combinaison résultante composée de matériel et de logiciel est un réseau de communication informatique, ou réseau informatique en bref.

La composante matérielle est constituée d'éléments de réseau comprenant une collection de nœuds qui comprennent les systèmes finaux communément appelés hôtes et les éléments de commutation intermédiaires qui comprennent des concentrateurs, des ponts, des routeurs et des passerelles que nous appellerons, sans perte de généralité, des éléments de réseau.

Les éléments de réseau peuvent posséder des ressources individuellement, c'est-à-dire localement ou globalement. Le logiciel de réseau se compose de tous les programmes d'application et des protocoles de réseau qui sont utilisés pour synchroniser, coordonner et réaliser le partage et l'échange de données entre les éléments du réseau. Le logiciel de réseau permet également le partage de ressources coûteuses du réseau. Les éléments du réseau, les logiciels de réseau, et les utilisateurs travaillent tous ensemble pour que les utilisateurs individuels puissent échanger des messages et partager des ressources sur d'autres systèmes qui ne sont pas facilement disponibles localement.

Les éléments ainsi que leurs ressources, peuvent être de technologies matérielles diverses, et les logiciels peuvent être aussi différents que possible, mais l'ensemble doit fonctionner à l'unisson.

La technologie des interconnexions permet à de multiples technologies matérielles sous-jacentes et à différents régimes logiciels de s'interconnecter des réseaux hétérogènes et de les faire communiquer en douceur. Le bon fonctionnement de tout réseau de communication informatique est assuré par les mécanismes de bas niveau fournis par les éléments du réseau et les facilités de communication de haut niveau fournies par le logiciel fonctionnant sur les éléments communicants. Avant de discuter du fonctionnement de ces réseaux, examinons d'abord les différents types de réseaux. [2]

C'est quoi un réseau ?

Un réseau est constitué d'un certain nombre d'ordinateurs reliés entre eux et autonomes. Le fait d'être "interconnectés" signifie que les ordinateurs peuvent s'envoyer des informations entre eux. Ceux-ci consistent en de nombreux processeurs reliés entre eux mais agissant comme un seul ordinateur sous le contrôle d'une copie du système d'exploitation. Dans un réseau, en revanche,

tous les ordinateurs ont leur propre système d'exploitation et peuvent agir indépendamment. [3]

1.2 Modèles de réseaux informatiques :

Il existe plusieurs modèles de configuration qui forment un réseau informatique. Les plus courants sont les modèles centralisés et distribués.

Dans **un modèle centralisé**, plusieurs ordinateurs et périphériques sont interconnectés et peuvent communiquer entre eux. Cependant, il n'y a qu'un seul ordinateur central, appelé le maître, par lequel toute la correspondance doit s'effectuer. Les ordinateurs dépendants, appelés substitués, peuvent avoir des ressources locales réduites, comme la mémoire, et les ressources globales partageables sont contrôlées par le maître au centre. Contrairement au modèle centralisé, cependant, **le réseau distribué** est constitué d'ordinateurs faiblement couplés et interconnectés par un réseau de communication composé d'éléments de connexion et de canaux de communication. Les ordinateurs eux-mêmes peuvent posséder leurs ressources localement ou demander des ressources auprès d'un ordinateur distant. Ces ordinateurs sont connus par une série de noms, notamment hôte, client ou nœud. Si un hôte possède des ressources dont d'autres hôtes ont besoin, alors cet hôte est appelé un serveur. La communication et le partage des ressources ne sont pas contrôlés par l'ordinateur central, mais sont organisés entre deux éléments communicants du réseau. [2]

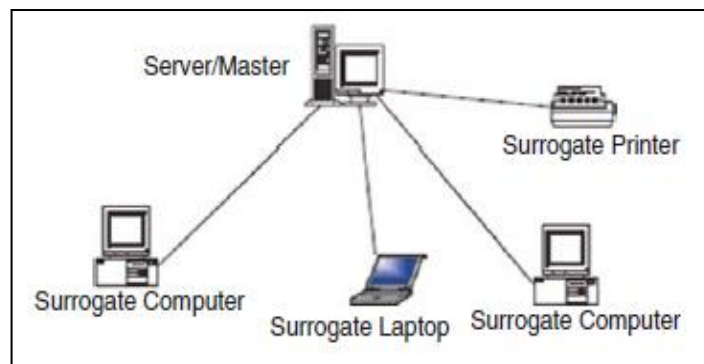


Figure 1.1 Modèle d'un réseau centralisé [2]

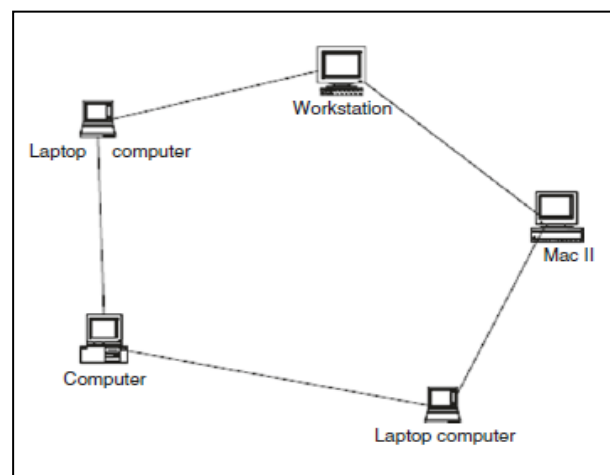


Figure 1.2 Modèle d'un réseau distribué [2]

1.3 Types de réseaux informatiques :

1.3.1 Selon la portée :

- **(LAN : Réseau local) :** Les réseaux locaux LAN (Local Area Network) sont restreints à de courtes surfaces physiques. Les vitesses de transmission de fichiers des réseaux LAN sont généralement élevées. La totalité du LAN composé de PC, de lignes et autres accessoires est souvent la propriété d'une seule entité, telle une société, une pièce électronique ou un domicile privé. [3]

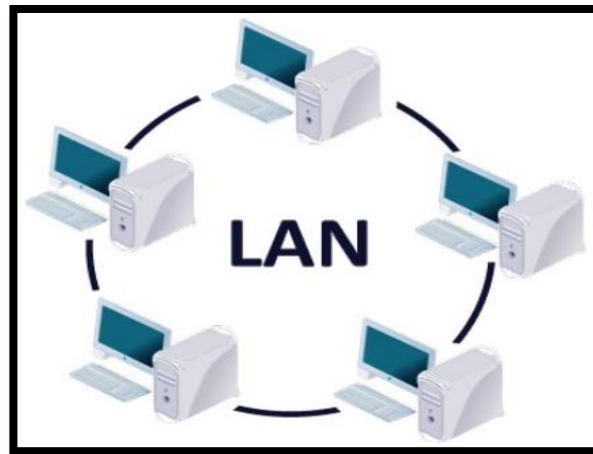


Figure 1.3 Réseau LAN 1 [4]

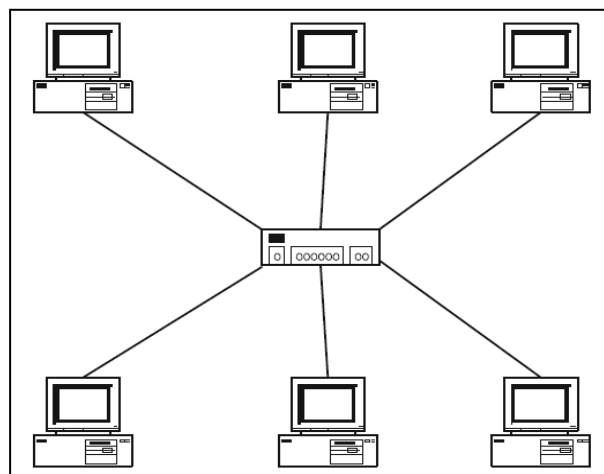


Figure 1.4 Réseau LAN 2 [3]

- **(PAN : Réseau personnel) :** Les réseaux PAN (Personal Area Network) utilisés dans la connexion de dispositifs personnels de type électronique qui se trouvent en moyenne dans un rayon d'environ 10 mètres. Aussi nommé réseau familial ou réseau privé. Les réseaux WPAN sont des réseaux personnels sans fils et qui incluent plusieurs technologies telles que : Bluetooth, USB sans fils, IrDA (Infrared Data Association), Zigbee et Z-Wave.

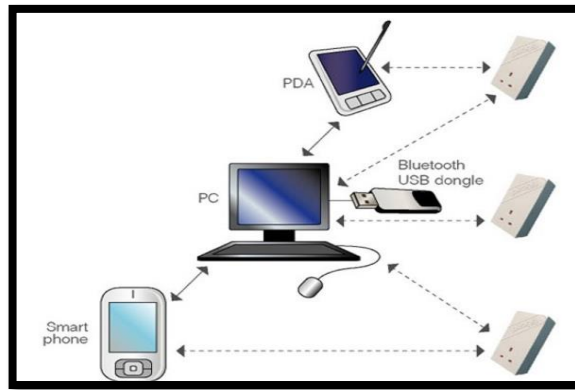


Figure 1.5 Réseau PAN et WPAN [4]

- **(MAN : Réseau métropolitain) :** Le réseau MAN (Metropolitan Area Network) se situe entre le réseau local LAN et le réseau mondial WAN. Il permet de desservir la totalité des quartiers d'une ville et de ses environs, mais son rayon d'action est moins étendu que le réseau mondial. [3]

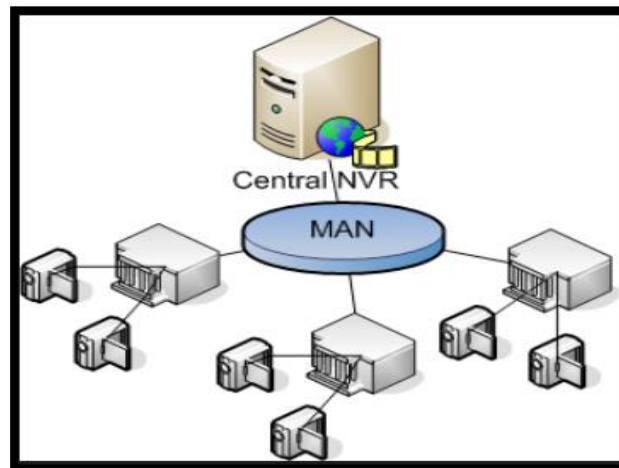


Figure 1.6 Réseau MAN [4]

- **(WAN : Réseau étendu) :** Les réseaux étendus WAN (World Area Network) permettent de connecter des ordinateurs sur de longues distances, même autour du globe. Les débits de données des WAN sont généralement inférieurs à ceux des LAN. Les WAN sont normalement utilisés pour interconnecter des LAN. Il est rare qu'un WAN soit entièrement détenu par une seule organisation. Presque toujours, des sociétés de télécommunications tierces fournissent les liaisons longue distance. [3]

Les technologies WAN les plus utiles en matière de transmission sont : VSAT (Terminal à très petite ouverture), FTTX, PPPOE (Protocole point à point sur Ethernet), Cellulaire 3G/4G/5G, VPN (réseau privé virtuel), XDSL (ligne d'abonné numérique), etc... [4]



Figure 1.7 Réseau WAN 1 [4]

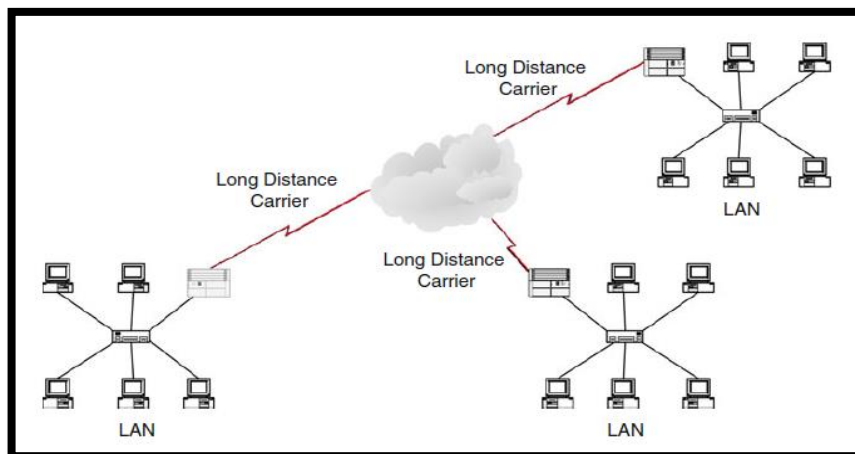


Figure 1.8 Réseau WAN 2 [3]

- **(WLAN : Réseau local sans fil)** : Les évolutions récentes, la numérisation et la diffusion de la gamme des technologies mobiles ont permis l'émergence d'une alternative à la technologie LAN. En effet, la flexibilité et la relocalisation des employés ont forcé les sociétés à se pencher sur les nouveaux moyens de transmission sans fil et à se focaliser sur les systèmes sans fil en élargissant le LAN local pour en arriver à un LAN sans fil. [2] Il y a en fait quatre types de LAN sans fil :

- L'accès nominal permet de relier un LAN à un dispositif de transmission radio mobile tel que le PC portable.
- Le point de contact ad hoc est un point de connexion entre pairs établi de façon provisoire pour satisfaire un problème urgent. Il est en fait composé de PC portables, de dispositifs mobiles et d'autres outils de connexion.
- L'interconnexion de bloc à bloc crée des liaisons à travers les blocs entre les LAN sans fil et filaires.
- L'extension de LAN est une prolongation accélérée sans fil d'un LAN actuel pour tenir en compte les besoins de l'espace et les unités mobiles.

Il y a plusieurs sortes de réseaux LAN sans fil fondés sur la norme IEEE 802.11, dont les suivants :

- ✓ Spectre étendu.
- ✓ Micro-ondes à large spectre.
- ✓ Infrarouge.



Figure 1.9 Réseau WLAN [4]

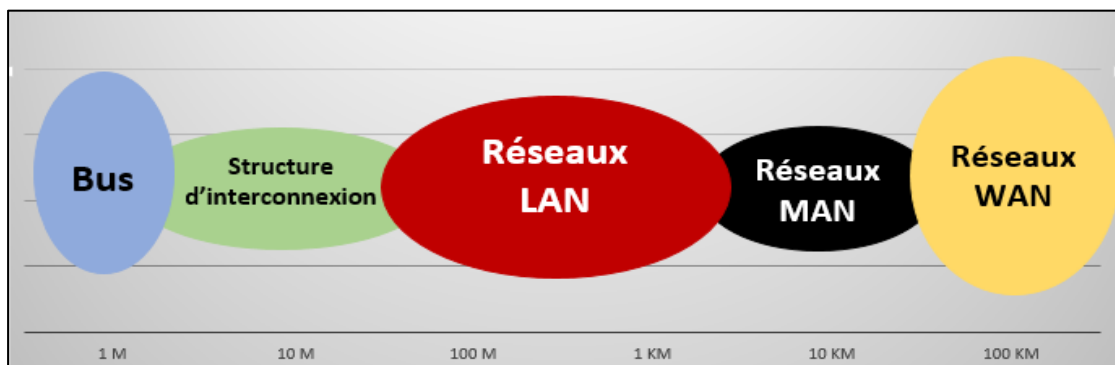


Figure 1.10 Différents types de réseaux

1.3.2 Selon la fonction :

Les systèmes de communication doivent être conçus de façon à ce que l'on puisse les utiliser en fonction de leur usage et des prestations qu'ils rendent. Cette distinction recouvre le concept de taille.

- **Extranet** : étant donné qu'il s'agit d'un réseau extérieur d'unité site institutionnel, les entreprises ne peuvent généralement autoriser la consultation d'informations sensibles qu'avec des parties prenantes extérieures spécifiques telles que des employés, des prestataires, des clients, des cadres externes et des fournisseurs. Un site Web avec des droits d'accès sécurisés. etc.

Les bénéfices des réseaux externes sont :

- ✓ Choix des bénéficiaires par la société et garantie de la sûreté de ces échanges de données.
- ✓ L'accès par Internet à partir de tout poste relié au Net.
- ✓ L'accès à web ne requiert aucun software précis à mettre en œuvre chez les associés.
- ✓ Accès, pour le compte de la clientèle, au suivi des marchandises et des stocks en instantané.
- ✓ Facilité de diffusion de l'information, gain de rendement, diminution du volume de mails et ordres imprimés, appels par téléphone, et donc disparition des dangers de ressaisie des bulletins.
- ✓ Accès, au suivi des factures.

- **Intranet** : Système de réseau intégré au sein de la société ou de l'unité administrative qui emploie des méthodes de travail similaires à Internet (http, ftp, smtp, TCP/IP, etc...). Les principaux bénéfices des intranets au sein de la société sont :
 - ✓ La fluidité des flux de transmission des données.
 - ✓ Simplification de la structure de travail.
 - ✓ Facilité de consultation des contenus et des services.
 - ✓ Possibilité de regrouper les données.
 - ✓ Les coûts de management sont ainsi réduits.
- **Internet** : Les informations sont transmises sur l'internet à l'aide d'un ensemble normalisé de protocoles de transmission de données, ce qui permet le développement d'une variété d'applications et de services tels que le courrier électronique, la messagerie instantanée, le peer-to-peer et le Web. Il est possible d'accéder à l'internet par l'intermédiaire d'un prestataire de services internet en utilisant divers modes de connexion électronique filaire (réseaux de lignes commutées, ADSL, fibre de verre, technologie sans fil (WiMax, satellite, 3G, 4G, 5G, etc.)).

Mode de communication : [1]

- **Type point à point** : Emetteur unique → Récepteur unique

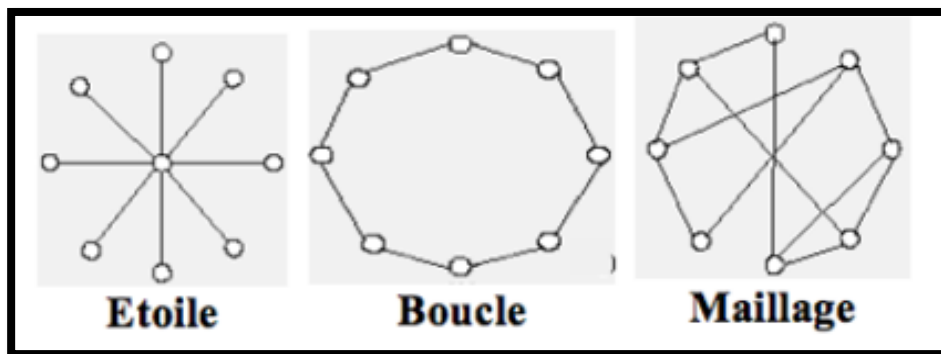


Figure 1.11 Type point à point [1]

- **Type émetteur** : Emetteur unique → Récepteurs multiples

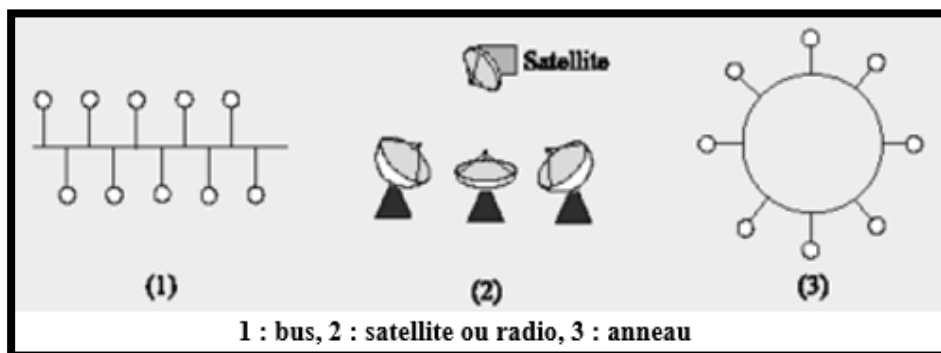


Figure 1.12 Type diffusion [1]

Activités de communication : [1]

Indépendamment de la structure, il y a 2 voies de transmission :

Avec branchement → requête de raccordement

1. Demander un émetteur.
2. Si le destinataire refuse → aucun contact.
3. Le circuit de validation virtuel.

4. Diffusion du contenu.
5. Connectez la libération.
6. Des informations volumineuses et peu importantes.
7. Capacité à opérer de multiples reprises.

Aucune connexion (Aucune connexion requise)

1. Si ce n'est pas le cas, contrôlez que le destinataire est activé : messagerie.
2. L'autorité du réseau de management de la transmission.
3. Utilisez un tampon si le destinataire ne marche pas.

Diverses formes de substitution :

Le réseau devra autoriser la transmission de certains éléments entre abonnés, indépendamment de leur situation locale. [1]

Définition : La connexion réunit l'ensemble par lequel les associations peuvent être reliées entre elles. [1]

Il y a 4 types de changement :

- ❖ **Permutation des messages :** Un module de message est un jeu de données qui forme un tout (fichier, courriel) qui est envoyé par un émetteur à un receveur en traversant le nœud à partir du réseau. Chaque message émis dispose d'un seul trajet logique. Le virus ne pourra être émis vers le prochain point avant d'avoir été intégralement réceptionné, sans erreurs, par le nœud en cours.
- ❖ **Commutation de circuits :** une voie matérielle est créée dès le commencement des échanges commerciaux entre les deux parties et demeure identique tout au long de ces échanges. Si, durant une durée définie, les parties n'ont aucune information à émettre, la ligne reste libre.
- ❖ **Substitution de cellules :** méthode spécifique de substitution de paquets. Chaque paquet a une taille fixe (1 paquet = 1 cellule de 53 octets en mode ATM). Un trajet est fixé afin de faciliter la tâche aux cellules. Substitution cellulaire = combinaison de 2 types de substitution : commutation par circuits et commutation par paquets.
- ❖ **Permutation par paquets :** amélioration de la substitution de message, laquelle consiste à fractionner ces derniers dans plusieurs colis pouvant être routés plus vite et de façon autonome les uns vis-à-vis des autres. La réalisation de ce procédé requiert la prise en charge du numérotage des lots.

1.4 Topologies des réseaux informatiques :

Le terme topologie, appliqué à un réseau informatique, désigne la structure du réseau. On distingue les topologies physique et logique. La topologie physique est la manière dont le réseau est disposé. La topologie logique concerne la manière dont le support de transmission, par exemple un câble, est accessible aux ordinateurs connectés au réseau. [3]

1.4.1 Réseau en Bus (Token Bus) :

En dehors du contexte informatique, le terme bus peut être utilisé pour désigner un conducteur électrique utilisé pour connecter plusieurs circuits entre eux. À l'intérieur d'un ordinateur, un bus est un chemin commun pour le déplacement des informations, tel qu'un bus de données. Dans un réseau informatique, un bus est un câble unique auquel tous les ordinateurs sont connectés. Aux deux extrémités de ce câble, il y a des résistances qui absorbent les signaux

indésirables afin qu'ils ne soient pas détournés le long du bus. Si le bus tombe en panne, la communication s'arrête. Un bus physique était utilisé dans les premiers types de réseaux locaux Ethernet. Les réseaux de bus facilitent la connexion de plusieurs clients, mais créent des problèmes lorsque deux clients veulent transmettre des données en même temps sur le même bus. [3]

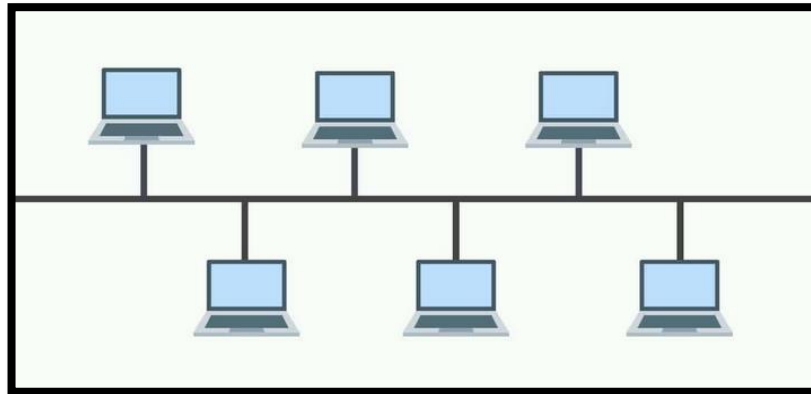


Figure 1.13 Réseau en Bus [2]

- **Avantages de la configuration en mode bus :**
 - ✓ Possibilité de mettre en place des réseaux provisoires
 - ✓ Coûts de réseau les moins élevés
 - ✓ Simplicité de réalisation et de déploiement
- **Les inconvénients de la topologie en bus :**
 - ✓ Les frais liés à la gestion et à l'entretien du réseau sont élevés à la longue. Les coûts de maintenance peuvent être importants à long terme
 - ✓ Le rendement diminue à mesure qu'on augmente le nombre de postes
 - ✓ Nombre de postes et de câbles restreint
 - ✓ Sécurité insuffisante des échanges de messages du réseau.
 - ✓ Un simple coup de fil risque de détruire le fonctionnement du système.

1.4.2 Réseau en Anneau (Token Ring) :

Dans cette topologie, chaque élément informatique d'un réseau utilisant une topologie en anneau est directement connectée au support de transmission via une connexion unidirectionnelle, de sorte que les informations mises sur le support de transmission peuvent atteindre tous les éléments informatiques du réseau grâce à un mécanisme d'envoi d'informations à tour de rôle autour de l'anneau. La transmission des informations à tour de rôle est gérée par un système de jetons. Un jeton est un élément d'information à l'échelle du système qui garantit à son propriétaire actuel d'être le maître du bus. Tant qu'il possède le jeton, aucun autre élément du réseau n'est autorisé à transmettre sur le bus. Lorsqu'un élément qui envoie des informations et détient le jeton a terminé, il transmet le jeton en aval à son voisin le plus proche. Le système de jeton est un bon système de gestion des collisions et de l'équité. [2]

La topologie de réseau local en bus et en étoile la plus populaire est l'Ethernet, et la topologie de réseau local en anneau la plus populaire est le token ring. [2]

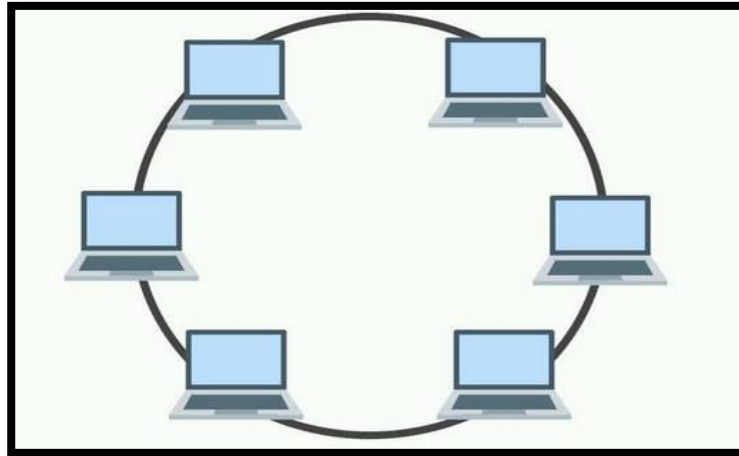


Figure 1.14 Réseau en Anneau 1 [2]

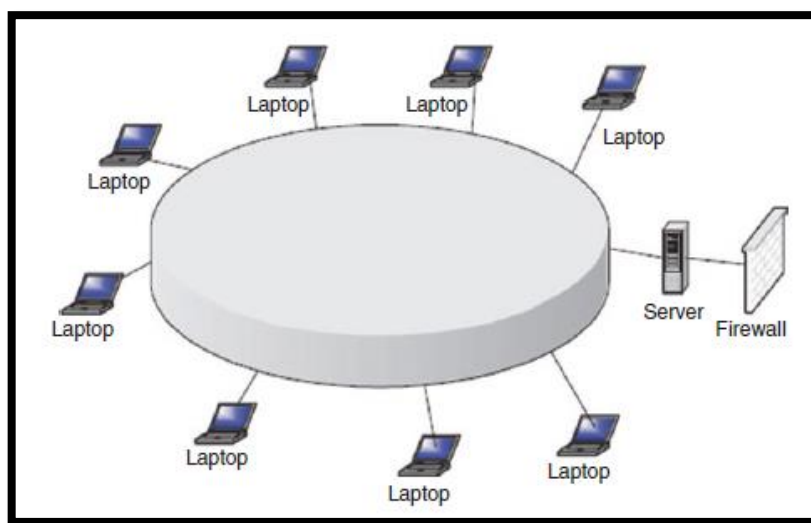


Figure 1.15 Réseau en Anneau 2 [2]

- **Avantages de la topologie en Anneau :**
 - ✓ Le mécanisme est si simple qu'il évite toute gestion des conflits.
 - ✓ Un minimum de fils est requis
- **Désavantages de la topologie en anneau :**
 - ✓ En outre, il s'avère délicat de procéder à une éventuelle réinsertion de la station.
 - ✓ La disparition ou le non-fonctionnement d'une entité en service entraîne un blocage de la circulation sur le réseau.

1.4.3 Réseau en Etoile :

La topologie en étoile ressemble plutôt à une roue sans jante. Les appareils situés aux extrémités des rayons de la roue ne peuvent communiquer entre eux que par l'intermédiaire d'un concentrateur central. À l'origine, ce concentrateur central était un ordinateur et les autres appareils étaient généralement des terminaux muets (appareils dotés d'un clavier et d'un écran mais sans puissance de traitement). Dans les réseaux en étoile modernes, les dispositifs situés à l'extrémité des rayons sont des ordinateurs, mais le noyau est un dispositif qui n'a pas nécessairement d'intelligence. Quelle que soit l'intelligence qu'il possède, si le hub tombe en panne, cela a un effet catastrophique sur le fonctionnement du réseau. Malgré cela, la topologie en étoile est très populaire pour les réseaux locaux. [3]

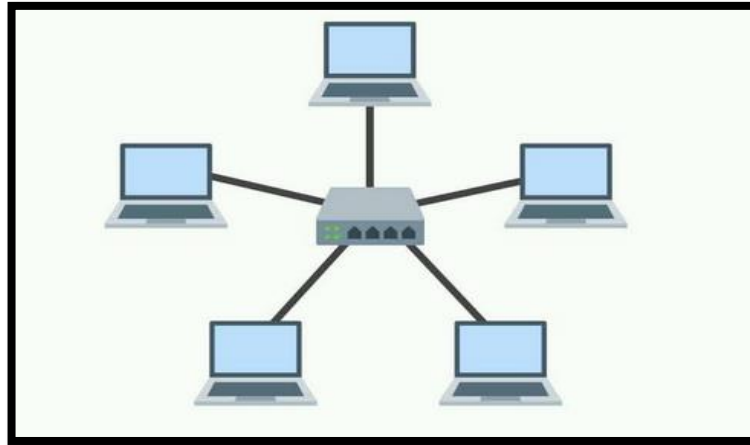


Figure 1.16 Système en Etoile [2]

- **Avantages de la topologie en Etoile :**
 - ✓ La suppression d'une liaison ne provoque pas la fermeture complète du réseau
 - ✓ Défaut facile à trouver
 - ✓ Ajoutez facilement des publications
- **Inconvénients de la topologie en étoile :**
 - ✓ En cas de dysfonctionnement du hub, l'ensemble du réseau s'arrête
 - ✓ Emploi de divers routeurs ou interrupteurs pour assurer la liaison entre plusieurs systèmes
 - ✓ Plus onéreux que la configuration d'un réseau en bus

1.4.4 Réseau en Etoile Etendu :

La structure étoilée élargie est fondée sur la forme en étoile. Elle rattache les diverses branches de l'étoile en reliant des concentrateurs ou des commutateurs.

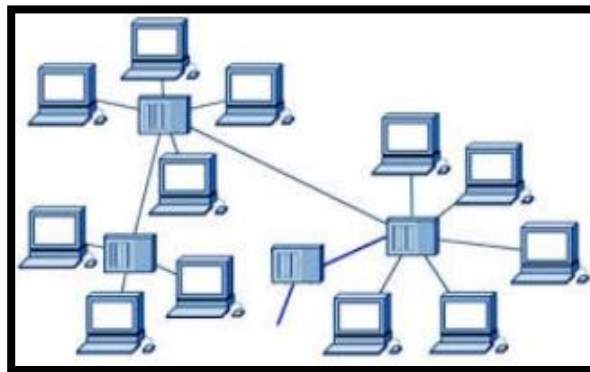


Figure 1.17 Réseau en Etoile Etendu [4]

1.4.5 Réseau en Arbre (Hiérarchique) :

Comme son nom l'indique, une topologie d'arbre est une structure de réseau qui a la forme d'un arbre avec ses nombreuses branches. Dans la topologie en arbre, les éléments du réseau sont placés dans une structure hiérarchique dans laquelle l'élément le plus prédominant est appelé la racine de l'arbre, et tous les autres éléments du réseau partagent une relation enfant-parent. Comme dans les arbres ordinaires, bien qu'inversés, il n'y a pas de boucles fermées. Ainsi, la gestion des défaillances des éléments du réseau présente des complications suivant la place de la composante défaillant dans la structure. Par exemple, dans un arbre à racines profondes, si l'élément racine tombe en panne, le réseau se rompt automatiquement et se divise en deux parties. Les deux parties

ne peuvent pas communiquer entre elles. [2]

Le fonctionnement du réseau en tant qu'unité est donc fatalement entravé.

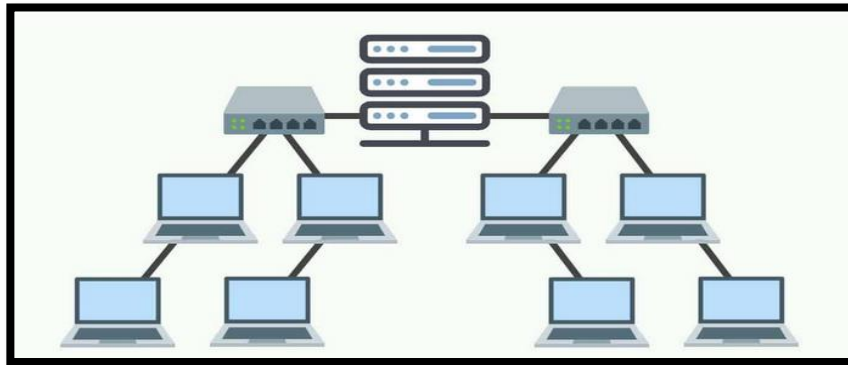


Figure 1.18 Réseau en Arbre (Hiérarchique) 1 [2]

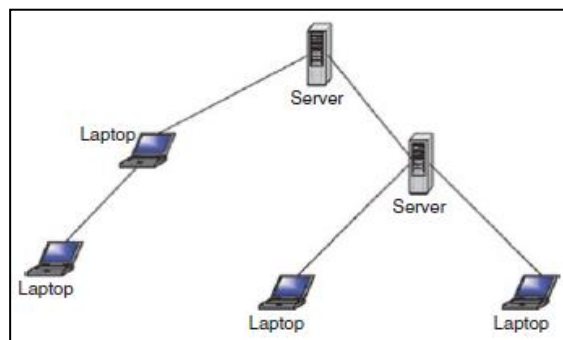


Figure 1.19 Réseau en Arbre (Hiérarchique) 2 [2]

➤ **Avantages de la topologie en Arbre :**

- ✓ La principale raison pour laquelle les topologies d'arbre sont utilisées pour étendre les topologies de bus et d'étoiles. Sous ce format hiérarchique, il est facile d'ajouter plus de nœuds au réseau lorsque votre organisation grandit. Ce format a également se prête bien à la recherche d'erreurs et au dépannage car vous pouvez rechercher systématiquement les problèmes de performances dans l'arborescence.

➤ **Inconvénients de la topologie en Arbre :**

- ✓ La maintenance du réseau n'est pas simple non plus car **plus vous ajoutez de nœuds, plus il devient difficile à gérer** le réseau.
- ✓ La faiblesse la plus importante de la topologie arborescente est le nœud racine. **Si le nœud racine échoue, tous ses sous arbres deviennent partitionnés.** Il y aura toujours une connectivité partielle au sein du réseau entre d'autres appareils tels que le parent du nœud défaillant.
- ✓ Un autre inconvénient de cette topologie est le nombre de câbles dont vous avez besoin. Des câbles sont nécessaires pour connecter chaque périphérique dans la hiérarchie, ce qui rend la disposition plus complexe par rapport à une topologie plus simple.

1.4.6 Réseau Maillé :

Il y a deux formes de topologie maillée : topologie de maillage partiel et topologie maillée. Avec la topologie de maillage partiel, la plupart des nœuds sont interconnectés mais il y en a quelques-uns qui ne sont connectés qu'à deux ou trois autres nœuds. Une topologie à maillage complet est l'endroit où chaque nœud est interconnecté.

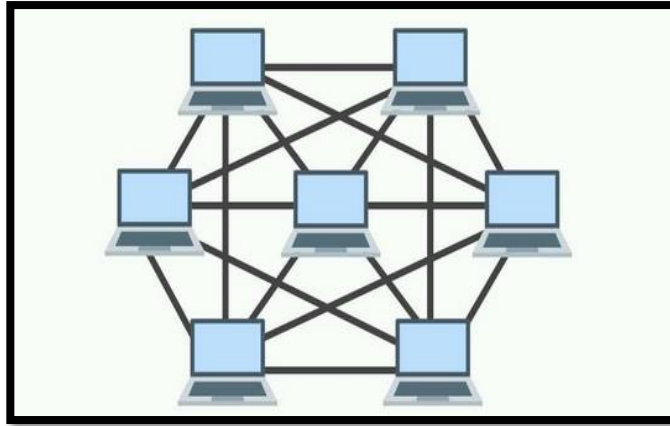


Figure 1.20 Réseau Maillé [2]

- **Avantages de la topologie Maillé :**
 - ✓ Le manque de défaillance ponctuelle explique en partie la préférence de cette topologie.
 - ✓ La panne d'une unique machine ne risque pas de faire chuter tout le réseau.
 - ✓ Les topologies maillées sont utilisées avant tout car elles sont fiables
 - ✓ Les méthodologies en mailles sont surtout utilisées parce qu'elles sont sûres.
 - ✓ La configuration est protégée contre la falsification.
 - ✓ L'interconnexion entre les nœuds leur confère une extrême résilience aux pannes.
- **Inconvénients de la topologie Maillé :**
 - ✓ Les topologies maillées sont loin d'être parfaites
 - ✓ Ils nécessitent une immense quantité de configuration une fois qu'ils sont déployés
 - ✓ La disposition topologique est plus complexe que de nombreuses autres topologies et cela se reflète dans le temps nécessaire à la configuration. Vous devrez prendre en charge une multitude de nouveaux câbles qui peuvent s'avérer assez coûteux.

1.5 Equipements des réseaux informatiques :

1.5.1 Carte réseau :

Un dispositif de réseautage, est un dispositif matériel indispensable pour assurer une bonne liaison entre les dispositifs au sein d'un système informatisé. [5]

C'est quoi une carte réseau et quel est son rôle dans un PC ?

La carte de réseau constitue une sorte de lien entre le PC et le système. Elle réceptionne les fichiers de ce dernier et les émet vers un autre dispositif relié au système, et contrôle ces données et les débits échangés. Il reçoit en outre des données depuis le réseau et les traduit en vue de leur affichage et leur traitement par le PC. Elle assure les échanges et les transferts entre le PC et les périphériques sur le réseau. [5]

Un bus est un ensemble de liens qui permet aux données de circuler entre différents éléments d'un réseau informatique. La carte réseau vérifie toujours avant d'envoyer ses données pour s'assurer que la carte réceptrice pourra les lire et les récupérer correctement. Ces interfaces aident à trouver des compromis entre les échanges et à ajuster le débit en bauds pour la carte réceptrice. Vous l'aurez compris, les deux cartes entretiennent un véritable dialogue avant d'envoyer et de recevoir des données. Par conséquent, une toile est un type de toile d'araignée qui

relie de nombreux éléments entre eux. C'est donc la carte réseau chargée d'harmoniser tous les échanges. [5]

Dans le cas d'un réseau filaire, une carte réseau avec une connexion (câble RJ45 ou Ethernet) est principalement relié au modèle de l'internet, qui fait office ainsi de routeur et transmet continuellement des données. [5]

Les réseaux sans fil ou Wifi, véhiculent les mêmes informations qu'une connexion filaire. C'est une antenne qui assure la transmission entre les différentes cartes réseau installées dans chaque appareil. [5]

Différents types de cartes réseau :

- **Carte Wifi à l'intérieur** : dispose d'une connexion filaire et d'une antenne pour recevoir et transmettre des données.
- **Filaire externe** : il s'agit d'un petit boîtier placé entre l'ordinateur et le câble Ethernet, le plus souvent via le connecteur USB.
- **Clé USB Wifi Externe** : il s'agit d'une clé USB qui se branche sur l'ordinateur et permet d'accéder à Internet de n'importe où.
- **Câblée en interne** : elle dispose d'une connexion sur laquelle se branche un câble Ethernet.

Si elle était initialement autorisée à connecter plusieurs PC situés sur un même réseau local, désormais la carte réseau peut communiquer avec d'autres types d'éléments (imprimantes, scanners, smartphones, ordinateurs, tables, etc.) et étendre les échanges de données avec le monde extérieur, à savoir Internet. Cette métrique mesure la capacité d'un périphérique réseau à transmettre et/ou recevoir des données par seconde.

Les cartes réseau récentes utilisent des débits de l'ordre du gigabit par seconde (Gbit/s ou Gbps). Les vitesses de la norme Ethernet utilisées aujourd'hui sont :

- Catégorie 3 (CAT 3), débit maximum 10 Mbps.
- Catégorie 4 (CAT 4), débit maximum 16 Mbps.
- Catégorie 5 (CAT 5), débit maximum 100 Mbps (FAST Ethernet ou Ethernet rapide).
- Catégorie 5e et 6 (CAT 5e et CAT 6), débit maximum 1000 Mbps ou 1 Gbps.
- Catégorie 6a, 7 et 7a (CAT 6a, CAT 7 et CAT 7a), débit maximum 10 Gbps.
- Catégorie 8 (CAT 8), débit maximum 25 Gbps ou 40Gbps.

Quelques photos (types de cartes réseaux)

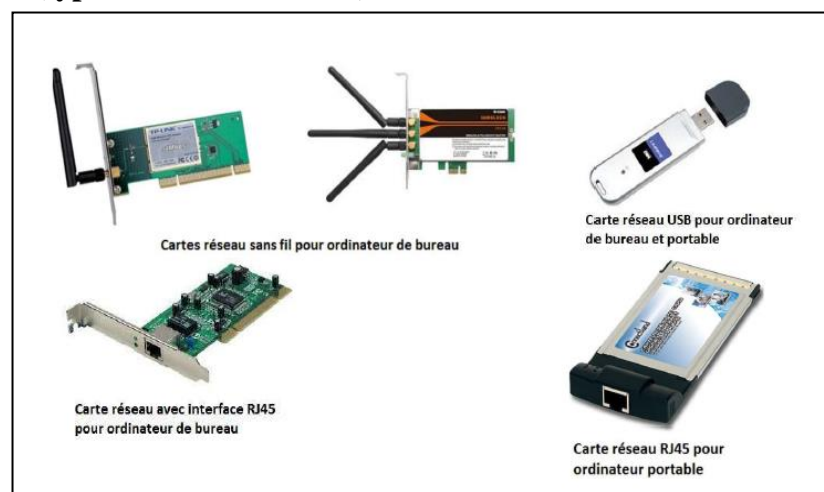


Figure 1.21 Différents types de cartes réseaux 1 [4]

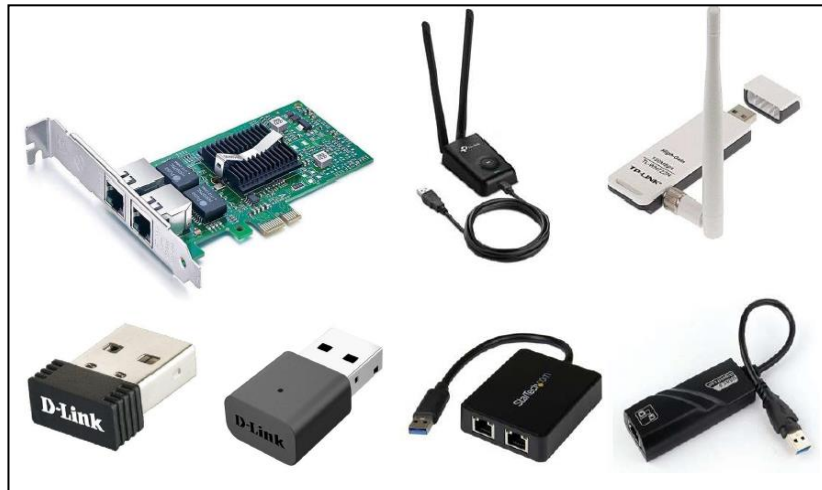


Figure 1.22 Différents types de cartes réseaux 2 [4]

1.5.2 Concentrateur (HUB) :

Le hub est le dispositif le plus modeste parmi la gamme de composants de réseau, puisqu'il met en réseau des modules de réseau local dotés de protocoles communs. Les hubs ne font aucun tri ni adressage de paquets, ils envoient juste des blocs de données à tous les dispositifs reliés. Il est toutefois possible de raccorder entre elles plusieurs hubs pour centraliser plus de machines, c'est ce que l'on appelle une cascade de connexions. Les hubs disposent souvent un port spécifique dit " uplink " permettant l'utilisation de fils directs afin de relier les deux hubs ensemble. [6]

1/- Hubs actifs : ils fonctionnent de manière électrique et autorisent la restitution des flux de signaux sur les divers ports.

2/- Hubs passifs : ils ne laissent le signal se propager qu'à l'ensemble des appareils raccordés, sans les amplifier.

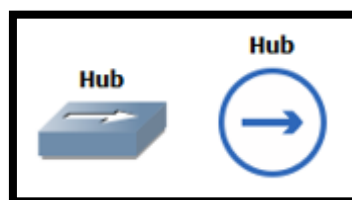


Figure 1.23 Symbole d'un concentrateur (hub)

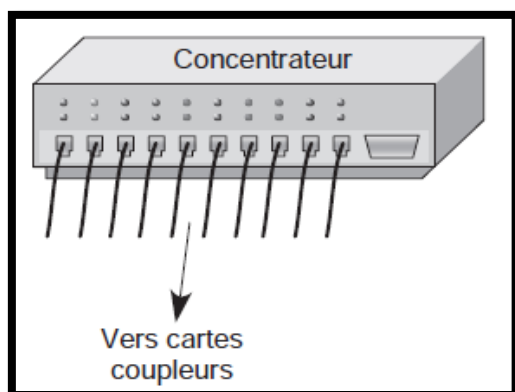


Figure 1.24 Concentrateur (hub) 1 [10]

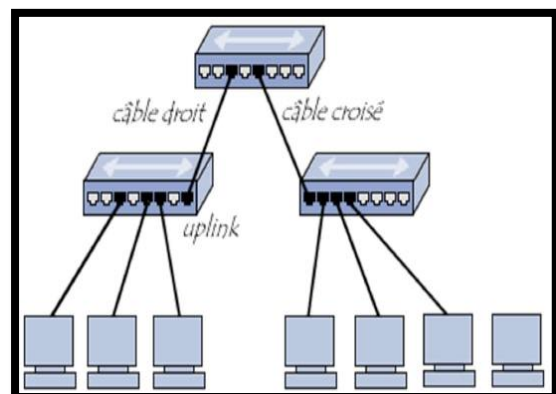


Figure 1.25 Concentrateur (hub) 2 [4]



Figure 1.26 Concentrateur (hub) 3 [4]

1.5.3 Commutateur (SWITCH) :

Les switches maintiennent des informations de routage limitées sur les nœuds internes du réseau et permettent les connexions à des systèmes tels que les hubs et les routeurs. Les switches vous permettent de créer des liaisons virtuelles, qui renforcent le rendement du système comparé aux hubs et aux routeurs. [6]

Par ailleurs, le switch accroît la sûreté du système étant donné la difficulté à tester les liens partiels avec un moniteur de contrôle du réseau. Le switch peut être vu comme un périphérique combinant les meilleures fonctions d'un concentrateur et d'un routeur. Un switch multicouche est un dispositif très performant qui prend en charge le même protocole de routage qu'un routeur. [6]

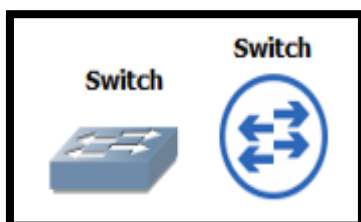


Figure 1.27 Symbole d'un switch

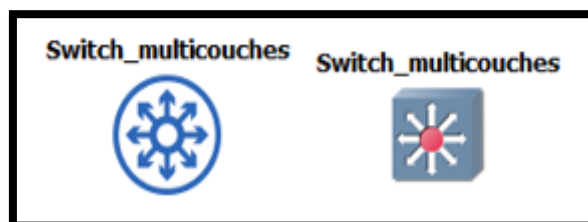


Figure 1.28 Symbole d'un switch multicouche



Figure 1.29 Commutateur (switch) [4]

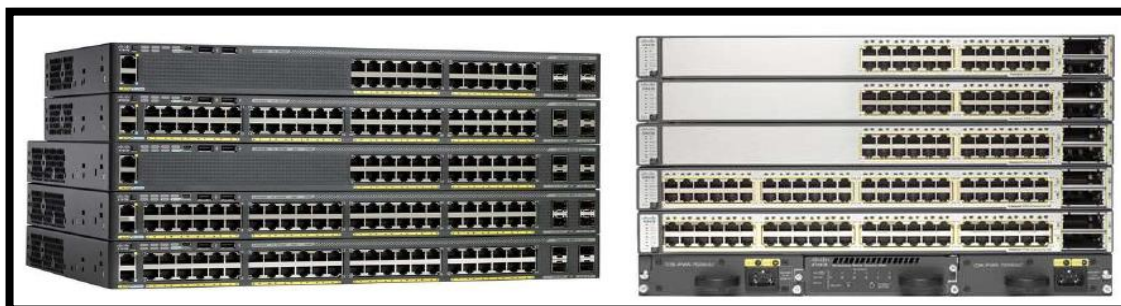


Figure 1.30 Commutateur multicouche (switch multi layer) [4]

1.5.4 Routeur :

Les routeurs permettent de diriger les colis vers leur destinataire en établissant un parcours parmi une multitude de périphériques réseaux connectés entre eux et selon diverses structures de

Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques

réseau. Ceci est indispensable car les réseaux LAN et WAN emploient chacun un type de protocole spécifique. [6]

Les routeurs peuvent aussi diviser un réseau intérieur en deux ou plusieurs sous-réseaux. Un routeur comporte des éléments indiquant le système qui y est branché et la cible visée par les requêtes à expédier si cette dernière n'est effectivement pas connue. [6]

Le routeur constitue la première barrière de résistance et doit être paramétré de façon à ne renvoyer que le seul trafic approuvé par le directeur du réseau. Ils servent le plus souvent à des postes spécialisés et disposent de plusieurs interfaces réseau distinctes en entrée et en sortie pour chaque réseau raccordé. Comme les routeurs et les Gateway forment le squelette des réseaux informatiques principaux tels qu'Internet, ils possèdent des qualités particulières leur conférant la flexibilité et la souplesse requise pour s'adapter aux plans du réseau en matière de systèmes spécifiques d'adressage ainsi qu'aux diverses structures de trame par la segmentation des grands colis en plus petits, conçus selon les nouveaux critères du réseau. Grâce à une carte de routage, le serveur enregistre les itinéraires qu'un bloc de données est susceptible de parcourir de sa provenance à sa cible. [6]

Quand un paquet est réceptionné, le routeur en dissocie son en-tête et sa bande de fin, puis il analyse son en-tête IP afin de définir les coordonnées de la provenance et des destinations et les types de fichiers, et il note l'heure de la réception.

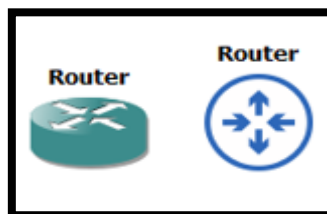


Figure 1.31 Symbole d'un routeur

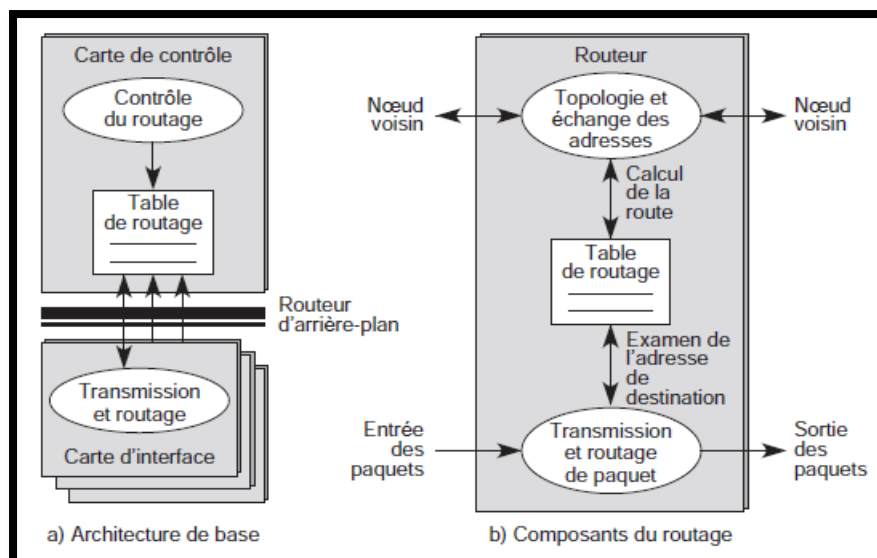


Figure 1.32 Architecture interne d'un routeur [10]

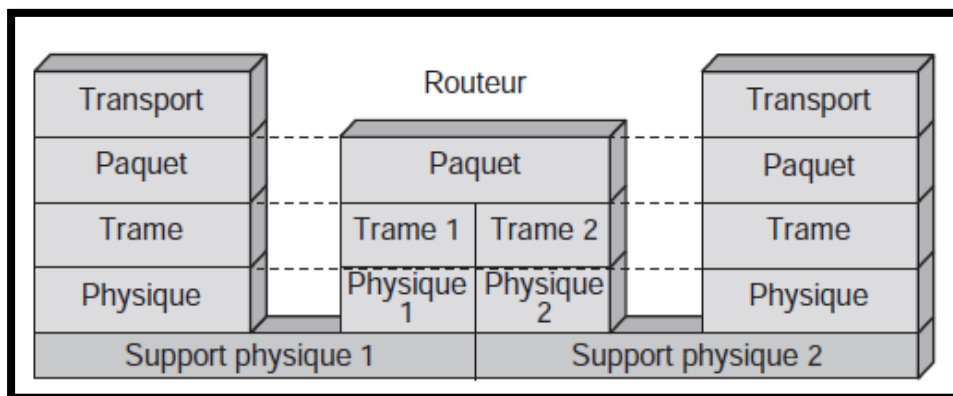


Figure 1.33 Architecture protocolaire d'un routeur [10]



Figure 1.34 Routeur [4]

1.5.5 Pont (bridge) :

Le rôle fondamental d'un pont dans une structure de réseau consiste à enregistrer et à diffuser des images entre les divers secteurs connectés. Les ponts servent aussi à relier deux LAN logiques en un LAN physique plus grand. [6]

Les ponts sont semblables aux hubs à plusieurs niveaux, y inclus le raccordement entre éléments de LAN dont les protocoles sont les mêmes. En filtrant le contenu des paquets de transmission, elles ne modifient pas le format ou le fond des informations reçues. [6]

Les ponts opèrent exclusivement aux niveaux des couches de liaison de données et matérielle dans le modèle OSI. Ils sont utilisés pour subdiviser de vastes ensembles en parties plus réduites en étant situés entre deux parties physiques du LAN et en contrôlant les flux des données entre ces dernières. [6]

Ces dernières années, les ponts ont été largement abandonnés au profit des switches, qui proposent de meilleures performances. En pratique, les interrupteurs sont souvent désignés par le terme "ponts à plusieurs ports" en référence à la manière dont ils agissent. [6]

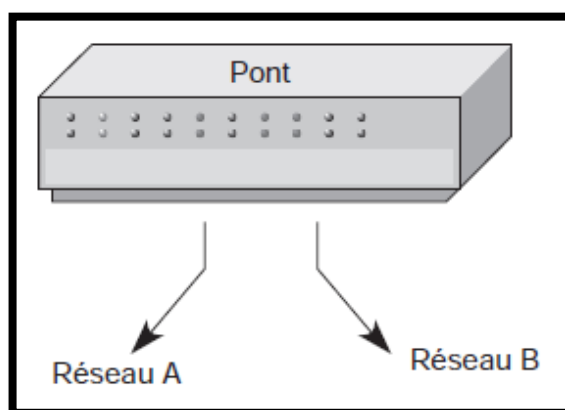


Figure 1.35 Pont [10]

1.5.6 Passerelle (Gateway) :

La passerelle assure la traduction entre les technologies de réseau telles que la connectivité de système ouvert (OSI) et le protocole de contrôle de transmission/protocole Internet (TCP/IP). La fonction qui assure la traduction entre différentes technologies de réseau est appelée convertisseur de protocole. [6]



Figure 1.36 Passerelle (Gateway)

1.5.7 Modem :

Le modem (modulateur-démodulateur) sert à la diffusion de signes digitaux via des liaisons analogiques. En général, le transfert de ces données digitales vers le modem et à partir de ce dernier se fait via une connexion série et l'interface RS232 normalisée. [6]



Figure 1.37 Modem

1.5.8 Répéteur :

Le relais est un outil électronique qui sert à magnifier les signaux captés. On peut assimiler le répéteur à un dispositif qui capte et retransmet à un niveau de tension plus élevé ou plus fort, un signal, afin de parcourir des distances plus larges environ plus de 100m avec un câble de réseau LAN normalisé. Il fonctionne sur la couche matérielle physique. [6]

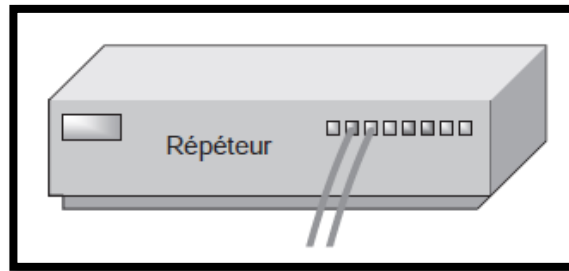


Figure 1.38 Répéteur [10]

1.5.9 Point d'accès :

Bien que le point en question puisse techniquement disposer une liaison filaire ou non filaire, il constitue le plus souvent un élément radio. Le point d'accès opère au second niveau OSI, le niveau de lien de données, et il peut faire office de relais raccordant le réseau traditionnel filaire aux périphériques mobiles ou bien de routeur diffusant les signaux à partir du point de données jusqu'à un point de contact. [6]

Le point d'accès sans fil (WAP) comprend une source d'émission et une source de réception, générant le réseau sans fil local (WLAN). Les points d'accès ultérieurs facilitent et élargissent la portée des réseaux sans fil. Certains points d'accès plus sophistiqués sont munis de puissantes ondes, afin de maximiser le rayon de propagation des ondes sans fil. [6]

Par ailleurs, ces points de connexion offrent de multiples canaux pour agrandir les dimensions du réseau, une fonction coupe-feu et un service DHCP. Ainsi, les points d'accès sont à la fois interrupteurs, distributeurs, routeurs et pare-feu. [6]

Les installations radio 802 font usage de SSID afin de désigner les systèmes du même réseau, et les postes clients devant être configurés avec ce SSID pour que le point d'accès puisse les certifier. Le point d'accès est à même de répandre son SSID, ce qui lui vaut une visibilité accrue auprès de tous les utilisateurs du secteur. [6]

Il est possible de paramétrer les bornes légères dans le contrôleur à distance. Un point d'accès peut être autonome ou dépendre du régulateur. [6]

1.6 Supports des réseaux informatiques :

1.6.1 Réseaux avec fils :

Diverses méthodes de transmission, avec ou sans fil, sont disponibles aujourd'hui pour assurer la connectivité entre les ordinateurs, les réseaux et les personnes. Les supports de transmission avec fil comprennent les câbles coaxiaux, les paires torsadées et les fibres optiques. La technologie sans fil comprend la ligne de visée micro-ondes, les satellites, les systèmes cellulaires, les réseaux spéciaux et réseaux de capteurs sans fil. Nous allons maintenant passer en revue ces supports et technologies.

❖ Câble coaxial :

➤ Câble coaxial bande de base :

Le câble coaxial (fréquemment appelé "coax") est un autre moyen de transmission courant. Il possède un meilleur blindage que les paires torsadées, ce qui lui permet de couvrir des distances plus larges à des vitesses plus grandes. [11]

Deux types de câbles coaxiaux sont largement utilisés :

- 50 ohms : utilisés pour les transmissions numériques.

- 75 ohms : utilisés pour les transmissions analogiques.

La **Figure 1.39** montre la section transversale du câble coaxial. La bande passante concerne de la grandeur du câble. Pour des câbles de 1 km, un débit de données de 1 à 2 Gbps est réalisable. Les câbles plus longs ne permettent que des débits de données inférieurs ou nécessitent des amplificateurs périodiques. [11]

Les câbles coaxiaux étaient largement utilisés dans le système téléphonique. Aujourd'hui, ils sont largement remplacés par la fibre optique sur les liaisons grande distance. [11]

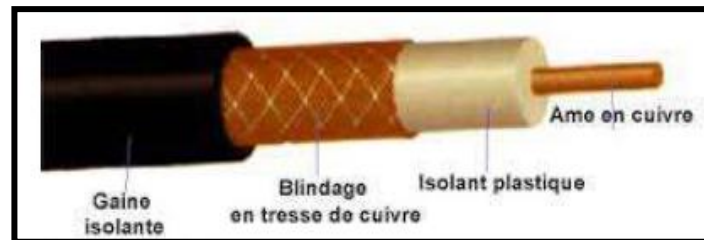


Figure 1.39 La section transversale du câble coaxial

➤ Câble coaxial à large bande :

Le fil câblé 75 ohms est employé pour la TV numérique classique. Il constitue donc un câble à haut débit. [11]

Dans le monde de la téléphonie, le terme "large bande" désigne tout ce qui est supérieur à 4 KHz. Dans le monde des réseaux informatiques, le terme "câble à large bande" désigne tout réseau câblé utilisant la transmission analogique (la signalisation analogique consiste à faire varier la tension dans le temps pour représenter un flux d'informations). [11]

Les câbles des réseaux à large bande peuvent être utilisés souvent jusqu'à 450 MHz et peuvent parcourir près de 100 km grâce à la signalisation analogique qui est beaucoup moins critique que la signalisation numérique. Pour transmettre un signal numérique sur un réseau analogique, le flux binaire sortant doit être converti en un signal analogique et le signal analogique entrant en un flux binaire. 1 bps peut occuper environ 1 Hz de la bande passante. À des fréquences plus élevées, de nombreux bits par Hz sont possibles grâce à des techniques de modulation avancées. [11]

Les systèmes à large bande sont divisés en plusieurs canaux, souvent les canaux de 6 MHz utilisés pour la télédiffusion. Chaque canal peut être utilisé pour la télévision analogique, l'audio de qualité CD (1,4 Mbps) ou un flux binaire numérique à, par exemple, 3 Mbps. La télévision et les données peuvent être mélangées sur le câble. [11]

Les amplificateurs des systèmes de diffusion ne peuvent transmettre le signal que dans une seule direction. Lorsque le câblage est utilisé pour connecter des ordinateurs, des systèmes à double câble et des systèmes à câble unique ont été développés. [11]

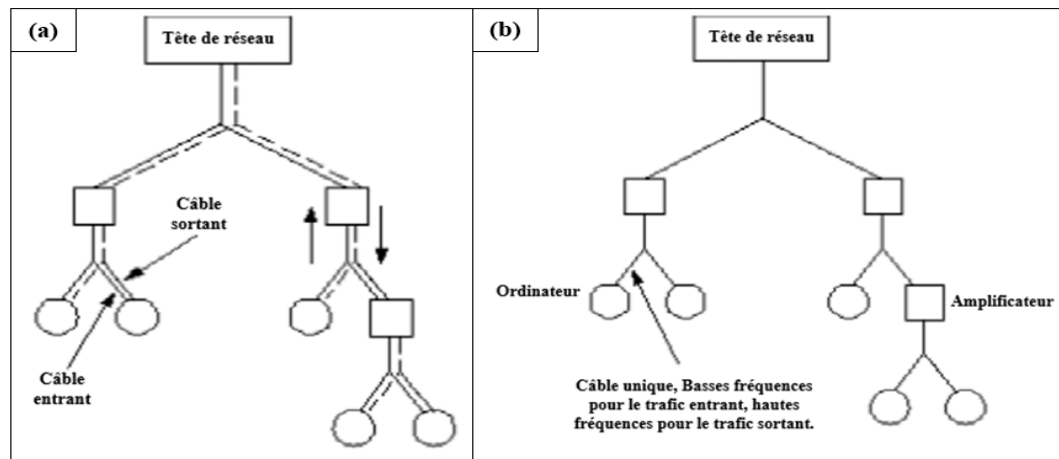


Figure 1.40 Les réseaux à large bande. (a) Double câble. (b) Câble simple.

❖ Paires torsadées :

La paire torsadée est le moyen de transmission le plus ancien et le plus courant. Elle se compose de deux fils de cuivre isolés, généralement d'une épaisseur d'environ 1 mm. Les fils sont torsadés ensemble afin de réduire les interférences électriques provenant de paires similaires situées à proximité (deux fils parallèles constituent une antenne simple, mais pas une paire torsadée). [11]

L'application de paire torsadée la plus courante est le système téléphonique. Les paires torsadées peuvent parcourir plusieurs kilomètres sans amplification, mais pour les distances plus longues, des répéteurs sont nécessaires. [11]

Les paires torsadées peuvent être utilisées pour la transmission analogique ou numérique. La bande passante dépend de l'épaisseur du fil et de la distance parcourue (on peut atteindre plusieurs Mbps pour quelques km). [11]

Le câblage à paires torsadées existe en plusieurs variétés, dont deux sont importantes pour les réseaux informatiques :

- Paires torsadées de catégorie 3 - torsion douce, 4 paires généralement regroupées dans une gaine en plastique.
- Paires torsadées de catégorie 5 - introduites en 1988. Plus de torsades par cm que la catégorie 3 et isolation en téflon, ce qui permet de réduire la diaphonie et d'obtenir un signal de meilleure qualité sur de plus longues distances.

❖ Fibre optique :

Dans la course entre l'informatique et les communications, la communication a gagné (un facteur d'amélioration de 10 contre 100 par décennie depuis deux décennies) grâce à l'usage des câbles à fibres de verre dans le domaine des transmissions. [11]

Un système de transfert optique est composé de trois éléments :

- La source lumineuse à lumière pulsée indique le bit 1 et la zone sans lumière indique le bit 0.
- Support de transmission en fibre de verre ultra-mince.
- Le détecteur génère une impulsion électrique lorsqu'il est éclairé par la lumière.

En attachant une source lumineuse à une extrémité de la fibre et un transducteur à l'autre, un système de transmission de données unidirectionnel est obtenu.

Le fonctionnement de ce système de transmission est basé sur la réfraction du rayon lumineux à la frontière silice/air (**Figure 1.41**)

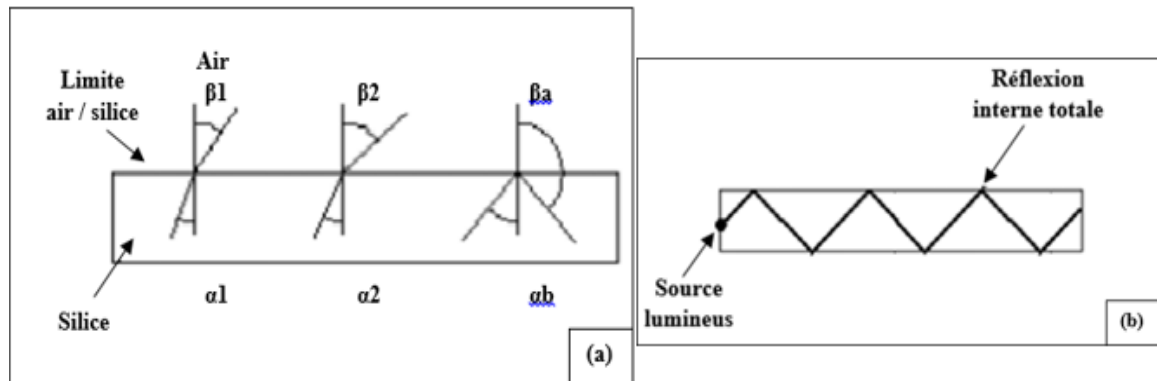


Figure 1.41 Fibre optique. (a) Trois exemples d'un rayon lumineux provenant de l'intérieur d'une fibre de silice frappant la limite air/silice à différents angles. (b) Lumière piégée par réflexion interne totale. [11]

Étant donné que tout rayon de lumière arrivant à la limite au-dessus de l'angle critique sera réfléchi en interne, de nombreux rayons différents seront réfléchis à des angles différents. On dit que chaque rayon a un mode différent, donc une fibre avec cette propriété est appelée une fibre multimodale. Si le diamètre d'une fibre optique est réduit à quelques longueurs d'onde de lumière, la fibre agit comme un guide d'ondes et le déplacement des rayons lumineux se fait en rectiligne, sans rebondir, ce qui donne une fibre monomode. [11]

La fibre monomode est plus chère mais peut être utilisée sur de plus longues distances. [11]

❖ Câbles à fibres optiques :

Les câbles à fibres optiques sont semblables aux câbles coaxiaux, mais sans la tresse. Dans les fibres multimodes, l'âme a généralement un diamètre de 50 microns, dans les fibres monomodes, l'âme a un diamètre de 8 à 10 microns. La coque a un indice de réfraction inférieur à celui du noyau pour conserver toute la lumière dans le noyau. [11]

Les fibres peuvent être connectées de trois manières différentes :

- Terminées par des connecteurs et enfichées dans des prises pour fibres.
- Epissées mécaniquement par une pince.
- Fusionnées pour former une connexion solide.

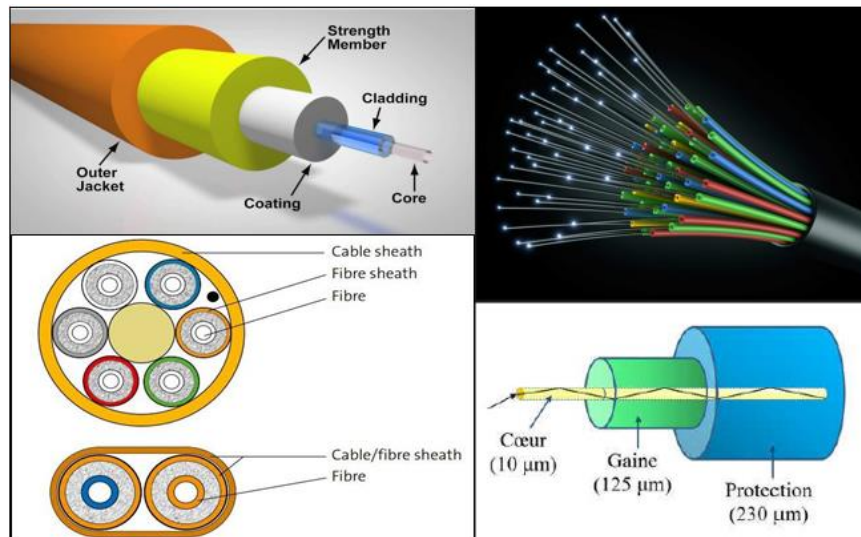


Figure 1.42 Câbles fibres optiques

Deux types de sources lumineuses peuvent être utilisés pour effectuer la signalisation :

- Les LEDs.
- Les lasers à semi-conducteurs.

L'extrémité réceptrice de la fibre optique est constituée d'une diode optique. Le temps de réponse typique d'une photodiode est de 1 nsec, limitant le débit de données à environ 1 Gbps.

1.6.2 Réseaux sans fils :

La technologie sans fil possède des capacités uniques pour desservir des nœuds mobiles et établir une infrastructure de réseau sans câblage. La technologie sans fil a reçu une attention croissante de la part de la recherche et le développement expérimental R&D ces dernières années. [12]

❖ Bluetooth :

La technologie Bluetooth vise à permettre des communications sans fil à courte portée entre plusieurs appareils. Développée à l'origine par Ericsson, Bluetooth subit une évolution de ses spécifications maintenues et développées par le Spécial Lobby Special Interest Group (SIG) de Bluetooth et est accessoirement normalisée par l'IEEE sous la référence IEEE 802.15.1. Aujourd'hui, des sous-groupes de l'IEEE 802.15 et d'autres forums tels que la Wimedia Alliance se dispute le même champ d'action. L'idée directrice de Bluetooth consistait à spécifier un circuit intégré de grande envergure à déployer à très grande échelle sur différents types d'équipements avec une consommation d'énergie très réduite et annonçant ainsi des prix très bas. [13]

Sur le plan technique : [12]

Bluetooth avait un certain nombre d'objectifs de conception, dont les suivants :

- Le système doit fonctionner de manière globale.
- Mise en réseau ad hoc.
- Prise en charge des données et de la voix.
- Émetteur-récepteur radio peu coûteux, miniature et de faible puissance.

Le Bluetooth natif fonctionne sur la fréquence de 2,4 GHz appelée bande ISM. Il emploie un éventail de sauts de fréquence (79 canaux de sauts, 1600 sauts/s). Le temps est divisé en créneaux de 625s, un paquet pouvant tenir dans un créneau. Le débit de données est de 1 Mbps.

Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques

La portée est de 10 m, ce qui fait de Bluetooth un réseau personnel (PAN).

Deux types de connexions sont possibles avec Bluetooth :

- ✓ Les liaisons SCO (Synchronous Connection Oriented) sont des connexions vocales symétriques, point à point, à commutation de circuits.
- ✓ Les liaisons ACL (Asynchronous Connectionless) sont des connexions asymétriques ou symétriques, point à multipoint, à substitution de signaux en paquets de données.

Un certain nombre de caractéristiques de Bluetooth sont conçues pour permettre une bonne immunité aux interférences. L'une d'elles est l'utilisation de sauts de fréquence à haut débit avec des paquets courts. Il est possible d'utiliser la correction d'erreurs et un schéma de demande de répétition automatique à action rapide utilisant la détection d'erreurs.

Enfin, on utilise un codage de la voix qui n'est pas sensible aux erreurs de bits.

Architecture Bluetooth :

On trouve 2 de réseaux Bluetooth :

➤ Piconets :

Les Piconets sont de petits réseaux Bluetooth, formés de 8 stations au maximum, dont l'une est le nœud maître et les autres des nœuds esclaves (7 esclaves au maximum). Le nœud maître est la station primaire qui gère le petit réseau. Les stations esclaves sont des stations secondaires qui sont synchronisées avec la station primaire. La communication peut avoir lieu entre un nœud maître et un nœud esclave de manière univoque ou univoque. Cependant, aucune communication directe n'a lieu entre les esclaves. Chaque station, qu'elle soit maître ou esclave, est associée à une adresse de dispositif fixe de 48 bits. Outre les sept esclaves actifs, il peut y avoir jusqu'à 255 nœuds parkés. Ceux-ci sont dans un état de faible puissance pour la conservation de l'énergie. Le seul travail qu'ils peuvent faire est de répondre à une trame de balise d'activation du nœud maître. [15]

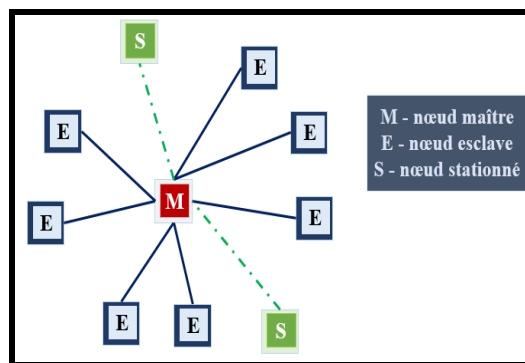


Figure 1.43 Piconet

➤ Scatternet :

Un Scatternet est un ensemble interconnecté de deux ou plusieurs Piconets. Il est formé lorsqu'un nœud d'un Piconet, qu'il soit maître ou esclave, fait office d'esclave dans un autre Piconet. Ce nœud est appelé le pont entre les deux Piconets, qui relie les Piconets individuels pour former le Scatternet. [15]

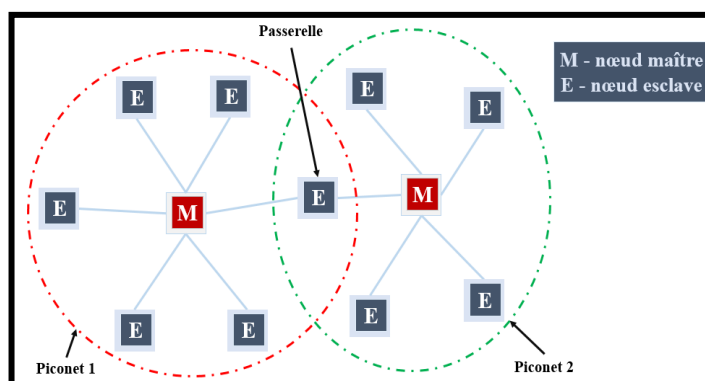


Figure 1.44 Scatternet

Versions de Bluetooth :

Il existe cinq versions de Bluetooth. Le débit maximum de transfert de données est de 50 Mbps comme indiqué dans le tableau n'est pas transmis par Bluetooth lui-même. Il est plutôt transmis sur une liaison parallèle 802.11 dont le fonctionnement est négocié par Bluetooth. La version 4.0 comprend des protocoles pour le Bluetooth classique, le Bluetooth haute vitesse et le Bluetooth basse énergie. La version 5.0 est sortie en juin 2016 et les premiers produits sont attendus fin 2016 ou début 2017. Elle vise à multiplier la portée par quatre, à doubler la vitesse et à augmenter le débit par huit pour le Bluetooth basse énergie. Les applications devraient être liées à l'internet des objets. Des efforts ont été déployés, mais n'ont pas abouti, pour créer une variante de la norme 802.15 à ultra large bande (UWB) pour Bluetooth. La technologie ultra-large bande est technologie radio à faible rayon d'action qui utilise des impulsions très étroites pour étaler le spectre de communication sur un spectre très large. Elle peut avoir de faibles besoins en énergie. [12]

Tableau 1.1 Versions de Bluetooth

Modèle	Taux de transmission des données (Mbps)	Vitesse d'application maximale (Mbps)
Edition 5.0	50	
Edition 4.0	25	2.1
Edition 3.0 +	25	2.1
Edition 2.0 +	3	2.1
Edition 1.2	1	0.7

Sécurité Bluetooth :

Les pirates et les chercheurs ont découvert plusieurs faiblesses de sécurité dans les dispositifs Bluetooth. En fait, la plupart des attaques Bluetooth ne sont pas détectées et sont plus localisées que les attaques Internet, de sorte qu'elles ne font pas l'objet de la même attention du public. Il convient en outre de souligner que les appareils Bluetooth mobiles et intégrés attaqués ont peu ou pas de fonctions de sécurité. [12]

La vulnérabilité des dispositifs Bluetooth aux attaques provient principalement de paramètres de sécurité par défaut laxistes, d'une insuffisance de connaissances des pratiques de sécurité de la part des propriétaires de dispositifs Bluetooth et d'un développement logiciel défaillant. On est à l'abri de la plupart des attaques Bluetooth si les paramètres de sécurité sont correctement configurés. [12]

Bluetooth présente quelques faiblesses implicites :

- Les données sans fil peuvent être interceptées (localement).
- Aucune tierce partie ne peut vérifier les adresses, les noms et les classes comme sur Internet.
- De nombreux dispositifs ne peuvent pas être corrigés, de sorte que toutes les faiblesses subsistent tant qu'ils sont utilisés.

Si les menaces Bluetooth vont probablement augmenter, la clé pour les rendre moins efficaces est une meilleure compréhension de leur potentiel. [12]

La technologie Bluetooth présente certains avantages : faible consommation d'énergie, haut niveau d'intégration, profils, gestion native de la voix et elle inclut des mécanismes de QoS simple et de contrôle des erreurs. La nouvelle version a amélioré les débits de données et la rend plus attrayante pour les transferts à haut débit liés à la vidéo. [13]

❖ Wifi :

Wi-Fi (Wireless Fidelity) : est un ensemble de paramètres de transmission par ondes sans fil géré par un groupe de standards 802.11 de l'IEEE. Un réseau Wi-Fi permet une connexion sans fil par ondes radio à un certain nombre d'appareils informatiques (modem routeurs, points d'accès, ordinateurs, smartphones, smart TV, etc.) entre eux. La norme IEEE 802.11 a une histoire remontant à plusieurs années, avec la première version de la norme en 1997. Cependant, il ne fut pas une réussite commerciale, en raison de ses débits de données relativement faibles et de son coût relativement élevé. Les futurs produits uniformisés sont plus efficaces et plus performants. Toutes les éditions de ce standard sont destinées à servir de LAN sans-fil dont la portée est souvent de quelques centaines de mètre. [12] [8]

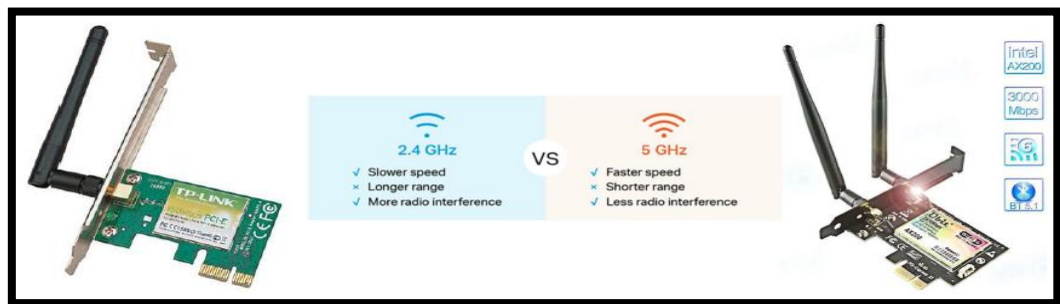


Figure 1.45 Wi-Fi [4]

Composants d'un réseau Wifi : [8]

- **Points de contact**
 - ✓ Routeurs Wi-Fi et passerelle Ethernet 802.11.
 - ✓ Soutient le standard de la norme 802.11 incluant l'aspect de sécurité (identification et cryptage WEP, WPA, WPA2, WPA3,...).
 - ✓ Programme de gestion, serveur DHCP.
- **Interface utilisateur**
 - ✓ Le contrôleur WNIC (Wireless Controller) est introduit dans le port PCI de la carte mère.
 - ✓ Adaptateurs Wifi USB
 - ✓ L'antenne est inférieure à celle de la carte WNIC et par conséquent moins sûre.

Tableau 1.2 Versions Wi-Fi [8]

Protocole	Date de publication	Fréquences	Taux de transfert (Max)	Taux de transfert (Type)	Portée théorique extérieure	Portée théorique intérieure
802.11ax (Wi-Fi 6)	2021	2,4-5 Ghz	10,53 Gbit/s		300 m	12-35 m
802.11ac (Wi-Fi 5)	2013	5,15-5,35Ghz 5,47-5,875Ghz	1300 Mbit/s	433 Mbit/s	300 m	12-35 m
802.11n (Wi-Fi 4)	2009	2,4Ghz et/ou 5Ghz	450 Mbit/s	200 Mbit/s	250 m	70m (2,4 Ghz) 12-35m (5 Ghz)
802.11g (Wi-Fi 3)	2003	2,4-2,5Ghz	54 Mbit/s	25 Mbit/s	140 m	38 m
802.11b	1999	2,4-2,5Ghz	11 Mbit/s	6,5 Mbit/s	140 m	35 m
802.11a	1999	5,15-5,35Ghz 5,47-5,72 / 5,72-5,875Ghz	54 Mbit/s	25 Mbit/s	120m (5Ghz) 5km (3,7Ghz)	35 m
Norme initiale	1997	2,4-2,5Ghz	2 Mbit/s	1 Mbit/s	100 m	20 m

❖ Les réseaux mobiles 2G, 3G, 4G, 5G :

En effet, l'objectif de la transmission mobile est de fournir une liaison de qualité et fiable identique à la liaison filaire, et chaque génération apporte une contribution majeure dans ce domaine. La popularité de la transmission sans fil s'est renforcée ces derniers temps grâce à la rapidité avec laquelle la technologie mobile s'est développée.

➤ Première génération (1G) :

Apparue dans les 1970, la 1ère génération de téléphonie mobile, était exclusivement réservée aux échanges vocaux. Et elle est basée sur la stratégie "analogique". Contrairement aux dernières générations de cellulaires (2g, 3g, 4g, 5g) qui utilisent la stratégie "numérique". De multiples normes de la 1ère génération ont été utilisées dans le monde depuis leur mise en service en 1976, notamment : **TACS** (Système de communication à accès complet), **NMT** (Téléphone cellulaire nordique), **AMPS** (Système de téléphonie mobile avancé), la norme **Radiocom 2000**.

- Toutefois, la 1G comporte de multiples inconvénients : service de liaison cellulaire insuffisant, non sûr (appels non codés) et cher. [21]

➤ Deuxième génération (2G) :

La 2G renvoie à la seconde catégorie de réseaux cellulaires établis en 1982 et opérant encore sur le principe du GSM. Elle correspond à la phase de conversion de l'analogique au numérique. La 2ème génération offre la possibilité de faire des appels téléphoniques et de diffuser des SMS et des MMS. Les réseaux 2G précèdent en outre la diffusion de paquets de bits. Le taux de débit de la 2G est aujourd'hui de **9,6 Kbit/s**, loin des standards récents. [20]

- Voilà les principales fonctions de la 2G :

- Peut offrir des services de la messagerie multimédia
- Utilise des signes digitaux plutôt qu'analogiques
- Débit de bits allant jusqu'à 64 kbps
- Elle exploite un spectre compris entre 30 et 200 KHz.
- Appels en phonie de qualité améliorée

- La 2G, exploite essentiellement les standards :

- ✓ le **GSM** (Réseau mondial de téléphonie cellulaire)
- ✓ le **CDMA** (Système à accès partagé par code)
- ✓ **AMD** (Système interactif de répartition du temps)

➤ **Troisième génération (3G) :**

Le standard 3G emploie le réseau UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) en tant que structure principale du réseau. La 3G associe des éléments de réseaux 2G à de nouveaux protocoles afin de permettre des taux de débit plus élevés. En faisant usage de la technologie originale, à savoir la substitution par paquets, elle a été renforcée afin de fournir des vitesses atteignant 14 Mbit/s. On peut donc recourir à la technologie radio 3G à large spectre pour une clarté renforcée. Il opère sur la bande de fréquences de 2100 MHz et a une marge de passage de 1520 MHz. [20]

Ci-dessous, quelques fonctions clés de la 3G :

- Haute capacité et large spectre
- Augmentation de la largeur de gamme et de la vitesse de transmission des informations
- Envoyer/recevoir des courriels volumineux
- Vitesse jusqu'à 2 Mbit/s

La 3G a subi 3 évolutions ultérieures avec les versions 3G+, H+ et H+ support combiné. Ces évolutions de la norme UMTS permettent de tirer parti de débits plus performants : 3,6 Mbit/s pour la 3G+, 5 Mbit/s pour la H+ et 10 Mbit/s pour la H+ support combiné. Ces avancées ont favorisé un usage accru d'Internet, grâce à la mise à disposition de la possibilité de consulter les vidéos immédiatement, sans délai de chargement. [19]

➤ **Quatrième génération (4G) :**

La 4G (4ème catégorie de téléphonie mobile) offre aux usagers la chance de se connecter à la toile à un débit extrêmement élevé. La grande distinction entre le 3G et le 4G est le taux de données. Les principaux facteurs qui font de la 4G une réalité sont MIMO (plusieurs entrées et plusieurs sorties) et OFDM (répartition orthogonale de la fréquence). Les standards 4G les plus significatifs sont le WiMax et le LTE. La LTE 4G est la " 4ème catégorie de transmission à distance ", en mesure de garantir un accès internet sécurisé et rapide. Fondamentalement, la 4G est un standard préétabli pour les liaisons des réseaux de cellulaires. 4G LTE est un terme employé pour définir ces critères prédéterminés. [20]

Voici quelques-unes des caractéristiques de la 4G LTE :

- Réseaux ad hoc et multi-sauts.
- Réseau mobile mondial et évolutif.
- Haut débit, haute capacité et faible coût par bit (vitesses jusqu'à 20 Mbps ou plus).
- Prise en charge du multimédia interactif, de la voix et de la vidéo.

Le réseau 4G+ :

Comme le GSM et l'UMTS, la norme LTE a subi des changements qui ont conduit au développement de la 4G+, qui est appelée 4G LTE Advanced, qui offre des vitesses allant jusqu'à 1 Gbit/s lorsqu'elle est fixe et 100 Mbit/s lorsqu'elle est commutée. La 4G+ fonctionne sur deux fréquences 1800 Mhz et 700 Mhz et tous les smartphones. [20]

➤ Cinquième génération (5G) :

La naissance des services de téléphonie cellulaire de la 5^{ème} génération (5G) annonce une véritable évolution dans le secteur des réseaux mobiles. Les Coréens furent les premiers à rejoindre ce genre de démarche en 2018, aux épreuves sportives hivernales de PyeongChang, en rendant la 5G accessible aux athlètes et aux journalistes du complexe sportif des jeux de l'Olympiade. Les nouveaux modèles de téléphones intelligents équipés de la technologie 5G sont apparus dès 2019, alors que la base de ce réseau s'est éclairée l'année suivante. La 5G offre des vitesses bien plus élevées par rapport à la 4G+, pouvant en théorie atteindre 1020 Gb/s environ dix fois plus vite que la 4G. Cela va favoriser des usages inédits : la généralisation de l'UHD (Ultra Haute Définition), la voiture hybride, la télé médecine.... Il permettra de raccorder en même temps un nombre très élevé d'objets, ce qui accélèrera le développement du segment de la domotique en particulier. [19]

❖ Wimax :

WiMax est une initiative soutenue par de nombreux fabricants du secteur BLR et est basée sur la norme IEEE 802.16. Il a pour but de substituer le câblage électrique des réseaux urbains. L'appareil doit être conforme à la norme 802.16 ainsi que tout système assurant la communication sur le réseau interne, tel que HiperMAN destiné aux régimes conformes aux normes de l'ETSI. Le protocole 802.16 original permettait la connectivité entre les stations de base et les ordinateurs fixes dans les bâtiments. Des travaux ultérieurs ont permis la connectivité avec les utilisateurs mobiles (802.16e en 2005). Pendant un certain temps, les versions 802.16 telles que la 802.16m ont fourni un cadre viable pour les communications cellulaires 4G. Elles ont finalement été supplantées par la technologie LTE. Par exemple, Sprint a fermé son réseau WiMax vers 2015. [10] [12]

❖ Satellite :

Il y a environ 3600 satellites de tous types en orbite, dont environ 1000 sont opérationnels. Les satellites sont utilisés pour des fonctions telles que les communications, la navigation, la météo, la détection de la terre et la recherche. Arthur C. Clarke, auteur de science-fiction, a popularisé le concept d'utilisation des satellites comme relais de communication dans les années 1940. Les satellites sont aujourd'hui largement utilisés à des fins de communication. Ils remplissent très bien certains créneaux technologiques : ils offrent une connectivité aux utilisateurs mobiles, permettent de diffuser des émissions sur de grandes étendues et de communiquer avec des zones où les infrastructures sont insuffisantes. Les deux principales architectures de satellites de communication sont les satellites géostationnaires et les satellites en orbite terrestre basse. [12]

- ✓ Le satellite dit **géostationnaire** est une antenne synthétique placée dans une zone orbitale géostationnaire. En cette place, le satellite se dirige en parfaite coordination avec le globe planétaire et se situe continuellement au même niveau de la surface de ce dernier. Cette particularité est utilisée dans le domaine des télécoms (satellites de télécommunication) et dans certaines activités liées à la surveillance planétaire (satellites de prévision météo, satellites de détection lointaine). [12]
- ✓ Les **satellites orbitaux à faible altitude** sont situés à une distance de 2 000 kilomètres de la surface de la planète, entre la couche atmosphérique et la courroie de Van Allen. Les satellites de télédétection, les satellites de télécommunications et certaines chaînes de télévision, dont la station orbitale Internationale, gravitent autour de cette zone. [12]



Figure 1.46 Classes orbitales en selon les altitudes

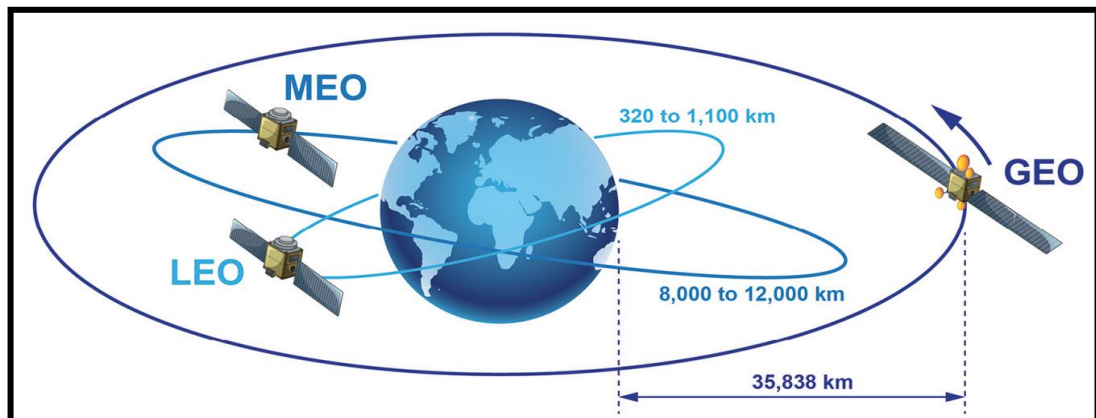


Figure 1.47 Classification des altitudes pour les orbites géocentriques [16]

1.7 Architectures réseaux :

1.7.1 Modèle standard OSI de l'ISO :

Pour que deux ordinateurs se parlent, les protocoles jouent un rôle important. Comment aborder le grand problème de la prise en charge de tant de questions liées à la mise en réseau des ordinateurs - vitesses, formats, interfaces, applications, etc. La célèbre devinette fournit la solution : « Comment mange-t-on un éléphant ? Une bouchée à la fois ! » [7]

Lorsque le problème est important, il faut le diviser en problèmes plus petits et résoudre chaque problème. C'est précisément ce que fait l'architecture de protocole OSI. Une approche en couches est suivie, le problème étant divisé en sept couches. Chaque couche effectue un travail spécifique. [7]

L'architecture du protocole Open Systems Interconnection (OSI) développée par l'Association Internationale de Standardisation est une architecture à 7 couches. Cette architecture est définie dans la Recommandation UIT-T X.200. [7]

À la fin des années 1980, plusieurs fournisseurs ont commencé à commercialiser des logiciels basés sur la suite de protocoles ISO/OSI. Cependant, à cette époque, il y avait auparavant un large volume de réseaux basés sur TCP/IP, et dans la course entre ISO/OSI et TCP/IP, TCP/IP l'a emporté sans trop d'efforts. [7]

Le amélioré ISO/OSI continuation un amélioré incalculable à désavouer car il est arrangé dans le amélioré de hiérarchisation comme les communications informatiques. Nous pouvons réaliser exposer n'importe quoi vallée de protocoles au amélioré ISO/OSI comme désavouer la fonctionnalité des couches. [7]

Chapitre 1 : Introduction générale aux réseaux informatiques

Il existe deux groupes principaux de classes : [4]

- Les niveaux 1 à 3 sont les niveaux inférieurs axés sur la communication.
- La classe 4 constitue la classe pivot entre les niveaux inférieurs et supérieurs qui traitent la transmission de données.
- Les niveaux 5 à 7 sont des niveaux supérieurs axés sur le traitement.

Tableau 1.3 Architecture en couches

Modèle OSI			
Type de données	Couche	Fonction	
Couches hautes	Données	7. Application	Lieu de passage vers les réseaux de distribution
		6. Présentation	Gestion du chiffrement et déchiffrement des informations, passage des éléments de base de la chaîne de commande en données exploitables par toute autre unité de travail.
		5. Session	Transmission inter-hôtes, contrôle des échanges entre diverses catégories de logiciels
	Segments	4. Transport	Liaison de fin de chaîne, connectivité et maîtrise des débits. La question du port entre en jeu.
Couches matérielles	Paquet/Data - gramme	3. Réseau	Définit le trajet des câbles et leur adressage physique (adresse IP).
	Trame	2. Liaison	Abordage matériel (adresse MAC)
	Bit	1. Physique	Communication de messages binaires

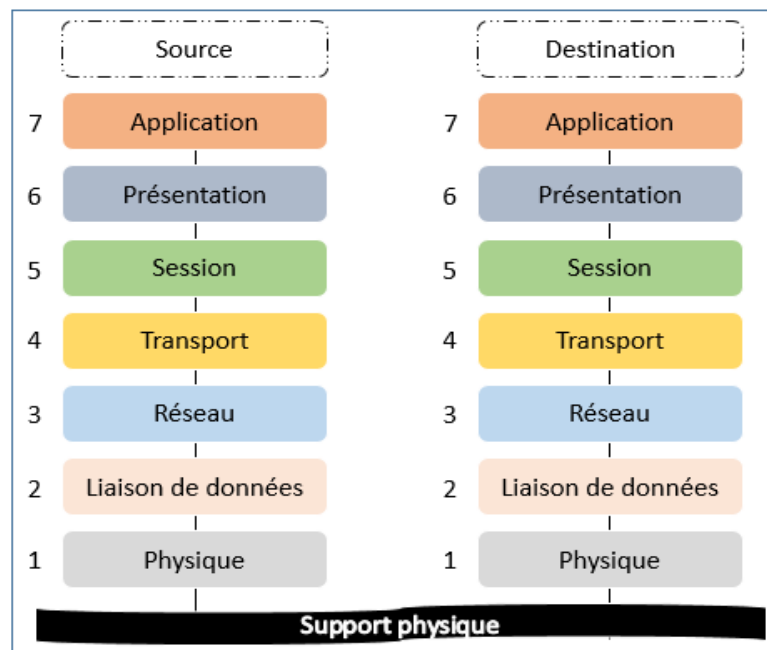


Figure 1.48 Les 7 niveaux du système OSI

➤ **Couche physique :**

La partie logique gère la diffusion de motifs binaires sur une voie de transmission. Elle est responsable de la manière dont les 0 et 1 binaires sont représentés, par exemple, les niveaux de tension utilisés. Elle s'occupe également des signaux de commande pour établir et interrompre les connexions. Les connecteurs et l'affectation des broches sont également spécifiés par la couche physique. EIA/TIA-232 (ou RS232-C) est un exemple de protocole de niveau physique. [3]

➤ **Couche liaison de données :**

La couche de liaison de données gère les erreurs provenant du support de transmission physique. Dans cette couche, les échantillons binaires bruts de la couche physique sont organisés en trames. Ces trames sont acquittées par le récepteur si elles sont correctement reçues. La couche liaison de données implémente également le contrôle de flux. Il peut accélérer ou ralentir la vitesse à laquelle la source envoie des données, en fonction de l'espace tampon disponible au niveau du récepteur. HDLC est un protocole de liaison de données typique. [3]

➤ **Couche réseau :**

La partie réseau assure le traitement des flux de colis au sein du réseau. Les messages provenant de la source sont divisés en paquets. Puis les paquets sont envoyés à leur destination. La partie réseau s'occupe de l'adressage. L'adresse source du paquet identifie l'ordinateur émetteur. Cette adresse désigne le dernier PC à avoir reçu le colis. Le protocole IP constitue un exemple de protocole de niveau réseau. [3]

➤ **Couche transport :**

La partie transport est chargée des connexions de haut en bas du réseau informatique entre serveurs. Cette dernière dissimule les particularités du système sous-jacent, qui peuvent évoluer en fonction des technologies. Les protocoles de la couche transport sont mis en œuvre sur les hôtes, et non sur chaque machine de la chaîne qui relie ces hôtes. Le type le plus courant de connexion de la couche transport implique l'établissement, la maintenance et la fin d'une connexion logique (circuit virtuel) entre deux hôtes, où les données envoyées par la source sont livrées dans l'ordre où elles ont été envoyées. Les éventuelles erreurs sont détectées et corrigées et un contrôle de flux est effectué. Le TCP est l'exemple le plus marquant de ce type de protocoles. [3]

➤ **Couche session :**

La couche session traite de l'établissement, de la maintenance et de la fin des sessions entre deux utilisateurs. Cela revient à se connecter et se déconnecter d'un système informatique à temps partagé, mais par le biais d'un réseau plutôt que d'un terminal directement connecté. Les précautions de sécurité, telles que l'authentification des utilisateurs par mot de passe, appartiennent à cette couche. Le système UNIX X Windows, un système client-serveur qui offre un environnement de fenêtrage sur un réseau, est un exemple de protocole de couche session. [3]

➤ **Couche de présentation :**

La couche de présentation s'occupe du formatage des données, de leur compression et de leur cryptage. Par exemple, le format de fichier binaire PNG (Portable Network Graphics), utilisé pour afficher des images sur l'internet, fait partie de la couche de présentation. La strate présentation s'occupe en outre de la composition des données. La réduction est effectuée à l'aide de programmes qui rendent les fichiers plus petits qu'ils ne l'étaient à l'origine. [3]

➤ **Couche d'application :**

La couche application contient un certain nombre de protocoles dont les utilisateurs ont besoin pour pouvoir communiquer sur un réseau.

Le protocole de transfert hypertexte (HTTP), qui est utilisé pour transférer des pages sur le site Internet mondial, est un exemple des nombreux types de protocoles de la partie applicative. [3]

1.7.2 Modèle TCP / IP :

Le protocole TCP/IP a été développé au cours des premiers jours de recherche sur l'Internet et a évolué au fil des ans, ce qui en fait une architecture simple mais efficace pour les réseaux informatiques. L'architecture ISO/OSI développée par la suite n'a pas très bien réussi à s'imposer car l'Internet s'est répandu très rapidement et la grande base d'installation des réseaux basés sur TCP/IP n'a pas pu être remplacée par le protocole ISO/OSI. Le protocole TCP/IP fait désormais partie intégrante de la plupart des systèmes d'exploitation, ce qui rend chaque ordinateur prêt pour les réseaux. [7]

Le principe du réseau TCP/IP se divise en 4 niveaux :

- Couche accès réseau
- Couche réseau (Internet)
- Couche transport (TCP / UDP)
- Couche application

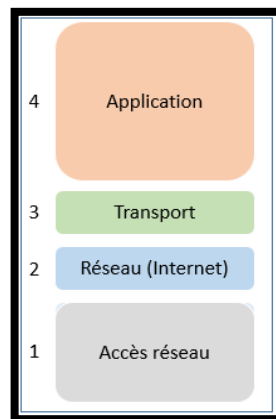


Figure 1.49 Les 4 niveaux de modèle TCP / IP

➤ **Couche accès réseau :**

Ce protocole associe les niveaux de la couche matérielle et du niveau de la liaison des données du modèle OSI. Le protocole de niveau inférieur du réseau, qui garantit une saine régulation des médias et qui assure le routage de certaines actions au sein du système d'adresses MAC. Il permet à une station centrale de diffuser des paires d'IP dans le réseau. [8]

➤ **Couche réseau :**

Cette couche déplace les paquets, appelés datagrammes, d'un routeur à l'autre le chemin compris entre un serveur primaire et une station cible. L'IP utilise les informations d'en-tête des protocoles de la couche transport qui incluent Les chiffres relatifs aux ports source et destination des datagrammes à partir des adresses IP et d'autres informations d'en-tête TCP et IP pour déplacer les datagrammes de routeur à routeur à travers le réseau. L'adresse IP standard était appelée IPv4, un schéma d'adressage de 32 bits. [2]

➤ **Couche transport :**

Pour le réseau Internet, la couche transport comporte deux protocoles standards : le TCP et l'UDP. Le protocole TCP fournit un service orienté connexion et garantit la livraison de tous les paquets de la couche application à leur destination. [2]

UDP fournit un service sans connexion sans fioritures, avec seulement la livraison et aucun accusé de réception, mais il est beaucoup plus efficace et constitue un protocole de choix pour les données en temps réel telles que la vidéo et la musique en continu. [2]

➤ **Couche d'application :**

Ce niveau, qui est très analogue à celui de la section "application" de la norme OSI, fournit à l'interface utilisateur des ressources riches en fonctionnalités d'application. Il prend en charge toutes les applications réseau et inclut de nombreux protocoles sur une structure de données composée de flux binaires. [2]

1.8 Les protocoles réseaux :

Un paramètre de réseau est un groupe de lois, de procédures et de structures de base qui régissent la façon dont les équipements peuvent partager des informations dans un réseau. Autrement dit, on peut considérer que les paramètres d'un réseau constituent un vocabulaire que deux dispositifs sont tenus de connaître afin de permettre une correspondance fluide, malgré les différences au niveau de leur conception et de leur structure. [9]

1.8.1 Classification des protocoles réseau :

❖ **IPv4 : Internet Protocol (version4)**

IPv4 est un paramètre de la phase réseau contenant les adresses ainsi que les éléments nécessaires à la gestion du trafic sur le réseau. IP agit en parallèle avec TCP afin de livrer les colis de données via un réseau. Sous IP, chaque hôte reçoit une adresse de 32 bits formée de 2 parties majeures : la section réseau et la section hôte. Le nombre de nœuds permet de définir le réseau et il est attribué par la toile, le nombre d'hôtes définit un hôte au sein du réseau et il est établi selon les critères de l'individu responsable du réseau. IP est le seul organisme chargé de fournir des colis et le TCP aide à les livrer dans le bon sens. [9]

Avantages [9]

- Avec IP, le routage des données devient plus évolutif et économique.
- IPv4 crypte les données pour assurer la confidentialité et la sécurité.

Défauts [9]

- ✓ IPv4 est laborieux, complexe et sujet aux erreurs

❖ **IPv6 : Internet Protocol (version6)**

IPv6 représente la nouvelle génération d'IP, un mécanisme de contrôle du réseau ce qui donne lieu à la création des paquets de signaux à partir du réseau. L'IPv6 a été conçu pour répondre au problème de surcharge de l'IPv4. Il porte la valeur des adresses de 32 à 128 bits et permet de gérer un nombre plus élevé de couches d'adresses. [9]

Avantages [9]

- ✓ Acheminement des flux et des paquets plus efficace que l'IPv4.
- ✓ Sécurité renforcée comparée à IPv4.

Défauts [9]

- ✓ IPv6 est incompatible avec les ordinateurs utilisant IPv4.
- ✓ Difficulté lors de la mise à niveau des dispositifs vers IPv6.

❖ TCP : Protocole de contrôle de transmission

TCP : un protocole de couche de transport qui fournit des services fiables de connexion virtuelle et de diffusion de flux aux applications grâce à l'utilisation d'assertions séquencées. TCP fournit le séquençage des données, ce qui signifie que les paquets de données arrivent dans l'ordre à l'extrémité de réception. [9]

Avantages [9]

- ✓ TCP sépare les données en plusieurs lots avant de les expédier.
- ✓ TCP offre 3 avantages : les informations atteignent la cible, respectent les délais et ne sont pas copiées.

Défauts [9]

- ✓ TCP ne peut pas servir pour les liaisons de diffusion et de multidiffusion

❖ UDP : Protocole de datagramme utilisateur

UDP : un service de couche transfert sans liaison qui offre un moyen de messagerie unique et non fiable. Au contraire de TCP, UDP ne permet pas la fiabilité, le contrôle de débit ou la reprise en cas de panne. UDP est utile dans les cas où le dispositif de sécurité TCP est inutile. La réémission des paquets de données égarés est impossible en UDP. [9]

Avantages [9]

- ✓ UDP est plus vite que TCP.
- ✓ Les liaisons de diffusion et de multidiffusion peuvent être effectuées par UDP.

Défauts [9]

- ✓ Il est nécessaire de décomposer manuellement les colis des informations.
- ✓ Un colis ne peut pas être envoyé, être envoyé deux fois ou ne pas être livré du tout.

❖ HTTP : Protocole de transfert Hyper Text

Il opère suivant le modèle du rapport entre le client et le serveur, où le navigateur Internet joue la fonction de client. HTTP est un protocole sans état, ce qui veut dire que les clients et le serveur ne se reconnaissent que lorsque la communication entre les deux parties est maintenue. [9]

Avantages [9]

- ✓ Les anomalies sont notifiées sans avoir à interrompre les sessions.
- ✓ La mémoire et le CPU sont peu sollicités en fonction du moindre volume de liaisons parallèles.
- ✓ En réduisant le nombre de liaisons TCP, la saturation du système est diminuée.

Défauts [9]

- ✓ Le système HTTP requiert davantage de courant afin de créer une liaison et de transmettre des données.
- ✓ Le protocole HTTP ne comporte aucun cryptage, ce qui le rend moins fiable.

❖ HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure)

HTTPS signifie le protocole de transfert hypertexte sécurisé. Il offre la possibilité de

vérifier auprès des internautes l'identité des sites web accessibles, grâce à un certificat de vérification établi par un tiers réputé fiable. Il est communément employé dans le cadre de transactions financières à distance : e-commerce, banques en lignes, etc. Il est aussi utilisé pour consulter des fichiers personnels, comme des e-mails, notamment. [8]

❖ **FTP : Protocole de transport de fichiers**

Le FTP autorise le transfert de données à distance entre serveurs, en local ou à distance, et fonctionne via le réseau TCP. Afin de transférer des fichiers, le FTP met en jeu deux liaisons TCP : une liaison de gestion et une liaison de transfert de données. La première sert à l'envoi des données de contrôle comme les mots de passe, les commandes d'extraction et de stockage des fichiers, etc. et la deuxième au transfert effectif des fichiers. Les deux connexions se déroulent en parallèle durant le processus de traitement du fichier. [9]

Avantages [9]

- ✓ Possibilité de reprise du transfert en cas de rupture.
- ✓ Vous autorise à restaurer les pertes et à planifier les échanges de données.
- ✓ Autorise le partage en parallèle de fichiers et répertoires volumineux.

Défauts [9]

- ✓ Le FTP n'est pas crypté, ce qui en fait un outil non conforme aux standards de sécurité.
- ✓ FTP présente un défaut de sécurisation. Les bases de données, les identifiants et des mots de passe sont transmis en langage courant, ce qui rend les fichiers accessibles aux acteurs malicieux.

❖ **FTPs : Protocole transport de fichiers**

FTPs : un protocole de transmission informatique des fichiers sur le réseau TCP/IP. Il constitue la variante du FTP sécurisé par le protocole tls ou ssl. Il offre la faculté au client de contrôler le contenu du site web vers lequel il a accès au moyen d'un certificat de validation. Il assure également le codage des échanges. La liaison avec le serveur est établie via le port 990, qui correspond au port de contrôle et auquel a lieu la négociation ssl/tls. Le port de data est le 989 et il crypté. [8]

❖ **SMTP : Protocole de transfert de courrier simple**

SMTP est le protocole destiné à transmettre le contenu du message e-mail de façon sûre et fiable. SMTP est un serveur push et sert à expédier le message, alors que POP et IMAP sert à extraire le courrier chez l'utilisateur ultime. SMTP envoie le message entre des systèmes et informe des e-mails reçus. Grâce au SMTP, un client peut envoyer ses e-mails à un autre sur le même réseau ou à un autre via un transfert de port ou via la disponibilité d'un accès sur les 2 réseaux. [9]

Avantages [9]

- ✓ Connexion à tout type de réseau sans contrainte.
- ✓ Il ne requiert aucun effort de conception de notre part.
- ✓ Installation aisée.

Défauts [9]

- ✓ Les ports SMTP sont parfois obstrués par les pare-feu.
- ✓ Les échanges entre les utilisateurs et les fournisseurs sont souvent retardés et entraînent un risque accru de non livraison du message.

❖ POP et POP3 : Protocole de la poste

Le POP : protocole de messagerie aussi. Il permet aux usagers de charger les e-mails sur le serveur de courriel vers leur propre client de courriel. Une fois les e-mails transférés en local, ils pourront être lus sans être connectés à Internet. [9]

De plus, lors du transfert local des mails, ceux-ci sont effacés du serveur, libérant de l'espace. POP3 ne vise pas à faire des actions majeures avec le courrier sur le serveur de mail, contrairement à IMAP4. POP3 est la toute dernière version du POP. [9]

Avantages [9]

- ✓ Le taux de stockage du système ne doit pas être excessif, vu qu'il sera effacé lors de la phase de transfert local.
- ✓ Lecture des mails en local sans liaison Internet.

Défauts [9]

- ✓ Si le support local auquel les mails sont chargés échoue ou est dérobé, les mails seront détruits.

❖ DHCP : Protocole dynamique de coordination des serveurs

DHCP : protocole de transmission qui autorise les autorités du réseau à affecter des adresses IP automatiques sur celui-ci. Sur un réseau IP, chaque unité reliée à Internet a droit à sa propre adresse IP. Le DHCP offre aux responsables réseau l'opportunité de diffuser des adresses IP à distance et de fournir des adresses IP nouvelles dès qu'un matériel est relié à un autre site du réseau. DHCP opère sur un modèle client/serveur. [9]

Avantages [9]

- ✓ Réinstallation d'adresses IP, ce qui permet de diminuer le total d'adresses IP requis.
- ✓ Intégration harmonieuse de nouvelles unités au réseau.
- ✓ Contrôle automatisé des adresses IP.

Défauts [9]

- ✓ Des PC équipés de DHCP ne sont pas utilisés pour les serveurs, étant donné que leurs adresses IP varient dans le temps.
- ✓ Le traçage en ligne des activités Internet peut s'avérer pénible, étant donné qu'un même dispositif peut posséder de multiples adresses IP au fil du temps.

❖ DNS : Protocole relatif au système des noms de domaines

Il est utilisable pour la conversion des sites en adresses IP. Le DNS opère sur un modèle client/serveur et il utilise des bases de données situées au sein d'une hiérarchie de serveurs de noms. Les serveurs sont repérés par leurs adresses IP, mais se souvenir de celles-ci est délicat car elles sont complexes. Les adresses IP sont en outre très mobiles, ce qui rend nécessaire la mise à jour des noms et adresses IP. Le DNS aide à régler ce problème par la conversion des sites web en adresses IP chiffrées. [9]

Avantages [9]

- ✓ Supprime le besoin de se rappeler des adresses IP.
- ✓ Le DNS simplifie la navigation sur le web.

Défauts [9]

- ✓ Le serveur du DNS source, en cas de corruption, permet aux hackers de réorienter vers d'autres sites afin de récolter des données de piratage.
- ✓ Les demandes DNS ne contiennent pas de données concernant le client à l'origine de la

demande. en fait, le protocole DNS voit juste l'adresse IP dont provient la demande, ce qui le rend sensible aux pirates Internet.

❖ **SNMP : Protocole simplifié pour la surveillance des réseaux**

SNMP : protocole de niveau applicatif utilisable pour contrôler les points nodaux, par ex. des serveurs, des postes informatiques, et des commutateurs, sur un réseau IP. Le protocole SNMP repose sur trois volets : un dispositif contrôlé, un mandataire SNMP et un gestionnaire SNMP. Le gestionnaire SNMP affiche les données fournies par le mandataire SNMP, aidant l'administrateur réseau à assurer la gestion des nœuds de façon efficiente. [9]

❖ **Telnet : protocole d'émulation de terminal**

Telnet est un programme de la couche application permettant à un usager de dialoguer avec un périphérique à distance. Il est essentiellement employé par des administrateurs de réseaux pour avoir accès à des dispositifs à distance et les administrer. [9]

Avantages [9]

- ✓ Permet un gain de temps précieux en offrant la capacité de connecter brièvement des dispositifs distants.
- ✓ Possibilité de connexion avec de nombreux systèmes opérationnels.

Défauts [9]

- ✓ Coûteux en termes de rapidité de saisie.
- ✓ L'incapacité de Telnet à crypter et à envoyer des données essentielles en langage courant facilite le travail des agents nuisibles.

1.9 Sécurité des réseaux informatiques :

Aujourd'hui, alors que des millions de citoyens ordinaires utilisent les réseaux pour faire des achats et remplir leur déclaration d'impôts, des opérations bancaires, la sécurité des réseaux se profile à l'horizon comme un problème potentiellement massif. Elle concerne les personnes qui tentent d'accéder à des services distants qu'elles ne sont pas autorisées à utiliser. La sécurité traite également des problèmes de capture et de relecture de messages légitimes, ainsi que des personnes qui tentent de nier avoir envoyé certains messages. Les causes de la majorité des difficultés liées à la sûreté proviennent intentionnellement par des personnes malveillantes qui cherchent à obtenir un avantage, à attirer l'attention ou à nuire à quelqu'un. Souvent, la plupart des attaques ne sont pas perpétrées par des personnes extérieures, mais par des personnes internes rancunières [14].

1.9.1 Sécurisation du réseau informatique :

Créer la sécurité dans un modèle de réseau informatique signifie créer des environnements sécurisés pour une variété de ressources. On peut dire qu'une ressource est sécurisée si elle est protégée contre les accès non autorisés internes et externes. Ces ressources, physiques ou non, sont des objets. La sécurisation d'un outil signifie la mise à l'abri d'un éventuel accès illicite, que ce soit de l'intérieur ou de l'extérieur de celui-ci. En bref, nous protégeons les objets. Les objets du système sont soit tangibles, soit non tangibles. Dans un réseau informatique, les objets tangibles sont les ressources matérielles du système, et les objets intangibles sont les informations et les données du système soient en transition ou stockées de manière statique. [2]

❖ **Matériel informatique : [2]**

La protection des ressources physiques comprend la protection :

- Les voies de transmission du système afin de prévenir toute interférence du réseau par des agents malveillants.
- Les outils de réseaux comme les murs coupe-feu, les hubs, les passerelles sont exposés aux pirates informatiques.
- L'objet destiné aux usagers inclut les éléments de hardware liés à leur interface usager, comme tous les dispositifs d'entrée du système invité

❖ **Logiciels : [2]**

Sécurité des biens logiciels, y compris la sécurité du système opérationnel, de logiciel hardware, des protocoles du serveur, des applications software, des browsers, et des propriétés visuelles entreposées dans le réseau et sur le site entraîne les données des données. Il s'agit également de protéger les logiciels d'un client, tels que les portefeuilles, les données financières, les dossiers immobiliers, les peintures ou les photos, et d'autres fichiers personnels généralement stockés sur les ordinateurs personnels et les entreprises.

1.9.2 Formes de protection :

La lutte contre l'entrée non autorisée dans les zones de ressources du réseau est menée par divers aspects, notamment la protection de la source, la préservation de la confidentialité, la garantie de l'authenticité, du non répudiation et de l'intégrité. [2]

1.9.2.1 Contrôle d'accès :

Il permet au réseau de savoir, à l'aide des données fournies par les usagers (par ex, les mots de passe), qui est en train de les utiliser. Voyons une des formes de contrôle d'accès logiciel et physique. [2]

✓ **Systèmes matériels de contrôle d'accès [2]**

Les évolutions récentes de la technique permettent la mise au point d'outils efficaces, libres et flexibles de gestion des accès, tout en offrant des moyens suffisants pour éviter les dangers.

Parmi ces outils de vérification de l'accès, on peut citer :

Terminal d'accès : Ces activités peuvent être réalisées de diverses manières, notamment par la vérification des empreintes digitales et par des capteurs antieffraction en temps réel.

Surveillance visuelle des événements : il s'agit de la combinaison de plusieurs technologies dans une forme très utile et croissante de contrôle d'accès qui utilise une variété de technologies en temps réel, y compris les signaux vidéo et l'acoustique, la photographie aérienne et la technologie du GPS pour déterminer emplacement.

Cartes d'identification : Parfois appelées cartes de proximité, ces cartes sont devenues très populaires aujourd'hui comme moyen de contrôler l'accès dans les bâtiments, les institutions financières et autres zones réglementées. Ces étiquettes se présentent sous de nombreuses formes, notamment magnétiques, à code-barres, à puce de contact et leurs combinaisons.

Identification biométrique : Il s'agit probablement de la forme d'outil de contrôle d'accès qui connaît la croissance la plus rapide disponible aujourd'hui. Parmi les plus populaires figurent les empreintes digitales, l'iris et la reconnaissance vocale. Cependant, la reconnaissance des empreintes digitales offre une sécurité forte.

La vidéosurveillance : Il s'agit d'un remplacement de la vidéosurveillance des années précédentes, qui gagne en popularité en tant qu'outil de contrôle d'accès. Grâce à la technologie réseau rapide

et aux caméras numériques, il est désormais possible de capturer et d'analyser des images très rapidement et d'effectuer des mesures en quelques minutes.

✓ **Systèmes de contrôle d'accès logiciel [2]**

Dans un point d'accès, les activités individuelles peuvent être surveillées par une application basée sur un appareil, l'application peut même être connectée à un réseau ou à une ou plusieurs machines spécifiques, l'application collecte et stocke les événements d'accès et d'autres événements liés au fonctionnement du système et aux téléchargements autorisations d'accès pour accéder aux terminaux. Les terminaux à distance permettent de connecter des modems, des câbles de téléphone et toutes les sortes de liaisons radio.

1.9.2.2 Authentification :

L'authentification permet de déterminer qui est l'utilisateur. Il est difficile de le faire, surtout à distance, car de nombreux usagers, notamment ceux qui ont des visées néfastes, se font passer pour des gens ordinaires sans l'être. Ce service offre à un système la faculté de valider qu'un acteur est celui qu'il affirme être, sur base de son identité. Physiquement, on peut identifier les usagers en contrôlant les points ci-dessous : [2]

- **Images du fond de la mémoire :** Le regard de la personne se porte sur un boîtier électrique qui trace la carte du fond de son œil : le logiciel compare cette carte avec une autre similaire enregistrée dans le serveur.

- **Mot de passe.**

- **Nom d'utilisateur.**

- **Empreintes digitales :** L'utilisateur presse et parfois insère son doigt donné dans un boîtier qui réalise une image de l'empreinte digitale de celui-ci, et la compare à une image analogue stockée dans le système.

- **Emplacement physique :** S'il est utilisé seul, il permet à toute personne ayant accès au client d'accéder au système requis.

- **Cartes d'identité :** Toute personne détenant la carte a accès au système demandé.

1.9.2.3 Confidentialité :

Le chiffrement symétrique ou chiffrement à clé secrète, comme on l'appelle généralement, utilise une clé commune et le même algorithme cryptographique pour brouiller et débrouiller le message. Le cryptage asymétrique, communément appelé cryptage à code ouvert, fait appel à deux types de codes : un code ouvert reconnu par tout le monde et un code fermé connu exclusivement par les deux parties. [2]

1.9.2.4 Intégrité :

Ce service, par le biais d'algorithmes de cryptage et de hachage, garantit que l'intégrité des données transitoires est intacte. Une fonction de hachage à sens unique est utilisée pour créer une signature du message, tout comme une empreinte digitale humaine. La fonction de hachage est donc utilisée pour assurer l'intégrité et l'authenticité du message. [2]

1.9.2.5 Non-répudiation :

Dans la vie réelle, il est possible que l'expéditeur nie la propriété des données numériques échangées dont il est à l'origine. Ce service, par le biais de la signature numérique et des algorithmes de cryptage, garantit que les données numériques ne peuvent pas être répudiées en fournissant une preuve d'origine qui est difficile à nier. [2]

Adrian McCullagh et Willian Caelli ont défini la "non-répudiation" d'une façon cryptographique ainsi : "Dans le cas de la sécurité, il existe un lien entre l'intégrité et la provenance de ces données :

- En authentification, un service qui peut être déclaré authentique, avec grande sûreté, et qui ne pourra être réfuté ensuite. [2]

- En authentification, un service qui offre une preuve de son intégrité et de son origine, toutes deux à l'abri de la falsification, qui peut être vérifié par un tiers à tout instant. [2]

Dans le monde judiciaire, il existe toutefois une base de réfutation. Selon Adrian McCullagh, ce motif est le suivant :

- Fraude commise par un tiers.
- La date de la signature est un contrefait.
- Influence abusive d'un tiers.

1.9.3 Les pare-feu :

Un pare-feu est un dispositif de réseau, généralement un routeur, qui est situé aux entrées et sorties du réseau pour éviter la pénétration de certains fichiers non désirés. L'emplacement du pare-feu est indiqué sur la **Fig 1.50**. [10]

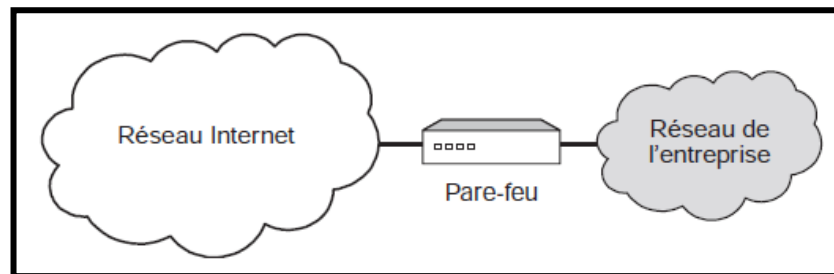


Figure 1.50 Emplacement géographique du pare-feu dans une société [10]

Acceptez tous les packages sauf ceux de la liste prédéfinie. Généralement, les pare-feu utilisent la première solution en refusant tous les paquets sauf ceux qui peuvent être authentifiés par rapport à une liste de paquets que l'on veut laisser entrer. Cependant, cela présente un inconvénient : lorsqu'un client d'une entreprise se connecte à un serveur externe, la sortie du pare-feu est acceptée car elle est authentifiée. Pour que la réponse soit acceptée, le serveur doit pouvoir s'authentifier et le pare-feu doit lui permettre d'accéder au port en question. L'autre option est évidemment beaucoup plus dangereuse puisque tous les ports sont ouverts sauf ceux qui sont déjà bloqués. [10]

Les filtres permettent de reconnaître plusieurs caractéristiques des paquets, comme l'adresse IP d'envoi, l'adresse IP de réception, parfois l'adresse au niveau de la trame, le numéro de port, et généralement tous les éléments disponibles dans l'en-tête du paquet IP. En ce qui concerne l'identification de l'application, les filtres sont essentiellement effectués sur le numéro de port utilisé par l'application. Dans tous les cas, un filtre plus fort ou moins puissant doit être utilisé. [10]

1.9.4 Les filtres :

Cependant, la gestion de ces numéros de port n'est pas simple. Par exemple, l'application RPC attribue dynamiquement le numéro de port. [10]

Un cas plus compliqué peut survenir, où l'expéditeur et le destinataire conviennent directement d'un numéro de port. Dans ce scénario, le pare-feu ne peut détecter la communication que si tous les ports sont bloqués. [10]

Par exemple, un tunnel peut être créé sur le port 80, qui gère le protocole HTTP. De plus, les attaques les plus dangereuses proviennent de ports qui ne peuvent pas être bloqués, tels que les ports DNS. L'une des attaques les plus dangereuses se fait via un tunnel sur le port DNS. [10]

Cette solution permet d'identifier une application insérée dans une autre application et d'identifier les applications sur des ports non conformes. Cependant, le pare-feu muni d'un tel filtre applicatif peut interdire toute application non reconnue, ce qui permet de maintenir un haut niveau de sécurité. [10]

1.9.5 La sécurité autour du pare-feu :

Les pare-feux ont pour but de contrôler la circulation du trafic de données sans pour autant bloquer la diffusion des données qui sont utiles aux entreprises et dont les hackers peuvent se servir. La conception des dispositifs internes de l'entreprise peut être réalisée de plusieurs manières. Une solution générale est mise en œuvre (**figure 1.51**) [10]

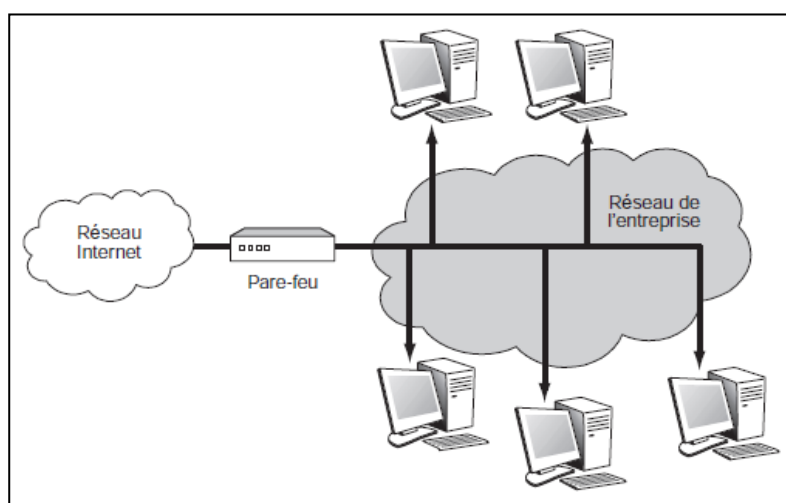


Figure 1.51 Place d'un pare-feu dans l'infrastructure [10]

- La figure 1.52 ci-dessous montre quelques-unes des structures de protection.

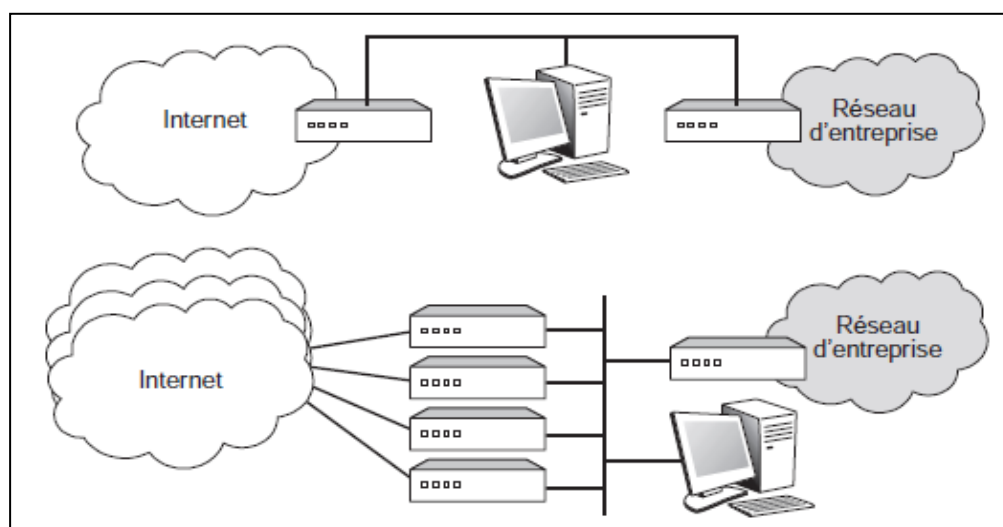


Figure 1.52 Différents architectures de sécurité [10]

Le haut de la figure correspond à un mode opératoire plutôt traditionnel, où le poste est protégé de deux côtés par un coupe-feu, afin de pouvoir contrôler à la fois ce qui provient de l'intérieur de la société et ce qui vient de l'extérieur. Il est par ailleurs envisageable de paramétrer

une liaison directe entre ces deux pare-feux de façon à effectuer des essais et des modifications. La seconde moitié de cette figure indique une configuration plus complexe encore, qui permet à un opérateur multiple de se connecter simultanément. [10]

1.9.6 Les virus :

Les virus sont des logiciels, habituellement en langage machine, capables de pénétrer sur un ordinateur. Ils peuvent avoir divers impacts, du blocage d'une fonction jusqu'à détruire les ressources de l'ordinateur, en effaçant la mémoire et le disque dur par exemple, en envoyant des signaux incontrôlés. Le rôle de l'antivirus est de repérer la présence des virus sur les ordinateurs afin de les neutraliser. Toutefois, comme nous le verrons, certains virus sont résilients, et les antivirus ont parfois du mal à les déceler. [10]

En effet, en fonction de son origine, le virus bloque différentes tâches, de manière aléatoire pour éviter d'être détecté. Il peut aussi empêcher le démarrage de la machine en empêchant l'exécution d'une instruction majeure du programme de démarrage. La mission de ces virus est d'éviter la reconnaissance et en même temps de gêner les usagers. Ils se modifient lors du passage à un autre logiciel, si bien que la détection est souvent difficile car la liste des virus ne figure pas dans un fichier spécifique au logiciel. [10]

Comme les précédents, ils essaient facilement à passer sous silence tout en provoquant des dommages aux logiciels auxquels ils s'accrochent. L'une des façons les plus courantes qu'ils emploient est d'intégrer les logiciels eux-mêmes en remplaçant quelques lignes de code de façon à ce que la taille précise du programme ne varie pas. Les virus de ce type sont une famille très complexe à déceler car ils sont chiffrés et ils ne peuvent pas être décryptés par les anti-virus pour les détecter. Ils utilisent fréquemment des techniques de codage utilisées dans le système opérationnel attaqué. [10]

Ces fameux virus sont des logiciels permettant de pénétrer dans un système et de transmettre des données à un agresseur étranger. Le code du cheval de Troie est souvent incrusté dans une application nécessaire au système d'exploitation de la machine. Les virus sont activés lorsque qu'une condition physique est satisfaite. Les codes informatiques sont de plus en plus difficiles à identifier, les hackers essayant de les dissimuler sous des programmes inoffensifs. [10]

1.9.7 Les clés wifi (WEP, WPA, WPA2, WPA3) :

La sécurité WiFi permet en outre de protéger les données pour qu'elles ne soient accessibles qu'aux utilisateurs habilités à s'y raccorder. Afin de veiller à la sûreté de notre réseau WiFi, divers paramètres de contrôle ont été mis en place par la Wireless Alliance. [18]

- Il y a donc 4 sortes majeures de conflits pour mieux sécuriser le Wi-Fi.

- **(WEP : Confidentialité équivalente au filaire)**

Il a été développé en 1997. Le WEP était le premier protocole de sécurité à apparaître. Même s'il est désormais démodé, il reste employé par les dispositifs anciens. En raison du progrès technique, il est reconnu comme le type le moins sûr de réseau, car les hackers ont accès à des astuces d'ingénierie inversée et de codage sur les réseaux WEP. Ce protocole repose sur un plan qui chiffre les données selon une série de valeurs, élaborées pour le système et ses usagers. Lors de la liaison à un réseau WiFi, il convient de noter que ce type de protocole ne protégera pas l'activité Internet. [18]

- **(WPA : Accès protégé Wi-Fi)**

Le WPA a été lancé en 2003 pour compenser le manque de protocole WEP. Bien que peu

sûr, il dispose de qualités plus élevées par rapport aux autres WEP, notamment grâce à l'utilisation de la technologie du TKIP, une clé active de 128 bits bien plus difficile à briser que le WEP fixe. Pour améliorer le niveau de sécurité du WEP, des procédures additionnelles ont été mises en place, telles que le contrôle de cohérence des messages, pour récupérer les paquets falsifiés émis par les hackers, ou encore les clés préétablies. Néanmoins, ce dernier présente toujours certaines faiblesses de sûreté spécifiques au WEP, dont la fonction de configuration protégée par le WiFi, facilement piratables. [18]

- **(WAP2 : Accès protégé Wi-Fi 2)**

Conçu depuis 2004, le protocole WPA2 introduit de nombreux bouleversements et des nouveautés, avec pour objectif de renforcer la sûreté du WiFi. A ce titre, il faut noter d'abord que le protocole TKIP est remplacé par un protocole nommé CCMP. Ce dernier assure en effet de biens meilleurs taux de cryptage. [18]

Le 13 mars 2006, la WiFi alliance a indiqué que c'était le protocole à utiliser par l'ensemble des matériels WiFi, qui reste la norme la plus répandue à ce jour. [18]

- **(WAP3 : accès protégé Wi-Fi 3)**

Le paramètre de sécurisation du système de réseau Wifi proposé le plus récent est le WPA3, publié en 2018. Cette nouvelle édition permet de corriger certains défauts pour consolider la sécurisation du WiFi, et élabore des nouvelles fonctions afin de pouvoir effectuer un codage avancé particulier aux données jugées très sensibles pour les usagers de ces réseaux professionnels, ainsi qu'une protection accrue par mot de passe, et un chiffrement sur mesure pour des réseaux fermés et ouverts. Ce protocole reste néanmoins encore peu accessible à tous. [18]

Afin de pouvoir commercialiser plus vite leurs appareils, les constructeurs de dispositifs mettent en veilleuse la question de la sécurité, croyant qu'ils peuvent aisément la rajouter par la suite. De fait, tenter de mettre en œuvre des mesures de protection dans un contexte non conçu à ces fins soulève de multiples difficultés dont les usagers sont progressivement conscients [10].

1.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons expliqué et introduit d'une manière globale les réseaux informatique, où on a donné les différents types de réseaux selon la portée et selon la fonction, puis on a montré les différentes topologies de la plus basique et ancienne à la plus complexe des topologies, ensuite on a donné une idée globale sur les principaux équipements utilisés dans les réseaux informatiques du plus simple représenté par les cartes réseaux aux plus complexes qui sont les routeurs, on a entamé en suite les supports de transmission utilisés par les réseaux informatique et qui sont le filaire et le sans-fil. Nous avons expliqué aussi les architectures des réseaux informatiques où nous nous sommes contentés de deux architectures, qui sont le modèle de référence OSI et le modèle TCP/IP, puis nous avons défini la notion de protocoles informatiques et nous avons donné les avantages et les inconvénients des plus importants protocoles utilisé sur internet et dans les réseaux informatiques, nous avons clôturé le chapitre par des notions sur la sécurité des réseaux informatiques et les différentes méthodes et techniques utilisées dans ce domaine très critique et primordiale.

Chapitre 2 : Architectures et structures générales d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

2.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les principales architectures, structures et fonctions des entreprises afin de pouvoir présenter dans la dernière partie de ce chapitre une correspondance entre les différentes architectures des entreprises et les architectures des réseaux informatiques que nous allons présenter et utiliser dans le dernier chapitre de notre travail. [40]

Tout d'abord c'est quoi une entreprise ? On peut définir une entreprise sous divers angles :

Une compagnie est un ensemble de ressources humaines structurées de manière hiérarchique qui exercent des activités liées à la production, à la constitution et à la distribution de biens conformément à des critères établis, afin de générer des bénéfices. [40]

Un groupe de participants, des acteurs réunis autour d'une structure réglementée.

Un contrat, explicite ou implicite, concernant le partage entre les différents intervenants concernés par un ou plusieurs objectifs. [40]

Une distribution des tâches, précisant le rôle de chaque adhérent.

Un dispositif (un mode de communication) qui favorise la circulation des données selon une logique d'orchestration plus ou moins formalisée qui assure la cohérence des actions à réaliser ainsi qu'un accompagnement mutuel entre les différents interlocuteurs et les différents postes. [40]

L'organisation est un ensemble composé de personnes matérielles qui se rassemblent au sein d'un cadre organisationnel de décision commune pour un objectif défini. [40]

Une association est le fruit d'actions réglementées (administration, service militaire, événement, secteur publique, compagnie, etc.). [40]

2.2 Principales fonctions d'une entreprise :

2.2.1 Direction :

Le fondement de la direction est la gestion de la compagnie. Il est considéré comme l'élément vivant de la firme et il assure la liaison et la cohérence entre les divers organes de celle-ci. [22]

Monsieur Fayol spécifie les missions dont la direction est chargée : planifier, organiser, commander, coordonner, contrôler. [22]

- ✓ Prévoir, qui consiste la création des dispositifs requis pour affronter aux évolutions prévisibles du marché pour les intégrer et établir ainsi des lignes directrices pour suivre les externalités de marché ainsi que les impératifs intérieurs de la société. [22]
- ✓ Se structurer, cela signifie se doter aux moyens pour atteindre des objectifs. Il convient de préciser comment fonctionne le système interne de la compagnie, à savoir ses divers mécanismes et leurs relations réciproques. [22]
- ✓ Donner des consignes : cela revient à émettre des consignes et des ordres, à définir des réglementations pour inciter à agir en faveur de la concrétisation des objectifs. [22]
- ✓ Coordonner : il faut veiller à harmoniser les actions des divers salariés de manière à les faire collaborer vers un objectif. [22]
- ✓ Le contrôle pour ne pas s'écarter de la cible visée. [22]

2.2.2 Financement :

- Son rôle est la réalisation du capital :

- ✓ Récoltez des crédits en les sollicitant, et en les mutualisant après avoir étudié les différents types de fonds possibles. [22]
- ✓ Utiliser ces ressources financières en les assignant à des usages spécifiques (titres,

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

placements, prêts obtenus, investissements) et à différents services dans le cadre d'une allocation budgétaire. [22]

- ✓ Traitement du financement à travers des décisions (ex : échange de fonds contre des fonds moins onéreux) et de tâches de performance (relations avec les créanciers et les débiteurs, amortissement et rétribution des valeurs mobilières délivrées, etc...) [22]

En bref, le service de financement est chargé de procurer des capitaux à la société lorsque celle-ci en a besoin, dans des conditions de sûreté optimales et à des coûts minimaux. [22]

2.2.3 Approvisionnement :

- Cette fonction a une double tâche : [22]

- L'achat
- La gestion de l'inventaire

Les achats contiennent : [22]

- ✓ Recherche et sélection de fournisseurs.
- ✓ Déterminer les produits commandés (qualité et prix).
- ✓ Passer des ordres et contrôler leur exécution.
- ✓ Prendre les commandes et en prendre le contrôle.

La gestion des inventaires contient : [22]

- ✓ Le pilotage du dépôt même : dans son organisation, dans les matériaux employés, dans les modalités de préservation.
- ✓ Le pilotage des stocks de manière économique, autrement dit la fixation optimisée des échéances des commandes et des volumes.

2.2.4 Production :

Une fonction de production est une activité qui consiste à convertir des matières brutes ou des éléments en produits ayant une valeur commerciale, suivant un procédé approprié défini par le biais de la fonction " méthode ". [23]

- La production peut se présenter sous diverses manières non autorisées, il est aisé de généraliser cette fonction. [23]

- La production peut se faire :

- ✓ Unitaire, en lots ou en quantités.
- ✓ Continue et intermittente.
- ✓ Impliquer une production à la tâche, en vue de son entreposage ou son mélange.

En outre, au niveau des opérations de production, une division peut être effectuée selon la finalité de la production (transformation, montage, assemblage). [23]

La production peut être considérée comme un ensemble de processus et d'actions de base visant à créer un bien. Ainsi, le processus de fabrication complet consiste en un cycle fixe au cours duquel les ressources brutes sont progressivement converties en biens manufacturés. [23]

Trois types d'activités interviennent dans la chaîne de production :

- ✓ Tâches de transport.
- ✓ Tâches d'entrepôts.
- ✓ Tâches sur la chaîne de production.

Moyens de production :

- **Poste de travail**

Ce terme désigne toute machine ou tout lieu spécifiquement consacré à l'exécution d'une activité particulière. [23]

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

- Une station est reconnue par :

- ✓ Une activité : en fonction de son genre d'opération, la station pourra être une production, un contrôle, un traitement, etc.
- ✓ Décrire les qualifications d'opérateur requises.
- ✓ Matériel et outils nécessaires.

- **Moyens traditionnels**

De tout temps, l'homme a fait appel aux outils afin de mener à bien diverses tâches. Ceux-ci ayant toutefois progressé avec les années, certains ont recours à l'automatisation ou à l'informatique. On appelle outil classique un appareil plus ou moins élaboré qui, sans automatisation, assure l'exécution des tâches élémentaires. [23]

- **Machine transfert :**

La préoccupation première d'un responsable de production dans les années 50 était d'atteindre la rentabilité. Pour y parvenir, son principal geste a été de mettre en place une chaîne de production où les opérations d'assemblage, de désassemblage, de façonnage et de transformation étaient réalisées automatiquement. Ces équipements et ces chaînes ont une productivité fortement accrue mais ont pour défaut une absence de flexibilité et un coût très élevé. En effet, il faut alors disposer de très grosses séries de pièces pour être en mesure de rentabiliser cette ligne sur la durée de production de ces pièces. [23]

- **Machines à contrôle numérique**

Le souhait de parvenir à accroître la productivité sans renoncer à la souplesse a entraîné la naissance de machines à commandes numériques. [23]

Cette évolution technologique a permis de distinguer au fil du temps :

► **Commande Numérique (CN) :**

La régie de commande est une boîte dotée d'un système filaire. Ces mécanismes sont souvent très perfectionnés, dont la fiabilité est incertaine et le coût est très important. [23]

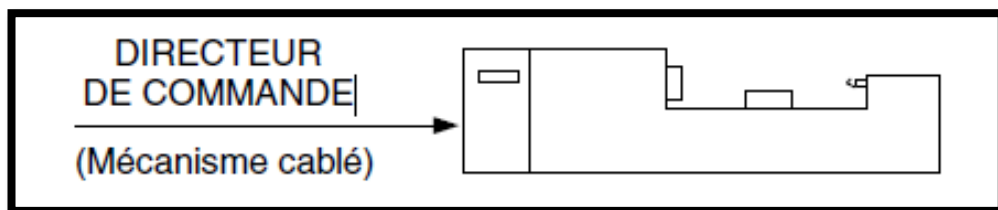


Figure 2. 1 (CN : Commande Numérique)

► **Commande Numérique Assistée Par Ordinateur (CNC) :**

La maîtrise technologique ayant évolué et les mini-ordinateurs apparaissant, leurs concepteurs avaient eu l'idée de substituer aux automates filaires à un mini-ordinateur industriel. Non seulement cette technique réduisait le prix de réalisation de ce genre de machine, mais elle accroissait la flexibilité du développement et la programmation de celle-ci. [23]

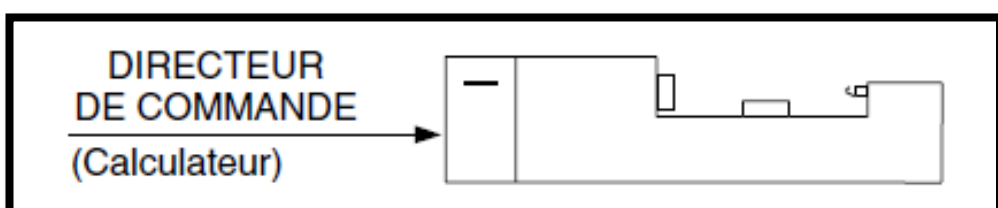


Figure 2. 2 (CNC : Commande Numérique Assistée Par Ordinateur)

► **Commande Numérique Directe (DNC) :**

Suite à la fiabilisation accrue des matériaux, il est alors indispensable de raccorder les appareils commandés à un ordinateur industriel de contrôle. Ainsi, ce dernier gère en même temps plusieurs machines-outils, soit de manière directe, soit à travers le réalisateur de contrôle propre à chaque machine. A partir de la coordination des actions des machines, ce calculateur industriel assume un rôle accru de management des moyens liés à la conduite de la production. [23]

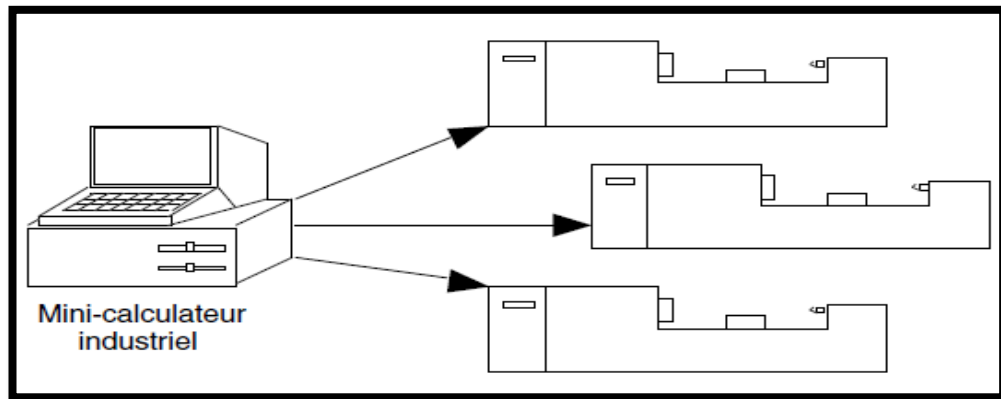


Figure 2. 3 (DNC : Commande Numérique Directe)

2.2.5 Commercialisation :

Au niveau de la fonction commerciale, on y découvre habituellement des commerciaux, des actions commerciales, au management et à la mise en valeur des biens, mais également des activités de réflexion sur les exigences des usagers. Dans ses fonctions, le commercial est tenu de procéder à un diagnostic complet sur la situation et les problématiques du consommateur en vue de préconiser les formulations produits/services, conformes à la démarche de la politique tarifaire et qui doivent aboutir au passage de commande par un client. [23]

2.2.6 Ressources humaines :

Le travail de la fonction ressources humaines consiste à garantir à une société que celle-ci possède les effectifs requis pour ses opérations et que ces effectifs feront de tout leur possible pour accroître les opérations ainsi que la prospérité de la société. [24]

- Le secteur des ressources humaines englobe de multiples activités :

- ✓ Acquisition de compétences en ressources humaines : embauche, recrutement et sélection
- ✓ Évaluation personnelle et gestion des compensations
- ✓ Analyse et appréciation des postes
- ✓ Gestion des programmes de formation
- ✓ La gestion du personnel
- ✓ Gérer les situations conflictuelles
- ✓ Communication, Information et conditions de travail, etc.

2.2.7 Recherche et développement :

La recherche et le développement (R&D) incluent la mise en œuvre d'une création méthodique de sociétés pour accroître les ressources du savoir, y compris la connaissance des gens, des cultures, des sociétés, de même que leur utilisation. La formule est prévue pour des applications inédites. [23]

Elle est destinée à rendre capable la compagnie de modifier en permanence et de créer des

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

nouveaux procédés ou des produits en vue de les rendre conformes aux prescriptions des autorités du marché. [23]

Le fait de renforcer leur compétitivité technologique, en particulier celle des outils de production, ainsi que d'assurer leur veille stratégique et scientifique caractérise ces fonctions, étroitement associées aux fonctions de marketing et de ventes et aux fonctions de production. Les innovations requises sont des recherches fondamentalement inédites, des réactions technologiques à des attentes commerciales ou des appropriations de savoirs scientifiquement élaborés par des tiers. [23]

Le fruit de cette activité se traduit par la rédaction d'un calendrier des conditions précisant les propriétés opérationnelles du produit élaboré, en spécifiant ses conditions réelles de réalisation ainsi que les volumes à réaliser, voire par la création du prototype à exporter. [23]

2.3 Principales structures des entreprises et des organisations :

2.3.1 Structure générales des entreprises :

Selon le mode opératoire appliqué à la répartition intérieure des activités, chaque compagnie pourra être structurée autrement.

On distingue globalement 2 axes majeurs de structuration : le premier se focalise sur la notion de fonctionnement, tandis que le second est fondé sur une logique de production.

2.3.1.1 Structure hiérarchique :

C'est une architecture de nature militaire, préconisé par Henry FAYOL. Elle possède un aspect pyramidal. Au sein de celle-ci, la responsabilisation y est verticale, chaque salarié relève de son responsable hiérarchique. Toute personne est chargée de la responsabilité de ses subordonnés. [25]

- Une stratégie hiérarchique correspond à une approche basée sur :

- **L'unité de contrôle** : chaque employé recevra des directives d'un seul leader, lequel relèvera aussi d'un seul superviseur, etc... [25]
- **La délégation** : elle consiste en une délégation de compétences entre un supérieur et ses subordonnés. Les individus délèguent leur autorité, certes, mais leur supérieur demeure néanmoins responsable du résultat de leurs décisions. [25]
- **Le principe de responsabilisation totale** : les employés doivent exécuter les missions confiées et justifier tout résultat insatisfaisant. Par conséquent, un supérieur hiérarchique devrait rigoureusement fixer les attentes à son égard et éviter de se mêler aux tâches confiées à ses collaborateurs. [25]

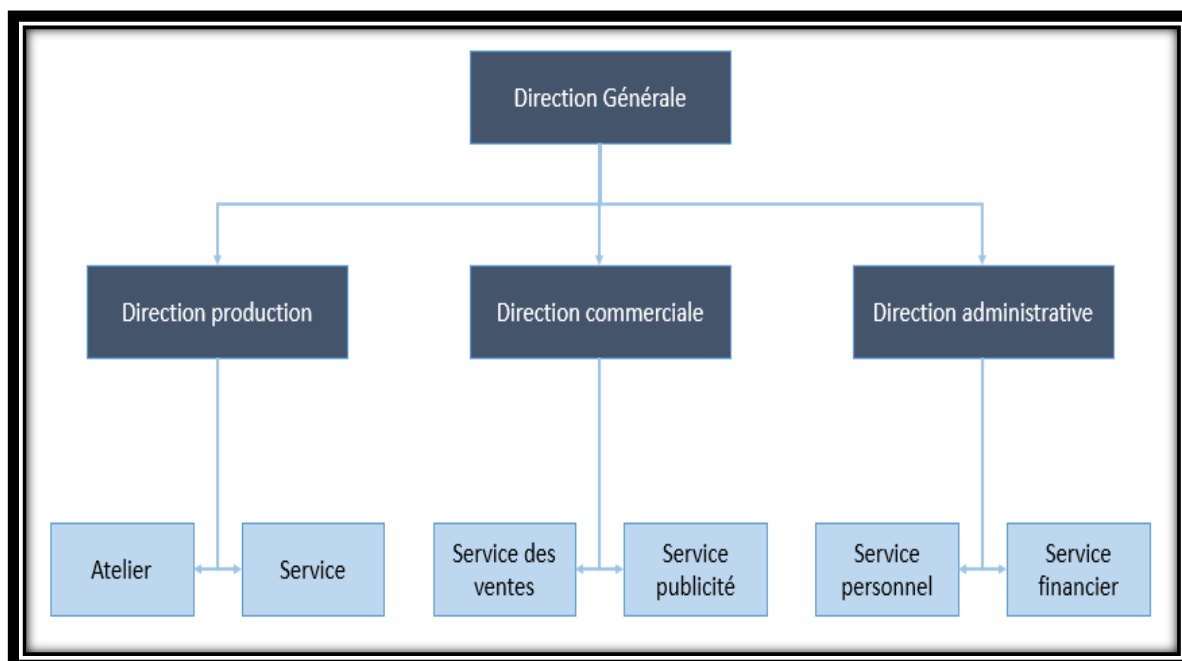


Figure 2. 4 L'organigramme de la structure hiérarchique

Tableau 2.1 Avantages et inconvénients de la structure hiérarchique

Bénéfices	Inconvénients
Structure simple	Manque d'initiative
Un employé ne reçoit des ordres que d'un seul responsable	Mauvaise circulation de l'information
Clarté des rôles et fonctions de chacun	Peu ou pas de délégation de pouvoir
Facile à mettre en place	Risques de centralisation
Discipline car chacun connaît ses devoirs et ses supérieurs	Risque de séparation

2.3.1.2 Structure fonctionnelle :

Une structure de type fonctionnelle est une architecture qui répartit des ressources dans divers secteurs. Elle inclut en effet majoritairement des tâches à caractère technique mais aussi administratif. Ainsi, un organisme dont la structure est similaire à celle-ci et qui désire agir en faveur du projet devra en principe être confié à une équipe de professionnels capables de fournir un apport technique optimal à ce travail. [26]

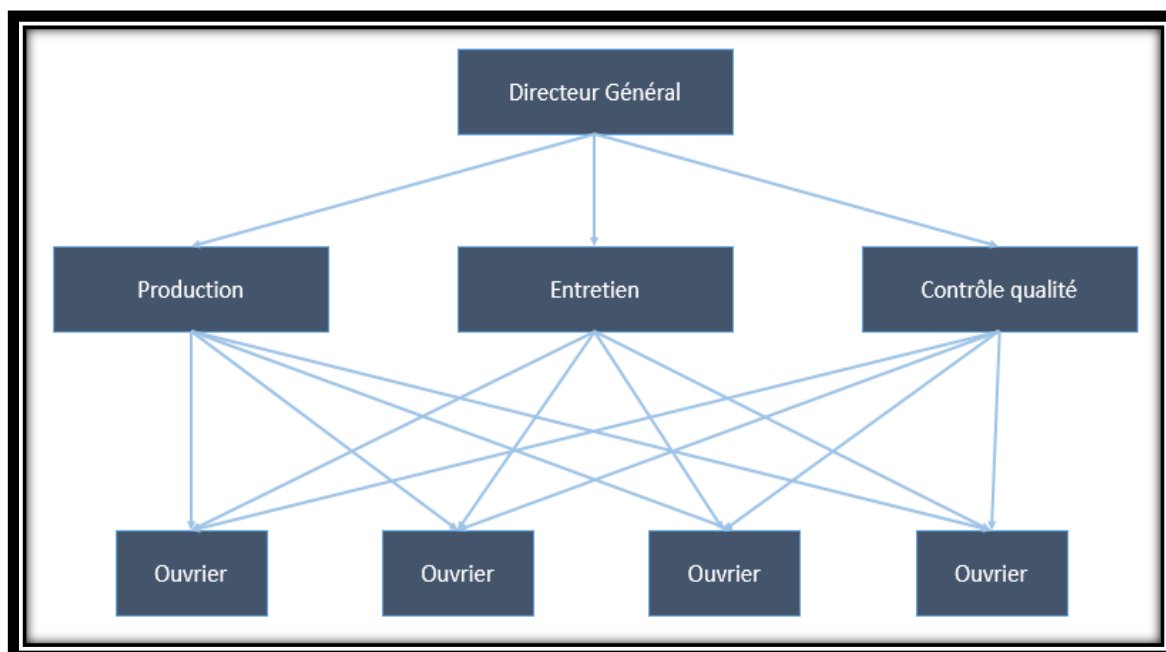


Figure 2. 5 L'organigramme de la structure fonctionnelle

Le premier intérêt est de fédérer les adhérents au projet, conformément à leurs domaines d'expertise, tout en permettant de renforcer et de maintenir un degré de technicité très avancé sur les domaines nécessaires à la pérennité de cette organisation. En revanche, au cours du temps, ce rassemblement de spécialités engendre une image de la société, focalisée sur la particularité fonctionnelle. On peut alors évoquer l'émergence de cultures organisationnelles neuves, adaptées à chaque activité, et de frontières culturelles entre les diverses fonctionnalités. Le but prioritaire a un autre prolongement : seulement le management de haut niveau détient en effet une vue total des affaires de l'organisation. De ce fait, les procédures décisionnelles sont plutôt axées sur le centralisme et il devient extrêmement délicat d'intégrer les contributions des différentes fonctions au projet global. De plus, les entreprises à structure de type fonctionnel risquent de se convertir en bureaucraties. Cela veut dire que la structure fonctionnelle possède une série de normes et de règlements, de spécifications de postes, etc. qui incluent les principaux intérêts et défauts de ce type d'organisation. Ainsi, le tableau ci-dessous énumère une série d'avantages et d'inconvénients de ce type de structure. [26]

Tableau 2.2 Avantages et inconvénients de la structure fonctionnelle

Bénéfices	Inconvénients
Des trajectoires professionnelles parallèles pour les experts	Conflit de compétences entre les diverses professions
Développement technologique	Pas de personne " objective " pour mener une action multifonctionnelle.
Objectifs et perspectives précis des fonctions	Interdépendance accrue
Environnement et rapports constants	Difficulté de la coordination
Suivi des experts	Gestion soumise à des aspects technologiques
Synergie entre les experts	Conformité des substances d'un point de vue technique

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

Facilité de suivi des performances et de qualité	Difficile de quantifier les interventions des individus sur la qualité générale
--	---

En principe, en cas de réalisation des actions liées au projet au sein de la hiérarchie fonctionnelle, la direction fonctionnelle a la priorité, car son implication dans le processus est majeure. Quand un projet ne réclame que son intervention auprès des responsables de certaines branches ou de secteurs particuliers, ou s'il est possible de le subdiviser en plusieurs sous-projets, à peu près indépendants, ne requérant que la présence d'un seul secteur, pour l'exemple suivant, il pourra tout à fait être réalisé en une construction fonctionnelle. La délégation d'un projet à la gestion technique peut entraîner le compromis entre les critères relatifs aux coûts, au planning et à l'ingénierie, et ce, grâce à la culture professionnelle. Cette dernière vise à privilégier le critère de la perfection technologique à celui des autres volets du projet. Or, dédier un projet interdisciplinaire à un sens unique peut accroître le taux de rejet de façon sensible. Comme la structure fonctionnelle offre une vue réduite des enjeux relatifs à la fonction, il est malaisé pour un service technique de saisir la globalité du projet interdisciplinaire. Les problématiques abordées lors de sa réalisation sont choisies à la faveur de ce système qui caractérise cette fonction. De plus, la collaboration entre les managers de diverses fonctionnalités se révèle complexe. Il arrive que le responsable d'une direction rencontre des difficultés à récolter les moyens requis auprès de l'autre direction. [26]

2.3.1.3 Structure hiérarchico-fonctionnelle (Staff and line):

Les structures de personnel et de chaîne, également appelées hiérarchico-fonctionnelle (ou structurel), prévoient l'existence commune d'une chaîne de fonctions et d'une hiérarchie basée sur le modèle pyramidal et la dotation en personnel. Le salarié est placé sous la supervision d'un leader, qui le conseille, encadre et contrôle ses actions, et lui fait prendre des décisions importantes. Ce type de structures se manifeste comme une association de structures d'entreprises fonctionnelles et hiérarchiques. [27]

Celle-ci repose principalement selon un système de management décentralisé unique et sur le recours à des instances consultatives composées d'experts : les responsables opérationnels sont épaulés par des consultants en charge d'un domaine d'activité typique. La responsabilité de la stratégie est déléguée aux dirigeants, tandis que les opérationnels participent à cette stratégie en veillant à ce qu'elle soit la plus pertinente possible par rapport à leurs compétences professionnelles individuelles. [27]

Ainsi, une organisation fonctionnelle hiérarchisée s'articule entre les pôles management et décisionnel et les pôles conseil et support. [27]

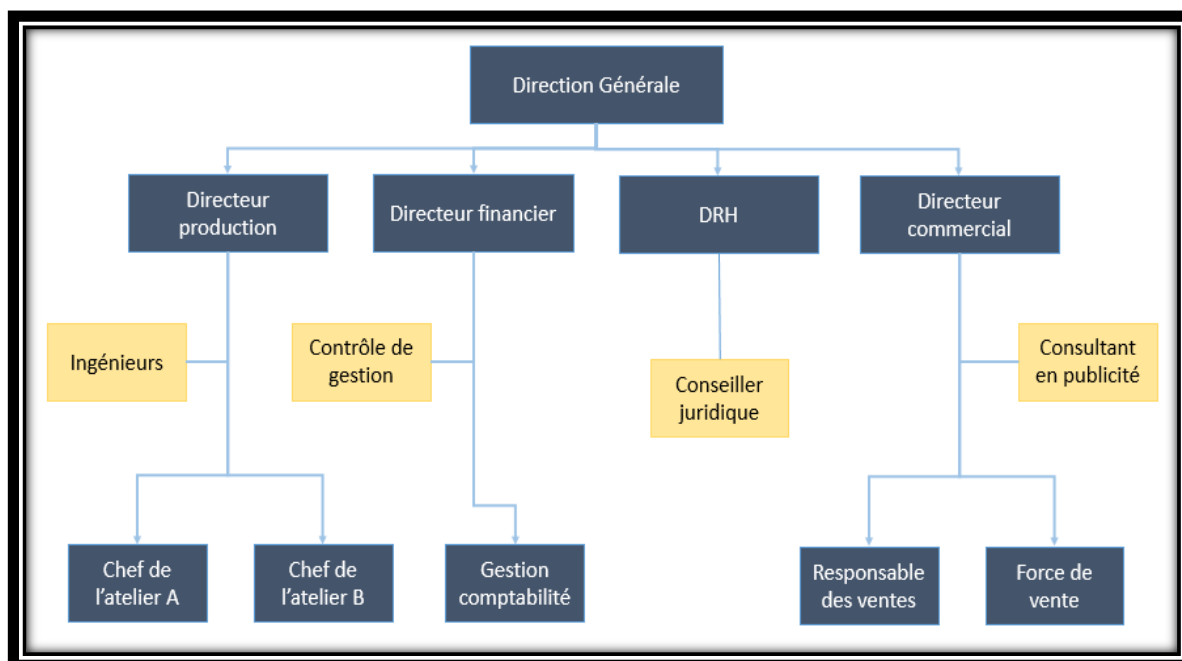


Figure 2. 6 L'organigramme de la structure hiérarchico-fonctionnelle

Tableau 2.3 Avantages et inconvénients de la structure hiérarchico-fonctionnelle

Bénéfices	Inconvénients
Respecter l'unité des commandes	Augmentation des coûts d'exploitation
Décisions d'experts	La productivité des services fonctionnels ne peut pas être mesurée
Permet aux dirigeants et directeurs (ligne) de bénéficier du soutien d'experts (employés)	Des conflits de gestion peuvent être créés entre les fonctions de gestion exercées dans la ligne et celles exercées par les employés.
Il n'y a toujours qu'un seul chef, c'est-à-dire un seul ordre, ce qui en fait une structure bien définie.	

2.3.1.4 Structure divisionnelle :

On peut la définir en tant que division organisationnelle de la société selon divers secteurs, notamment des produits, et des marchés. Chaque service est doté des moyens requis, parmi lesquels figurent les moyens opérationnels. Ce qui explique les dépenses considérables engendrées par ce genre de structure. [26]

L'organisation divisionnaire a un caractère plutôt hiérarchisé, puisque toute division peut être envisagée comme un élément entier. La coordination des activités est quasi nulle, grâce au directeur responsable du produit, et du marché, etc. Le top manager est chargée à la fois de la partie stratégique et de l'aspect opérationnel revient aux dirigeants des services. [26]

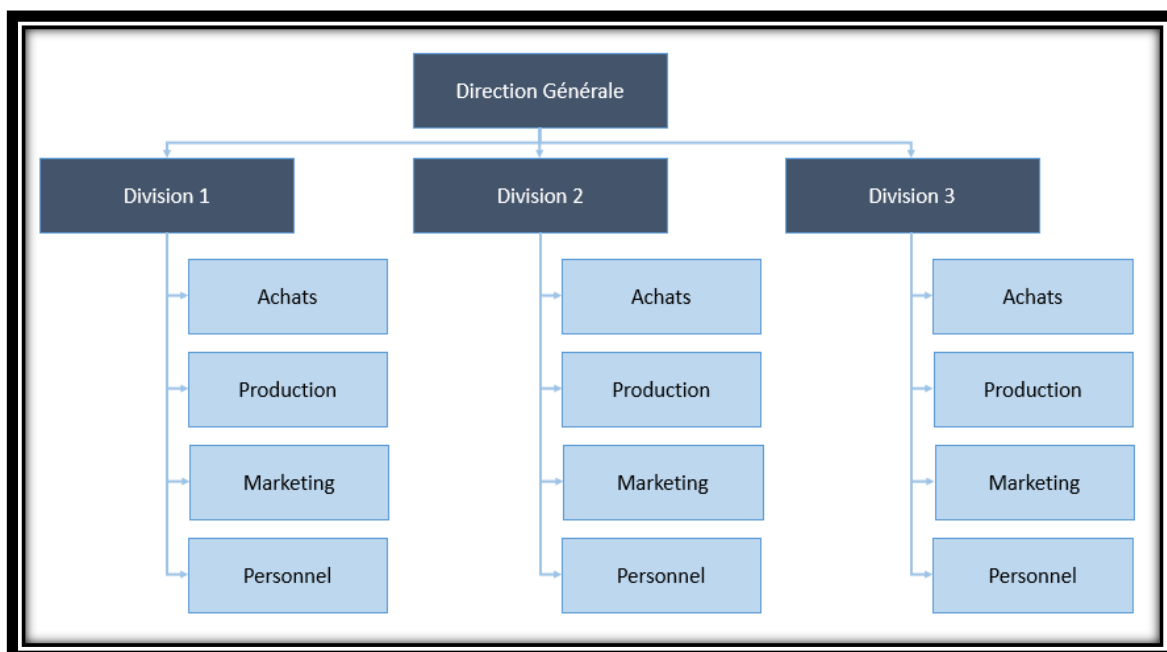


Figure 2. 7 L'organigramme de la structure divisionnelle

Tableau 2.4 Avantages et inconvénients de la structure divisionnelle

Bénéfices	Inconvénients
Recentrage sur les activités	Dispersion des ressources
Structure adaptable	Faible spécialisation
Structure décentralisée	Des économies d'échelle
Plus de transparence pour une évaluation plus précise de la réussite	Danger de désaccord sur les buts de la société et de ses filiales.
Motivation accrue à travers une autonomie renforcée	Risque d'égoïsme divisionnaire

2.3.1.5 Structure matricielle (ou par projet) :

La structure matricielle vise surtout à réunir les points forts et faibles de la structure fonctionnelle et ceux de la structure par projet, en évitant les aspects défavorables de celle-ci. Elle se compose en effet de divers volets de projets et d'une structure opérationnelle indépendante hiérarchiquement, mais liée à la mise en œuvre des projets. Cette structure autorise les éléments fonctionnels à conserver leur identité et à poursuivre, en cas de besoin, les opérations en cours, tandis que l'on fournit les moyens spécifiques requis pour la réalisation du projet. Généralement, les cadres supérieurs sont fixés en tout temps, à leur secteur d'activité et, partant, à la direction fonctionnelle à laquelle ils sont affectés, mais ils peuvent se rendre utiles pour mener à terme d'autres projets, si cela est nécessaire et de façon provisoire. Ainsi, la structure fonctionnelle évolue et devient une série de moyens adaptés. [26]

En ce qui concerne en revanche les éléments de la structure par projet, ils bénéficient, en raison de leur caractère autonome, de la majorité des atouts de cette dernière : ils sont constitués par des chargés de mission qui pilotent des équipes temporaires et interdisciplinaires dont la liste des membres est souvent modifiée lors du cycle de vie du projet. [26]

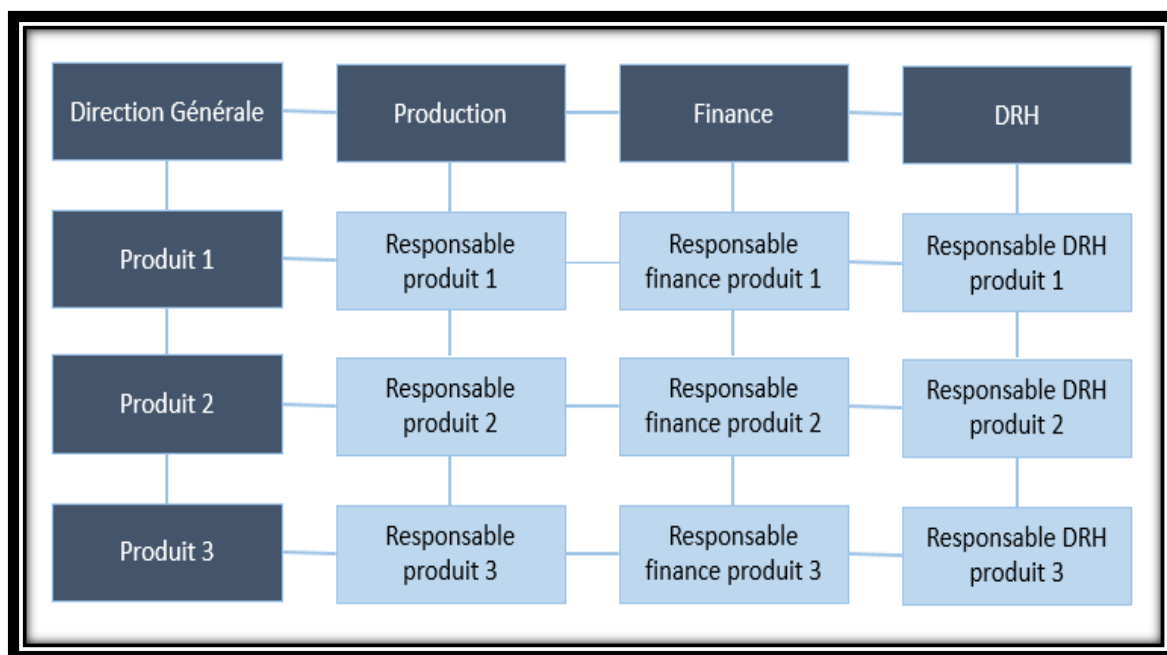


Figure 2. 8 L'organigramme de la structure matricielle

Pour la structure matricielle, il existe un recouvrement entre les structures fonctionnelles et de projets, mais pas d'alternative. En effet, les deux structures ne sauraient être imposées l'une à l'autre, une cohabitation est indispensable entre les deux. Cette coexistence sous-entend une division des compétences, des responsabilités communes et souvent des négociations. [26]

- Les principaux aspects de la structure matricielle se résument comme suit :

- ✓ Tirer parti de la structure par projet pour atteindre les objectifs.
- ✓ Optimiser la gestion des ressources dédiées, en les distribuant aux divers types de services et de missions.
- ✓ Favoriser la constitution du savoir-faire technologique interne en offrant un point d'accès unique aux sources du secteur.

Pour ce qui est des avantages et inconvénients, nous constatons que ce genre de structure influe fortement sur le degré de mobilisation des employés de la société. [26]

Tableau 2.5 Avantages et inconvénients de la structure matricielle

Bénéfices	Inconvénients
Qualification de chef de projet	La possibilité d'une utilisation excessive prolongée des ressources
Utilisation efficace des ressources	Lourdeur administrative
Éviter ou faciliter la démobilisation	Double commande
Haute visibilité du projet	Le service est peu incité à collaborer
Bonnes performances techniques	

2.3.2 Caractéristiques générales d'une structure :

2.3.2.1 Catégorie :

- ✓ Entreprise [28]

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

- ✓ Organisation publique [28]
- ✓ Association [28]

2.3.2.2 Finalité :

La finalité de la compagnie est identifiable à son mode de développement. Le but général est celui qui justifie son existence. Indépendamment de leur taille ou de leur activité, les sociétés appartenant à un ordre capitalistique ont pour but de réaliser des bénéfices. [29]

- Les quatre principales finalités d'une organisation :

➤ **Finalités Economiques**

La finalité économique d'une entreprise est d'assurer la fourniture de produits et de services en vue de leur commercialisation, de manière à générer, conserver et accroître une clientèle. [30]

En complément de ces objectifs, il existe des sociétés qui se préoccupent du fait de ne pas créer des biens superflus, nocifs voire même dangereux pour la vie humaine et le milieu ambiant, en faisant mieux respecter les standards de sûreté prévus par la loi. [30]

➤ **Finalités Sociales**

Les mesures visant à faciliter le développement des entreprises mettent l'accent sur la vocation sociale de toute entreprise : la volonté de créer un ou plusieurs emplois et d'assurer un revenu aux salariés, mais aussi la volonté d'assurer une formation pérenne à la création. Cette finalité à caractère social se reflète aussi au niveau de la prestation non discriminante de services et de biens à la clientèle. [30]

➤ **Finalités Sociétales**

Le but social des entreprises est de s'orienter indirectement vers la société, en finançant le développement industriel par la fiscalité, en s'engageant dans la formation des jeunes, en finançant la recherche, ... De plus, elles créent et financent parfois des fondations d'entreprise pour promouvoir des causes spécifiques. [30]

➤ **Finalités Environnementales**

Les compagnies se concentrent désormais sur leurs objectifs environnementaux, se traduisant par des méthodes de production qui protègent l'environnement, les ressources naturelles et de garantir aux clients une bonne sécurité et une bonne qualité de leurs produits. [30]

2.3.2.3 Taille :

L'échelle en elle-même ne représente pas un type d'activité. En revanche, elle a son importance au regard d'une certaine thématique. Elle peut être envisagée sous divers aspects : chiffre d'affaires, capital, effectifs... [23]

- ✓ Une compagnie **ME (Micro Entreprise)** : de 1 à 3 salariés.
- ✓ Une compagnie **TPE (Très Petites Entreprises)** : entre 3 à une dizaine de salariés.
- ✓ Une compagnie **PME (Petites et Moyennes Entreprises)** : entre 10 à 250 salariés.
- ✓ Une compagnie **ETI (Entreprises de Tailles Intermédiaires)** : entre 250 à 5000 employés.
- ✓ Une compagnie **GE (Grande Entreprise)** : plus de 5000 salariés.

2.3.2.4 Statut juridique :

La sélection de la structure juridique en Algérie est une démarche primordiale avant toute création d'entreprise. Le choix du statut juridique va entraîner des effets fiscaux, financiers, administratifs et une gestion complète de l'entreprise.

Il y a deux familles majeures de structures juridiques en Algérie :

- **Personne physique :**

Ce genre de statut juridique est idéal pour les créateurs qui veulent lancer leur activité de

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

façon rapide et les petites entreprises. Elle ne requiert ni capital social ni statut juridique. Les étapes pour créer ce type d'entité juridique sont ainsi très simples, au contraire des entités juridiques.

Ce statut juridique offre à son fondateur tout le pouvoir de décision sur le futur de la société sans devoir consulter les autres associés. En revanche, les biens de la société et de la personne morale sont indivisibles. En cas de défaillance, par exemple si la compagnie ne met pas en œuvre des contremesures, les actifs de la personne morale seront associés.

Les particuliers ne sont pas tenus de déposer un compte commercial auprès du CNRC (L'immatriculation au CNRC confère au propriétaire le statut de commerçant).

Les personnes physiques ont la possibilité de constituer une société qui est rémunérée au régime IBS réel ou au régime forfaitaire unique (IFU), les personnes physiques dépassant 15 000 000 DA de chiffre d'affaires devront s'y conformer au régime réel IBS.

- **Personne morale :**

Une personne morale est un organisme virtuel formé par une ou plusieurs entités physiques ou morales dans un objectif précis (SARL, SPA, etc.). Il y a en Algérie de nombreuses structures juridiques accessibles aux personnes morales et elles partagent toutes des propriétés similaires :

- ✓ Élaboration des règlements juridiques auprès des notaires.
- ✓ Création de l'équité
- ✓ Edition de comptes sociaux avec le CNRC
- ✓ Inscription au régime réel obligatoire
- ✓ Remise d'une déclaration fiscale annuelle (bilan, compte de résultat, etc.)
- ✓ Devoir sous certaines formes juridiques de disposer d'un ou deux commissaires aux comptes (SARL, SPA, etc.)

Quelques formes juridiques qui existent en Algérie :

► **SPA (société par action)**

Ce type de statut juridique est réservé en général aux entreprises de grande taille. Elle consiste à diviser le capital en parts et à le constituer en associés généraux, qui n'encourent des pertes qu'en fonction de leurs parts. Les associés sont au nombre de 7 au minimum.

Elle exige une élaboration de lois légales devant un avocat et un capital minimal de 1.000.000 DA ou 5.000.000 DA en cas d'activité de collecte de fonds publics. Ce dernier est réparti en actions selon le nombre de commanditaires.

Une société par actions est gérée par un conseil de direction de 03 membres minimum et 12 membres maximum et elle est contrôlée par un conseil de surveillance. Les directeurs seront élus par les membres réunis en assemblées ordinaires. Leur durée est déterminée par les lois et ne peut pas excéder 06 ans.

La SPA devra nommer un ou plusieurs vérificateurs aux comptes qui confirmeront sa comptabilité.

► **SNC (société en nom collectif)**

Cette catégorie est créée par un couple minimal de commerçants. Le capital n'est pas imposé lors de sa constitution mais est divisé en plusieurs actions. La gérance est assurée par d'un ou plusieurs managers, désignés par une pluralité majoritaire des commanditaires et prenant des décisions sous leur contrôle. Au sein des sociétés de type social, chaque partenaire répond des dettes engagées par celle-ci. [23]

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

► **SARL (société à responsabilité limitée)**

L'association de 2 à 50 salariés forme ce genre de société. La loi sur les initiatives économiques du 1er août 2003 a aboli une obligation de capital social minimale. La direction générale est assurée par des managers identifiés statutairement ou socialement par les membres représentant plus de 50% des capitaux. Les actes de gérance sont effectués par le directeur, et les décisions simples sont adoptées en séance à la majorité des membres et les actes exceptionnels à une majorité de 75 %. En principe, la responsabilité du dirigeant se limite à celle de ses apports mais peut s'étendre à sa fortune privée dans le cas de graves erreurs de gestion, tandis qu'en revanche, la responsabilité de ses associés est limitée à leurs seuls apports. [23]

► **EURL (entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée)**

La direction générale de ce genre d'entreprise est confiée à un chef d'entreprise. En raison de la mise en œuvre de la politique monétaire du 1er août 2003, il n'y a plus aucune obligation de constitution minimale de fonds propres. Elle obéit dès le départ aux mêmes principes que la SARL ordinaire, sauf les ajustements requis en raison du principe de l'unicité de la clientèle. Le créateur d'entreprise peut désigner un manager qui dirigera son activité sous son autorité. A noter que la responsabilité de ce dernier se limite à son apport mais peut s'étendre à ses biens propres en cas de faute grave de gérance. [23]

2.3.2.5 Nationalité :

- ✓ Organisation algérienne [28]
- ✓ Organisation étrangère [28]
- ✓ Organisation multinationale [28]

2.3.2.6 Secteur :

Il est très courant d'entendre qu'une entreprise s'occupe de mécanique, d'électronique, de produits agricoles, d'alimentaire... En fait, l'entreprise peut être vue de bien des façons différentes selon l'analyse de son mouvement économique. [23]

- Quatre principaux volets ont été définis :

- **Le secteur primaire** : cela correspond aux sociétés orientées vers la production de produits bruts primaires. On inclut sous ce secteur les sociétés liées à la pêche, à l'agriculture, à l'exploitation minière, etc. [23]

- **Le secteur secondaire** : il inclut la totalité des sociétés ayant pour but la transformation des matières premières (industrie de transformation, constructions et équipements publics). [23]

- **Le secteur tertiaire** : il comprend des compagnies offrant un service (commerce, banque, assurance, tourisme, service, transport). [23]

- **Le secteur quaternaire** : il englobe toutes les opérations relatives à l'information, à la recherche, à la communication, à l'innovation, à l'informatique et aux technologies modernes. [23]

La gestion de la production a connu jusqu'à présent une évolution très marquée au sein des entreprises de la filière secondaire, mais à présent, cette filière retient de plus en plus l'attention des sociétés du secteur secondaire et du tertiaire (banque, conseil, etc.). [23]

2.3.2.7 Champ d'action :

- **Activité marchande ou non marchande**

Le terme production marchande désigne la fabrication de marchandises et de prestations à vendre au marché, qui inclut à son prix au moins un prix de production. Ces produits sont développés par la société. [31]

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

La production non marchande, quant à elle, comprend des services gratuits ou quasi gratuits (en échange d'une redevance inférieure à 50 % du prix de production). Ils sont fournis par les gouvernements ou des organisations à but non lucratif (associations, etc.). [31]

- **Activité locale, nationale, européenne ou internationale**

- **Type de besoins satisfaits**

- Nous distinguons les besoins essentiels suivants des entreprises : [32]

- ✓ Développer votre entreprise.
- ✓ Sponsoriser vos réalisations.
- ✓ Améliorez la qualité de vie en économisant du temps et de l'argent.
- ✓ Agir : créez et partez en douceur.
- ✓ Conformez-vous aux règles et aux standards.
- ✓ Maîtrisez les techniques appropriées : embauche, gestion, formation.

- **Type de biens ou type de services produits**

Les 3 biens majeurs : [33]

- ✓ Biens consommables
- ✓ Biens intermédiaires
- ✓ Biens de production

Les 3 services majeurs : [33]

- ✓ Services aux individus
- ✓ Service de la publicité commerciale
- ✓ Services aux entreprises

2.3.2.8 Ressources :

On définit le terme "ressources" comme étant les éléments susceptibles de permettre ou non de corriger un état de choses. Dans une société, ces ressources constituent la somme des moyens à disposition pour mener à bien les opérations de celle-ci. Ce sont des composantes incontournables d'une bonne gestion de société. [34]

- Voici la liste de ressources dont dispose la compagnie :

- **Ressources humaines**

Les ressources humaines contribuent de manière décisive au bon fonctionnement des opérations de la société. Celles-ci désignent les travailleurs de la firme. [34]

Ceux-ci sont hétérogènes et la classification se fait suivante :

- ✓ Statut : le personnel opérateur est distingué des cadres et des agents de contrôle.
- ✓ Nombre de collaborateurs au sein d'une entreprise.

En outre, la qualité du personnel doit être établie par la compagnie à travers leurs compétences (savoir, savoir-faire et savoir-être). [34]

- **Ressources financières**

- La fixation des ressources budgétaires de la société exige de définir les trois notions suivantes :

- **Capital** : Cette appellation qualifie à la fois la participation des actionnaires et celle des partenaires de la société. Cela peut être constitué de contributions en espèces, immatérielles et financières. Pour acquérir de nouveaux membres, la société devra faire preuve de discernement. La source du capital représente la partie intégrante du processus financier intérieur de la firme. [34]
- **Bénéfice** : Il s'agit du butin de l'entreprise derrière un affirmé médiateur ou toute une année.

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

Une dépouille peut appartenir mis en manufacture et/ou réparti aux propriétaires. Les contredit seront des affairé financières pendant lequel un autofinancement de l`firme. [34]

- **L'emprunt** : Le crédit bancaire n'est pas indispensable. Pour y parvenir, il convient de vérifier les capacités à rembourser la créance et en même temps de disposer des garanties. Une entreprise peut aussi émettre des obligations. Cette modalité opérationnelle implique l'émission en bourse et en échange de monnaie des actions. [34]

- **Ressources matérielles**

Les ressources matérielles sont des produits ayant une présence réelle (véhicules, mobilier, machines, locaux, bâtiments, etc...). [34]

- **Ressources immatérielles**

Les ressources immatérielles sont des produits sans existence corporelle (réputation, brevets, image de marque, savoir-faire, etc...). [34]

2.4 Architectures des réseaux informatiques selon la taille des entreprises :

2.4.1 Réseaux informatiques d'entreprises :

Globalement, un réseau d'entreprises fait référence à une série de compagnies indépendantes ayant des liens structurés via des accords de concession, des contrats de franchise ou autres contrats, sans obligation financière particulière. Ils se distinguent en cela des groupements, des ensembles de sociétés unies par un patrimoine. [41]

Elles constituent en fait des systèmes professionnels qui ont pour objectif de permettre à leurs affiliés de concrétiser des buts qui servent au bien commun de tous, et dont la réalisation paraît délicate, pour ne pas dire irréalisable, par le biais de mesures prises isolément et séparément. Les organisations de type indépendant visent généralement à poursuivre un but collectif présélectionné. [41]

Ces réseaux peuvent se présenter sous diverses manières, leur finalité déterminant leur choix, et les buts visés sont parfois multiples :

- Échange de savoir-faire
- Évolution au niveau national ou international
- Coûts moindres et frais mutualisés
- Accroître la clientèle
- Amélioration de la qualité des services et des produits

Les organismes pourront se manifester sous forme de syndicats ou d'associations, portant des appellations variées comme les maisons de jeunes, les chambres de commerce et d'industrie, les syndicats d'employeurs ou encore les clubs de businessmen. [41]

- On distingue souvent les entreprises de type ME, PME, TPE, ETI et GE.

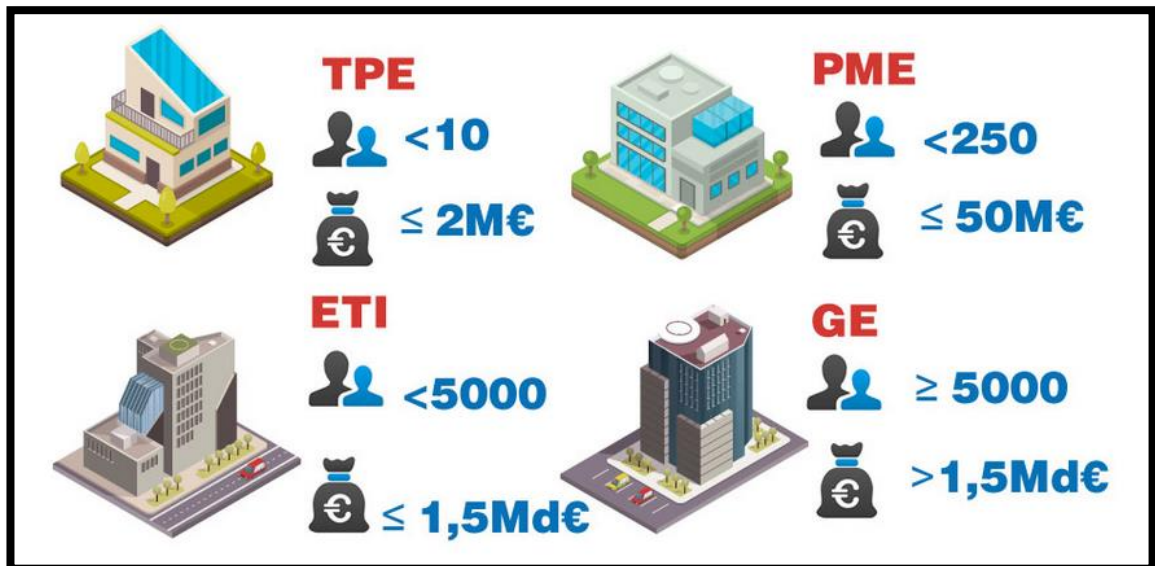


Figure 2. 9 Les différents types d'entreprises

2.4.2 Réseaux LAN pour les très petites entreprises (TPE) ou microentreprises (MIC) : (Un serveur et 10 Ordinateurs au maximum)

➤ TPE ou très petites entreprises

Une TPE est une entreprise de très petite dimension. Elle regroupe celles qui emploient moins de dix salariés et par conséquent ceux qui ne sont pas employés. On parle ici de microentreprises dans lesquelles un seul dirigeant existe, appelé autrefois autoentreprise. [35]

Or, ce terme a disparu depuis le 1er Janvier 2016 en faveur de la microentreprise, réunissant ainsi sous une même désignation, ex-auto entreprise et très petite entreprise (TPE). [35]

En outre, la catégorisation des TPE obéit à un cap de chiffre d'affaires de 2 millions d'euros pour ce type de société. Aussi, une telle prestation pourrait être considérée comme étant une PME. Or, de nombreux acteurs ne dépassent pas ce seuil et parmi eux, on compte des indépendants mais également des commerçants et des restaurateurs. [35]

Bénéfices du TPE : [36]

- ✓ La taille des TPE constitue un facteur important de leur avantage.
- ✓ Les TPE sont libérés notamment des charges des grandes sociétés, et échappent donc aux instances représentatives du personnel.
- ✓ Les TPE échappent souvent à des impôts ou à des charges fiscales dont la loi prévoit un seuil d'effectif ou un chiffre d'affaires.
- ✓ Au final, on parle d'une petite structure dont tout le monde profite pour se connaître, sans avoir la pesanteur des plus grandes compagnies.

Défauts de la TPE : [36]

- ✓ La TPE possède des désavantages liés à l'encombrement. Souvent, le succès de la société tient à la personnalité du fondateur et de ses dirigeants, qui peuvent en pâtir dès lors qu'ils ont des problèmes de santé ou souhaitent prendre leur retraite.
- ✓ Sa petite taille ne lui donne pas de marge de sécurité en cas de ralentissement économique. Ainsi, une entreprise de petite taille peut voir son avenir compromis du seul fait d'une mauvaise période de l'année.
- ✓ Pour finir, les rapports avec les banques sont difficiles, celles-ci n'accordant pas forcément

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

leur attention aux compagnies qui ne sont pas leurs principaux clients.

2.4.3 Réseaux LAN pour les petites et moyennes entreprises (PME) : (Un ou plusieurs serveurs avec une ou plusieurs dizaines d'ordinateurs)

➤ **PME ou petites et moyennes entreprises :**

Les PME comprennent un éventail de petites ou moyennes entreprises employant au moins 10 salariés et pas plus de 250 personnes. Le chiffre d'affaires des PME est généralement supérieur à 2 millions d'euros, mais aussi inférieur à la limite de 50 millions d'euros. Il faut noter que le montant des bénéfices cumulés ne peut excéder 43 millions d'euros, faute de quoi les entreprises concernées seront classées plus haut. [35]

Selon l'Union européenne, les PME constituent un facteur important dans ce classement des entreprises et représentent la vie économique de certains pays. En fait, les PME génèrent chaque année un tiers du chiffre d'affaires total des entreprises européennes. [35]

- Les petites et moyennes entreprises (PME) sont réputées pour leurs propriétés particulières : [36]

- ✓ Centralisation du management de la compagnie auprès du dirigeant.
- ✓ Une complicité avec les opérateurs économiques.
- ✓ Une dimension de taille modeste.
- ✓ Un système informel et assez intuitif.
- ✓ Une aptitude aux innovations rapides, et à l'adaptation aux évolutions du marché.
- ✓ Une structure organisée sous forme de réseau avec d'autres PME.
- ✓ Disponibilité du patron et du salarié à travers un nombre réduit d'échelons.

Les bénéfices des PME : [36]

- ✓ Les PME ont un nombre de bénéfices par rapport aux autres formes d'entreprises. Ils peuvent bénéficier d'aides financières, grâce à des programmes de soutien aux PME, comme des allègements fiscaux ou des exonérations de sécurité sociale.
- ✓ La réactivité aux évolutions du marché et le dynamisme des rapports avec la clientèle sont accrus au sein des PME.
- ✓ Au sein des PME, la hiérarchie est très simplifiée. La prise de décisions est alors plus vite effectuée, comparativement à une grande entreprise.
- ✓ La flexibilité du travail, mais aussi une réglementation moins lourde.

Les désavantages des PME : [36]

- ✓ De manière générale, les PME souffrent d'un manque de capital ainsi que de ressources humaines ou industrielles. À cause de ce handicap majeur, elles risquent de ne pas être en mesure de répondre à des marchés étendus. Résultat : elles perdent les clients importants qui attirent les grandes entreprises.
- ✓ La limitation de ressources financières influe sur les effectifs. La rémunération et les possibilités de formation offertes sont toujours inférieures aux salaires réels dans les PME.

2.4.4 Réseaux LAN ou MAN pour les entreprises de taille intermédiaire (ETI) : (Des switches et des switches multicouches avec plusieurs serveurs et plusieurs dizaines d'ordinateurs)

➤ **ETI ou entreprises de tailles intermédiaires :**

Les ETI ont un effectif généralement de 250 à 5 000 employés avec un chiffre d'affaires annuel compris également entre 50 millions et 1,5 milliard d'euros. Là encore, et contrairement à

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

d'autres entreprises, le total maximal du bilan se situe entre 43 millions et 2 milliards d'euros. [35]

Ce type d'entreprise se caractérise également par sa structure largement dominée par les sociétés, avec seulement 6% d'entre elles étant indépendantes. Enfin, la majorité d'entre eux se retrouvent dans les secteurs industriels et surtout manufacturiers. Fortement influencées par leurs compétences dans ce domaine, les PME contribuent significativement à leurs exportations. La plupart de ces entreprises représentent entre 30% et 40%. [35]

- Une ETI repose sur 3 critères incontournables : [37]

- ✓ Leur capital est en majorité artisanal, souvent même familial.
- ✓ Par conséquent, leur taille est plus proche de la taille des petites et moyennes entreprises que des grandes entreprises.
- ✓ Leur distribution selon le secteur des activités révèle une forte surreprésentation des industries.

Les points faibles des ETI : [38]

- ✓ Les ETI possèdent de nombreux bénéfices, leur taille représentant un critère clé dans les capacités de leur structure à investir dans l'innovation et les exportations. Toutefois, les ETI sont aussi soumises à des difficultés.
- ✓ Ces dernières tiennent assez peu à la qualité intrinsèque du statut d'ETI mais découlent plutôt de la subtilité du classement des ETI dans la catégorie des autres dimensions de firmes.
- ✓ Les ETI subissent effectivement une fiscalité désavantageuse. Elles ne profitent ni des avantages de la défiscalisation des TPE et des PME, ni de ceux des grands entreprises bénéficiant des optimisations de la fiscalité.

2.4.5 Réseaux des Grandes entreprises (GE) :

(Un routeur ou plus avec plusieurs switches et switches multicouches et plusieurs serveurs et plusieurs centaines d'ordinateurs)

➤ GE ou grandes entreprises :

Les entreprises considérées comme de grandes entreprises et dont l'abréviation est GE relèvent donc de la classification de la taille de l'entreprise. Cette catégorie est très simple en ce sens qu'elle regroupe toutes les entreprises qui ne rentrent dans aucune autre forme d'entreprise. Parfois appelé "groupe" ou même "compte principal". [35]

Les entreprises de ce type comprennent généralement des installations avec plusieurs emplacements ainsi que plusieurs filiales ou succursales à travers le pays. Ils ont aussi presque toujours une connotation internationale, avec des divisions régionales responsables de plusieurs territoires ou localités gouvernant potentiellement différents pays. Les GE sont soit privés ou bien publiques. [35]

- Une grande entreprise est celle qui répond à une des deux conditions suivantes au minimum :

- ✓ Elle a un effectif de 5 000 salariés au minimum.
- ✓ Elle possède une valeur ajoutée supérieure à 1,5 milliard d'euros ainsi qu'un montant total de son capital dépassant les 2 milliards d'euros.

Avantages et désavantages des GE : [39]

- ✓ Les grosses compagnies sont en mesure de fournir plus de moyens aux employés.
- ✓ Les prises de décisions pesantes et le manque d'avancement des projets peuvent être décevants pour beaucoup.
- ✓ Plus susceptibles d'être exposés à plus d'opportunités d'échange.

Chapitre 2 : Architectures et structures d'entreprises et de leurs réseaux informatiques

- ✓ Les opportunités de croître sont diversifiées puisque les grosses équipes préfèrent se déplacer géographiquement ou entre les filiales.
- ✓ Le salaire est généralement plus élevé.
- ✓ Des règles trop strictes et des actions impératives lorsqu'il y a trop de monde. Ce qui peut arriver à quelques-uns n'arrive pas toujours à un groupe.
- ✓ Les tensions internes liées à de nombreuses ambitions peuvent être dérangeantes.

2.4.6 Réseaux de groupe d'entreprises :

(Plusieurs routeurs avec plusieurs centaines de switches et switches multicouches et plusieurs centaines de serveurs et des milliers d'ordinateurs)

Le principe de base du groupe de sociétés est le regroupement de plusieurs sociétés possédées par une entité juridique ou une personne physique dans le but d'organiser et de gérer ces sociétés dans un but commun de développement économique. [42]

La mise en place de ce type de société ne se fait pas arbitrairement. En effet, il requiert le plus souvent la création au préalable et par ordre hiérarchique d'un schéma organisationnel des différentes compagnies qui le composent. De ce fait, il se peut que certaines sociétés apparaissent au sein d'autres sociétés du groupe. [42]

En effet, pour garder la cohérence interne du groupe de sociétés, il faudra accorder à une ou plusieurs sociétés une hiérarchie plus forte afin de faciliter la gestion des filiales. En outre, il est à préciser que les modalités de gestion sociale, budgétaire et fiscale de la société pourront être harmonisées à travers des conventions de prestations de services conclues entre la société mère et ses succursales. [42]

Avantages et désavantages des groupes d'entreprises :

Les financements disponibles offrent une possibilité importante permettant de constituer un groupe de compagnies en bénéficiant de conditions fiscales avantageuses, voire substantielles. Ainsi, il est possible de faire jouer un certain effet de levier, en particulier sur le plan comptable et fiscal. Il est donc envisageable de procéder à un pilotage optimal de la société sur le plan financier, fiscal et social via un contrat de gestion conclu entre la société mère et ses succursales. Ce dernier est appelé la convention de management fees. [43]

En dépit de tout, la direction d'un groupe d'entreprises est une activité délicate qui fait intervenir de multiples facteurs, dont il est primordial de savoir la teneur et les modalités, au niveau stratégique et opérationnel. [43]

2.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons entamé les structures générales des entreprises et leurs analogies avec les architectures des réseaux informatiques. Pour cela nous avons commencé par donner quelques définitions sur les entreprises, puis on a parlé des principales fonctions et services qui composent une entreprise. Ensuite on a expliqué de manière assez brève les principales structures des organisations et des entreprises. En fin de chapitre, on a parlé des réseaux informatiques et de leurs correspondances par rapport à la taille de l'entreprise. Dans cette partie on a fait une comparaison entre la taille, le nombre du personnel et la taille de l'espace de travail de l'entreprise et le type de réseau informatique qui lui correspond selon la portée, le nombre et le type d'équipements (ordinateurs, switches, routeurs, modem, etc...).

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

3.1 Introduction :

Le chapitre 3 va être consacré au logiciel GNS3 que nous avons utilisé pour réaliser notre travail. Dans ce chapitre nous allons parler des origines de ce logiciel et donner une présentation générale, puis nous présenterons l'interface graphique de GNS3 où nous allons illustrer ses différentes composantes. Ensuite nous allons expliquer comment l'installer et le configurer. Ce chapitre sera terminé par une présentation des différents émulateurs supportés par GNS3.

3.1.1 Origine du projet :

Le projet GNS3 est né à l'origine du programme open source Dynamips. Il fait de la famille Cisco qui est un émulateur créé par Christophe Fillot. Il prend en compte plusieurs émulations matérielles (C2691, C3620, C3640, C3660, C7206, C3745, C3725) et peut utiliser de vrais Cisco IOS. [49]

3.1.2 Présentation de GNS3 :

GNS3 est un simulateur graphique de réseau multiplateforme qui peut fonctionner sous Windows, Linux et aussi IOS pour simuler des réseaux informatiques, et il est le fruit de la collaboration de quelques nerds super-talentueux et industriels, tels que Christophe Fillot, Jeremy Grossmann, et Julien Duponchelle, etc.... [44]

Fillot est l'inventeur du programme d'émulation du processeur MIPS (Dynamips) qui vous permet d'exécuter le système de fonctionnement des routeurs Cisco, et Grossmann est le créateur du GNS3. Il a pris Dynamips et l'a intégré avec d'autres logiciels open source, dans une interface utilisateur graphique facile à utiliser. Duponchelle participe au codage de GNS3, et ses contributions ont contribué à faire progresser le logiciel. [44]

GNS3 nous offre la conception et le test des réseaux informatiques virtuels sur le pc personnel, comme les réseaux Cisco IOS, Juniper, MikroTik, Arista et Vyatta, et il est couramment utilisé par les étudiants qui veulent faire une expérience pratique avec le routage et la commutation Cisco IOS tout en étudiant pour le (CCNA : Cisco Certified Network Associate) et (CCNP : Cisco Certified Network Professional). Mais cela ne fait qu'effleurer la surface de ce que le GNS3 peut faire. [44]

- GNS3 peut émuler les différents réseaux locaux et étendus ex frame-relay, ethernet, hdlc, atm, ...etc. Il peut interconnecter les PCs émulés sur des switches virtuels...etc.
- L'architecture peut être distribuée sur plusieurs serveurs. Il aide à faire des structures difficiles.
- Le trafic passant par l'interface de l'appareil peut être capturé en temps réel.
- Les structures produites GNS3 sont exportables et importables. Utilisez la console texte ou la console graphique pour vous connecter aux appareils de votre topologie.

3.1.3 Pourquoi utiliser GNS3 ?

Avant les merveilles de la virtualisation, les ingénieurs réseau, les administrateurs et les étudiants devaient construire des laboratoires qui contiennent des matériels physiques ou bien louer du temps sur des racks, mais ces deux options peuvent être coûteuses et peu pratiques, et elles limitent les conceptions de réseau à votre disposition. Les logiciels de simulation tels que Boson NetSim et RouterSim existent depuis longtemps, mais ces applications limitées se contentent de simuler les commandes de Cisco IOS. Cisco Education propose la location d'un rack virtualisé moins cher, basé sur Cisco IOS ou Unix (IOU), mais il ne vous permet de vous entraîner que sur des configurations réseau spécifiques préconfigurées. Elle exige également que vous disposiez d'une connexion Internet active pour accéder aux laboratoires. [44]

- GNS3, nous permet de :

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

- ✓ Personnaliser nos laboratoires de réseau pour répondre exactement à nos besoins.
- ✓ Créer un nombre illimité de projets utilisant des technologies Cisco et non-Cisco.
- ✓ Ajouter un nombre illimité d'objets à vos projets et d'accéder à ces projets à tout moment, quelle que soit la connectivité Internet.
- ✓ GNS3 offre une flexibilité maximale pour vos conceptions grâce à une combinaison de dispositifs matériels émulés qui exécutent des systèmes d'exploitation réseau réels tels que Cisco IOS, des systèmes d'exploitation simulés tels que NX-OSv.
- ✓ La possibilité de partager des ressources entre plusieurs ordinateurs.

3.1.4 Exigences de GNS3 :

Systèmes d'exploitation Programmes opérationnels supportés :

Le GNS3 est compatible pratiquement avec tous les systèmes de fonctionnement Windows qui existent ex : Windows 7, 8, 10etc. [47]

Les conditions minimum du réseau pour un environnement de travail GNS3 sous Windows [47]

- ✓ Mémoire 4GB ram
- ✓ Stockage de 1GB d'espace disponible
- ✓ Processeur de 2 ou plus de noyaux logiques
- ✓ Système de fonctionnement : Windows 7 ou bien plus
- ✓ Emulation : Extensions de la fonctionnalité de virtualisation exigées

3.2 Composants et utilisation de GNS3 :

La manipulation du GNS3 est très simple : il faut déplacer les dispositifs dans la zone de travail, ensuite il faut poser les fils de liaison, ensuite il faut activer les dispositifs dans la structure et on peut accéder aux commandes de contrôle. [47]

Sur le plan visuel, l'interface est constituée de 6 parties :

1. Zone de travail
2. Barre de tâches des dispositifs
3. Barre de tâches centrale
4. Panneau sommaire des serveurs
5. Panneau sommaire de la topologie
6. Panneau de la console du régulateur

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

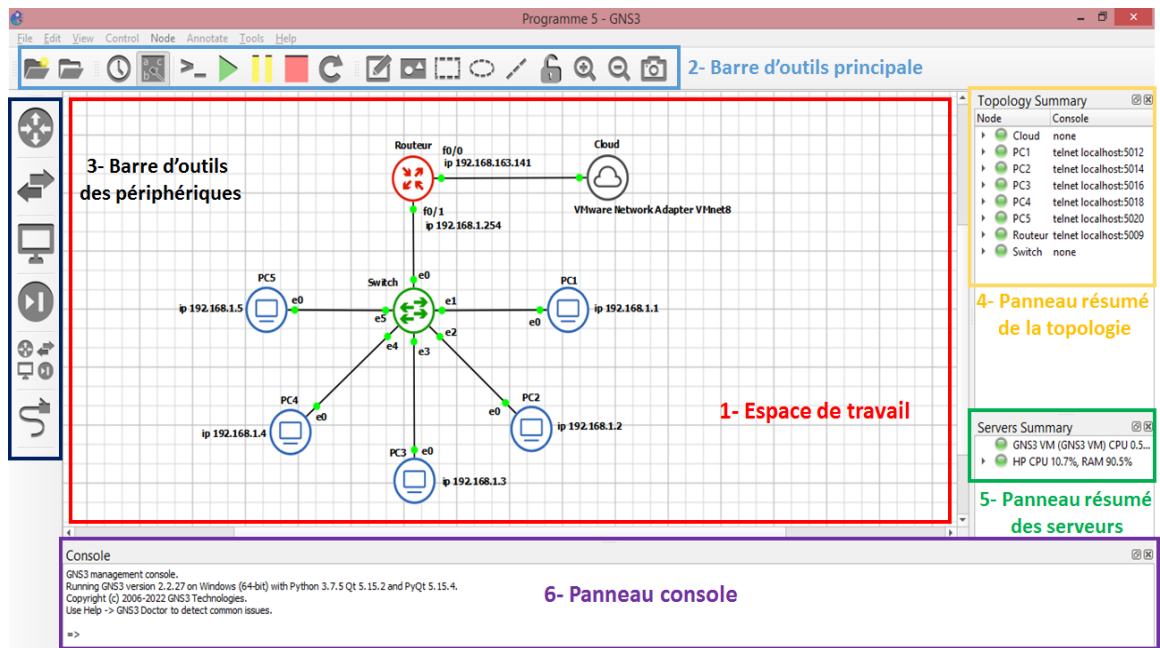


Figure 3. 1 Interface graphique de GNS3

3.2.1 Espace de travail :

La zone de travail permet de créer une structure géométrique et de commander les divers dispositifs. [47]

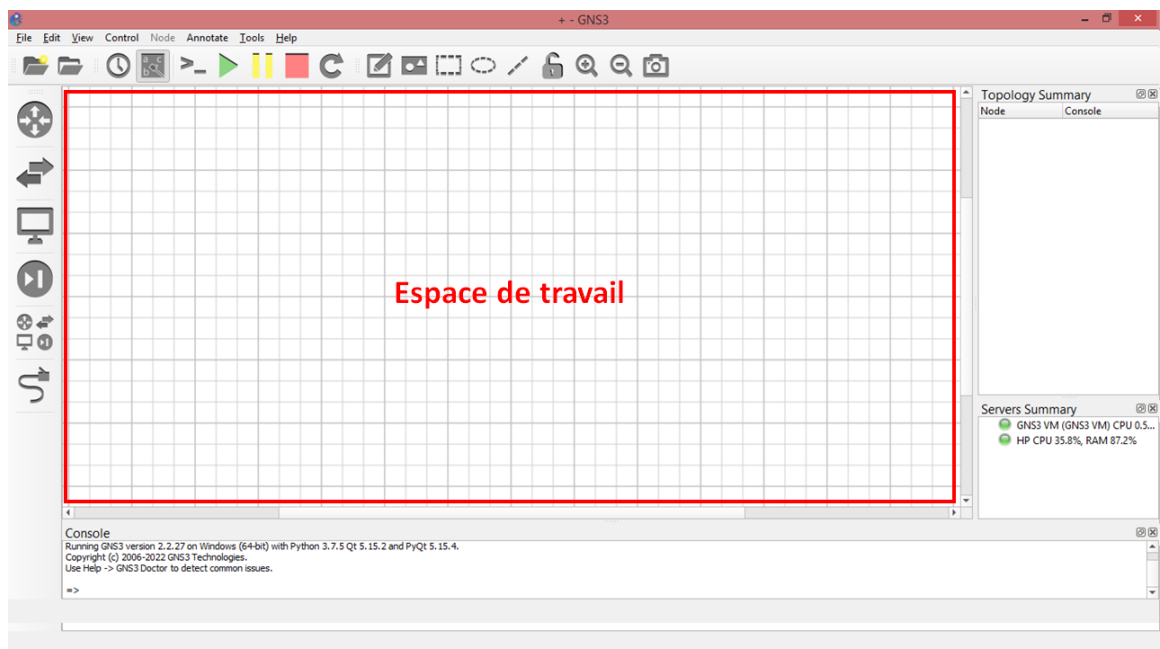


Figure 3. 2 Zone de travail GNS3

3.2.2 Barre de tâches de dispositifs périphériques :

La bande de dispositifs sert à administrer les équipements et à mettre en œuvre des équipements et des liaisons :

- ✓ Liaisons
- ✓ Hôtes des points d'extrémité
- ✓ Switch
- ✓ Routeurs

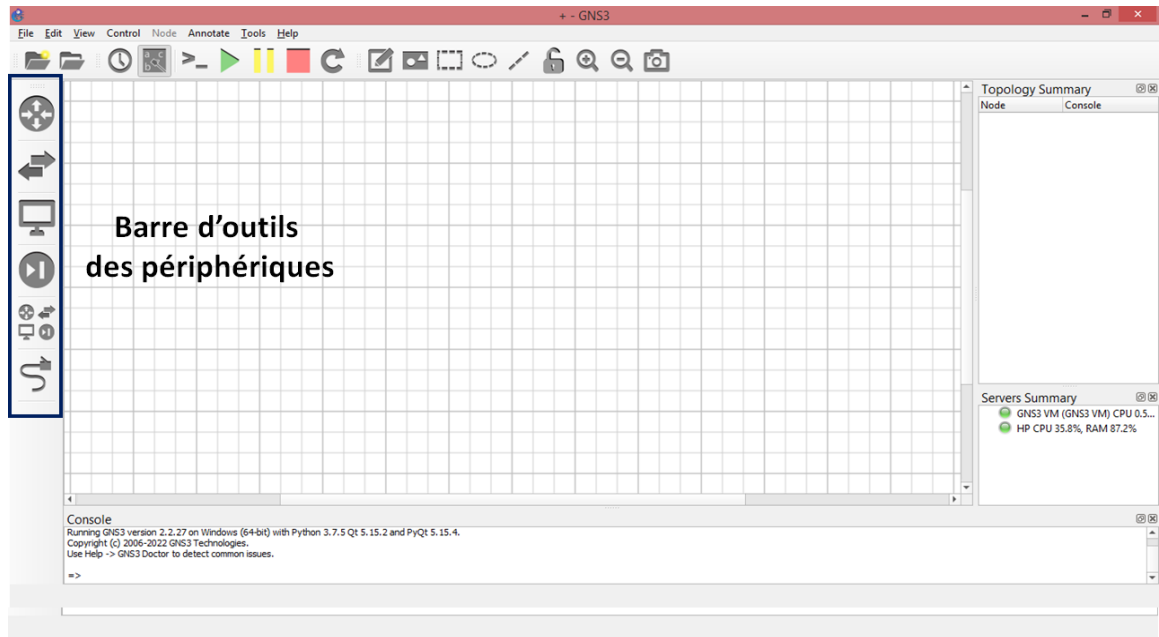


Figure 3. 3 Barre de tâches de dispositifs périphériques GNS3

3.2.3 Barre de tâches centrale :

Elle nous aide à :

- ✓ Créer des structures
- ✓ Intégrer du contenu (images, chiffres, etc.) à la structure du réseau
- ✓ Lancer et mettre à fin les dispositifs de la structure
- ✓ Gérer les instantanés

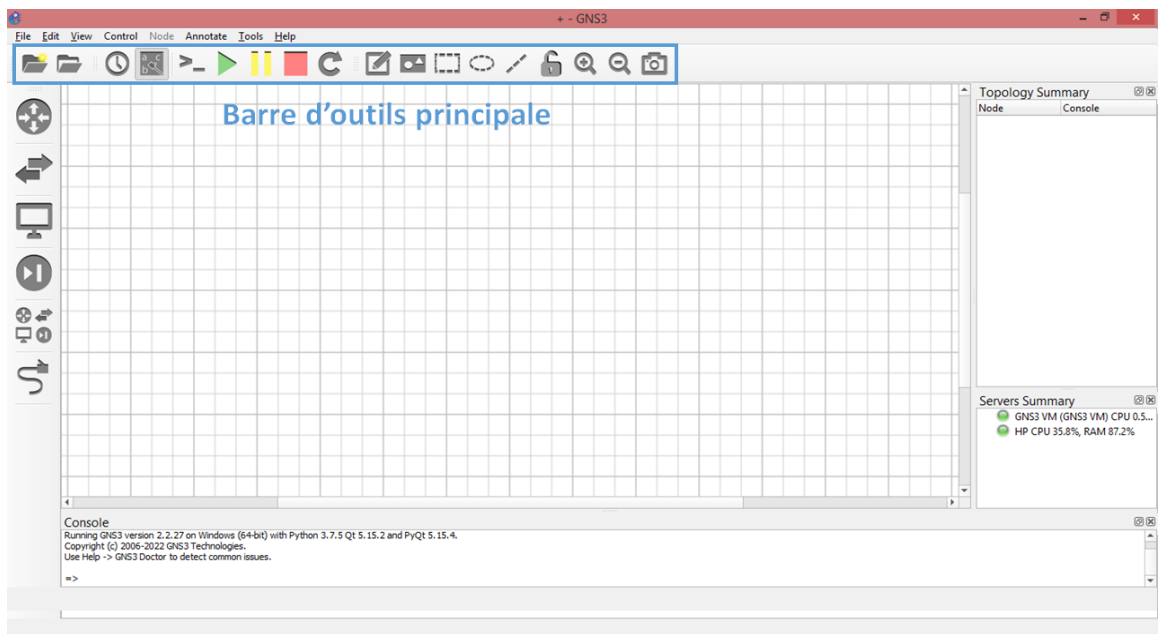


Figure 3. 4 Barre de tâches centrale GNS3

3.2.4 Panneau sommaire des serveurs :

Dans cette liste on observe les serveurs de GNS3. [47]

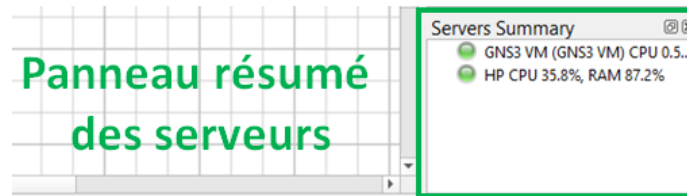


Figure 3. 5 Panneau sommaire des serveurs GNS3

En visualisant les différents types de serveurs existants, on peut en conclure que la liaison à travers le canal du réseau ouvert a été établie et que le satellite est disposé à accueillir les ordres du consommateur. [47]

3.2.5 Panneau sommaire de la topologie :

Dans cette liste, nous visualisons les dispositifs avec tous leurs paramètres. On peut aussi les contrôler en cliquant dessus. [47]

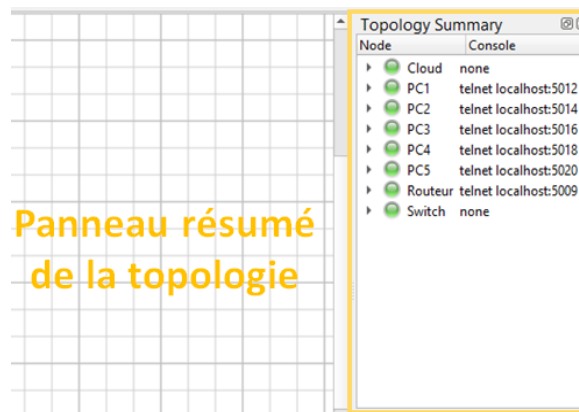


Figure 3. 6 Panneau sommaire de la topologie GNS3

3.2.6 Panneau de la console du régulateur :

C'est la palette de contrôle textuelle qui autorise le pilotage en direct de la structure. [47]

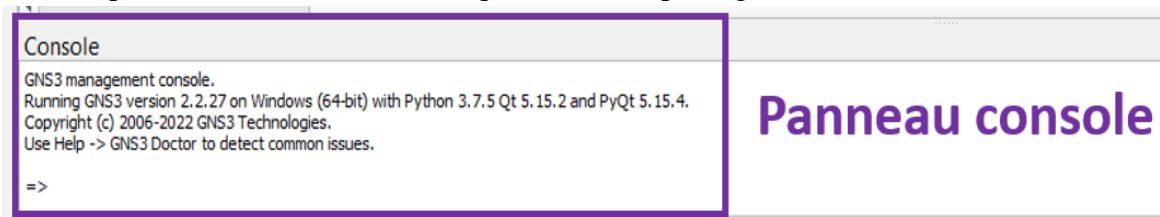


Figure 3. 7 Panneau de la console du régulateur GNS3

Accès à la plate-forme :

Pour accéder à l'interface d'un périphérique, il faut cliquer 2 fois sur le dispositif. Sur le site Internet, on clique avec le bouton droit sur le périphérique, il est possible de sélectionner une console locale ou dans le navigateur. [47]

Possibilité de management :

Un exemple d'un clic droit sur un équipement

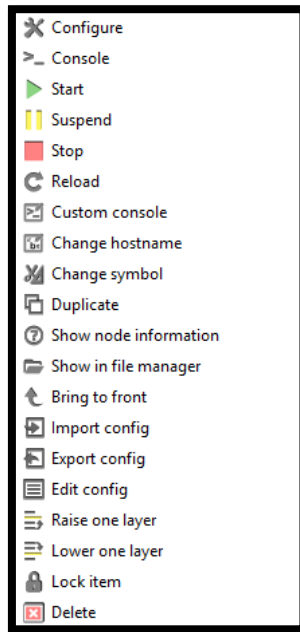


Figure 3. 8 Clic droit sur un périphérique GNS3

Il y a différentes méthodes de contrôle très utiles :

- ✓ Configuration
- ✓ Changement de nom
- ✓ Changement de symbole
- ✓ Copie
- ✓ Console
- ✓ Importer, exporter la configuration
- ✓ Console
- ✓ Lancement, interruption, suspension, suppression

3.3 Installation et configuration de GNS3 :

3.3.1 Installation de GNS3 :

✓ Téléchargement de GNS3

En tenant compte de notre système d'exploitation, nous pouvons télécharger différentes interfaces pour faire marcher le GNS3. Mais, il vaut mieux le télécharger à travers de son site internet officiel : <http://www.gns3.com/> [45]

- On trouve des versions de téléchargements de GNS3 pour Windows, OS X et Linux [45]

✓ Le processus d'installation de logiciel

- Le déroulement de l'installation est variable en fonction du type de système d'exploitation. [45]

3.3.1.1 Installation sur Microsoft Windows :

Le logiciel d'installation de Windows contient quasiment toutes les parties du système GNS3 nécessaires. Il inclut aussi quelques applications supplémentaires utiles comme PuTTY, un émulateur de borne Windows, et Wireshark, un logiciel de contrôle de réseau apprécié, et VPCS, un stimulateur de contrôle de type DOS permettant de vérifier la connexion à travers les ordres ping et traceroute et QEMU, utilisé pour Juniper et ASA, il comporte 2 versions la 32 bits et la 64 bits de GNS3, et il installe automatiquement la meilleure option. [44]

Étapes d'installation de GNS3 sous Windows :

Après avoir ouvert une session, vous êtes prié de choisir la version de GNS3 à télécharger.

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

Dans cette section, nous choisissons l'installation sous Windows. Cliquez sur le bouton télécharger pour obtenir le pack complet GNS3. [44]



Figure 3. 9 Choix de la version du GNS3 à télécharger

Télécharger le logiciel d'installation complet GNS3 à partir du site internet officiel (<http://www.gns3.com/>) et le lancer pour démarrer l'installation.

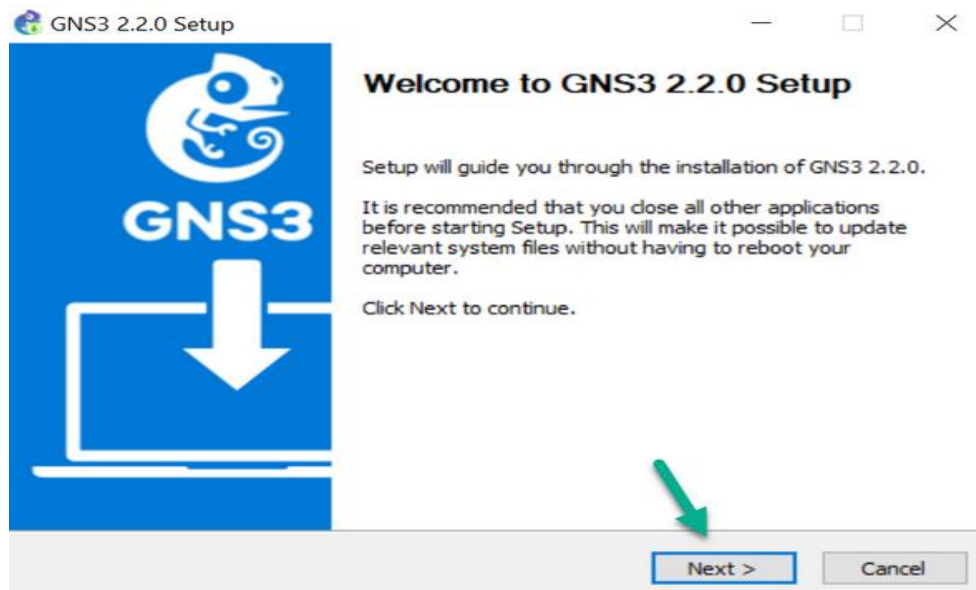


Figure 3. 10 Démarrage de l'installation de GNS3

Cliquez sur Next sur la fenêtre du guide d'installation, puis sélectionnez I accepte sur la barre d'accord de la licence.

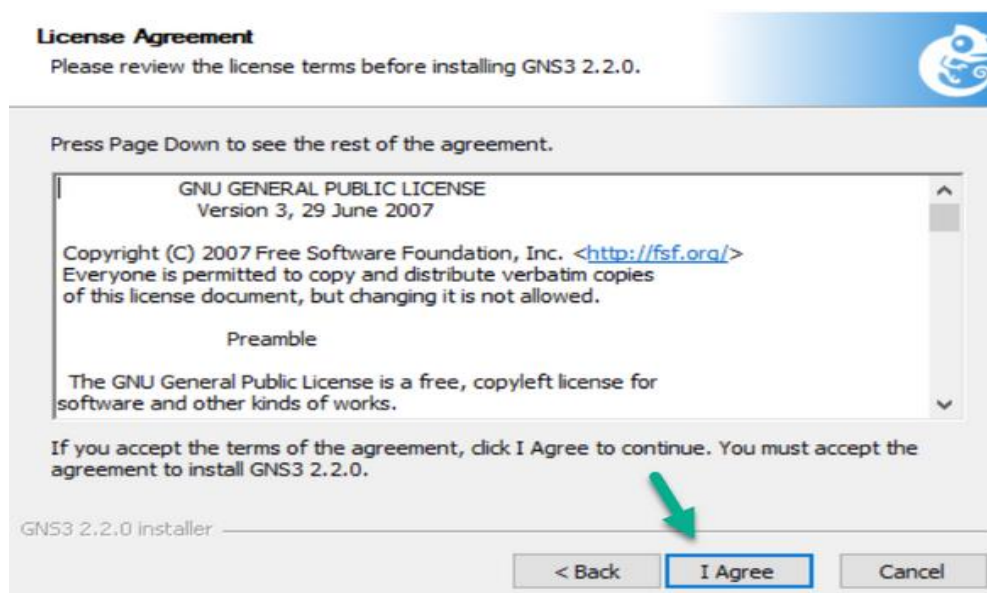


Figure 3. 11 Acceptation de l'accord de licence

Sélectionnez le fichier dans lequel vous désirez que le logiciel d'installation crée un lien vers l'application à partir du menu Start et appuyez sur Suivant.

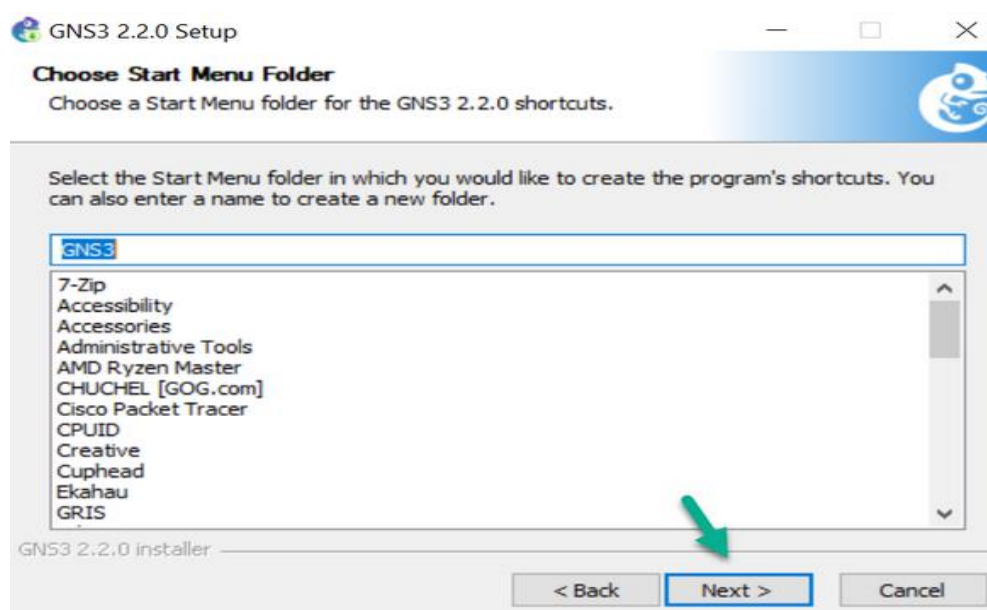


Figure 3. 12 Choix d'un dossier dans le menu de démarrage

Vous choisissez les composants à intégrer à votre programme d'installation, comme illustré à la Figure 3.13 Le choix standard inclut tous les composants nécessaires à la mise en place d'un système GNS3 parfaitement adapté, y inclus VPCS, Wireshark, et QEMU. Pour gagner de l'espace mémoire, ou si vous ne souhaitez pas utiliser ces fonctions supplémentaires, désactivez les options. Dynamips est exigé pour réaliser des projets qui utilisent des routeurs et des switches Cisco. Et WinPCAP est requis pour les liaisons cloud Ethernet NIO. Faites vos choix, puis appuyez sur Next. [44]

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

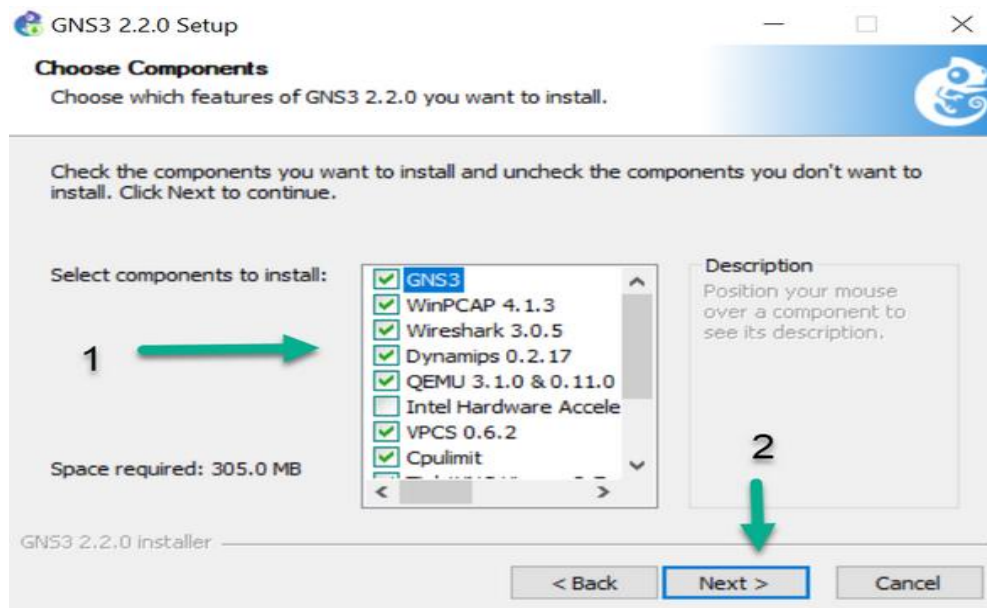


Figure 3. 13 Choix des composants GNS3 à installer

La fenêtre de choix de la localisation de l'installation apparaît, comme le montre la **Figure 3.14**. Si vous souhaitez installer GNS3 à un autre emplacement, indiquez le nouveau lieu dans le champ Dossier de destination et sélectionnez Installer. [44]

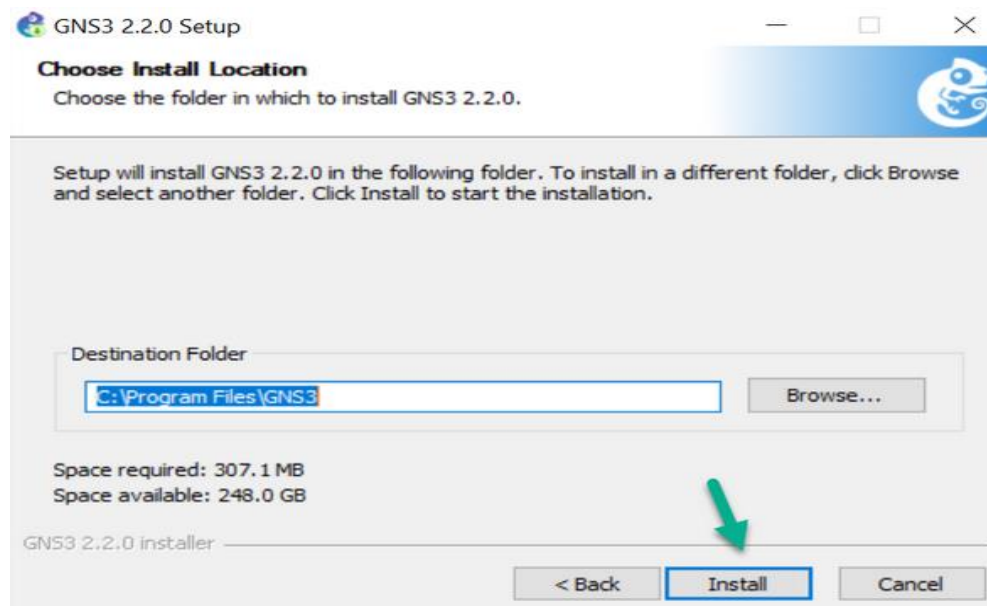


Figure 3. 14 Choix de l'emplacement du dossier de destination

Continuez à respecter toutes les invites pour achever le processus d'installation. Il vaut mieux accepter tous les réglages par défaut.

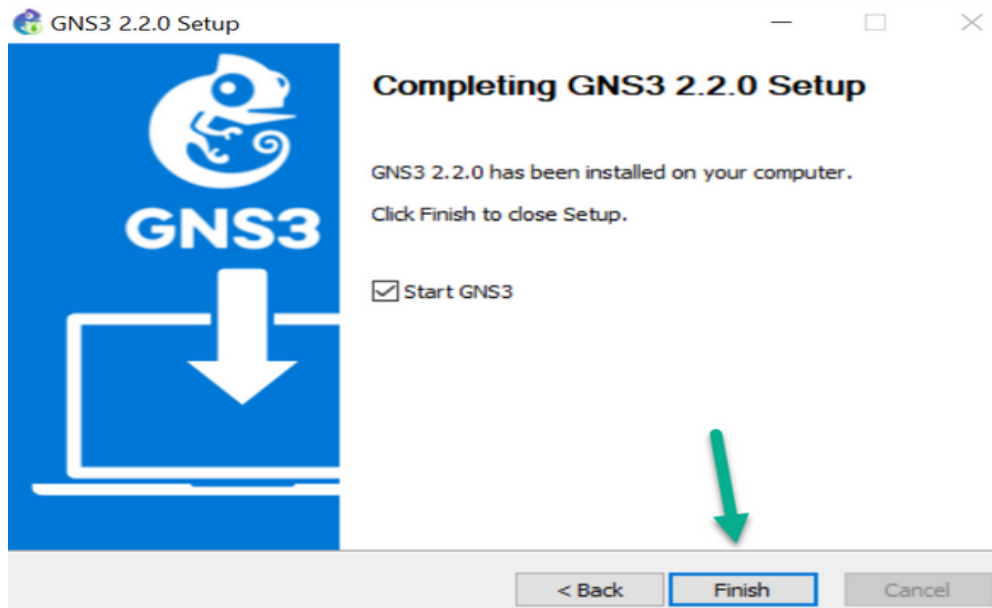


Figure 3. 15 Validation de l'installation de GNS3

3.3.1.2 Installation sur OS X :

GNS3 est supporté seulement sur les PC Portables Mac sous OS X. Il est recommandé de vérifier que la version d'OS X est à jour avant de le lancer le programme. [47]

GNS3 se trouve dehors la boutique Apple. C'est pour sa il faut d'abord autoriser l'installation en allant sur la section sécurité et confidentialité des préférences système. [47]



Figure 3. 16 Autorisation de l'installation en allant dans la section sécurité et confidentialité [47]



Figure 3. 17 Cliquez sur le cadenas pour faire des modifications [47]

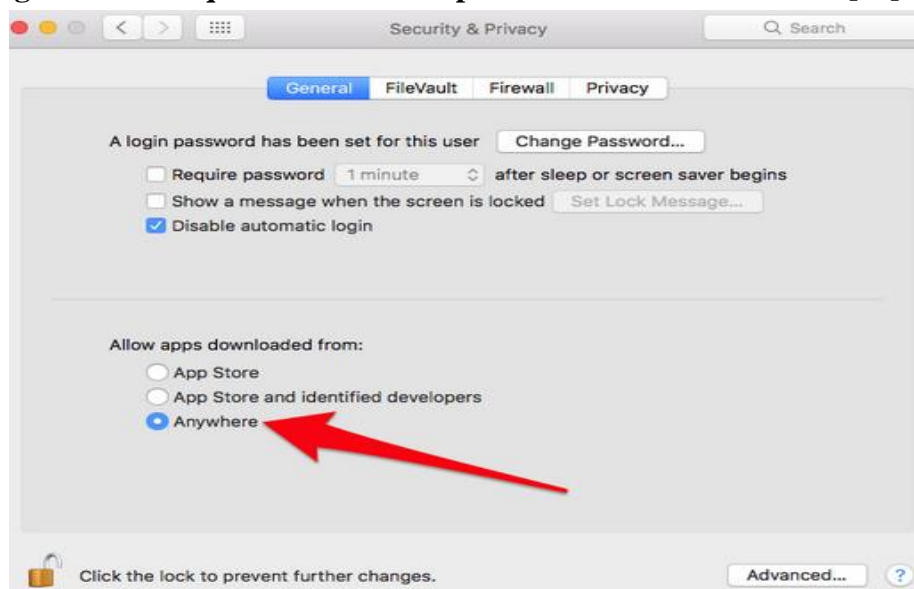
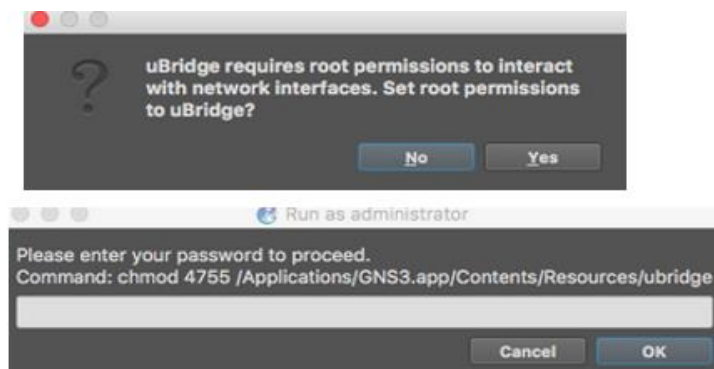


Figure 3. 18 Sélectionnez l'option Anywhere sous Allow apps downloaded from [47]



Figure 3. 19 Glissement d'icône du programme GNS3 dans le dossier Applications [47]

Cliquez sur Disk Image et déplacez l'icône GNS3 dans le fichier d'applications. [47]
Cliquez sur l'icône Applications. Recherchez et cliquez sur l'icône GNS3 pour démarrer le logiciel. [47]



Lorsque GNS3 est lancé, il vous est demandé de permettre l'accès à la racine uBridge. Cela est nécessaire pour autoriser GNS3 à gérer votre système. Appuyez sur YES. [47]

Il vous sera proposé deux fois de taper le code root. [47]

Figure 3. 20 Autorisation racine et saisie du mot de passe [47]

3.3.1.3 Installation sur Linux :

Il y a de multiples versions de Linux, mais en ce qui concerne la diffusion de programmes, il existe des divers types d'installation principales : DEB (UBUNTU) et RPM. [45]

Étape 1 : Préparez votre référentiel [45]

Les sources GNS3 sont enregistrées dans une PPA (archive de paquets). Il faut d'abord autoriser le système Linux de l'utiliser. Par une ligne de commande Linux qui est la suivante :

```
sudo add-apt-repository ppa:gns3/ppa  
sudo apt-get update
```

Étape 2 : Installer Dynamips et GNS3 [45]

Il vaut mieux que Dynamips soit installé avant qu'on installe le GNS3 en utilisant la commande suivante :

```
sudo apt-get install gns3 dynamips
```

Étape 3 : Installer VPCS [45]

VPCS fait partie du PPA et s'installe avec la commande suivante :

```
sudo apt-get install vpcs
```

Étape 4 : Installation de Xterm [45]

Pour faire marcher le VPCS et les autres outils, il faut installer Xterm mais dans le système Linux Xterm est fréquemment installée par défaut, en utilisant la commande suivante Xterm se installera ou bien se mettra à jour.

```
sudo apt-get install xterm
```

Une fois que l'installation est achevée, nous voyons sur le bureau une icône qui ressemble à la **Figure 3.21**.



Figure 3. 21 Icône du logiciel GNS3

3.3.2 Configuration de GNS3 :

La mise en place de GNS3 n'est seulement que la 1ère étape de la création de projets, la prochaine étape est la configuration, il suffit d'effectuer quelques actions. [44]

En cliquant sur le symbole et en lançant le programme GNS3, la configuration de ce dernier peut débuter.

Définition des fichiers Cisco IOS :

Vous devez fournir votre propre image Cisco IOS et IOU à utiliser avec GNS3 en raison de problèmes de licence. GNS3 est destiné à l'utilisation dans un environnement de laboratoire pour les tests et l'apprentissage. [46]

On doit prévoir notre propre image Cisco IOS et IOU à utiliser avec GNS3 pour des questions de droits de licence. GNS3 est conçu pour une utilisation dans un milieu de test et de formation en laboratoire. Les modèles pris en compte sont : Cisco 7200, 3620, 3640, 3725, 3745, 2600, 1700 etc.... [46]

Créer un projet en saisissant le nom :

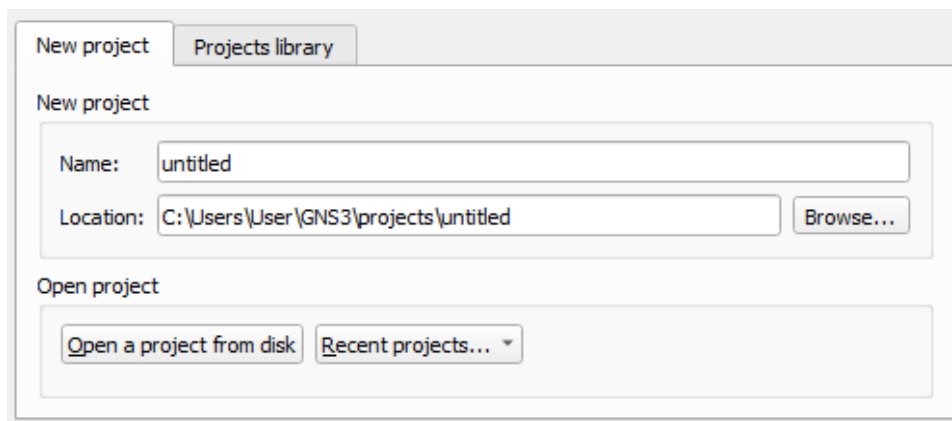


Figure 3. 22 Création d'un nouveau projet

Faites un clic sur le symbole illustré dans la figure. Il correspond à l'icône utilisée dans les structures de type switch ou routeur.

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

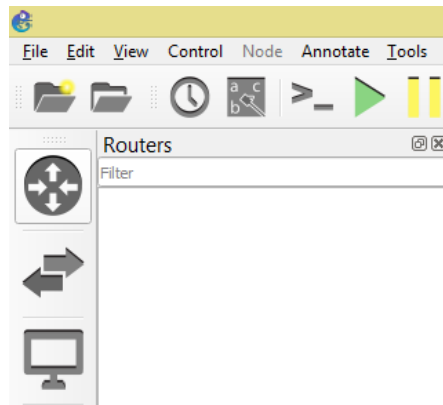


Figure 3. 23 L'icône des routeurs et des commutateurs

Un tableau de commande apparaît et il est vierge. Nous avons donc besoin de rajouter des représentations de routeurs avant de pouvoir les utiliser.

Faites un clic sur Edit dans le haut du coin gauche.

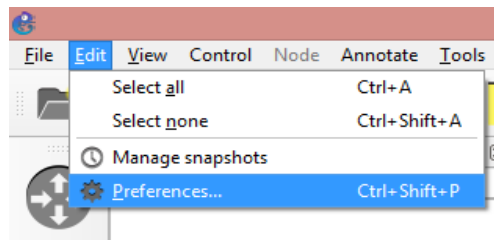


Figure 3. 24 Edit, onglet Préférences

De là, cliquez sur Dynamiques -> Routeurs IOS.

Sélectionnez Nouveau (New)

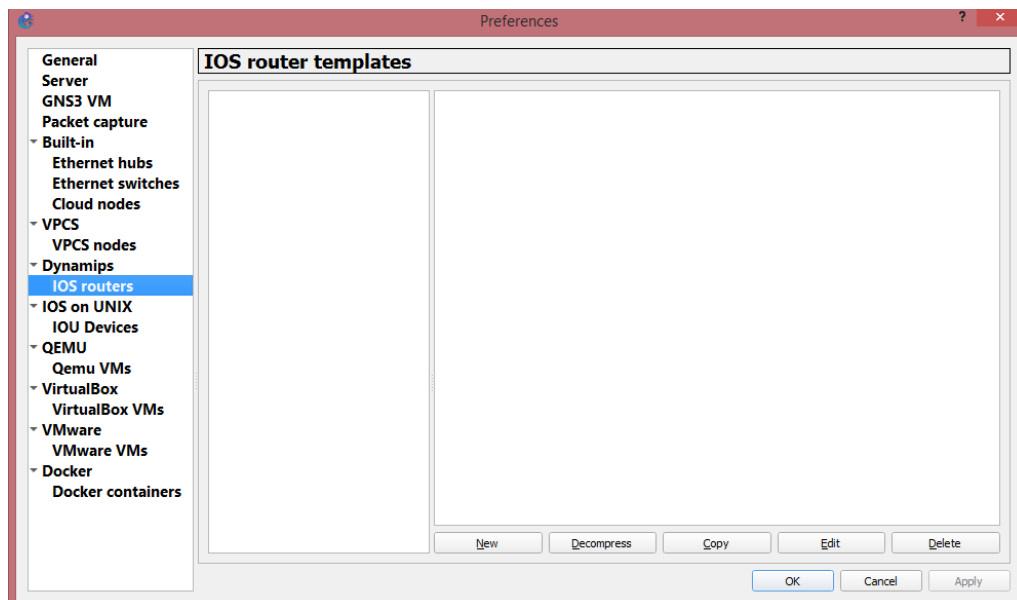


Figure 3. 25 Préférences Dynamips, onglet IOS routers

Sélectionnez la localisation du routeur, et cliquez sur " Next ".

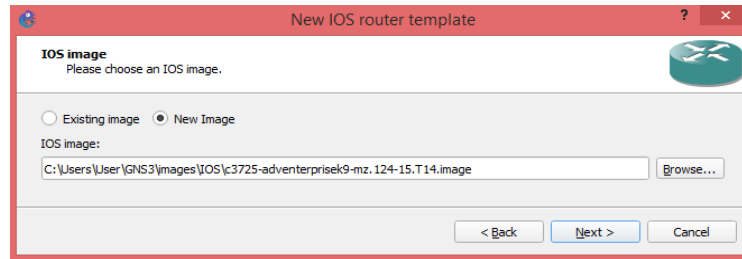


Figure 3. 26 Choix de l'image IOS

La photo ci-dessous indique que le GNS3 a reconnu la présence de la plate-forme du routeur et lui a donné un nom correspondant.

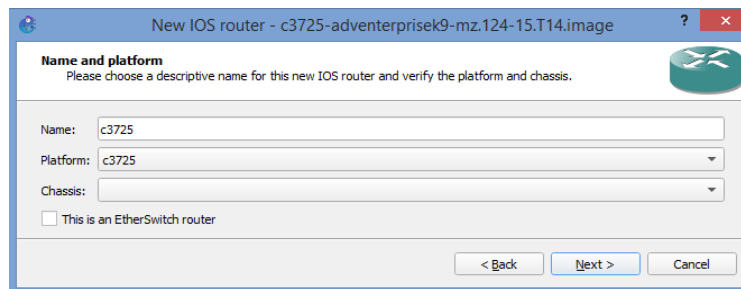


Figure 3. 27 Nom de la plate-forme

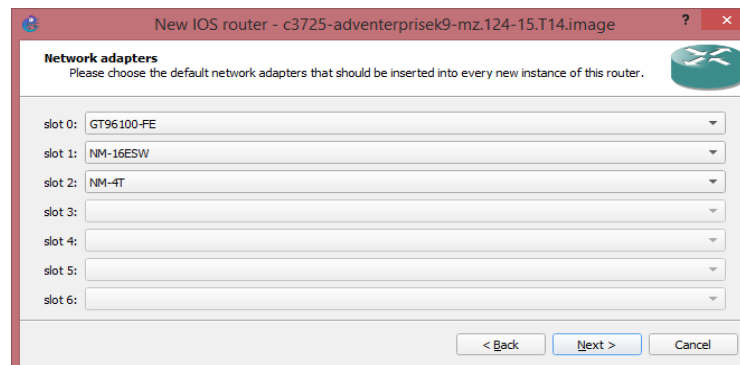


Figure 3. 28 Fenêtre des adaptateurs réseaux

Là, on peut configurer les modules.

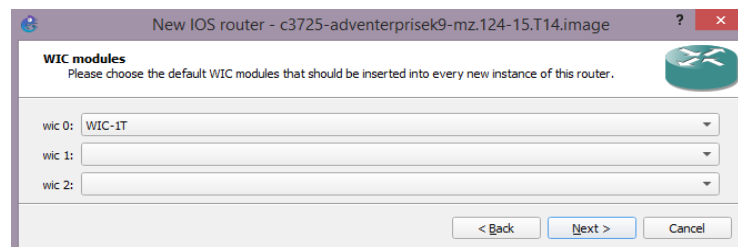


Figure 3. 29 Fenêtre des modules WIC

Là, on à ajouter des modules WIC !

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

Enfin, On va obtenir une page qui affiche les préférences du routeur IOS.

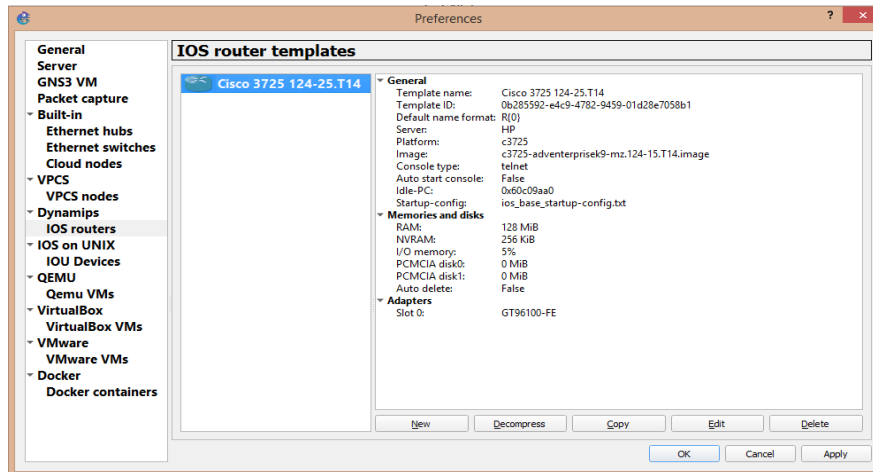


Figure 3. 30 Préférences des routeurs IOS

Sélectionner Appliquer (Apply). Puis sur OK.

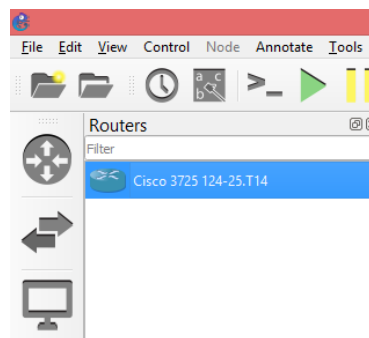


Figure 3. 31 Routeur virtuel IOS

A la fin un routeur s'affiche dans l'écran.

Donc, l'installation est terminée. On a configuré un routeur IOS et on peut l'utiliser dans nos structures.

3.4 Les émulateurs supportés par GNS3 :

GNS3 peut être envisagé comme un **point** de rencontre pour une variété d'**émulateurs OS**. [47]

3.4.1 Dynamips, Cisco :

Dynamips c'est une invention utilisée par GNS3 depuis tout son début, il peut émuler des routeurs Cisco et il fait une commutation de base. Elle utilise des images IOS Cisco réelles. [47]

Nous devons avoir accès au matériel physique, ou bien les droits de contrat de Cisco pour obtenir des photos IOS. Le Cisco n'accepte pas les images IOS non-Cisco. [47]

3.4.2 GNS3 Virtuelle Machine :

La GNS3 Virtuelle Machine est conseillée dans la plupart des cas qu'on on utilise soit Windows ou Mac OS. [47]

Les développeurs de GNS3 on fait de quelque sorte tous leurs efforts pour créer une méthode légère et facile pour l'établissement des structures GNS3. Cela inclut l'absence de prise

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

en charge correcte de Qemu lors de l'utilisation de VIRL en mode natif sous Windows, ainsi qu'une méthode qui autorise l'ajoute facile des conteneurs docker à nos projets. [47]

Toutefois, si on veut créer des structures GNS3 de base en utilisant des routeurs de types Cisco IOS, l'interface Dynamips sera suffisante. C'est-à-dire que seule la GUI GNS3 est installée. [47]

Après que nous maîtrisons l'utilisation de GNS3, il vaut mieux de passer à une configuration GNS3 Virtuelle Machine pour l'optimisation de GNS3. [47]

3.4.3 VPCS :

Pc simulateur virtuel, c'est un émulateur basique qui nous aide à émuler un PC sans interface graphique et si on est besoin que de faire quelques commandes basiques par exemple le Ping qui teste la connexion des réseaux GNS3. [47]

3.4.4 Qemu et VIRL :

On devait avoir un abonnement Cisco VIRL pour qu'on puisse utiliser les images Qemu avec le GNS3, et ceci nous donne accès à des images originales par l'équipe Cisco, les images VIRL sont inventées essentiellement pour la simulation et si on veut des nouvelles versions de Cisco. [47]

3.4.5 VirtualBox / VMware :

VirtualBox et VMware propose un moyen simple qui virtualise des dispositifs et peuvent être ajoutés aux structures GNS3. [47]

Les stations de travail VMware sont conseillées si l'enchevêtrement du système d'exploitation est exigé en raison de l'excellente prise en charge de VTx pour les processeurs AMD et Intel. [47]

Virtualbox à additionner la prise en charge de la virtualisation intégrée dans la version 6.0, mais depuis la version 6.0.12, cette prise en charge ne s'applique qu'aux processeurs AMD. Les questions sur le moment d'ajouter la prise en compte de la virtualisation intégrée pour les processeurs Intel doivent être envoyées aux forums Virtualbox, et non aux forums d'utilisateurs GNS3. [47]

3.4.6 Docker :

La virtualisation par conteneurs nous aide à optimiser les ressources matérielles du serveur avec toute facilité et simplicité. Docker est un outil qui peut regrouper une application et ses dépendances dans un conteneur isolé, qui peut s'exécuter sur n'importe quel serveur. [47]

3.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le logiciel GNS3, qui est un émulateur de réseaux puissant, très pratique est indispensable pour créer des réseaux informatiques réel virtuellement (sur ordinateur), les configurer, les simuler et les tester avant de créer les mêmes réseaux physiquement. GNS3 a été créée en 2008, écrit en langage Python, supporte les plateformes Microsoft Windows, MacOS et GNU/Linux, il est distribué en licence libre GNU GPL (GNU General Public License). Il peut émuler les équipements réseaux de plus constructeurs mondiaux comme CISCO et Juniper entre autres. Tous d'abord nous avons présenté le logiciel GNS3 et quand et pourquoi l'utiliser, puis on a présenté son interface et ses différentes composantes, après

Chapitre 3 : Le simulateur graphique des réseaux GNS3

nous avons expliqué la procédure d'installation et de configuration du logiciel et on a finalisé le chapitre par les différents émulateurs supportés par GNS3. [48]

Chapitre 4 : Conception, configuration et simulation des réseaux d'entreprises par GNS3

4.1 Introduction :

Dans le monde entier, les réseaux informatiques (intranets, extranets et Internet) ont considérablement influencé le comportement des entreprises vis-à-vis de leurs collaborateurs. Pour commencer, les organismes ont débuté par utiliser l'Internet, et ensuite l'intranet, pour y diffuser des renseignements sur eux-mêmes et leurs services afin de familiariser leurs utilisateurs, une forme de publicité passive. Depuis ces dernières années, les compagnies et leurs systèmes informatiques ont élargi leurs utilisations vers l'extranet. [50]

En fait, une entreprise qui a ouvert partiellement ses réseaux Intranet aux utilisateurs indépendants et autorisés a créé un réseau Extranet. La désignation " Intranet " appelle une comparaison avec la désignation " Internet ". En réalité, le véritable parallèle est fait avec le World Wide Web - cette distinction à son importance, dans la mesure où le réseau Internet se focalise sur une infrastructure matérielle et technologique, contrairement au réseau international qui comprend toutes les informations qui sont accessibles sur cette même infrastructure physique et professionnelle. Par ailleurs, si les intranets permettent le raccordement de plusieurs compagnies situées dans des endroits éloignés, il est également envisageable que leur fonctionnement soit exclusivement strictement réservé à l'interne, sur le réseau local (Local Area Network ou LAN). Leur avantage est de faciliter les opérations effectuées en interne par le secrétariat de la société, qui est chargé de la planification, de la conception et de la réalisation des réseaux Intranet au sein de l'entreprise, de façon à assurer un accès performant et fiable aux informations. [50]

Les sociétés ont deux possibilités pour mettre en relation les usagers d'un Intranet avec le réseau Internet :

- En achetant des connexions commutées auprès d'un fournisseur d'accès Internet (FAI) ou,
- En obtenant une connexion directe à Internet via une ligne louée.

Par ailleurs, les technologies de l'Internet constituent une formidable plate-forme qui permettra aux entreprises et aux organismes concernés de se redéfinir, en redéfinissant notamment leurs fonctions fondamentales, y compris les acquisitions et les dispositions, les opérations et la communication dans le domaine des ressources électroniques, ainsi que la fourniture de renseignements confidentiels en temps réel. En fournissant ainsi aux chercheurs et aux prestataires de renseignements la possibilité de se procurer des données indispensables, ces toutes dernières technologiques enrichissent le mécanisme décisionnel en permettant aux particuliers de bénéficier de la connaissance qui leur permettra de communiquer rapidement et de faire des choix plus éclairés. La diffusion des informations est un élément incontournable de la propagation médiatique. Les possibilités accrues offertes en matière de diffusion des informations ont fait évoluer le monde des affaires en favorisant l'émergence de nouvelles perspectives dans ce domaine. Les échanges entre entreprises et salariés ont été améliorés, et cette amélioration ne pourra être que profitable pour le milieu professionnel et les prestations offertes par la compagnie. [50]

4.2 Réseau d'entreprise intranet :

Un réseau **intranet**, est un réseau architecturé visant à offrir des solutions internes aux problèmes informatiques en utilisant la technologie **TCP/IP** Internet et en ayant à disposition les notions techniques du **web**. Il correspond à la mise en œuvre de la technologie Internet au sein d'un système privé. La désignation Intranet qualifie un réseau informatisé clos bâti selon la

technologie du **World Wide Web** dont l'accès est restreint et réservé à un certain nombre d'utilisateurs. [50]

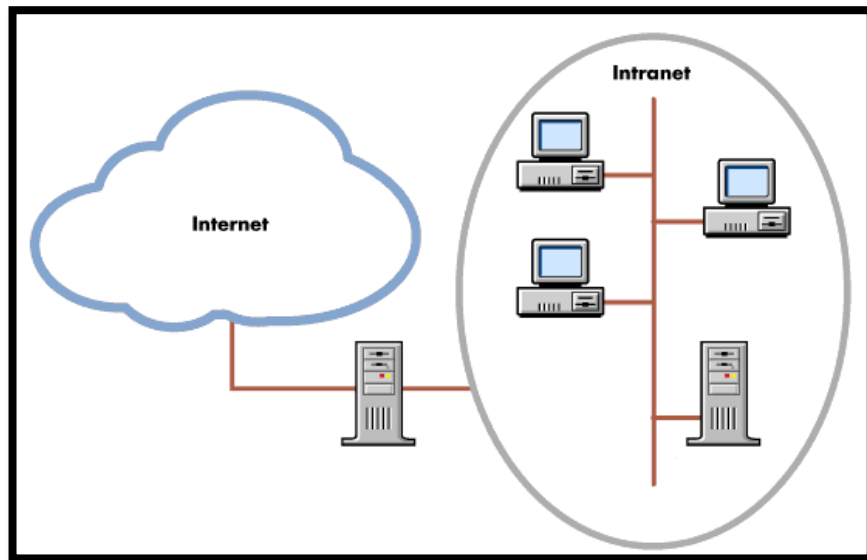


Figure 4. 1 Un réseau Intranet 1

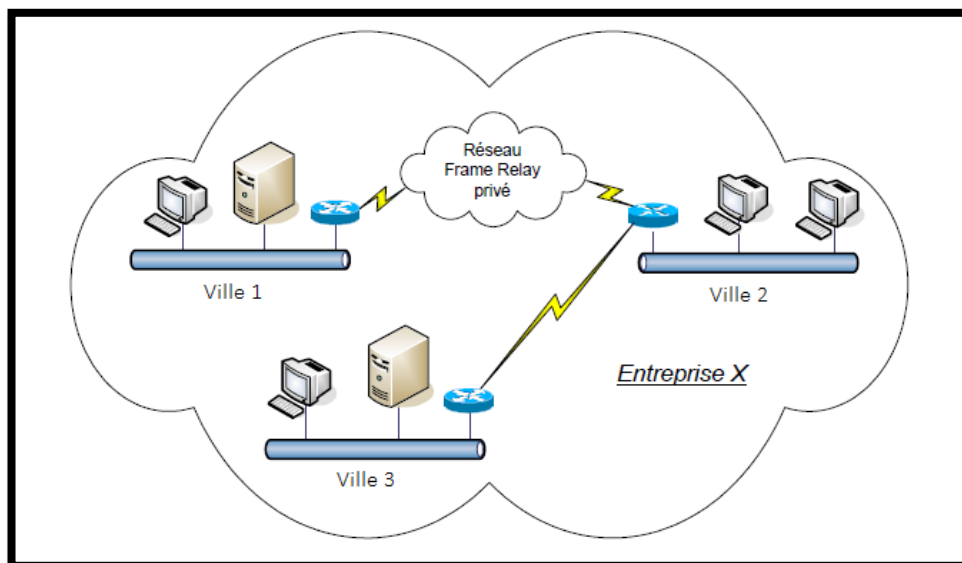


Figure 4. 2 Un réseau Intranet 2

4.3 Réseau d'entreprise extranet :

Le terme Extranet est issu de la notion d'intranet étendu. Un extranet est conçu de manière à stimuler les échanges entre entreprises. On peut envisager l'extranet comme faisant partie d'un système intégré ouvert aux utilisateurs du monde extérieur pour leur permettre de partager en sécurité des données ou des actions avec leurs partenaires. Typiquement, un identifiant et un password sont remis aux participants extranets, indiquant aux ordinateurs la nature des contenus autorisés à accéder au réseau. La popularité croissante des extranets ne cesse de croître. En outre, un extranet se rattache à Internet étant donné que les internautes visitant le site web public y ont accès, sans toutefois être autorisés à consulter les éléments intrinsèques de l'intranet. Cet extranet requiert la confidentialité et la sécurité, il nécessite de gérer des pare-feu, il émet et exploite de

préférence des brevets numériques et autres outils concurrents assurant le verrouillage des courriers, leur authentification auprès des usagers, et autres. [50]

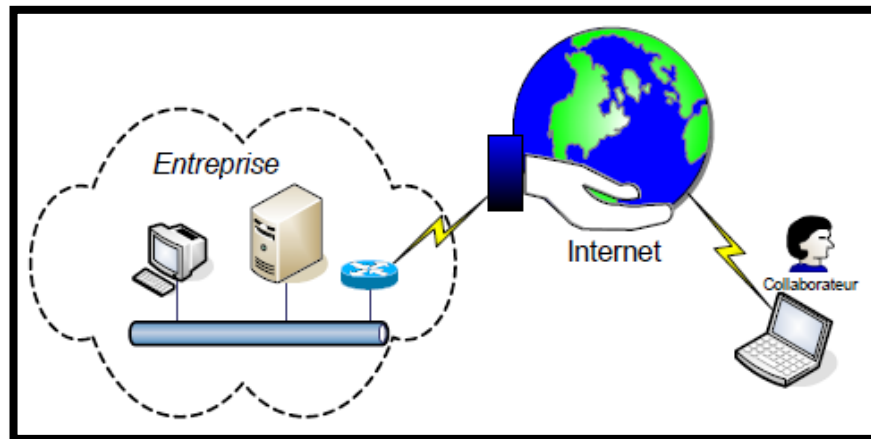


Figure 4. 3 Un réseau Extranet 1

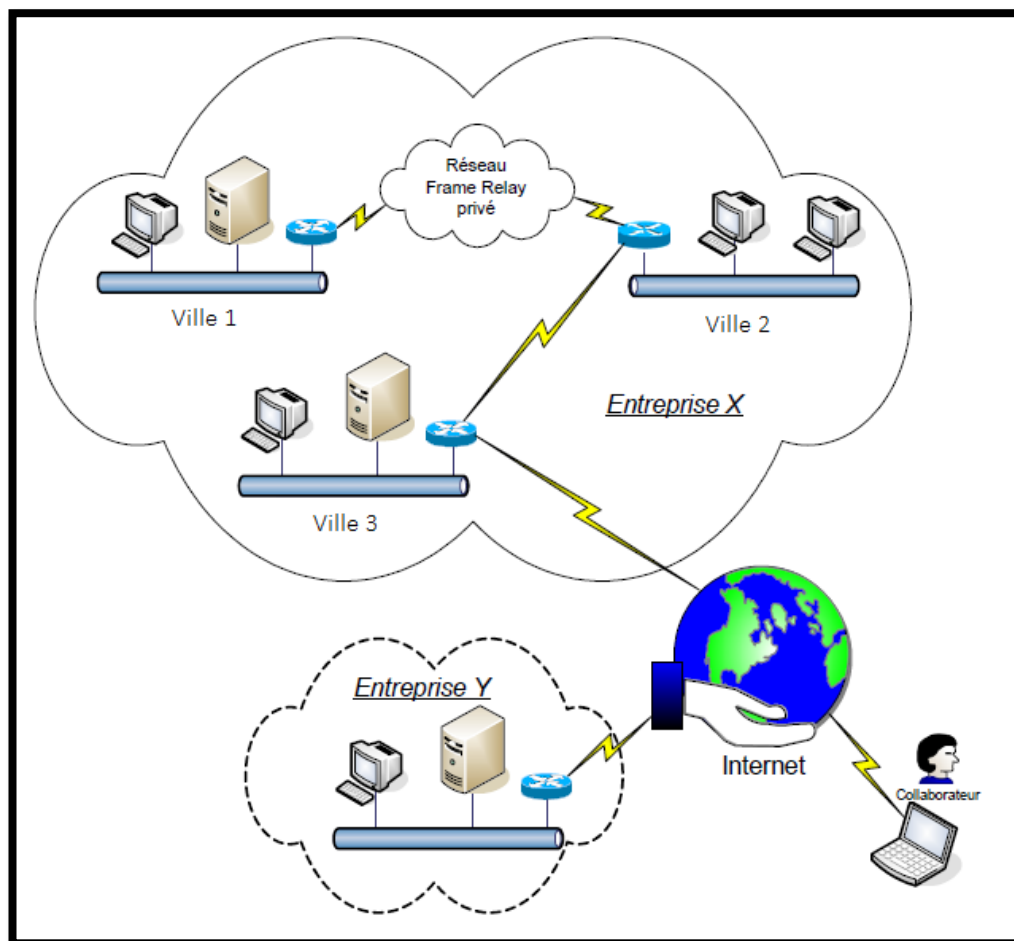


Figure 4. 4 Un réseau Extranet 2

4.4 Réseau d'entreprise internet :

La désignation Internet provient de la combinaison d'**INTER**connexion **NET**work, c'est-à-dire qu'elle spécifie la connexion entre différents réseaux (**LAN, MAN, WAN**) et dans lequel tous les utilisateurs (utilisateurs et serveurs) sont connectés au réseau. Ces unités peuvent se contacter grâce à une norme standard, appelée le **TCP/IP**. [51]

Chapitre 4 : Conception, configuration et simulation des réseaux d'entreprises par GNS3

Afin de permettre aux divers internautes de dialoguer plus aisément entre eux, certaines applications particulières ont été conçues, telles que : les browsers de type Mozilla Firefox, IE : Internet Explorer, Google Chrome, les serveurs de type DNS, FTP, etc. [51]

La relation entre ces systèmes de navigation à l'aspect d'une toile d'araignée, connue en anglais sous le nom de **WEB**. [51]

WWW: World Wide Web

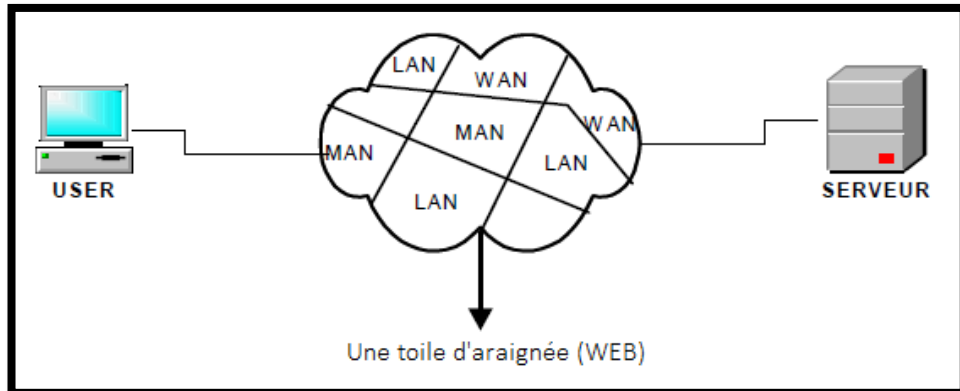


Figure 4. 5 Un réseau Internet 1

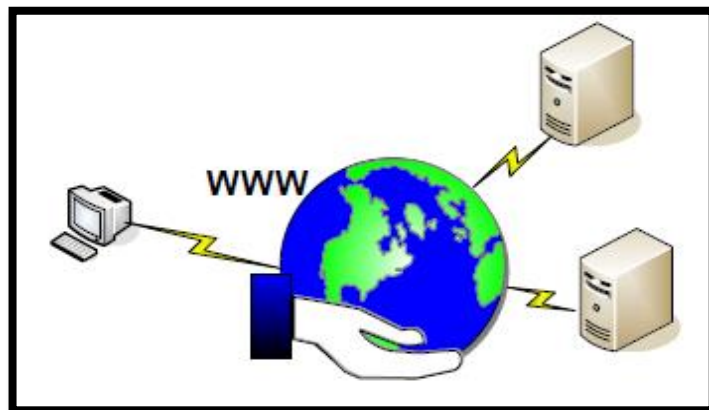


Figure 4. 6 Un réseau Internet 2

Tableau 4.1 Tableau comparatif entre l'Internet, l'Intranet et l'Extranet

Paramètre	Internet	Intranet	Extranet
Type de réseau	Public	Privé	Privé /VPN
Taille	Grand nombre d'appareils connectés	Nombre limité d'appareils connectés	Nombre limité d'appareils connectés à l'internet
Sécurité	Dépend du dispositif connecté à l'appareil	Protégé par un pare-feu	Un pare-feu sépare l'Internet et l'Extranet
Supports de communication	Ethernet et fibre optique, WIFI, Bluetooth, WIMAX, 3G, 4G, 5G, Satellite	Ethernet (câbles en cuivre), WIFI, Bluetooth	Ethernet et fibre optique, WIFI, Bluetooth, WIMAX
Protocoles utilisés	Tous les protocoles d'internet (TCP, IP, HTTPs, FTPs, DNS, DHCP,etc.)	La majorité de protocoles d'internet	Tous les protocoles d'internet (TCP, IP, HTTPs, FTPs, DNS, DHCP,etc.)
Accessibilité	Toute personne	Personnes autorisées (personnel de l'entreprise)	Personnes autorisées (personnel, collaborateurs, clients....etc.)
Partage de l'information	Les informations peuvent être partagées dans le monde entier	Les informations peuvent être partagées en toute sécurité au sein d'une organisation	Les informations peuvent être partagées entre les employés et les personnes extérieures
Propriétaire	N'appartient à personne	Propriété d'une organisation particulière	Propriété d'une ou plusieurs organisations
Exemple	World Wide Web, Courriel, Chat, Médias sociaux	Réseau des opérations internes d'une organisation	Réseau de collaboration entre deux entreprises ou plus

4.5 Différents types de topologies des réseaux informatiques :

4.5.1 Programme 1 : Réseau direct entre 2 ordinateurs (connexion point à point)

Dans cet exemple, nous avons pris 2 ordinateurs en leur attribuant des adresses IP du même réseau 192.168.1.0, puis nous les avons connectés avec un câble Ethernet.

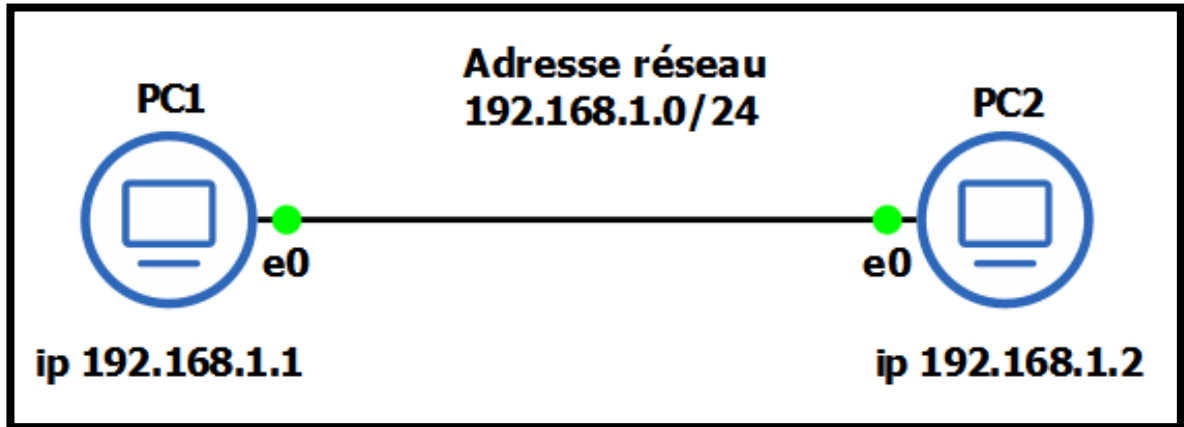


Figure 4. 7 Interface d'un réseau composé de 2 PCs

Configuration des 2 ordinateurs PC1 et PC2 :

PC1: ip 192.168.1.1/24

PC1: 192.168.1.1 255.255.255.0

PC2: ip 192.168.1.2/24

PC2: 192.168.1.2 255.255.255.0

- Pour tester le ping sur le PC1 vers le PC2 on utilise l'instruction suivante :

Ping 192.168.1.2

- Pour tester le ping sur le PC2 vers le PC1 on utilise l'instruction suivante :

Ping 192.168.1.1

```
PC1> ip 192.168.1.1/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0

PC1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.512 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.684 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.791 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.674 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.658 ms

PC1> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

Figure 4. 8 Configuration du PC1 et ping du PC2

```
PC1 PC2 x
PC2> ip 192.168.1.2/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.2 255.255.255.0

PC2> ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.785 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=64 time=0.733 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=64 time=0.659 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=64 time=0.657 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.668 ms

PC2> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done
```

Figure 4. 9 Configuration du PC2 et ping du PC1

4.5.2 Programme 2 : Réseau étoile composé de 4 ordinateurs relié entre eux avec un switch (MIC ou TPE)

Dans ce programme, on a utilisé 4 ordinateurs individuels à qui on a assigné des adresses IP du même réseau 192.168.1.0, et que l'on a raccordés avec un switch Ethernet.

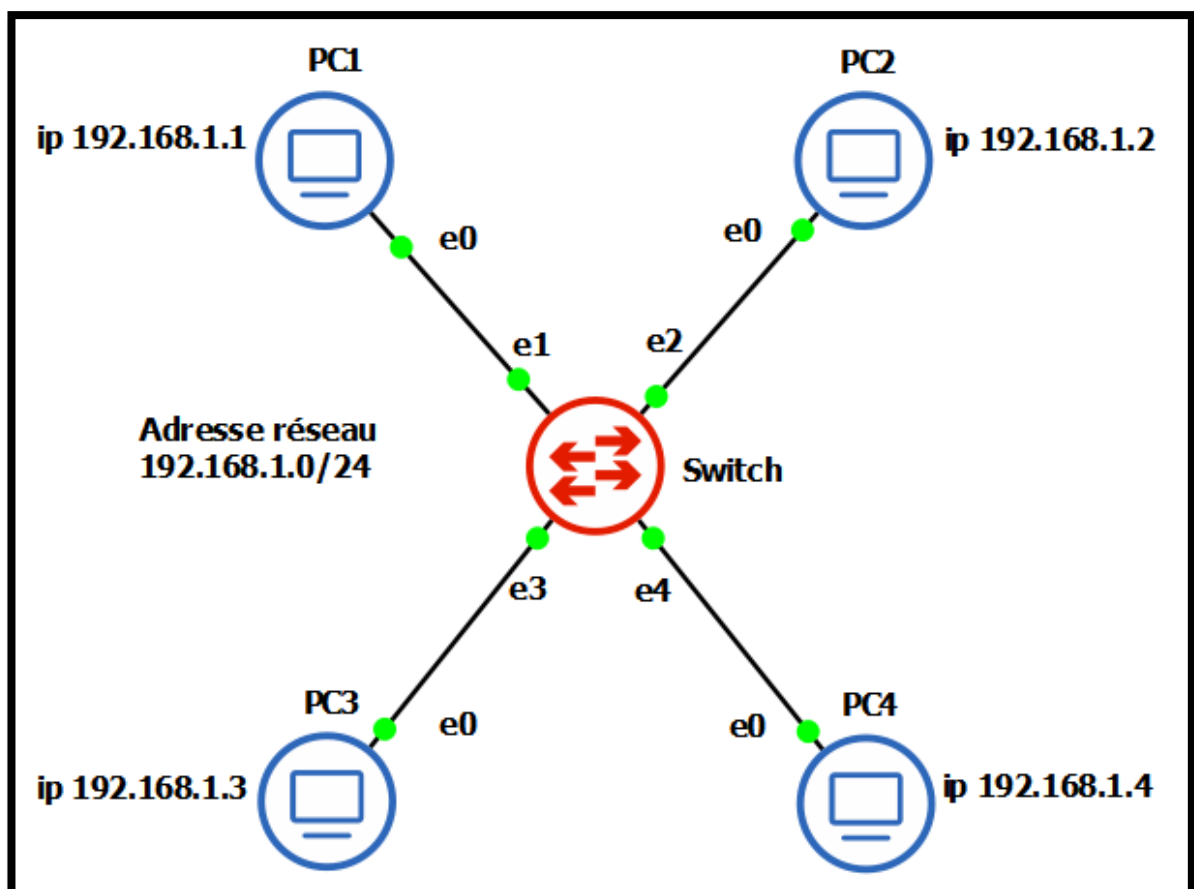


Figure 4. 10 Interface d'un réseau composé de 4 PCs et un switch

La figure suivante représente à la fois la configuration du PC1 en utilisant l'instruction **ip 192.168.1.1/24** et le ping des autres adresses des PC en utilisant l'instruction **ping 192.168.1.2** pour le PC2, **ping 192.168.1.3** pour le PC3 et **ping 192.168.1.4** pour le PC4

```
PC1> ip 192.168.1.1/24
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0

PC1> save
Saving startup configuration to startup.vpc
. done

PC1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.801 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.173 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.270 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.088 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.204 ms

PC1> ping 192.168.1.3
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.342 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.272 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.292 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.113 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=5 ttl=64 time=0.846 ms

PC1> ping 192.168.1.4
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=1 ttl=64 time=0.781 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.328 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.157 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.032 ms
84 bytes from 192.168.1.4 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.295 ms
```

Figure 4. 11 Configuration du PC1 et ping des 3 autres PC du réseau

4.5.3 Programme 3 : Réseau local virtuel composé de 3 VLANs (2 PCs dans chaque serveur) relié entre eux par un switch multicouches (PME)

Dans ce cas, on a établi 3 réseaux locaux virtuels (VLAN 10, VLAN 20 et VLAN 30) contenant chacun 2 PCs, puis, on a fourni diverses adresses réseaux à ces VLANs, et enfin, on a branché le tout avec un switch multicouche C3600 de type CISCO en attribuant l'interface f0/2 et f0/3 au 1^{er} VLAN, l'interface f0/4 et f0/5 au 2^{ème} VLAN et l'interface f0/6 et f0/7 au 3^{ème} VLAN.

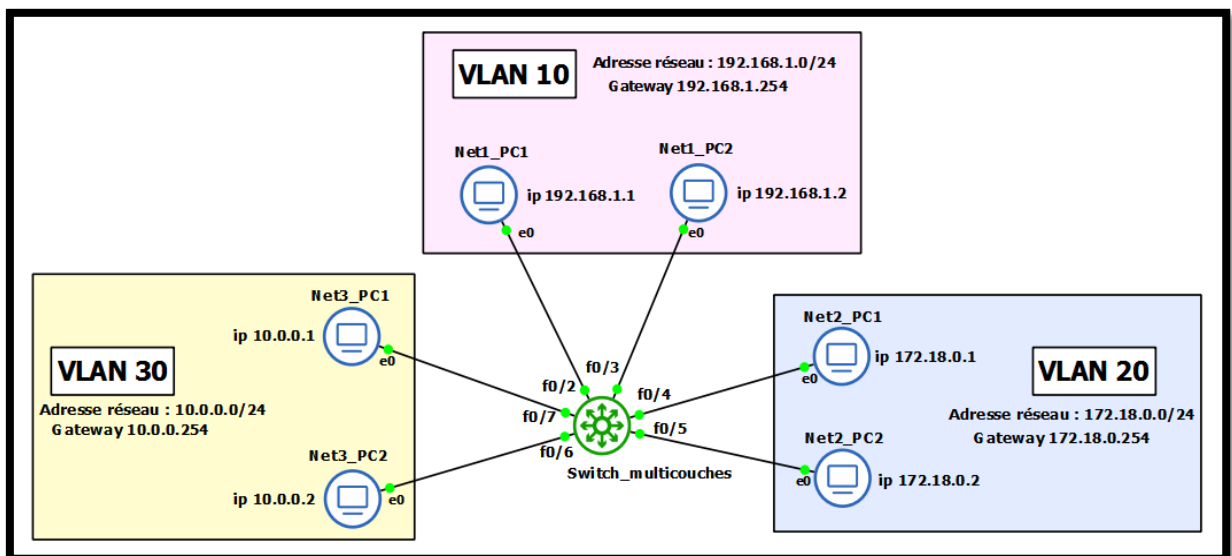
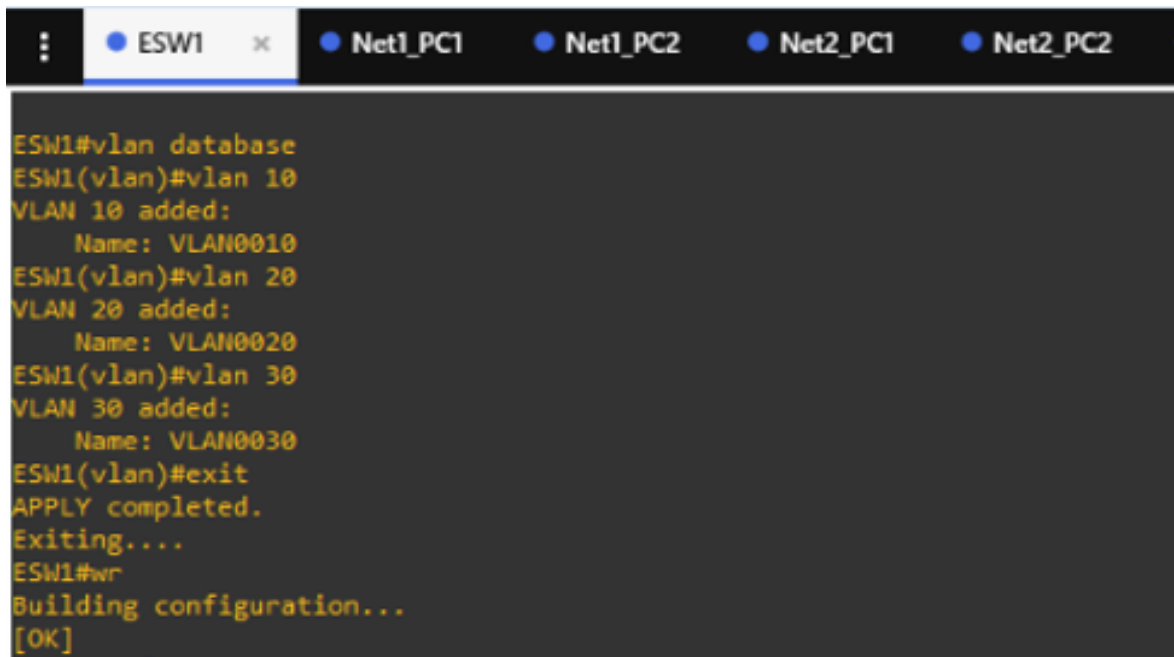


Figure 4. 12 Interface d'un réseau composé de 3 VLANs reliés par un switch multicouches

Création des VLANs :

```
ESW1: vlan database
ESW1: vlan 10
VLAN 10 ajoutée :
Nom : VLAN 0010
ESW1: vlan 20
VLAN 20 ajoutée :
Nom : VLAN 0020
ESW1: vlan 30
VLAN 30 ajoutée :
Nom: VLAN 0030
ESW1: exit
```



```
ESW1#vlan database
ESW1(vlan)#vlan 10
VLAN 10 added:
  Name: VLAN0010
ESW1(vlan)#vlan 20
VLAN 20 added:
  Name: VLAN0020
ESW1(vlan)#vlan 30
VLAN 30 added:
  Name: VLAN0030
ESW1(vlan)#exit
APPLY completed.
Exiting....
ESW1#wr
Building configuration...
[OK]
```

Figure 4. 13 Configuration du switch multicouches : Création des VLANs

Affectation des interfaces aux VLANs :

1/ Affectation des interfaces au VLAN 10 :

```
ESW1: conf t
ESW1: int f 0/2
ESW1: switchport access vlan 10
ESW1: exit
ESW1: int f 0/3
ESW1: switchport access vlan 10
ESW1: exit
```

2/ Affectation des interfaces au VLAN 20 :

```
ESW1: int f 0/4
ESW1: switchport access vlan 20
ESW1: exit
ESW1: int f 0/5
ESW1: switchport access vlan 20
ESW1 : exit
```

3/ Affectation des interfaces au VLAN 30 :

```
ESW1: int f 0/6
ESW1: switchport access vlan 30
ESW1: exit
ESW1: int f 0/7
ESW1: switchport access vlan 30
ESW1 (config-if): exit
ESW1 (config): exit
```

```
ESW1#conf t
Enter configuration commands, one per line.  End with CNTL/Z.
ESW1(config)#int f0/2
ESW1(config-if)#switchport access vlan 10
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int f0/3
ESW1(config-if)#switchport access vlan 10
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int f0/4
ESW1(config-if)#switchport access vlan 20
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int f0/5
ESW1(config-if)#switchport access vlan 20
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int f0/6
ESW1(config-if)#switchport access vlan 30
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int f0/7
ESW1(config-if)#switchport access vlan 30
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#exit
ESW1#
*Mar  1 00:04:28.055: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
ESW1#wr
Building configuration...
```

Figure 4. 14 Configuration du switch multicouches : Affectation des interfaces aux VLANs

```
Building configuration...
[OK]
ESW1#show vlan-switch brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/0, Fa0/1, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15
10 VLAN0010	active	Fa0/2, Fa0/3
20 VLAN0020	active	Fa0/4, Fa0/5
30 VLAN0030	active	Fa0/6, Fa0/7
1002 fddi-default	active	
1003 token-ring-default	active	
1004 fddinet-default	active	
1005 trnet-default	active	

Figure 4. 15 Configuration du switch multicouches : Affichage des VLANs et interfaces créés

Configuration des adresses IP des VLANs :

1/ Configuration d'adresse IP de VLAN 10 :

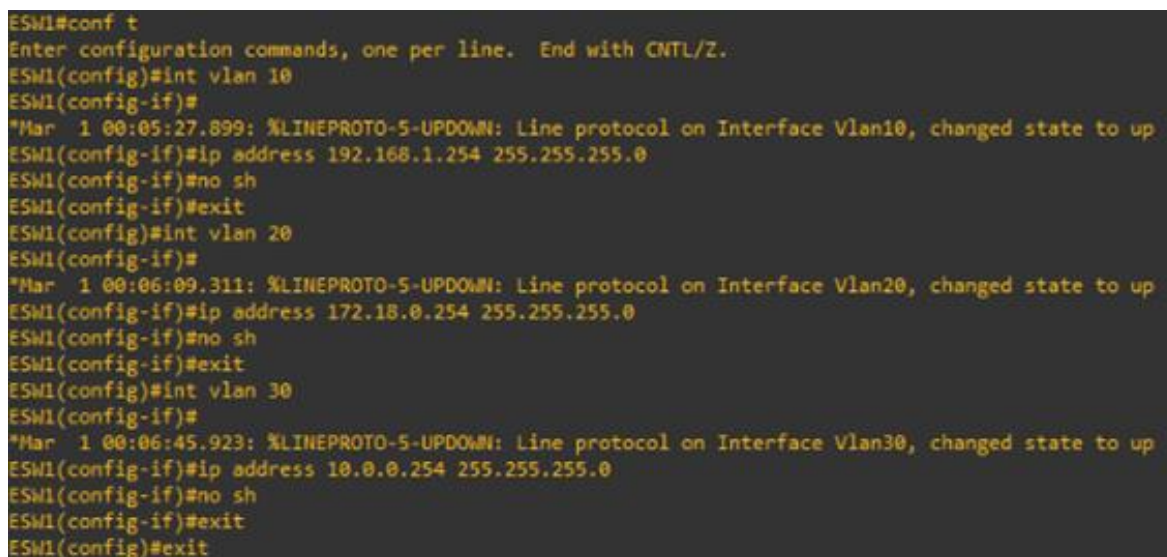
```
ESW1: conf t
ESW1: int vlan 10
ESW1: ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
ESW1: no sh
ESW1: exit
```

2/ Configuration d'adresse IP de VLAN 20 :

```
ESW1: int vlan 20
ESW1: ip address 172.18.0.254 255.255.255.0
ESW1: no sh
ESW1: exit
```

3/ Configuration d'adresse IP de VLAN 30 :

```
ESW1: int vlan 30
ESW1: ip address 10.0.0.254 255.255.255.0
ESW1: no sh
ESW1: exit
```



```
ESW1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
ESW1(config)#int vlan 10
ESW1(config-if)#
*Mar 1 00:05:27.899: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan10, changed state to up
ESW1(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
ESW1(config-if)#no sh
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int vlan 20
ESW1(config-if)#
*Mar 1 00:06:09.311: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan20, changed state to up
ESW1(config-if)#ip address 172.18.0.254 255.255.255.0
ESW1(config-if)#no sh
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#int vlan 30
ESW1(config-if)#
*Mar 1 00:06:45.923: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Vlan30, changed state to up
ESW1(config-if)#ip address 10.0.0.254 255.255.255.0
ESW1(config-if)#no sh
ESW1(config-if)#exit
ESW1(config)#exit
```

Figure 4. 16 Configuration du switch multicouches : Configuration des adresses IP des VLANs

- Cette figure représente l'affichage du routage du switch multicouches C3600 de type CISCO

```
ESW1#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.18.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.18.0.0 is directly connected, Vlan20
    10.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, Vlan30
C       192.168.1.0/24 is directly connected, Vlan10
ESW1#
```

Figure 4. 17 Configuration du switch multicouches : Affichage du routage

La figure ci-dessous montre le ping vers d'autres adresses PCs dans les 3 différents VLANs existents en utilisant l'instruction **ping 192.168.1.2** pour le PC2 du VLAN 1, **ping 172.18.0.1** pour le PC1 du VLAN 2, **ping 172.18.0.2** pour le PC2 du VLAN 2, **ping 10.0.0.1** pour le PC1 du VLAN 3 et **ping 10.0.0.2** pour le PC2 du VLAN 3.

```
Net1_PC1 x Net1_PC2 Net2_PC1 Net2_PC2
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254

Net1_PC1> ping 192.168.1.2
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.455 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=2 ttl=64 time=1.702 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.606 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=4 ttl=64 time=2.814 ms
84 bytes from 192.168.1.2 icmp_seq=5 ttl=64 time=3.347 ms

Net1_PC1> ping 172.18.0.1
84 bytes from 172.18.0.1 icmp_seq=1 ttl=63 time=21.434 ms
84 bytes from 172.18.0.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=21.331 ms
84 bytes from 172.18.0.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=20.444 ms
84 bytes from 172.18.0.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=15.578 ms
84 bytes from 172.18.0.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=12.430 ms

Net1_PC1> ping 172.18.0.2
84 bytes from 172.18.0.2 icmp_seq=1 ttl=63 time=18.210 ms
84 bytes from 172.18.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=23.435 ms
84 bytes from 172.18.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=13.294 ms
84 bytes from 172.18.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=22.274 ms
84 bytes from 172.18.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=22.221 ms

Net1_PC1> ping 10.0.0.1
10.0.0.1 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=2 ttl=63 time=16.271 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=63 time=20.349 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=63 time=14.304 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=5 ttl=63 time=21.277 ms

Net1_PC1> ping 10.0.0.2
10.0.0.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=33.318 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=21.278 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=22.267 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=22.324 ms
```

Figure 4. 18 Ping de 5 PCs dans les 3 VLANs du réseau

4.5.4 Programme 4 : Réseau en étoile étendu composé de 3 VLANs qui contient 5 PCs chacun relié avec un switch simple, le tout est relié par un switch multicouches (ETI)

Dans l'exemple suivant, on a implanté trois réseaux locaux virtuels (VLAN 10, VLAN 20 et VLAN 30), dont chacun regroupe 5 PCs, et chaque ensemble de PCs est branché à un switch Ethernet. Par la suite, on a affecté des adresses réseaux variées aux VLANs, et pour finir, on a raccordé le tout avec un switch multicouche C3600 de type CISCO en attribuant l'interface f0/2 au 1^{er} VLAN, l'interface f0/3 au 2^{ème} VLAN et l'interface f0/4 au 3^{ème} VLAN.

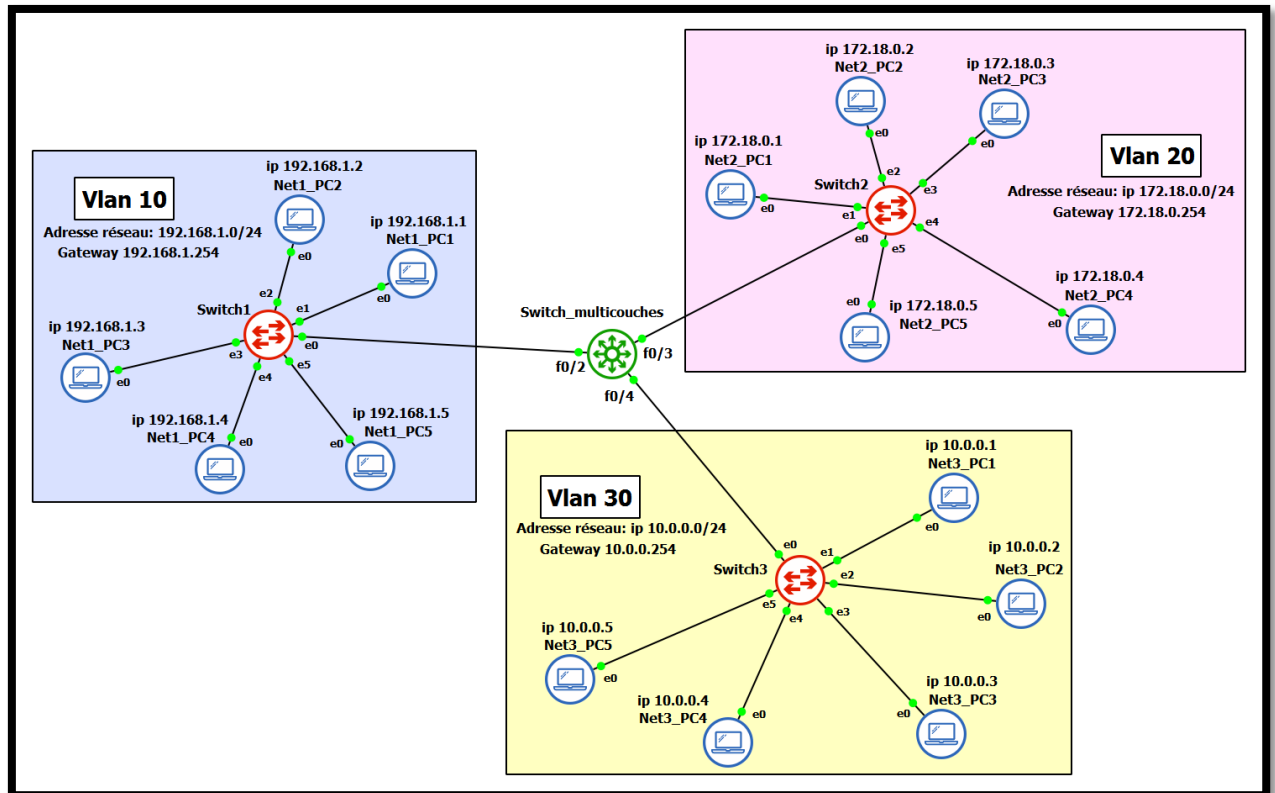


Figure 4. 19 Switch multicouches connecté avec 3 switches (3 VLANs)

Dans la **Figure 4.20** on a essayé de faire un ping à partir du PC du VLAN 1 vers un PC de chaque VLANs en débutant par le ping du PC3 du VLAN 1 selon la consigne ci-après **ping 192.168.1.3**, le PC5 du VLAN 2 selon la consigne : **ping 172.18.0.5**, et le PC2 du VLAN 3 avec l'indication suivante : **ping 10.0.0.2**

```

Net1_PC4
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.4 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254

Net1_PC4> ping 192.168.1.3
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=1 ttl=64 time=1.706 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=2 ttl=64 time=2.406 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=3 ttl=64 time=1.241 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=4 ttl=64 time=1.492 ms
84 bytes from 192.168.1.3 icmp_seq=5 ttl=64 time=1.786 ms

Net1_PC4> ping 172.18.0.5
172.18.0.5 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 172.18.0.5 icmp_seq=2 ttl=63 time=14.906 ms
84 bytes from 172.18.0.5 icmp_seq=3 ttl=63 time=12.531 ms
84 bytes from 172.18.0.5 icmp_seq=4 ttl=63 time=12.536 ms
84 bytes from 172.18.0.5 icmp_seq=5 ttl=63 time=12.531 ms

Net1_PC4> ping 10.0.0.2
10.0.0.2 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=2 ttl=63 time=18.639 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=3 ttl=63 time=21.380 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=4 ttl=63 time=24.905 ms
84 bytes from 10.0.0.2 icmp_seq=5 ttl=63 time=13.451 ms
    
```

Figure 4. 20 Ping de 3 PCs de 3 VLANs divers

4.5.5 Programme 5 : Réseau WAN composé d'un seul PC relié avec un routeur et un cloud

Dans le cas qui suit, on a mis en place un ordinateur dont son adresse IP sera 192.168.1.1 et on lui a associé un Routeur C3725 de type CISCO qui possède 2 ports, on a indiqué au premier port f0/1 une adresse de masque de réseau 192.168.1.254, ce dernier est relié à l'ordinateur, tandis que pour le second port f0/0 nous lui avons fourni une adresse DHCP et il sera relié au Cloud.

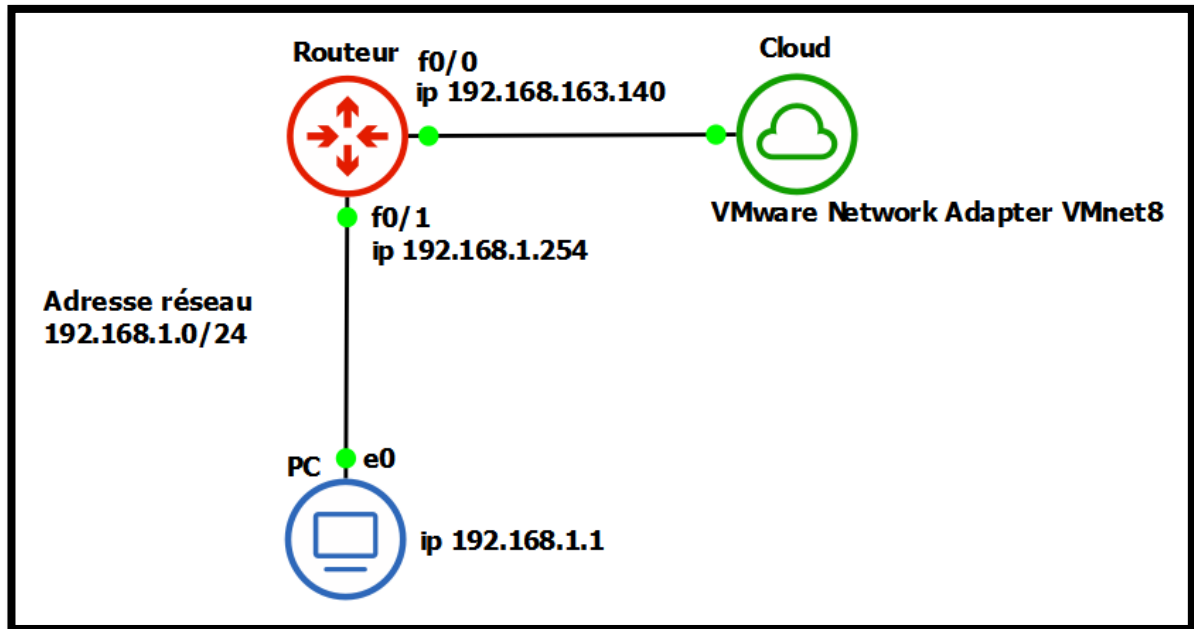


Figure 4. 21 Interface d'un réseau composé d'un PC relié avec un routeur et un cloud
Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/1 du routeur :

```
R1: conf t
R1: int f 0/1
R1: ip add 192.168.1.254 255.255.255.0
R1: no shutdown
R1: exit
```

Le screenshot montre une fenêtre de configuration pour le routeur R1. Le terminal affiche les commandes suivantes :

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int f0/1
R1(config-if)#ip add 192.168.1.254 255.255.255.0
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
```

Figure 4. 22 Configuration du routeur : Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/1

Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/0 du routeur :

```
R1: conf t
R1: int f 0/0
R1: ip add dhcp
R1: no shutdown
R1 (config-if): exit
R1 (config): exit
```

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#int f0/0
R1(config-if)#ip add dhcp
R1(config-if)#no shutdown
R1(config-if)#exit
*Mar 1 00:01:55.479: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:01:56.479: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:02:06.739: %DHCP-6-ADDRESS_ASSIGN: Interface FastEthernet0/0 assigned DHCP address 192.168.163.140, mask 255.255.255.0, hostname R1
R1(config)#exit
```

Figure 4. 23 Configuration du routeur : Configuration d'adresse IP de l'interface f 0/0

- Pour visualiser les adresses affectées aux interfaces **f 1/0** et **f 0/0** il faut utiliser l'instruction **Sh ip int brief**

```
R1#sh ip int brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protocol
FastEthernet0/0          192.168.163.140 YES DHCP    up      up
FastEthernet0/1          192.168.1.254   YES manual  up      up
```

Figure 4. 24 Configuration du routeur : Affichage des adresses affectées aux interfaces

Configuration de la recherche DNS du routeur pour l'interface f 0/0 :

R1 : conf t

R1 : ip domain-lookup

R1 : exit

L'instruction **ip domain-lookup** exécute et active la fonction de recherche DNS (système de nom de domaine) qui convertit les appellations du domaine Internet en adressage IP.

L'instruction **wr** est destinée à la sauvegarde de la configuration que nous avons faite au niveau du Routeur.

```
R1#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ip domain-lookup
R1(config)#exit
R1#
*Mar 1 00:02:37.011: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1#wr
Building configuration...
[OK]
```

Figure 4. 25 Configuration du routeur avec l'instruction : ip domain-lookup

Comme le montre l'illustration ci-dessous, nous avons tenté de transmettre un ping à partir du routeur du site **GOOLGE** avec la commande **ping google.com** et du site **AMAZON** avec la commande **ping amazon.com**.

```
R1#ping google.com

Translating "google.com"...domain server (192.168.163.2) [OK]

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 142.250.201.14, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 136/148/168 ms
R1#ping amazon.com

Translating "amazon.com"...domain server (192.168.163.2) [OK]

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 205.251.242.103, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 200/215/268 ms
```

Figure 4. 26 Ping de divers sites à partir du routeur

A titre d'exemple, nous avons testé à partir du PC un ping vers le site **GOOGLE** à travers la séquence **ping google.com** et vers le site **INSTAGRAM** à travers la séquence **ping instagram.com**.

```

: R1 PC x |
NAME      : PC[1]
IP/MASK   : 192.168.1.1/24
GATEWAY   : 192.168.1.254
DNS       : 8.8.8.8
MAC       : 00:50:79:66:68:00
LPORT     : 10008
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10009
MTU       : 1500

PC> ping google.com
google.com resolved to 142.250.203.238
84 bytes from 142.250.203.238 icmp_seq=1 ttl=127 time=65.221 ms
84 bytes from 142.250.203.238 icmp_seq=2 ttl=127 time=66.820 ms
84 bytes from 142.250.203.238 icmp_seq=3 ttl=127 time=64.452 ms
84 bytes from 142.250.203.238 icmp_seq=4 ttl=127 time=65.472 ms
84 bytes from 142.250.203.238 icmp_seq=5 ttl=127 time=61.730 ms

PC> ping instagram.com
instagram.com resolved to 157.240.196.174
84 bytes from 157.240.196.174 icmp_seq=1 ttl=127 time=63.391 ms
84 bytes from 157.240.196.174 icmp_seq=2 ttl=127 time=58.797 ms
84 bytes from 157.240.196.174 icmp_seq=3 ttl=127 time=59.425 ms
84 bytes from 157.240.196.174 icmp_seq=4 ttl=127 time=76.651 ms
84 bytes from 157.240.196.174 icmp_seq=5 ttl=127 time=63.891 ms
```

Figure 4. 27 Ping de divers sites à partir du PC

4.5.6 Programme 6 : Réseau WAN composé de 5PCs reliés avec un switch, un routeur et un cloud

Dans le cas ci-dessous, on a installé cinq PCs qui disposent de la même adresse réseau 192.168.1.0, puis, on les a branchés à un switch Ethernet, et ce dernier on l'a rattaché à un Routeur C3725 de type CISCO, en attribuant au premier port f0/1 l'adresse du masque 192.168.1.254 et au deuxième port une adresse DHCP, et pour terminer on a raccordé ce Routeur avec un Cloud.

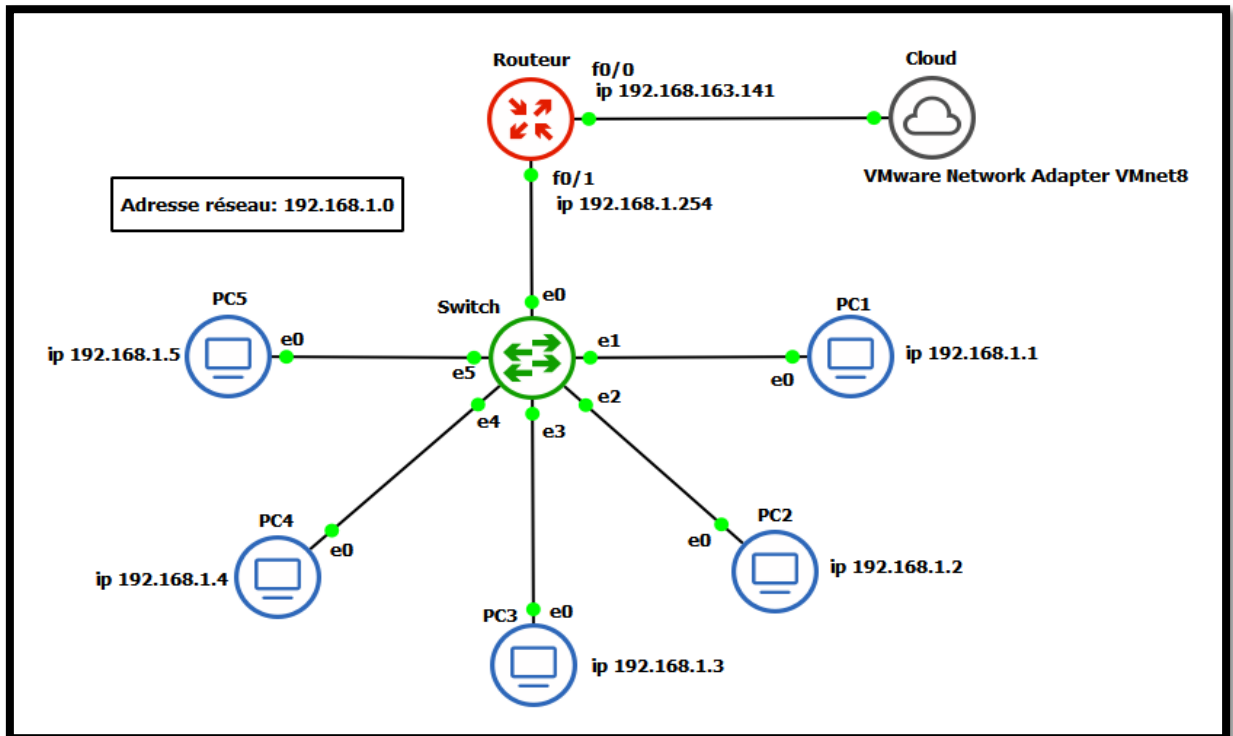


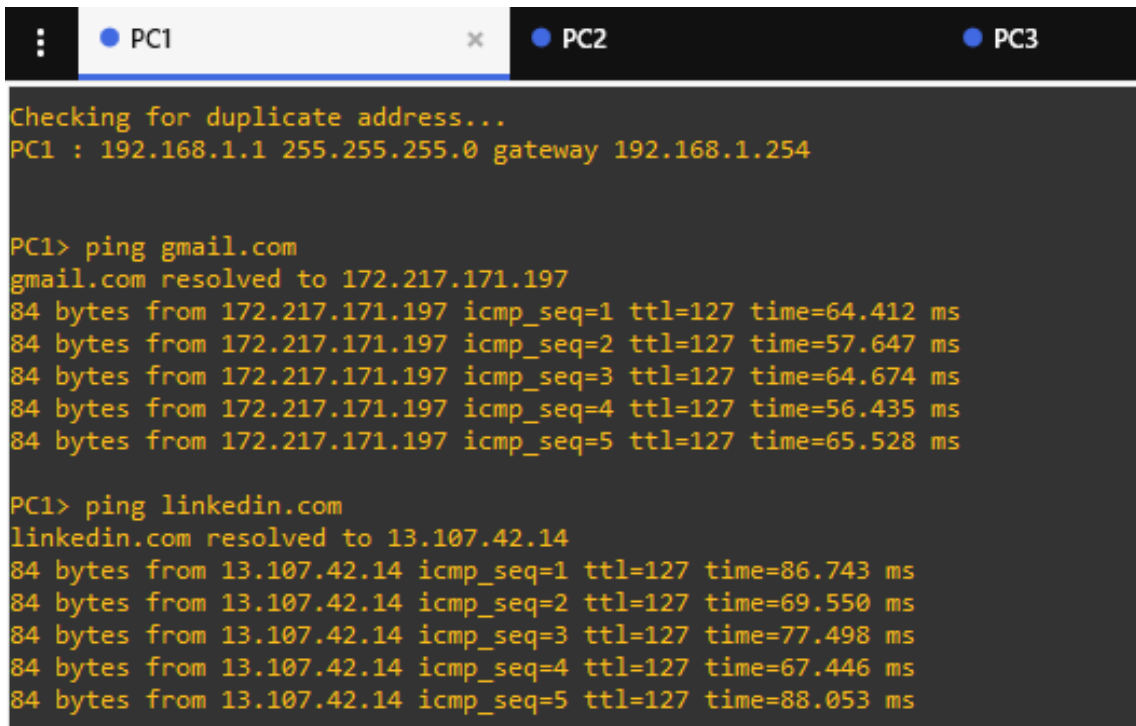
Figure 4. 28 Interface d'un réseau composé d'un VLAN de 5 PCs liée avec un switch, un routeur et un cloud

Comme indiqué sur l'illustration inférieure, à partir du routeur nous avons effectué un ping sur le moteur de recherche **YOUTUBE** en utilisant la directive **ping youtube.com** et sur le site **WIKIPEDIA** en utilisant la directive **ping wikipedia.com**.

```
Routeur#ping youtube.com
Translating "youtube.com"...domain server (192.168.163.2) [OK]
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 142.251.37.46, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 136/153/176 ms
Routeur#ping wikipedia.org
Translating "wikipedia.org"...domain server (192.168.163.2) [OK]
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 91.198.174.192, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 84/88/96 ms
```

Figure 4. 29 Ping de quelques sites à partir du routeur

On a pu, ainsi, tester depuis le PC1 un ping à destination du site **GMAIL** par la saisie de la formule **ping gmail.com** et à destination du site **LINKEDIN** par la saisie de la formule **ping linkedin.com**. Comme on le constate à la figure qui suit.



```

PC1
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.1 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254

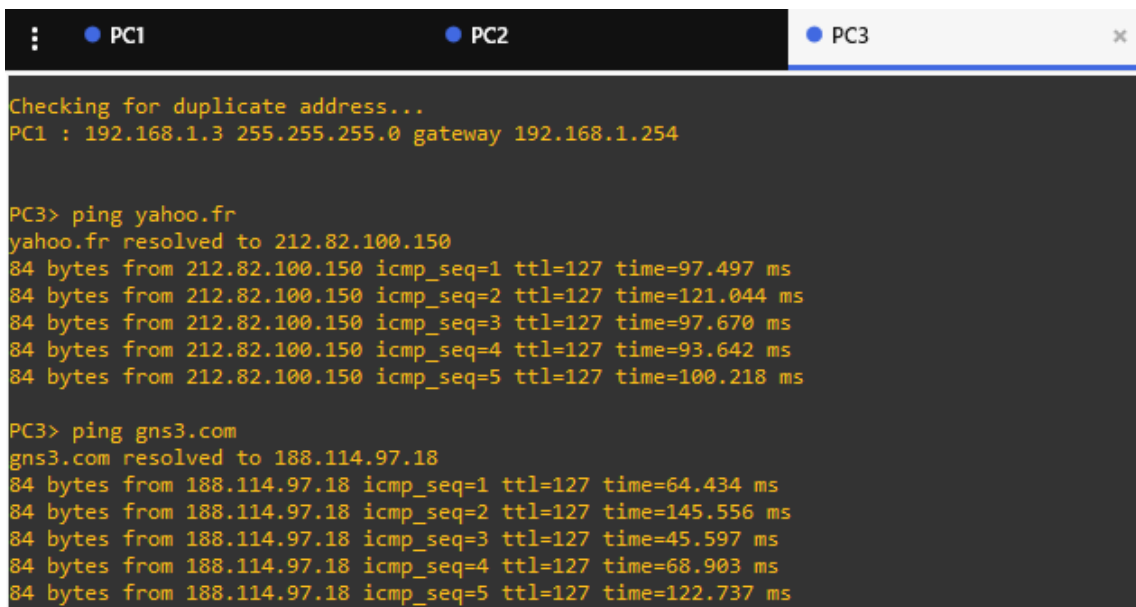
PC1> ping gmail.com
gmail.com resolved to 172.217.171.197
84 bytes from 172.217.171.197 icmp_seq=1 ttl=127 time=64.412 ms
84 bytes from 172.217.171.197 icmp_seq=2 ttl=127 time=57.647 ms
84 bytes from 172.217.171.197 icmp_seq=3 ttl=127 time=64.674 ms
84 bytes from 172.217.171.197 icmp_seq=4 ttl=127 time=56.435 ms
84 bytes from 172.217.171.197 icmp_seq=5 ttl=127 time=65.528 ms

PC1> ping linkedin.com
linkedin.com resolved to 13.107.42.14
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=1 ttl=127 time=86.743 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=2 ttl=127 time=69.550 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=3 ttl=127 time=77.498 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=4 ttl=127 time=67.446 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=5 ttl=127 time=88.053 ms

```

Figure 4. 30 Ping de quelques sites à partir du PC1

On a aussi, fait un test de ping depuis le PC3 vers le site **GMAIL** suivant la consigne **ping gmail.com** et vers le site **LINKEDIN** suivant la consigne **ping linkedin.com**. Ainsi que le prouve le figure en bas.



```

PC3
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.3 255.255.255.0 gateway 192.168.1.254

PC3> ping yahoo.fr
yahoo.fr resolved to 212.82.100.150
84 bytes from 212.82.100.150 icmp_seq=1 ttl=127 time=97.497 ms
84 bytes from 212.82.100.150 icmp_seq=2 ttl=127 time=121.044 ms
84 bytes from 212.82.100.150 icmp_seq=3 ttl=127 time=97.670 ms
84 bytes from 212.82.100.150 icmp_seq=4 ttl=127 time=93.642 ms
84 bytes from 212.82.100.150 icmp_seq=5 ttl=127 time=100.218 ms

PC3> ping gns3.com
gns3.com resolved to 188.114.97.18
84 bytes from 188.114.97.18 icmp_seq=1 ttl=127 time=64.434 ms
84 bytes from 188.114.97.18 icmp_seq=2 ttl=127 time=145.556 ms
84 bytes from 188.114.97.18 icmp_seq=3 ttl=127 time=45.597 ms
84 bytes from 188.114.97.18 icmp_seq=4 ttl=127 time=68.903 ms
84 bytes from 188.114.97.18 icmp_seq=5 ttl=127 time=122.737 ms

```

Figure 4. 31 Ping de quelques sites à partir du PC3

4.5.7 Programme 7 : Réseau WAN composé de 3 VLANs qui contient 4 PCs chacun reliés avec un switch, le tout est relié par un switch multicouches, un routeur et un cloud

Dans cet exemple, on a créé 3 réseaux locaux virtuels (VLAN 10, VLAN 20 et VLAN 30) réunissant chacun 4 PCs, et chaque groupe de PCs est branché à un switch Ethernet. Puis, on a affecté divers adresses réseaux aux VLANs, ensuite, on a lié le tout avec un switch multicouche C3725 de type CISCO en affectant l'interface f1/1 au 1er VLAN, l'interface f1/2 au 2ème VLAN et l'interface f1/3 au 3ème VLAN, et on a attaché ce dernier à un Routeur C3725 de type CISCO. On a ensuite affecté à l'interface f0/1 du switch multicouche et du routeur une adresse IP du même réseau 192.168.10.0, pendant que le second port a été assigné à une adresse DHCP, et pour finir on a branché le Routeur avec un Cloud.

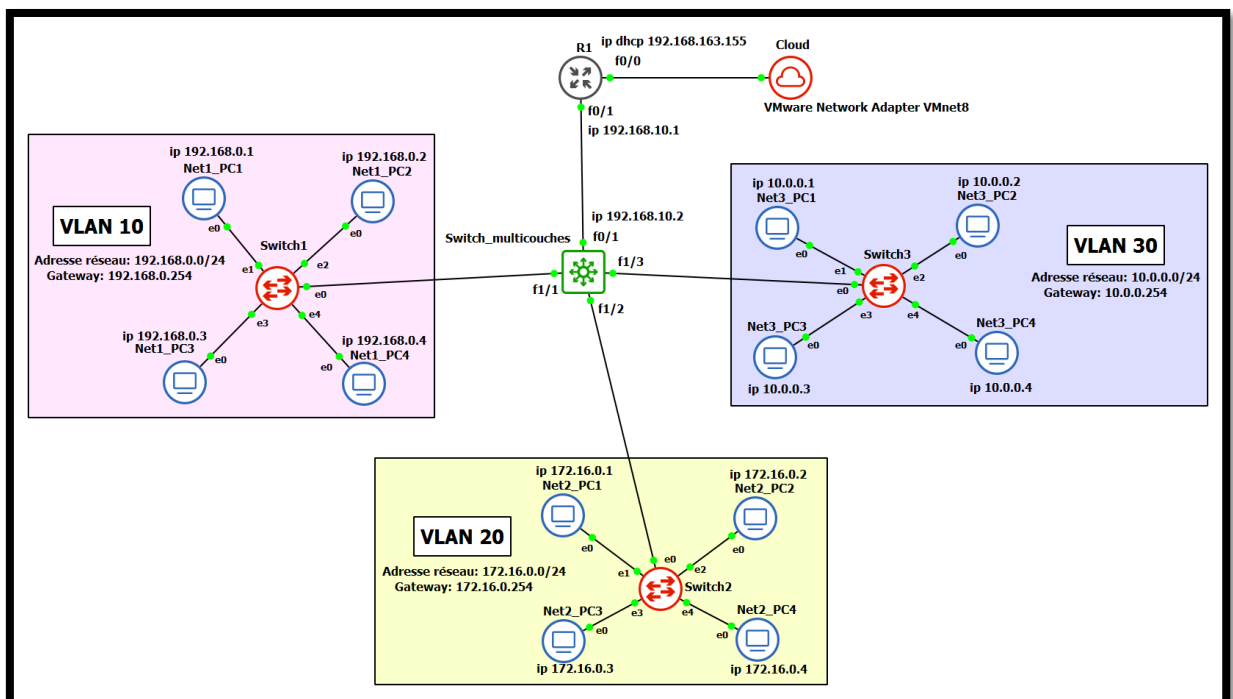


Figure 4. 32 Interface d'un réseau composé de 3 VLANs relié avec un switch multicouches, un routeur et un cloud

Configuration de la commande « eigrp 100 » dans le routeur :

```

Routeur : conf t
Routeur : router eigrp 100
Routeur : no auto-summary
Routeur : network 192.168.10.0
Routeur (config-router) : exit
Routeur (config) : exit
    
```

- La commande « eigrp 100 » sert à relier le routeur avec les switches multicouches adjacents

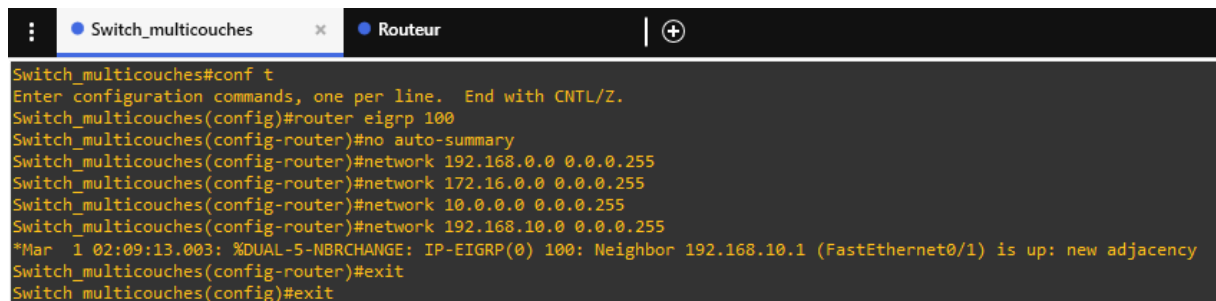
```

Routeur#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Routeur(config)#router eigrp 100
Routeur(config-router)#no auto-summary
Routeur(config-router)#network 192.168.10.0
Routeur(config-router)#exit
*Mar 1 00:13:48.783: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 192.168.10.2 (FastEthernet0/1) is up: new adjacency
Routeur(config)#exit
    
```

Figure 4. 33 Configuration du routeur : eigrp 100

Configuration de la commande « eigrp 100 » dans le switch multicouches :

```
Switch_multicouches: conf t
Switch_multicouches: router eigrp 100
Switch_multicouches: no auto-summary
Switch_multicouches: network 192.168.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches: network 172.16.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches: network 10.0.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches: network 192.168.10.0 0.0.0.255
Switch_multicouches (config-router): exit
Switch_multicouches (config): exit
```

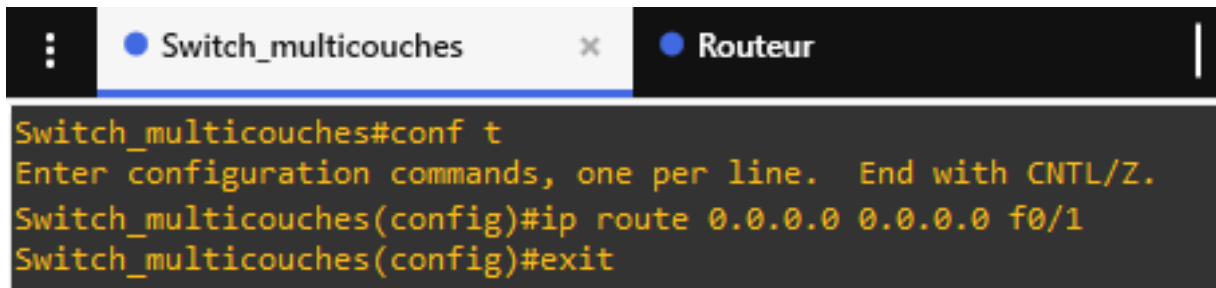


```
Switch_multicouches#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch_multicouches(config)#router eigrp 100
Switch_multicouches(config-router)#no auto-summary
Switch_multicouches(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches(config-router)#network 172.16.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches(config-router)#network 10.0.0.0 0.0.0.255
Switch_multicouches(config-router)#network 192.168.10.0 0.0.0.255
*Mar 1 02:09:13.003: %DUAL-5-NBRCHANGE: IP-EIGRP(0) 100: Neighbor 192.168.10.1 (FastEthernet0/1) is up: new adjacency
Switch_multicouches(config-router)#exit
Switch_multicouches(config)#exit
```

Figure 4. 34 Configuration du switch multicouches : eigrp 100

Configuration switch multicouches « ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f 0/1 » :

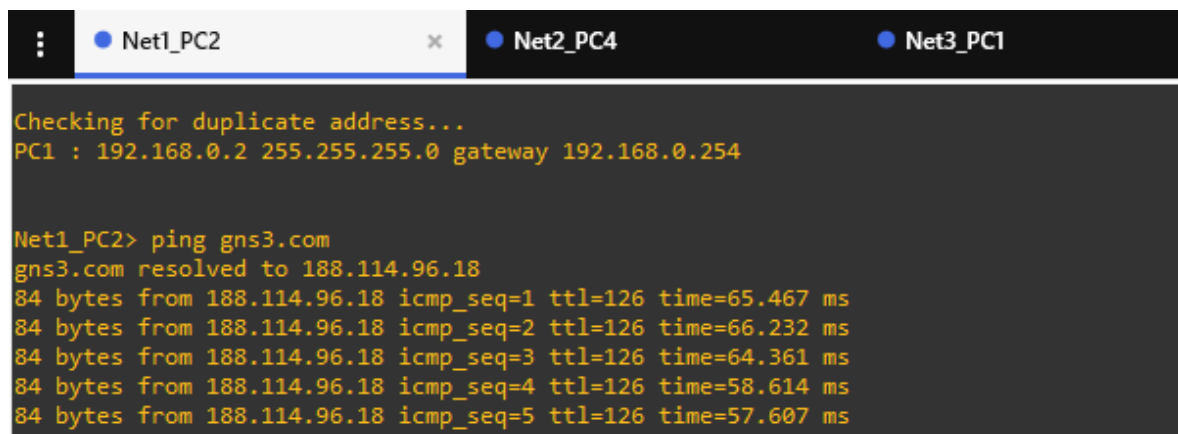
```
Switch_multicouches : conf t
Switch_multicouches : ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f 0/1
Switch_multicouches : exit
```



```
Switch_multicouches#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch_multicouches(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f0/1
Switch_multicouches(config)#exit
```

Figure 4. 35 Configuration du switch multicouches : ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 f 0/1

La figure suivante montre un test de ping depuis le PC2 du VLAN 1 vers le site GNS3 suivant la consigne **ping gns3.com**

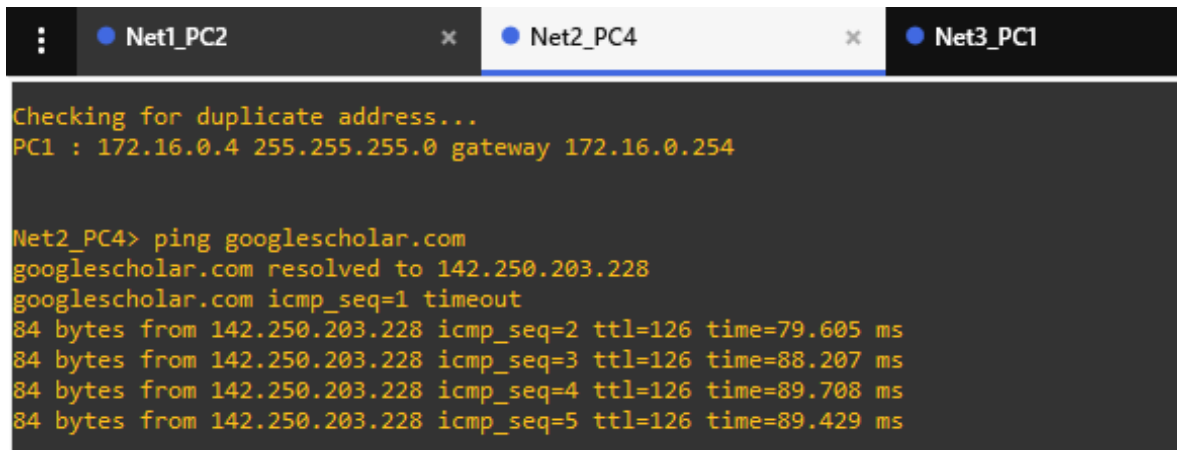


```
Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.0.2 255.255.255.0 gateway 192.168.0.254

Net1_PC2> ping gns3.com
gns3.com resolved to 188.114.96.18
84 bytes from 188.114.96.18 icmp_seq=1 ttl=126 time=65.467 ms
84 bytes from 188.114.96.18 icmp_seq=2 ttl=126 time=66.232 ms
84 bytes from 188.114.96.18 icmp_seq=3 ttl=126 time=64.361 ms
84 bytes from 188.114.96.18 icmp_seq=4 ttl=126 time=58.614 ms
84 bytes from 188.114.96.18 icmp_seq=5 ttl=126 time=57.607 ms
```

Figure 4. 36 Ping du site GNS3.COM à partir du PC2 VLAN 1

La figure ci-dessous illustre un ping du PC4 du VLAN 2 vers le site **GOOGLE SCHOLAR** avec la commande **ping googlescholar.com**

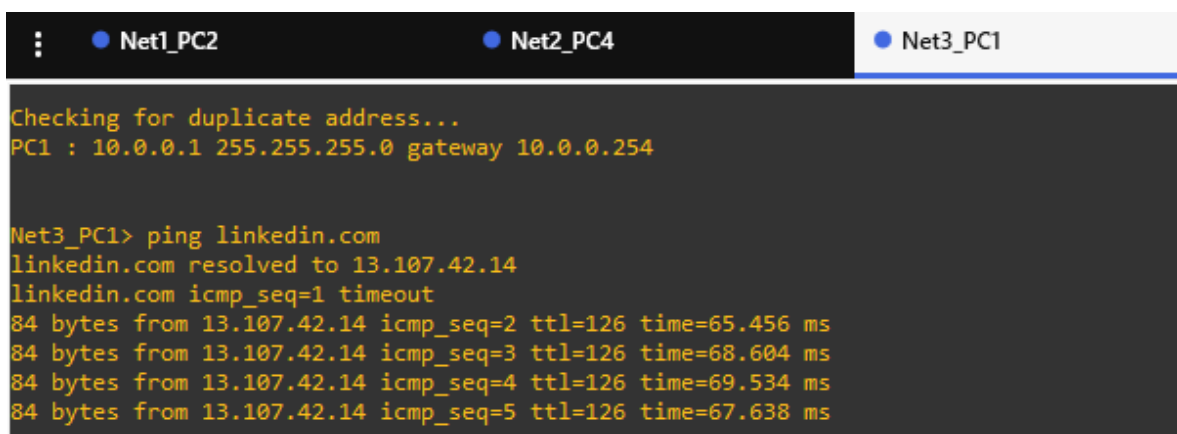


```
Net2_PC4
Checking for duplicate address...
PC1 : 172.16.0.4 255.255.255.0 gateway 172.16.0.254

Net2_PC4> ping googlescholar.com
googlescholar.com resolved to 142.250.203.228
googlescholar.com icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 142.250.203.228 icmp_seq=2 ttl=126 time=79.605 ms
84 bytes from 142.250.203.228 icmp_seq=3 ttl=126 time=88.207 ms
84 bytes from 142.250.203.228 icmp_seq=4 ttl=126 time=89.708 ms
84 bytes from 142.250.203.228 icmp_seq=5 ttl=126 time=89.429 ms
```

Figure 4. 37 Ping du site GOOGLESCHOLAR.COM à partir du PC4 VLAN 2

La figure ci-après est un essai d'un ping à partir du PC1 du VLAN 3 vers le site **LINKEDIN** en utilisant la formule **ping linkedin.com**



```
Net3_PC1
Checking for duplicate address...
PC1 : 10.0.0.1 255.255.255.0 gateway 10.0.0.254

Net3_PC1> ping linkedin.com
linkedin.com resolved to 13.107.42.14
linkedin.com icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=2 ttl=126 time=65.456 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=3 ttl=126 time=68.604 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=4 ttl=126 time=69.534 ms
84 bytes from 13.107.42.14 icmp_seq=5 ttl=126 time=67.638 ms
```

Figure 4. 38 Ping du site LINKEDIN.COM à partir du PC1 VLAN 3

4.5.8 Programme 8 : Réseau GE : Grande Entreprise

Dans le cas suivant, on a constitué 3 départements distincts, contenant 2 à 3 VLANs, avec chacun une adresse réseau particulière et qui sont liés avec des switches multicouches C3725 de type CISCO, lesquels sont également connectés à des Routeurs C3725 de type CISCO, qui sont eux-mêmes interconnectés entre eux au niveau du Routeur R2, et pour finir on a raccordé ceux-ci à un Cloud.

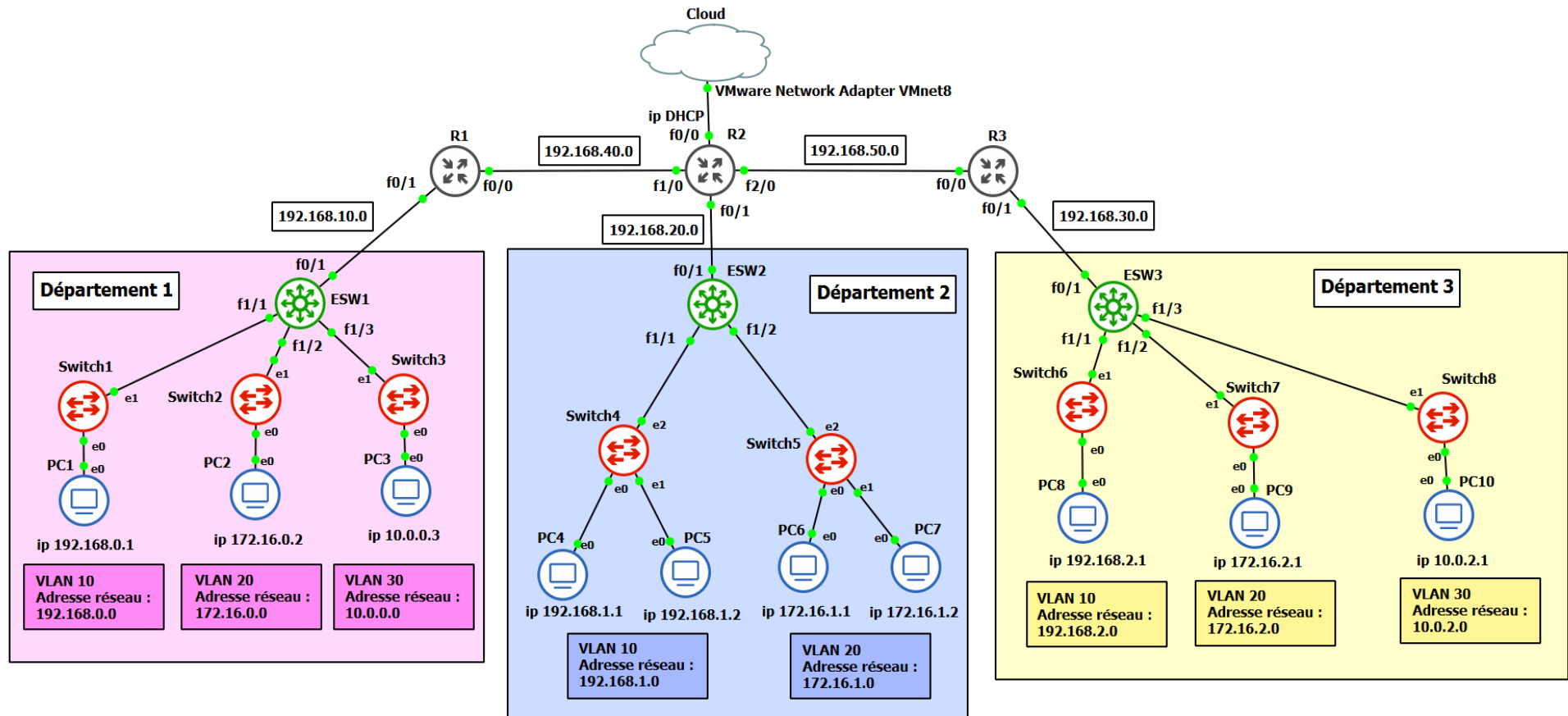
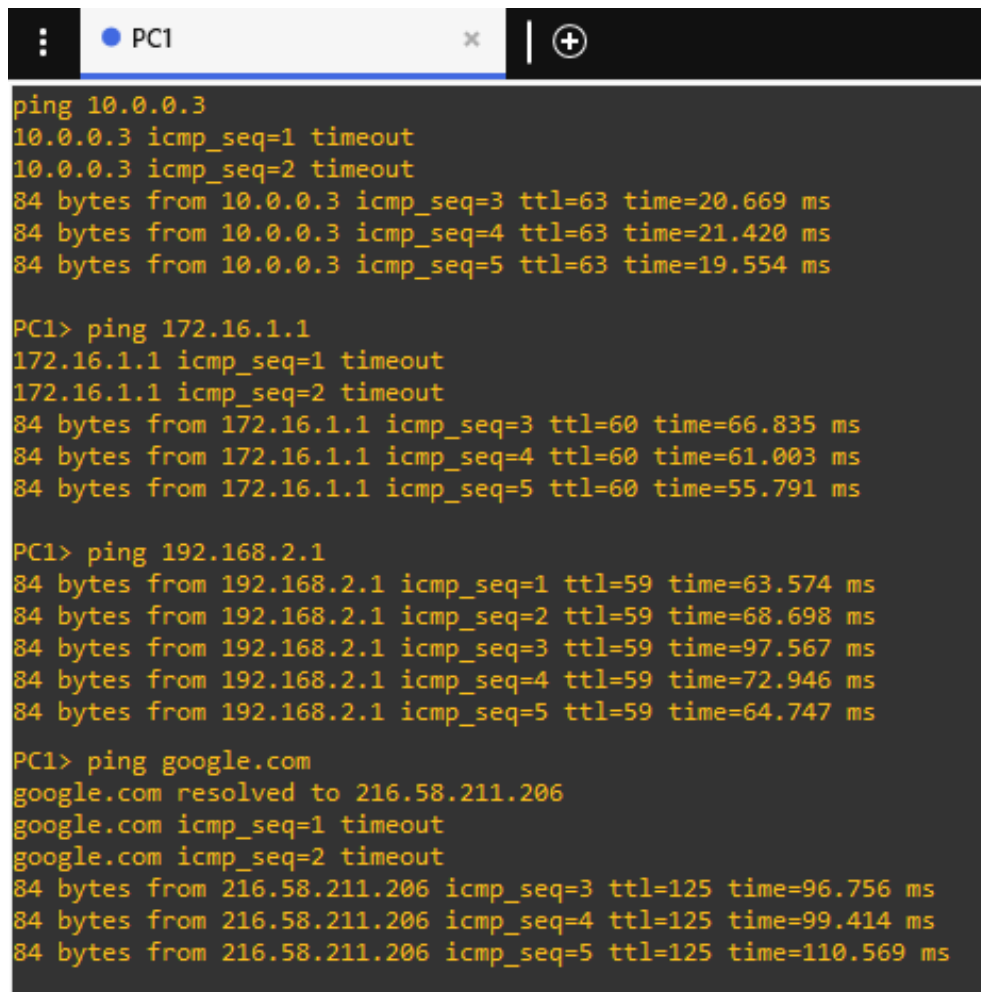


Figure 4. 39 Interface d'un réseau GE

Comme le montre l'illustration ci-dessous, nous avons tenté de tester un ping à partir du PC1 vers le PC3 du VLAN 3 (Département 1) avec l'instruction **ping 10.0.0.3**, et vers le PC6 du VLAN 2 (Département 2) avec l'instruction **ping 172.16.1.1** et aussi vers le PC8 du VLAN 1 (Département 3) avec l'instruction **ping 192.168.2.1**.

Et on a pu faire un ping vers le site **GOOLGE** avec le même PC1 avec la commande **ping google.com**



```
PC1
ping 10.0.0.3
10.0.0.3 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.3 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=3 ttl=63 time=20.669 ms
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=4 ttl=63 time=21.420 ms
84 bytes from 10.0.0.3 icmp_seq=5 ttl=63 time=19.554 ms

PC1> ping 172.16.1.1
172.16.1.1 icmp_seq=1 timeout
172.16.1.1 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.16.1.1 icmp_seq=3 ttl=60 time=66.835 ms
84 bytes from 172.16.1.1 icmp_seq=4 ttl=60 time=61.003 ms
84 bytes from 172.16.1.1 icmp_seq=5 ttl=60 time=55.791 ms

PC1> ping 192.168.2.1
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=1 ttl=59 time=63.574 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=2 ttl=59 time=68.698 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=3 ttl=59 time=97.567 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=4 ttl=59 time=72.946 ms
84 bytes from 192.168.2.1 icmp_seq=5 ttl=59 time=64.747 ms

PC1> ping google.com
google.com resolved to 216.58.211.206
google.com icmp_seq=1 timeout
google.com icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 216.58.211.206 icmp_seq=3 ttl=125 time=96.756 ms
84 bytes from 216.58.211.206 icmp_seq=4 ttl=125 time=99.414 ms
84 bytes from 216.58.211.206 icmp_seq=5 ttl=125 time=110.569 ms
```

Figure 4. 40 Ping du PC1 vers les 3 différents départements + ping du site GOOGLE

4.5.9 Programme 9 : Réseau Groupes d'entreprises

Dans l'exemple ci-dessous, on a construit 5 switches multicouches, contenant chacun 1 à 2 VLANs ayant des adresses réseau distinctes, connectés les uns aux autres par des routeurs qui sont eux-mêmes attachés les uns aux autres en R4 et R1 et pour finir on a attaché le tout à un Cloud.

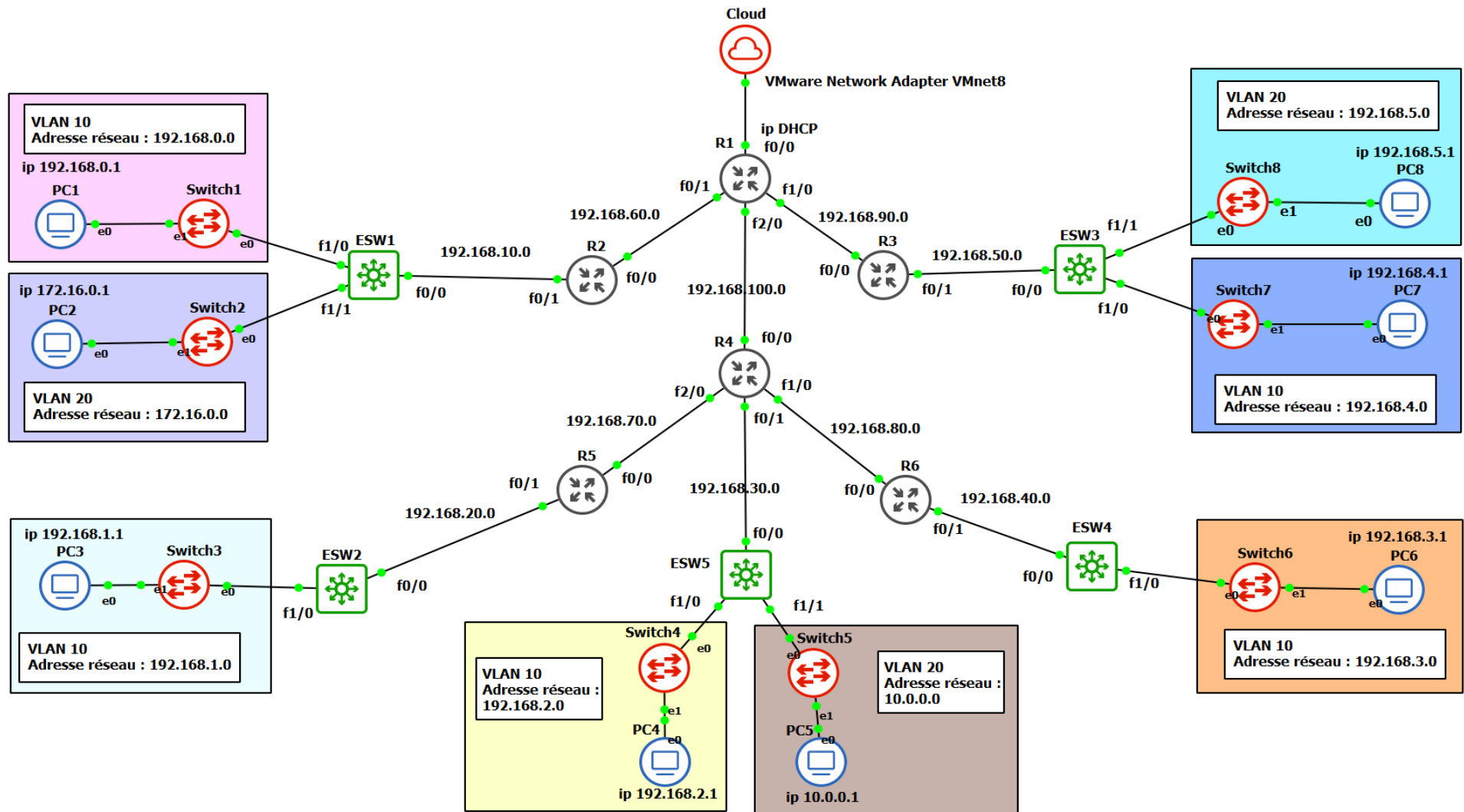
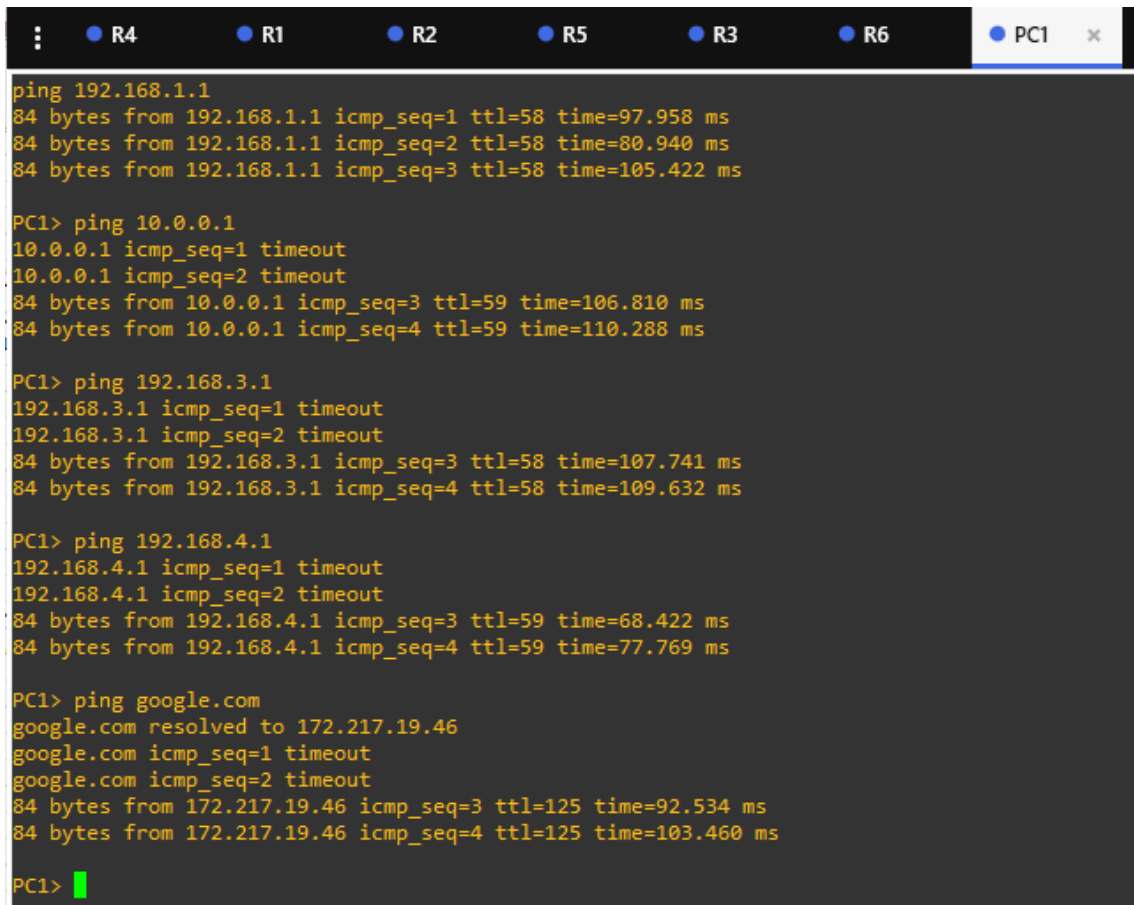


Figure 4. 41 Interface d'un réseau Groupes d'Entreprises

Comme indiqué sur l'illustration inférieure, à partir du PC1 nous avons effectué un ping vers le PC3 « **ping 192.168.1.1** », le PC5 « **ping 10.0.0.1** », le PC6 « **ping 192.168.3.1** » et le PC7 « **ping 192.168.4.1** ».

Et aussi vers le site de recherche **GOOGLE** avec la directive **ping google.com**



```

ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=58 time=97.958 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=2 ttl=58 time=80.940 ms
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=3 ttl=58 time=105.422 ms

PC1> ping 10.0.0.1
10.0.0.1 icmp_seq=1 timeout
10.0.0.1 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=3 ttl=59 time=106.810 ms
84 bytes from 10.0.0.1 icmp_seq=4 ttl=59 time=110.288 ms

PC1> ping 192.168.3.1
192.168.3.1 icmp_seq=1 timeout
192.168.3.1 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=3 ttl=58 time=107.741 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=4 ttl=58 time=109.632 ms

PC1> ping 192.168.4.1
192.168.4.1 icmp_seq=1 timeout
192.168.4.1 icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 192.168.4.1 icmp_seq=3 ttl=59 time=68.422 ms
84 bytes from 192.168.4.1 icmp_seq=4 ttl=59 time=77.769 ms

PC1> ping google.com
google.com resolved to 172.217.19.46
google.com icmp_seq=1 timeout
google.com icmp_seq=2 timeout
84 bytes from 172.217.19.46 icmp_seq=3 ttl=125 time=92.534 ms
84 bytes from 172.217.19.46 icmp_seq=4 ttl=125 time=103.460 ms

PC1> █

```

Figure 4. 42 Ping du PC1 vers d'autres différents PCs + ping du site GOOGLE

4.5.10 Programme 10 : Exemple réelle de l'unité commerciale SNVI Tlemcen

La figure ci-après illustre la hiérarchie réelle de l'unité commerciale SNVI Tlemcen avec ses divers départements. Nous souhaitons traduire cette figure en une représentation graphique sous GNS3.

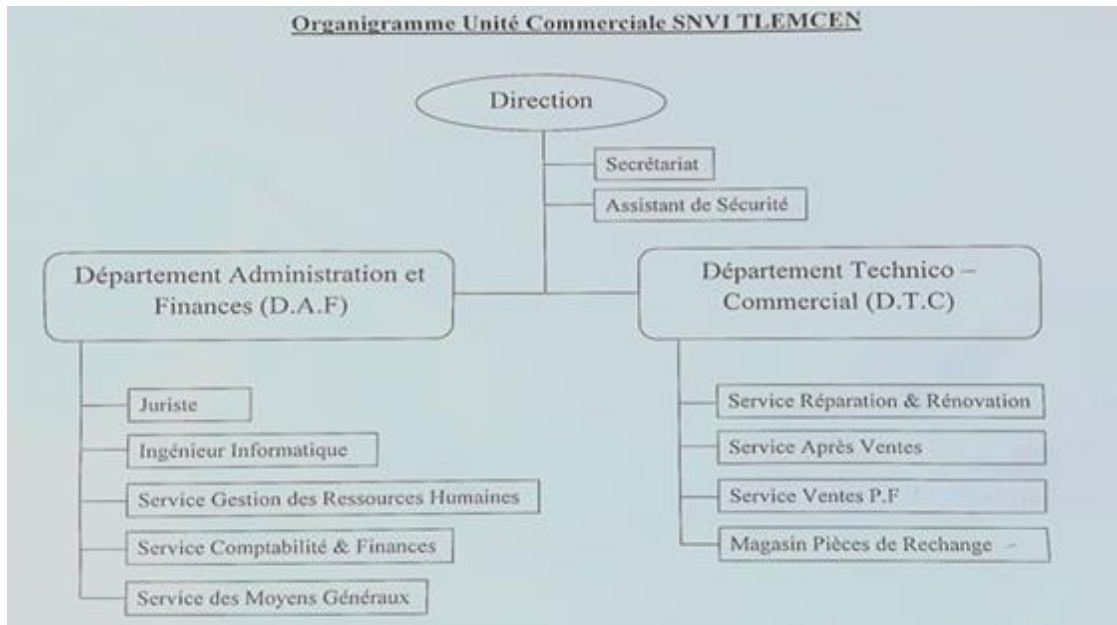


Figure 4. 43 Organigramme de l'unité commerciale SNVI Tlemcen

Comme le prouve le graphique ci-dessous on a pu faire apparaître la hiérarchisation globale de ce service SNVI Tlemcen en réalisant un Routeur qui représente la direction générale composée de 4 départements distincts : le secrétariat et l'assistant de sécurité qui sont chacun présentés par un PC connecté avec un switch Ethernet, ainsi que les départements DAF et DTC qui ont été présentés par un switch multicouche C3725 type CISCO comprenant 5 VLANs pour le DAF et 4 VLANs pour le DTC, et afin que le groupe SNVI puisse accéder vers Internet on a connecté le Routeur avec un Cloud.

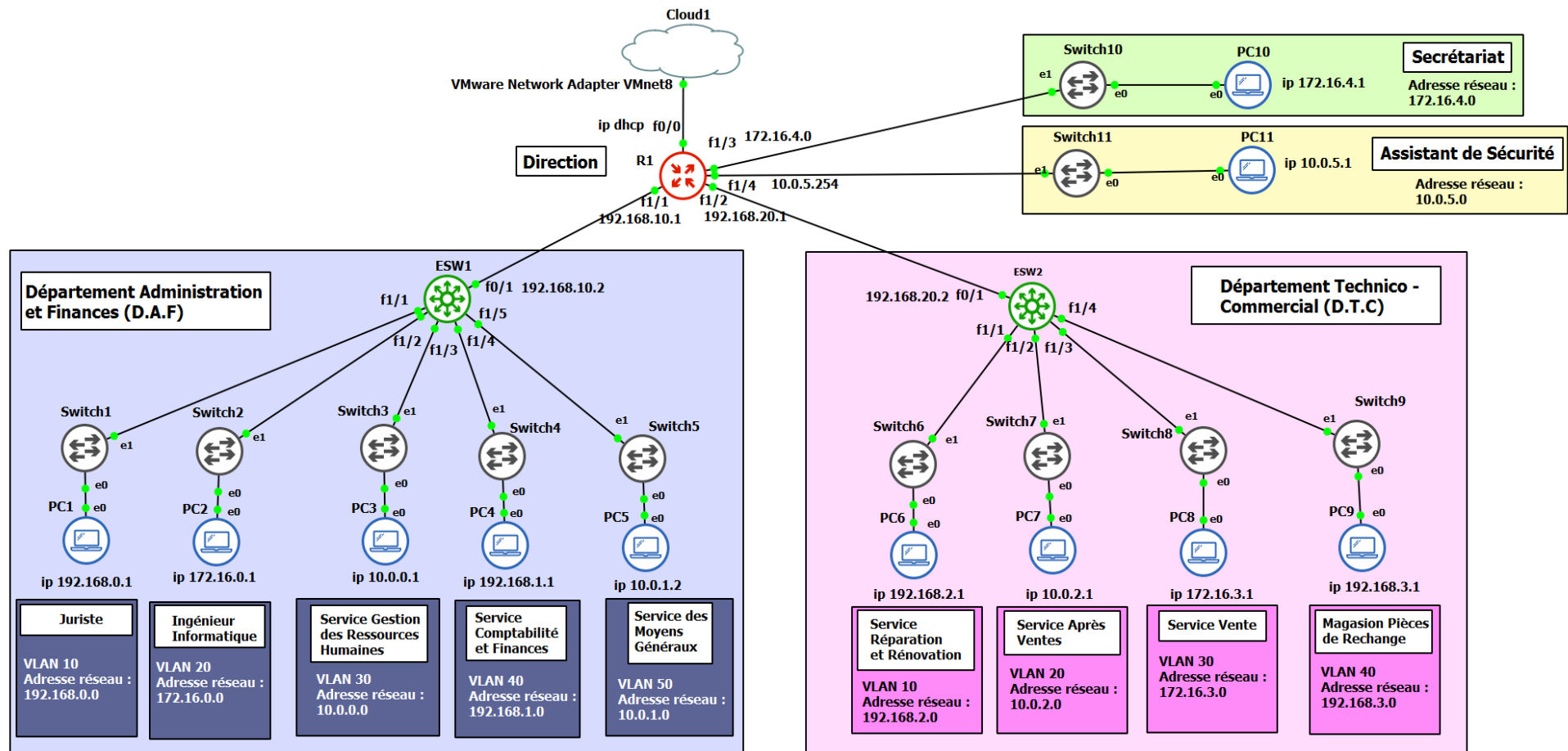


Figure 4. 44 Interface du réseau d'unité commerciale SNVI Tlemcen

4.5.11 Programme 11 : Exemple d'une entreprise multinationale qui contient divers pôles situées dans 3 continents divers (Amérique, Europe et Afrique)

Comme le montre la figure ci-dessous on a représenté la direction principale par un Routeur, on a relié ce dernier avec 3 divers routeurs qui représentent les 3 continents (Amérique, Europe et Afrique), puis on a ajouté à chaque continent de 1 à 2 routeurs qui représentent des pays (USA et Brésil pour l'Amérique, France pour l'Europe et l'Algérie et la Tunisie pour l'Afrique), ensuite on a relié chaque pays avec 1 à 2 switches multicouches contenant des switches Ethernet et des PCs qui contiennent diverses adresses réseaux, et pour que cette entreprise puisse sortir vers Internet on a relié la direction principale avec un Cloud.

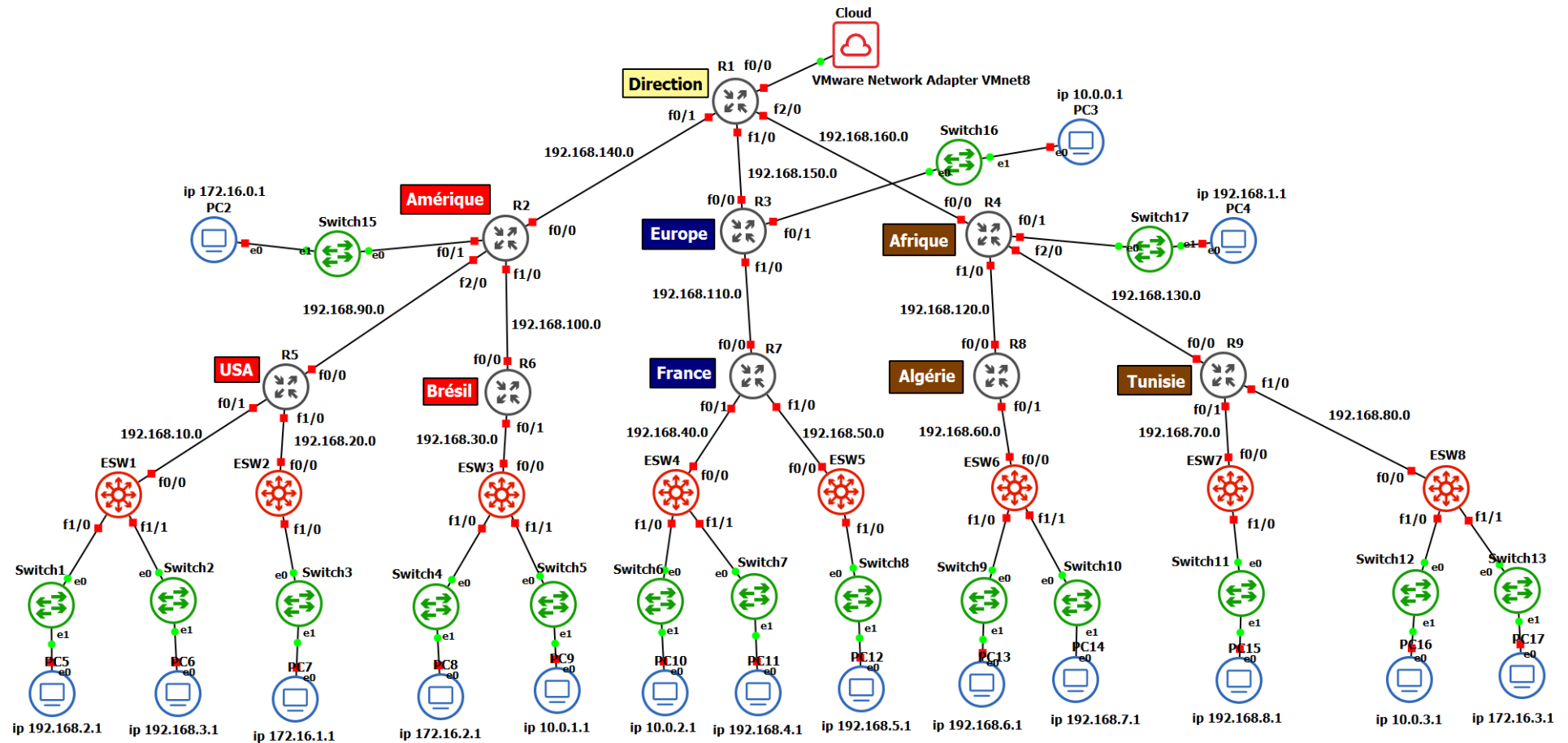


Figure 4. 45 Exemple d'un réseau d'une entreprise multinationale

4.6 Conclusion :

Le Quatrième chapitre a été consacré à la conception, la configuration et la simulation de plusieurs types de réseaux représentant des réseaux d'entreprises par l'émulateur des réseaux informatiques GNS3. Nous avons commencé le chapitre par présenter les trois différents types de réseaux d'entreprises que l'on peut trouver (Intranet, Extranet et Internet). Dans la suite du chapitre nous avons créé plusieurs réseaux informatiques de plusieurs topologies et qui peuvent représenter des réseaux informatiques d'entreprises. Nous avons commencé par le réseau point à point qui est le plus simple des réseaux et qui relie directement deux équipements (ordinateurs ou autres) sans utilisé un nœud de connexion. Puis nous avons créé et configuré un réseau LAN constitué d'un nœud de connexion représenté par un switch ce type de réseaux peut représenter une petite entreprise constituée d'une dizaine de personnes dans un endroit restreint. Pour représenter une Moyenne entreprise on a créé et configuré un réseau plus compliqué constitué d'un switch multicouche et de plusieurs switches de niveau 2. Dans les configurations qui vont représenter les grandes entreprises et les groupes d'entreprises et vu que ces dernières peuvent être étendues sur plusieurs villes voir plusieurs pays ou continents, nous avons créé des réseaux complexes composés d'un ou de plusieurs routeurs et qui vont être connecté avec le réseau mondial internet. Tous les réseaux que nous avons créé ont fonctionné avec succès et peuvent être créés et réalisés physiquement.

CONCLUSION GENERALE

Les réseaux informatiques sont devenus presque primordiales dans nos vies quotidiennes, tandis qu'ils sont devenus obligatoires dans les entreprises modernes avec le développement de plus en plus rapide de l'informatique et de ces équipements et surtout avec l'industrie 4.0 qui va devenir la référence de toutes les entreprises dans un futur proche. Pour cela l'avenir des entreprises va dépendre de leurs connectivités et de la qualité de leurs réseaux informatiques.

Le mémoire que nous avons réalisé comporte quatre chapitres comme définis comme suit : Dans le premier chapitre on a donné une présentation générale sur les réseaux informatiques, où on a parlé des différents types de réseaux selon la portée et selon la fonction, puis on a présenté les différentes topologies de la plus basique à la plus complexe des topologies, ensuite on a abordé et exposé les principaux équipements utilisés dans les réseaux informatiques commençant par les équipements de base qui sont les cartes réseaux et allant jusqu'aux routeurs qui sont les plus complexes et les plus évolués, par la suite on a entamé les divers supports de transmission des réseaux informatiques. Dans ce chapitre on a parlé aussi des architectures des réseaux informatiques résumés dans le modèle de référence OSI et le modèle Internet TCP/IP, en suite on a défini les protocoles informatiques les plus célèbres, on a terminé le chapitre 1 par la présentation de la sécurité des réseaux informatiques et des différentes méthodes et techniques utilisées dans ce domaine.

Le second chapitre était consacré à la présentation des divers architectures et structures des entreprises et des architectures réseaux informatiques correspondantes à chaque type d'entreprise. On a commencé le chapitre par parler un peu de la notion d'entreprise et ses principales fonctions, où on a parlé des services et départements qui constituent une entreprise comme le service direction, finance, approvisionnement, production, commercial, ressources humaines et recherche et développement. Ensuite on a présenté les principales structures des organisations et des entreprises, puis on a parlé de leurs caractéristiques générales telles que la catégorie, la finalité, la taille, le statut juridique, la nationalité, le secteur, le champ d'action et les ressources. La fin du chapitre a abordé les architectures des réseaux informatiques selon les tailles des entreprises, où on a présenté l'entreprise suivant sa taille (MIC, TPE, PME, ETI, GE ou Groupe d'entreprises) et le réseau informatique correspondant à chacune d'elle, selon le nombre du personnel et la surface de l'entreprise et son étendu.

Dans le troisième chapitre on a abordé et présenté l'outil qu'on a utilisé pour réaliser notre travail où on a évoqué le simulateur graphique des réseaux informatique GNS3. On a commencé par la présentation de logiciel, pourquoi il est utilisé et quel sont les recommandations de son utilisation. Puis on a exposé les composantes de son interface graphique. Dans ce qui suit on a expliqué en détail comment installer et configurer GNS3 et comment le télécharger, on a cité aussi toutes les étapes de son installation sur les trois plateformes Windows, MacOS et Linux. Pour sa configuration on a principalement parlé du téléchargement, de l'installation et de la configuration des images IOS des routeurs CISCO comme l'IOS du Cisco 7200, Cisco 3620, Cisco 3725, etc... car ce sont les routeurs qu'on a utilisé dans notre projet. A la fin de ce chapitre on a donné une présentation rapide des principaux émulateurs supportés par GNS3.

Le dernier chapitre a été consacré à la conception, l'implémentation, la configuration et

enfin la simulation et le test des réseaux informatiques qui peuvent être installés dans une entreprise réelle. Au début on a présenté les trois types de réseaux informatiques qu'une entreprise peut avoir et qui sont le réseau intranet pour les entreprises dont l'accès est restreint au personnel seulement, les réseaux extranet pour les entreprises où les clients, les fournisseurs et les collaborateurs peuvent avoir un accès limité à l'entreprise avec une authentification et enfin le réseau internet où l'accès est permis à tout le monde, avec certaines règles et contraintes d'accès définies par l'entreprise elle-même. La suite du chapitre était consacrée à la conception et à la configuration des différents réseaux informatiques du plus simple au plus complexe. On a commencé par le réseau point à point où on a connecté deux ordinateurs directement sans utilisation de nœud de connexion après on a fait un PING afin de tester la connexion entre les deux PCs. Le réseau suivant, est un réseau en étoile simple où on a connecté plusieurs ordinateurs à un switch de couche 2, après la configuration des ordinateurs dans le même réseau on a réalisé un test de connexion toujours avec la commande PING. Le troisième réseau qu'on a conçu représente aussi un réseau en étoile, cette fois on a compliqué un peu plus les choses et on a créé plusieurs réseaux virtuels, chacun contient un certain nombre d'ordinateurs, tous ces ordinateurs étaient liés par un switch de niveau 3 (switch multicouche). Dans ce réseau on a d'abord configuré le switch multicouche pour que les ordinateurs des réseaux virtuels puissent communiquer entre eux. Le quatrième réseau était un réseau en étoile étendue qui contenait un switch de niveau 3 et plusieurs switches de niveau 2, ces derniers sont reliés à de nombreux ordinateurs dans un réseau local virtuel (VLAN), chaque réseau virtuel est connecté avec le switch multicouche via son switch de niveau 2. Dans le réseau suivant on a introduit un routeur qui est l'équipement réseau le plus puissant. On a conçu un simple réseau étoile composé d'ordinateurs liés directement au routeur et connecté au Cloud qui représente le réseau mondial Internet. On a présenté la configuration complète du routeur et avec un fonctionnement du réseau à la fin de la configuration. Dans le sixième réseau on a créé un réseau étoile composé d'un switch de niveau 2 connecté à plusieurs ordinateurs, ce switch était lié directement avec un routeur. Le septième réseau représentait une topologie en étoile étendue où nous avons relié plusieurs réseaux étoiles composés chacun de switch de niveau 2 et reliés avec un switch de niveau 3, ce dernier était connecté directement au routeur. Le huitième réseau représente un réseau maillé où plusieurs routeurs sont liés à plusieurs réseaux en étoiles étendues composés chacun de plusieurs ordinateurs et switches de niveau 2 tous sont reliés avec un switch multicouche. Ce dernier réseau représentait le réseau d'une grande entreprise qui peut avoir divers représentants ou filiales dans diverses villes ou même dans des pays différents. Le réseau qui a suivi représente le réseau informatique d'un groupe d'entreprises donc où on a connecté plusieurs routeurs et plusieurs VLAN entre eux, tous sont connectés à internet. On a clôturé le chapitre quatre par deux exemples d'entreprises et les réseaux informatiques qui leur correspondent.

À la fin de ce mémoire nous pouvons dire qu'on a presque fait la configuration réseau de tous les types de réseaux utilisant des switches de niveau deux et trois et les réseaux utilisant les routeurs. Dans GNS3 on a utilisé que des équipements CISCO le leader des équipements réseaux.

Comme perspective, nous souhaitons prendre en compte dans des travaux futurs l'aspect de la sécurité des réseaux informatiques, dont nous n'avons pas parlé beaucoup dans notre travail. Aussi nous proposons l'utilisation d'autres équipements venant d'autres constructeurs comme JUNIPER NETWORKS et aussi faire la conception et la configuration de réseaux informatiques réels pour des entreprises ou des organisations, afin d'appliquer tout ce qu'on a appris tout au long de ce travail.

Références bibliographiques

- [1] Pr. Abdelhamid Djeflal. Introduction aux réseaux informatiques (2018, 21 janvier). Consulté à l'adresse http://www.abdelhamid-djeflal.net/web_documents/rcchap118.pdf. Consulté le 12 mars 2022
- [2] J. M. Kizza. (2020). Guide to Computer Network Security (5th ed.). Switzerland: springer nature switzerland ag
- [3] J. Cowley. (2012). Communications And Networking: An Introduction Undergraduate Topics In Computer Science (2nd ed.). UK: Springer-Verlag London
- [7] K V Prasad. (2003). Principles Of Digital Communication Systems And Computer Networks (1st ed.). USA: Charles River Media
- [10] G. Pujolle. (2006). '*Les Réseaux*' (5th ed.). France: Eyrolles
- [11] Doc. RNDr. Peter Mederly, CSc. (1997). A.S.Tanenbaum: Computer Networks (3rd ed.). Bratislava: Andrej Jursa, Jozef Fulop, Lubor Illek
- [12] Thomas G. Robertazzi. (2017). Introduction to Computer Networking (1st ed.). Switzerland: springer nature switzerland ag
- [13] H. Labiod, H. Afifi (Auteur), C. De Santis. (2007^e éd). WI-FI, BLUETOOTH, ZIGBEE AND WIMAX. The Netherlands: Springer
- [14] Andrew S. Tanenbaum. (2003). Computer Networks (4th ed.). USA: Prentice Hall
- [23] Georges Javel. (2010). Organisation et gestion de la production - Cours, exercices et études de cas - (4th ed.). FRANCE : Dunod
- [26] ISMAIL, A. (2019). L'influence de l'alignement entre approches de la prise de décision et organisation des projets sur leurs performances (Mémoire). Université du QUEBEC, Trois-Rivières.
- [44] Jason C. Neumann. (2015). The Book of GNS3 - Build Virtual Network Labs Using Cisco, Juniper, and More - (1st ed.). USA: No Starch Press
- [45] "RedNectar" Chris Welsh. (2013). GNS3 Network Simulation Guide. USA: No Starch Press. UK : Packt Publishing Ltd
- [46] GNS3 ASSIST TEAM (2014). GNS3 Getting Started Guide 1.0. USA: Technologies, Inc
- [50] M.GHOSH & M.AVASIA. (2002). Intranet, Extranet and Internet: information management and sharing in libraries. In Information Management in e-Libraries (IMeL), Kharagpur (India), 26-27. [Conference paper]
- [51] Internet, Intranet, Extranet Paperback, French Edition, Transcontinenta (June 1, 1998), ISBN-10 : 9782894720547, ISBN-13 : 978-2894720547

Références webographies

- [4] Cours Réseaux Industriels (GI543) : Chapitre 1 : Introduction aux réseaux
https://www.mediafire.com/file/16f77qcja8k9mm5/Chapitre_1_Cours_R%25C3%25A9seaux_Industriels.pdf/file, Consulté le 14 Juin 2022 à 01 :17
- [5] <https://www.inmac-wstore.com/guides-achat-composants-definition-role-carte-reseau/cp37684.htm>, Consulté le 16 mars 2022 à 17h10mn
- [6] J. Melnick. (2022, 13 janvier), <https://blog.netwrix.fr/2019/07/24/tout-ce-quil-faut-savoir-sur-les-equipements-reseau/>, Consulté le 11 mars 2022 à 23h23mn
- [8] Cours Réseaux Industriels (GI543) : Protocoles Internet et Adresses IP.
https://www.mediafire.com/file/e3h6i4z66vzd haz/Chapitre_3_Protocoles_des_R%25C3%25A9seaux_Informatiques.pdf/file, Consulté le 14 Juin 2022 à 01 :17
- [9] Consulté à l'adresse <https://www.manageengine.com/fr/network-monitoring/network-protocols.html> Consulté le 1 avril 2022 à 00h40mn
- [15] Consulté à l'adresse <https://www.tutorialspoint.com/bluetooth-architecture> Consulté le 07 avril 2022 à 16h30mn
- [16] Consulté à l'adresse <http://vita.mil-embedded.com/articles/spacevpx-enabling-the-next-generation-of-satellite-constellations/> Consulté le 08 avril 2022 à 10h42mn
- [17] Consulté à l'adresse <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Satellite-artificiel-page-4.html> Consulté le 10 avril 2022 à 23h50mn
- [18] Consulté à l'adresse <https://nordvpn.com/fr/blog/securite-wifi/> Consulté le 20 avril 2022 à 23h29mn
- [19] Consulté à l'adresse <https://selectra.info/telecom/guides/technologies/reseaux-mobile#9/48.8/2.3> Consulté le 17 avril 2022 à 11h17mn
- [20] Consulté à l'adresse <https://rantcell.com/comparison-of-2g-3g-4g-5g.html>
Consulté le 23 avril 2022 à 11h30mn
- [21] Consulté à l'adresse <https://routeur-5g.fr/guide-dachat/comparatif-entre-3g-4g-et-5g/>
Consulté le 23 avril 2022 à 22h22mn
- [22] Consulté à l'adresse <https://www.univ-chlef.dz/fsnv/wp-content/uploads/lentreprise-et-ses-fonctions-1.pdf> Consulté le 15 mai 2022 à 22h : 05mn
- [24] Consulté à l'adresse <https://slideplayer.fr/slide/2957937/> Consulté le 18 mai 2022 à 20h
- [25] Consulté à l'adresse <https://apprendreéconomie.com/structure-hierarchique/> Consulté le 14 mai 2022 à 11h
- [27] Consulté à l'adresse <https://www.advaloris.ch/nos-services/intelligence-organisationnelle/bonnes-strategies-doptimisation-organisationnelle-entreprises/avantages-inconvenients-principaux-types-de-structure-organisationnelle-entreprise> Consulté 11 mai 2022 à 17h: 40mn
- [28] Consulté à l'adresse https://etablissementbertrandeborn.net/IMG/pdf/les_caracte_ristiques_d_une_organisation.pdf
Consulté le 15 mai 2022 à 19h : 14 mn
- [29] Consulté à l'adresse <http://sabbar.fr/management/la-finalite-et-la-responsabilite-societale-de-lentreprise/> Consulté le 15 mai 2022 à 12h : 30mn
- [30] Consulté à l'adresse <https://cours-bts-communication.fr/finalites-de-lentreprise/> Consulté le 15 mai 2022 à 12h : 37mn
- [31] Consulté à l'adresse <https://www.vie-publique.fr/fiches/270256-production-marchande-et->

production-non-marchande le 15 mai 2022 à 13h : 02mn

[32] Consulté à l'adresse <https://business-builder.cci.fr/guide-creation/la-bonne-idee-de-creation-entreprise/trouvez-lidee-qui-convient-au-marche> Consulté le 14 mai 2022 à 10h : 13mn

[33] Consulté à l'adresse <https://sumup.fr/factures/termes-comptables/bien/> Consulté le 19 mai 2022 à 22h : 26mn

[34] Consulté à l'adresse <https://www.7-dragons.com/lexique-business-et-marketing/definition-ressources-de-lentreprise/> Consulté le 19 mai 2022 à 22h : 34mn

[35] Consulté à l'adresse <https://blog.hubspot.fr/sales/taille-entreprise-classification> Consulté le 11 mai 2022 à 18h : 20mn

[36] Consulté à l'adresse <https://sevdesk.fr/lexique/tpe-tres-petite-entreprise/> Consulté le 13 mai 2022 à 12h : 36mn

[37] Consulté à l'adresse <https://www.institutmontaigne.org/publications/eti-taille-intermediaire-gros-potentiel> Consulté le 13 mai 2022 à 15h : 26mn

[38] Consulté à l'adresse <https://debitoor.fr/termes-comptables/entreprise-de-taille-intermediaire> Consulté le 13 mai 2022 à 15h : 18mn

[39] Consulté à l'adresse <https://www.directemploi.com/actualite/list/2759/vaut-il-mieux-travailler-dans-une-grande-ou-une-petite-entreprise> Consulté le 13 mai 2022 à 16h : 03mn

[40] Consulté à l'adresse <https://fr.indeed.com/conseils-carrieres/developpement-personnel/competences-ressources-humaines> Consulté le 20 mai 2022 à 13h : 14mn

[41] Consulté à l'adresse <https://www.petite-entreprise.net/P-1243-136-G1-qu-est-ce-qu-un-reseau-d-entreprise.html> Consulté le 21 mai 2022 à 12h : 05mn

[42] Consulté à l'adresse <https://www.legalstart.fr/fiches-pratiques/holding/groupe-entreprise/> Consulté le 21 mai 2022 à 12h : 28mn

[43] Consulté à l'adresse <https://agicap.com/fr/article/groupe-de-societes/> Consulté le 21 mai 2022 à 12h : 43mn

[47] Consulté à l'adresse <https://docs.gns3.com/docs/> Consulté le 12 avril 2022 à 09h39mn

[48] Consulté à l'adresse <https://fr.slideshare.net/DJENDARA/gns3final> Consulté le 11 avril 2022 à 17h40mn

[49] Consulté à l'adresse <https://cisco.goffinet.org/ccna/cisco-ios-cli/installer-et-configurer-gns3/> Consulté le 21 avril 2022 à 19h20mn

Résumé :

Avec l'industrie 4.0 et toutes les technologies qu'elle utilise, toutes les entreprises du futur vont être obligées d'être connectées afin de pouvoir garantir leurs survies, pour cela les réseaux informatiques dans les entreprises sont devenus une obligation. Dans ce travail nous avons utilisé le logiciel open source de simulation des réseaux informatiques GNS3, afin de concevoir, configurer et simuler divers types de réseaux informatiques, du réseau le plus simple point à point au réseau maillé qui utilise les équipements réseaux les plus complexes tel que les routeurs et les switches multicouche. Dans ce mémoire nous avons créé pour chaque type d'entreprise les réseaux informatiques qui lui correspondent. Nous avons utilisé des émulateurs d'IOS de matériel CISCO qui est supporté par GNS3. Tous les réseaux que nous avons développés ont été testés.

Mots clés :

GNS3, Simulateur, Réseaux informatiques d'entreprises, IOS, CISCO.

ملخص :

مع الصناعة 4.0 وجميع التقنيات التي تستخدمها، ستكون جميع شركات المستقبل ملزمة بالاتصال من أجل ضمان بقائها ، ولهذا السبب أصبحت شبكات الكمبيوتر في الشركات التزاماً. في هذا العمل، استخدمنا برنامج محاكاة الشبكة مفتوحة المصدر GNS3، لتصميم وتكوين ومحاكاة أنواع مختلفة من شبكات الكمبيوتر، من أبسط شبكة من نقطة إلى نقطة إلى أكثر الشبكات المعقدة تعقيداً باستخدام أجهزة التوجيه والمحولات متعددة الطبقات. في هذه الأطروحة أنشأنا لكل نوع من أنواع الشركات شبكات الكمبيوتر التي تتوافق معها. لقد استخدمنا محاكيات IOS لأجهزة CISCO التي يدعمها GNS3. تم اختبار جميع الشبكات التي قمنا بتطويرها.

الكلمات المفتاحية:

GNS3 ، المحاكاة ، شبكات الكمبيوتر الخاصة بالمؤسسات ، IOS ، CISCO.

Abstract:

With the industry 4.0 and all the technologies that it uses, all the companies of the future are going to be required to be connected in order to be able to guarantee their survival, for this purpose, the computer networks in companies have become an obligation. In this work, we have used the open source software GNS3, to design, configure and simulate various types of computer networks, from the simplest point-to-point network to the mesh network that uses the most complex network equipment such as routers and multilayer switches. In this document, we have created for each type of company the computer networks that correspond to it. We used IOS emulators from CISCO hardware that is supported by GNS3. All the networks we have developed have been tested.

Keywords:

GNS3, Simulator, Enterprise computer networks, IOS, CISCO.