

UNIVERSITÉ TOULOUSE
III PAUL SABATIER

FILIÈRE STRI

ARCHITECTURE DE RÉSEAUX - B.E. SUJET A

Extension évolutive d'un réseau hospitalier

Auteurs :

MASSIP Thomas, ROQUES Nicolas, TOSI Émeric

04 Novembre 2015

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 4 |
| 1 Besoins Métier | 5 |
| 1.1 Contexte | 5 |
| 1.2 Description du bâtiment | 7 |
| 1.3 Besoins matériels | 8 |
| 1.3.1 Niveau -2 | 8 |
| 1.3.2 Niveau -1 | 8 |
| 1.3.3 Rez-de-chaussée | 8 |
| 1.3.4 Niveau 1 | 8 |
| 1.3.5 Niveaux 2 à 4 | 9 |
| 2 Architecture Logique | 10 |
| 2.1 Couches logiques | 10 |
| 2.2 VLANs | 12 |
| 2.2.1 VLAN interne | 12 |
| 2.2.2 VLAN visiteur | 12 |
| 2.3 Plan d'adressage | 12 |
| 3 Architecture matérielle du réseau | 13 |
| 3.1 Architecture physique | 13 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2 | Détails par étage | 14 |
| 3.3 | Schéma du réseau | 15 |
| 3.4 | Équipement du coeur du Réseau | 21 |
| 3.4.1 | Routeur | 21 |
| 3.4.2 | Serveurs d'applications | 21 |
| 3.5 | Équipement de distribution | 22 |
| 3.5.1 | Commutateurs | 22 |
| 3.6 | Équipement d'accès | 23 |
| 3.6.1 | Bornes WiFi | 23 |
| 3.7 | QOS | 23 |
| 4 | Choix des équipements | 24 |
| 4.1 | Liaison des bâtiment | 24 |
| 4.2 | Équipements réseau | 25 |
| 4.2.1 | Routeurs | 25 |
| 4.2.2 | Commutateurs | 26 |
| 4.2.3 | Serveur lame | 27 |
| 4.2.4 | Serveur NAS | 28 |
| 4.2.5 | Onduleur | 29 |
| 4.2.6 | Bornes WiFi | 30 |
| 4.2.7 | Baie de brassage | 31 |

| | | |
|-------|-----------------------------------|-----------|
| 4.3 | Liaison des équipements | 33 |
| 4.4 | Climatiseur | 33 |
| 4.5 | Terminaux | 34 |
| 4.5.1 | Ordinateurs | 34 |
| 4.5.2 | Téléphones | 34 |
| 4.6 | Devis | 36 |
| | Conclusion | 37 |
| | Perspectives d'évolution | 37 |

Introduction

Dans le cadre de notre formation du Master STRI, nous réalisons par groupe de 3 un bureau d'étude sur une architecture de réseau.

Notre sujet porte sur l'extension et la révision d'un réseau d'un bâtiment hospitalier, plus précisément une clinique.

Cette clinique connaît une expansion, un nouveau pôle médical voit le jour. Ce nouveau bâtiment a besoin d'une architecture réseau nécessaire dans le travail journalier du personnel.

Nous proposons donc plusieurs architectures matérielles et logiques dans ce document afin de répondre aux besoins de la clinique.

1 Besoins Métier

1.1 Contexte

On se situe dans le cadre d'un établissement hospitalier, une clinique, qui souhaite développer une offre médicale dédiée aux maladies des voies respiratoires. Pour cela un nouveau pôle est construit à 50 mètres du bâtiment déjà existant de la clinique. Nous sommes chargés de réaliser l'étude de l'architecture réseau à implanter dans ce nouveau bâtiment.

Ce réseau devra répondre à une certaine tolérance aux pannes puisque utilisé à des fins médicales. Une interconnexion avec le bâtiment adjacent sera aussi nécessaire. Dans l'architecture réseau actuelle le cœur de réseau et l'accès à Internet se trouvent dans le bâtiment adjacent. Le déploiement de la nouvelle portion de réseau ne devra avoir aucune incidence sur le réseau déjà existant de la clinique. Les dimensions du bâtiment sont d'environ 35 mètres de long pour 11 mètres de large. Il est composé de 6 étages ayant chacun différents usages. Les différences entre ces étages seront un point de départ important pour établir l'architecture réseau : par exemple certains équipements médicaux nécessitent d'être inter-connectés, d'autres ne doivent en aucun cas être parasités pour assurer leur fonctionnement.

L'objectif principal est d'assurer un service performant, péren et sécurisé tant pour le personnel que pour les patients. Le réseau d'un hôpital ne dispose pas spécialement de performances de débit minimum mais demande une stabilité, une haute disponibilité et une sécurité très importante. Plusieurs solutions peuvent répondre à ce cahier des charges en respectant les critères suivants et les contraintes suivantes :

- La fiabilité ;
- Le coût ;
- La sécurité ;
- La durée de mis en place.

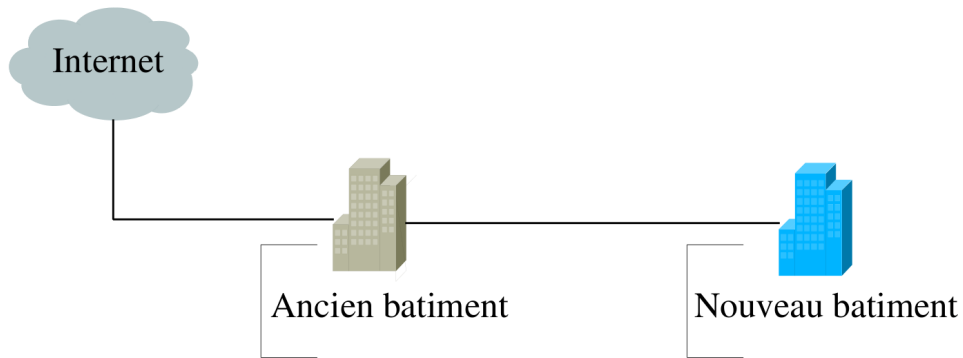


FIGURE 1 – Interconnexion du nouveau bâtiment avec l'ancien

L'ensemble du personnel doit pouvoir communiquer via les téléphones disponibles dans l'hôpital. Dans l'enceinte du bâtiment, la connection d'équipements sans fil doit être rendu possible pour le personnel dans le cadre de leur travail. L'accès à internet est fournit aux patients via une connexion sans fil.

Il n'est pas nécessaire de disposer d'une grande bande passante de façon continue. Le personnel ne fait que de la consultation d'informations ponctuelle et les visiteurs ont un accès internet limité et non prioritaire.

1.2 Description du bâtiment

Il est important de savoir comment le bâtiment est conçu afin de définir les équipements et périphériques utiles aux personnels et aux patients. Ces informations seront utiles pour déterminer l'architecture du réseau. Dans un premier temps nous allons nous intéresser aux spécificités de chaque étage.

Le niveau -2 contient seulement un parking et les vestiaires du personnel. Aucun accès réseau n'est nécessaire au niveau métier. Ce niveau est aussi l'arrivée du tunnel reliant les deux bâtiments, c'est donc ici que le lien d'interconnexion des deux bâtiments est installé. Ce lien doit monter jusqu'au rez-de-chaussée afin d'atteindre une salle dédiée au infrastructure du réseau.

Le niveau -1, est l'étage le plus critique car il héberge deux blocs opératoires et quatre salles d'imageries, c'est donc ici que les équipements médicaux se situent. Ces équipements posent certaines contraintes comme par exemple des contraintes en terme de pollution électromagnétique pour les IRM. Les ordinateurs connectés sur ces appareils sont aussi très vulnérables : ces postes tournent sous des versions obsolètes de systèmes d'exploitation. Ils doivent donc être isolés dans le réseau et ne pas être connectés à Internet.

Le rez-de-chaussée, appelé par la suite niveau 0, contient une salle d'accueil, une salle d'attente, trois bureaux dédiés aux personnels administratifs (deux personnes par bureaux) et une salle dédiée au réseau informatique. C'est dans cette dernière que le lien vers l'autre bâtiment sera connecté. Cette salle contiendra donc le cœur de réseau de ce bâtiment. Le maximum d'équipements y est aussi installé pour alléger les armoires techniques de dimensions limitées des autres étages.

Le premier étage, niveau 1, est composé de cinq bureaux de médecins, deux salles de réunions et deux laboratoires. Cet étage est donc dédié uniquement aux personnels de la clinique.

Les trois derniers étages, les niveaux 2 à 4, sont composés des chambres des patients. Chaque étage comporte 15 chambres ayant chacune des dimensions avoisinant les $12m^2$ ($4m \times 3m$). Enfin, à chaque étage, un petit local (une armoire technique) est prévu afin de recevoir quelques équipements réseaux.

1.3 Besoins matériels

Il est important de connaître les technologies et périphériques nécessaires pour répondre aux besoins. On va donc ici détailler les technologies et équipements nécessaires par étage.

1.3.1 Niveau -2

Aucun accès réseau n'est nécessaire à ce niveau. Il y a l'arrivée de la fibre reliant les deux bâtiments à ce niveau. Cette fibre est redondée et connectée à la salle réseau (le coeur du réseau) au rez-de-chaussée.

1.3.2 Niveau -1

Chaque bloc opératoires doit avoir au moins 2 prises Ethernet de type RJ45 afin d'y brancher les ordinateurs reliant les machines. Un téléphone IP et un ordinateur sont installés dans chaque salle de préparation d'opération. Dans les salles d'imageries un poste par salle et un téléphone IP sont à dispositions pour le personnel. Les équipements médicaux sont directement reliés aux ordinateurs.

1.3.3 Rez-de-chaussée

C'est à ce niveau que la salle dédiée aux infrastructures réseau est située. On y trouve une baie, sur laquelle sont raccordés les équipements tels que les serveurs, routeurs, commutateurs et le stockage des données. L'accueil est constitué de deux téléphones IP et deux ordinateurs. Les trois bureaux administratif ont deux téléphones et deux ordinateurs. Des bornes WiFi sont présentes afin de fournir un accès réseau aux visiteurs.

1.3.4 Niveau 1

N 1 : Les bureaux des médecins contiennent chacun un téléphone IP, un ordinateur et une prise RJ45 supplémentaire. Les imprimante peuvent être reliées en USB directement aux ordinateurs. Les deux salles de réunions sont composées d'un téléphone IP et d'un ordinateur. Les deux laboratoires de recherche ont un téléphone IP, deux ordinateurs et deux prises RJ45 supplémentaires. L'étage est couvert par la WiFi.

1.3.5 Niveaux 2 à 4

Chaque étage contient quinze chambres pour les patients. Les chambre disposent d'un téléphone IP. Nous ne prenons pas en compte les prises électriques ainsi que la télévision. Le personnel présent dans l'ensemble de ces étages, bénéficient de deux postes connectés à Internet. Un accès WiFi sera aussi disponible et bien séparé pour les patients et le personnel. Pour la longueur du bâtiment, sur ces trente cinq mètres, deux bornes WiFi suffisent pour couvrir chaque étages. La technologie PoE (Power Over Ethernet) sera privilégiée, permettant d'alimenter les téléphones et les bornes WiFi par le câble Ethernet.

2 Architecture Logique

Pour répondre au besoin présenter ci-dessus, nous allons d'abord établir une architecture logique de l'infrastructure. Cela permet de représenter les équipements ainsi que leur interconnexion. Elle a pour but d'identifier les différents rôles et services de chaque équipement à installer. C'est cette architecture qui justifie la qualité du réseau que nous proposons vis à vis des services attendus.

2.1 Couches logiques

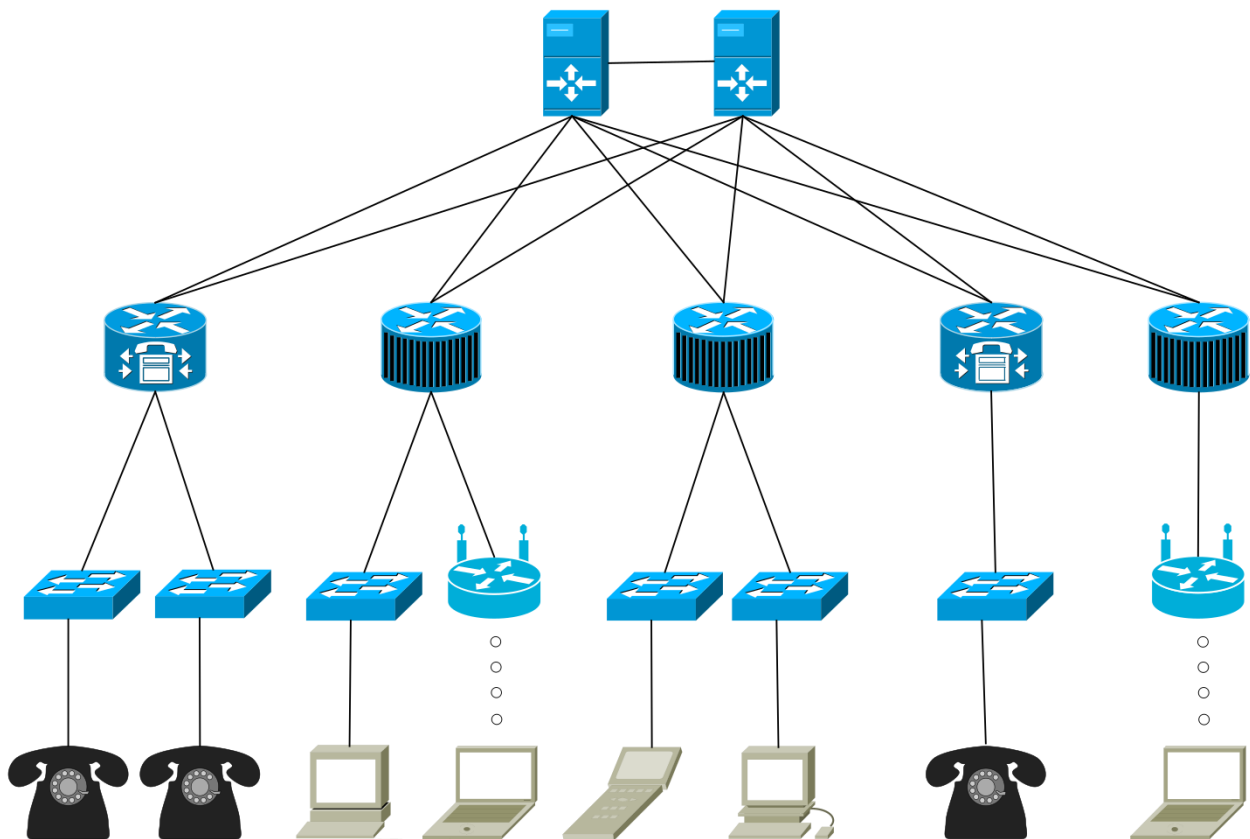


FIGURE 2 – Schéma logique hiérarchique du réseau

Couche coeur : c'est la couche supérieure. Son rôle est de relier entre eux les différents segments du réseau, par exemple les sites distants, les LANs ou les étages d'une société. Dans notre cas le coeur du réseau sera constitué de deux routeurs.

Couche distribution : Cette couche consiste à router, filtrer autoriser ou non les paquets. C'est à ce niveau que nous allons donc créer des VLANs sur les routeurs afin de délimiter l'étendu du réseau. Nous décidons de faire deux VLAN principaux : VLAN Interne, VLAN Visiteur.

Couche accès : Cette couche est la dernière avant de transmettre le paquet à l'hôte. Elle ne contient que des commutateurs qui permettront de relayer l'information.

Couche hôtes : Il s'y trouve ici les différents types de terminaux. Tels que les terminaux portatifs, les ordinateurs fixes, les appareils médicaux(Scanner, radio etc).

2.2 VLANs

Nous avons décider de séparer le réseau interne avec celui des visiteurs pour une raison de qualité de service. Le besoin et la sécurité ne sont pas la même entre ses deux réseaux.

2.2.1 VLAN interne

Le VLAN Interne est divisé à l'intérieur en 3 VLANs.

VLAN Données-Interne : Il regroupe les différents équipements des bureaux administratif, des salles de réunions et de l'accueil.

VLAN VoIP-Interne : Il regroupe tous les équipements téléphoniques du personnel de l'hôpital, afin d'assurer une qualité de service vis a vis de la communication dans l'hôpital.

VLAN Médical : Il regroupe tous les équipements médicaux tels que les scanners , IRM et autre machines a usage médicales. Il y a aussi les informations des patients stocké dans celui-ci.

2.2.2 VLAN visiteur

Le VLAN Visiteur est lui divisé en 2 VLANs.

VLAN Données-Visiteur : Il regroupe toutes les données qui seront émises par le visiteur a l'aide de son téléphone portable ou tablette par exemple.

VLAN VoIP-Visiteur : Il regroupe tous les équipements téléphoniques fixe installer dans les chambres pour les patients.

2.3 Plan d'adressage

| Étages | VLAN interne | Plage d'adresses |
|--------|------------------|------------------|
| tous | VoIP-Interne | 10.0.0.0/16 |
| tous | Médical | 10.1.0.0/16 |
| 0 à 4 | Données-Interne | 10.2.0.0/16 |
| 2 à 4 | VoIP-Visiteur | 10.128.0.0/16 |
| 0 à 4 | Données-Visiteur | 10.129.0.0/16 |

3 Architecture matérielle du réseau

3.1 Architecture physique

Après avoir vu l'architecture logique de notre réseau, nous pouvons maintenant établir l'architecture physique du réseau ainsi que le nombre d'équipements requis.

Tout d'abord, les deux bâtiments sont reliés à l'aide de deux fibres optiques de 100m (afin d'effectuer de la redondance en cas de coupure d'une de ces deux fibres) que l'on intègre dans le faux plafond du tunnel reliant les deux bâtiments. Les fibres sont reliées aux routeurs qui se situent au N0. Elles sont connectées au routeur à l'aide de connecteur SFP+.

Le niveau -1 est le niveau où les scanners, radio s'effectuent ainsi que les opérations. Comme vu précédemment, il n'y a ni de WiFi, ni d'accès à internet à ce niveau. Les équipements médicaux étant branchés directement sur les ordinateurs à l'aide de câble console, on relie les ordinateurs ainsi que les téléphones au commutateur du niveau -1 situé dans un local prévu à cet effet. De ce fait, les terminaux du niveau -1 font partie du VLAN Médical.

Au niveau 0, une salle est entièrement dédiée aux équipements réseau. Cette salle contient une armoire. On y installe deux routeurs, deux serveurs qui sont sur deux machines différentes, un NAS, un onduleur afin de palier aux pannes de courant ainsi que trois commutateurs. Deux commutateurs de cœur de 24 ports où sont reliés tous les équipements de l'infrastructure réseau et un commutateur 24 ports concernant le raccordement des terminaux du niveau 0. Tous les équipements dans la salle sont doublés afin de garantir une haute disponibilité.

Il y a aussi trois bornes WiFi, une fournissant internet pour les visiteurs et deux autres pour le personnel. La borne WiFi fournissant internet pour les visiteurs fait partie du VLAN DonnéesVisiteur. Les téléphones pour l'accueil et les bureaux administratifs font partie du VLAN VoIPInterne. Les ordinateurs et les bornes WiFi destinés aux personnels eux font partie du VLAN Données-Interne.

Le niveau 1 contient uniquement des terminaux faisant partie du VLAN Interne. Les terminaux téléphoniques font partie du VLAN VoIP-Interne, les ordinateurs et les deux bornes WiFi du VLAN Données-Interne. Tous les terminaux sont raccordés sur deux commutateurs de 24ports qui se situent dans le local de l'étage prévue à cet effet. Les équipements téléphoniques sont raccordés à un commutateur et les autres types de terminaux tels que les ordinateurs, bornes WiFi et prises RJ45 supplémentaires sur le deuxième commutateur.

Pour les niveaux de 2 à 4, on place une borne WiFi afin de fournir Internet aux patients. Cette borne fait partie du VLAN Données-Visiteur. Les téléphones pour les patients se situant dans chaque chambre font partie du VLAN VoIP-Visiteur. Pour les médecins, infirmières, deux bornes WiFi sont mises en place et deux ordinateurs. Ces terminaux font partie du VLAN Données-Interne. Deux téléphones sont aussi présents pour le personnel, ils font partie du VLAN VoIP-Interne. Tous les terminaux sont raccordés à un commutateur. Du au grand nombre de

terminaux à ces étages, deux commutateurs seront mis en place. Pour une question d'installation et de maintenance, tous les téléphones sont relié à un commutateur et les autres terminaux de type ordinateur et borne sont reliés au deuxième commutateur.

Les commutateurs se trouvant aux étages sont reliés directement sur les deux commutateur de coeur qui se situe dans la salle du niveau 0.

Les téléphones et les bornes WiFi sont alimentés en PoE pour éviter d'installer des prises électriques à coté de ceux-ci. Tous les raccordements sont fait à l'aide de câbles Ethernet SSTP catégorie 6 RJ45 sans halogène.

3.2 Détails par étage

| Étages | Équipements | Prises RJ45 |
|---------|---|---------------|
| N -1 | <ul style="list-style-type: none"> — 6 Téléphones — 8 Ordinateurs — 1 commutateur 24ports | 14 + 6 libres |
| N 0 | <ul style="list-style-type: none"> — 3 Bornes WiFi — 8 Téléphones — 8 Ordinateurs — 2 routeurs — 2 Pare-feux logique — 3 commutateur 24ports — 1 NAS | 16 + 4 libres |
| N 1 | <ul style="list-style-type: none"> — 2 Bornes WiFi — 9 Téléphones — 9 Ordinateurs — 2 commutateur 24ports | 18 + 9 libres |
| N 2 à 4 | <ul style="list-style-type: none"> — 3 Bornes WiFi — 17 Téléphones — 2 Ordinateurs — 2 commutateur 24ports | 19 + 2 libres |

3.3 Schéma du réseau

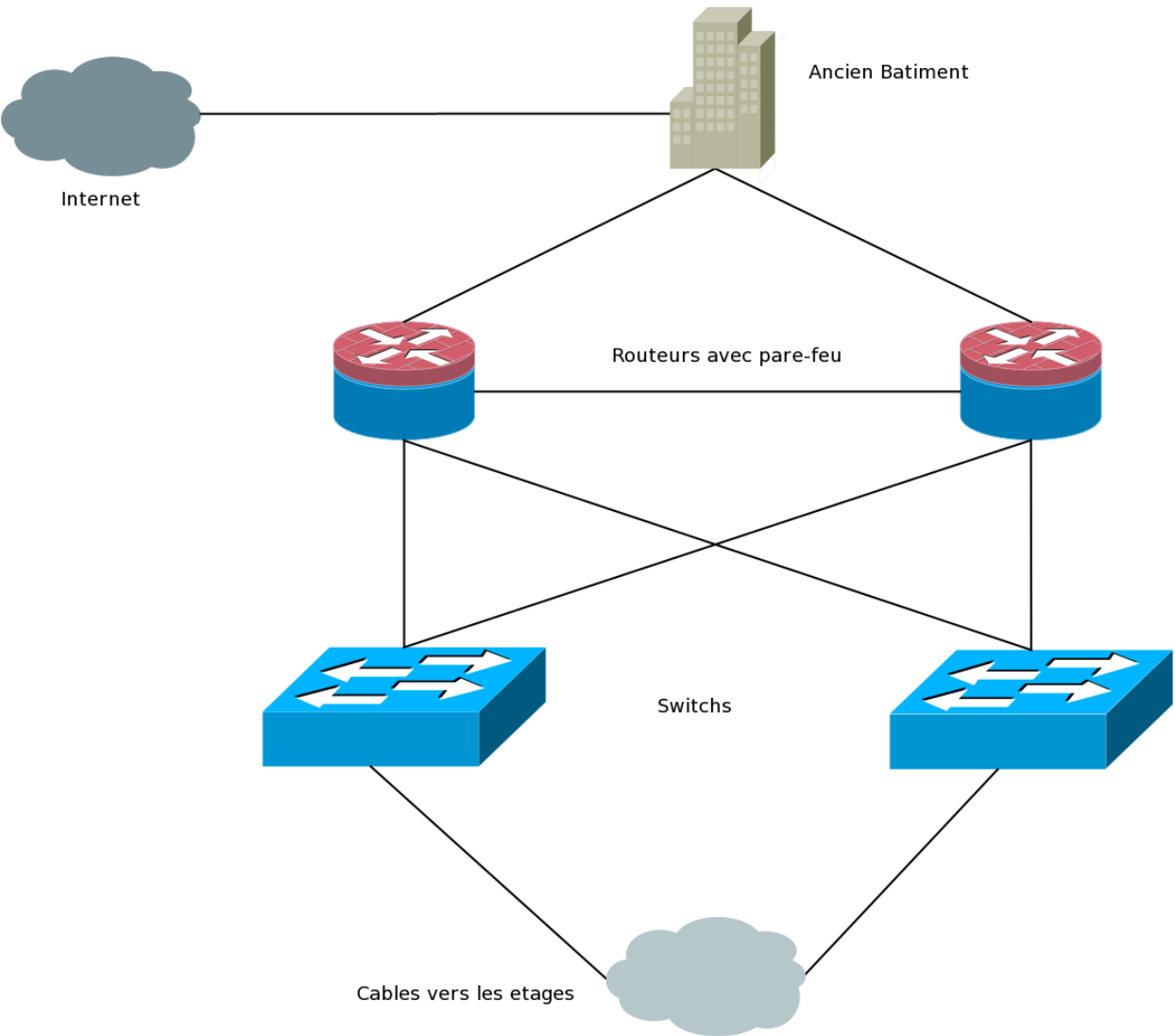


FIGURE 3 – Schéma du coeur de réseau

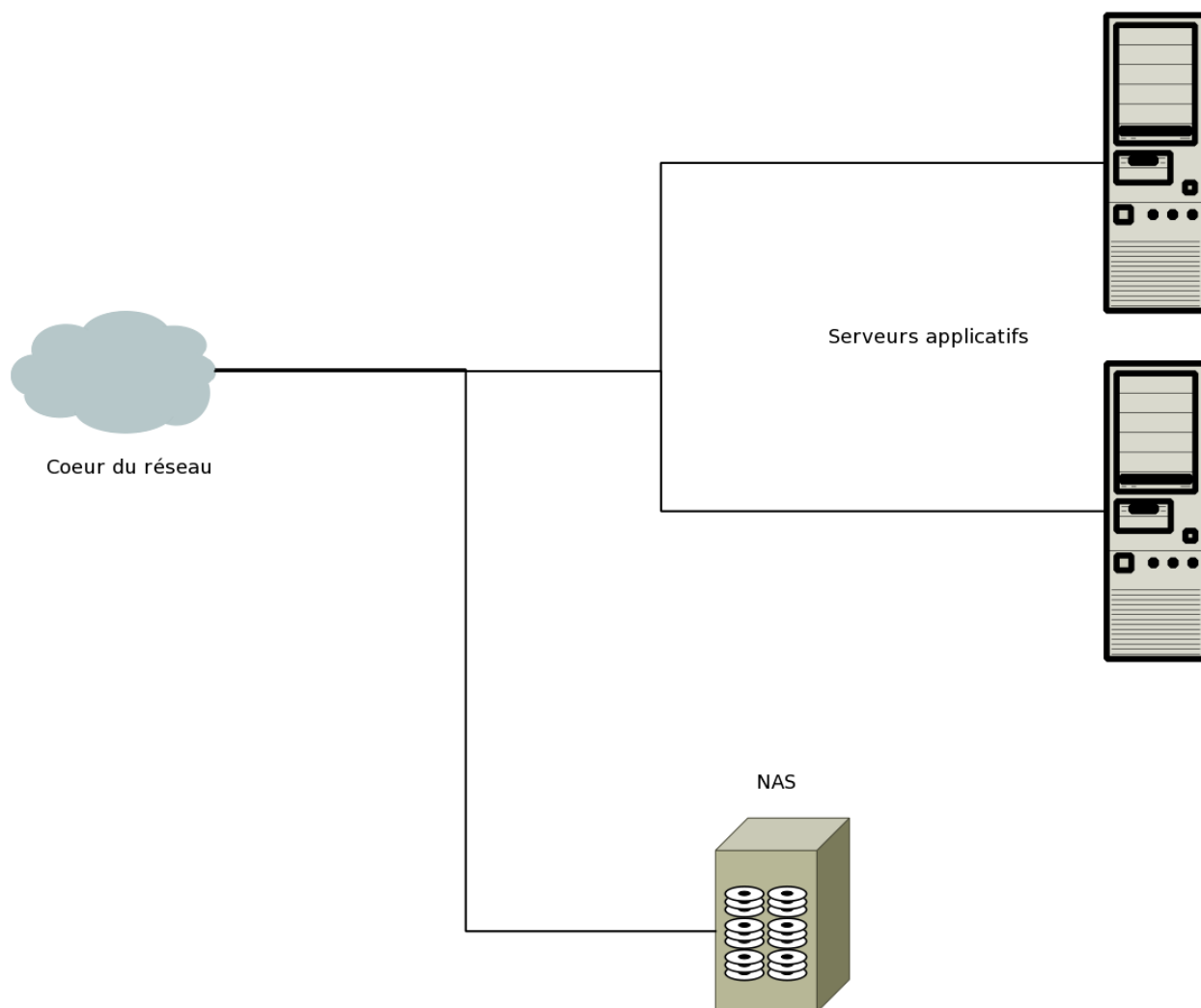


FIGURE 4 – Schéma du coeur applicatif

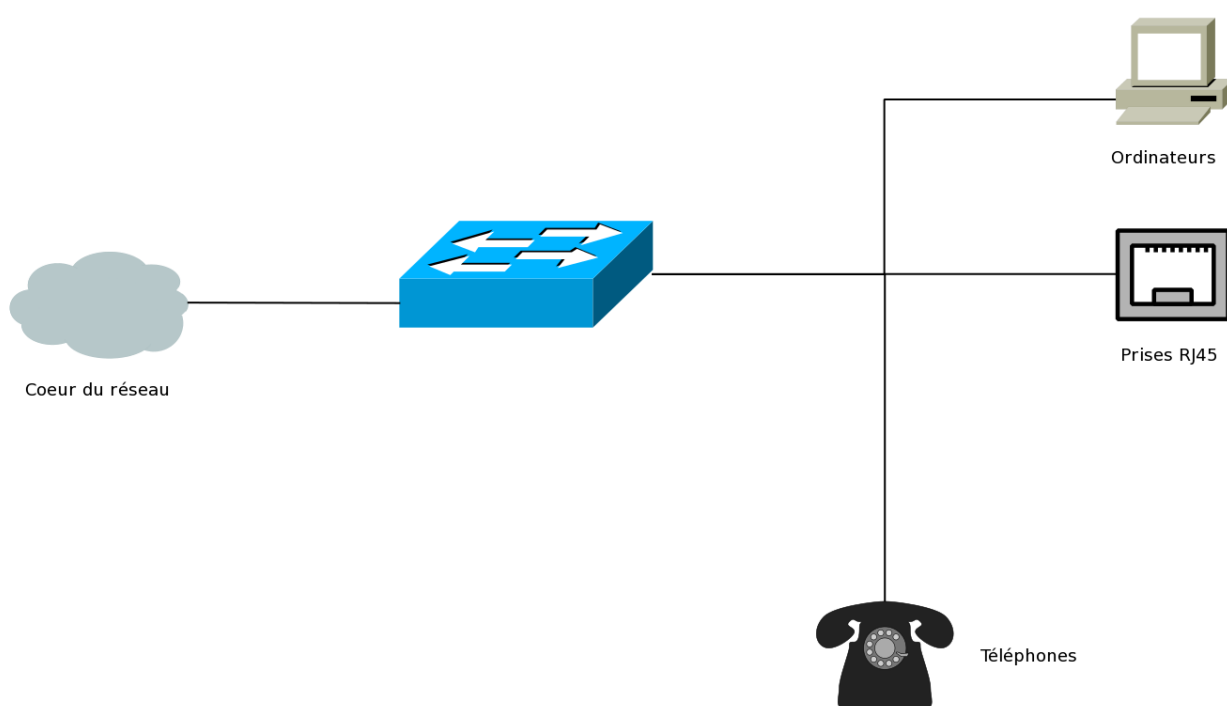


FIGURE 5 – Schéma du réseau au niveau -1

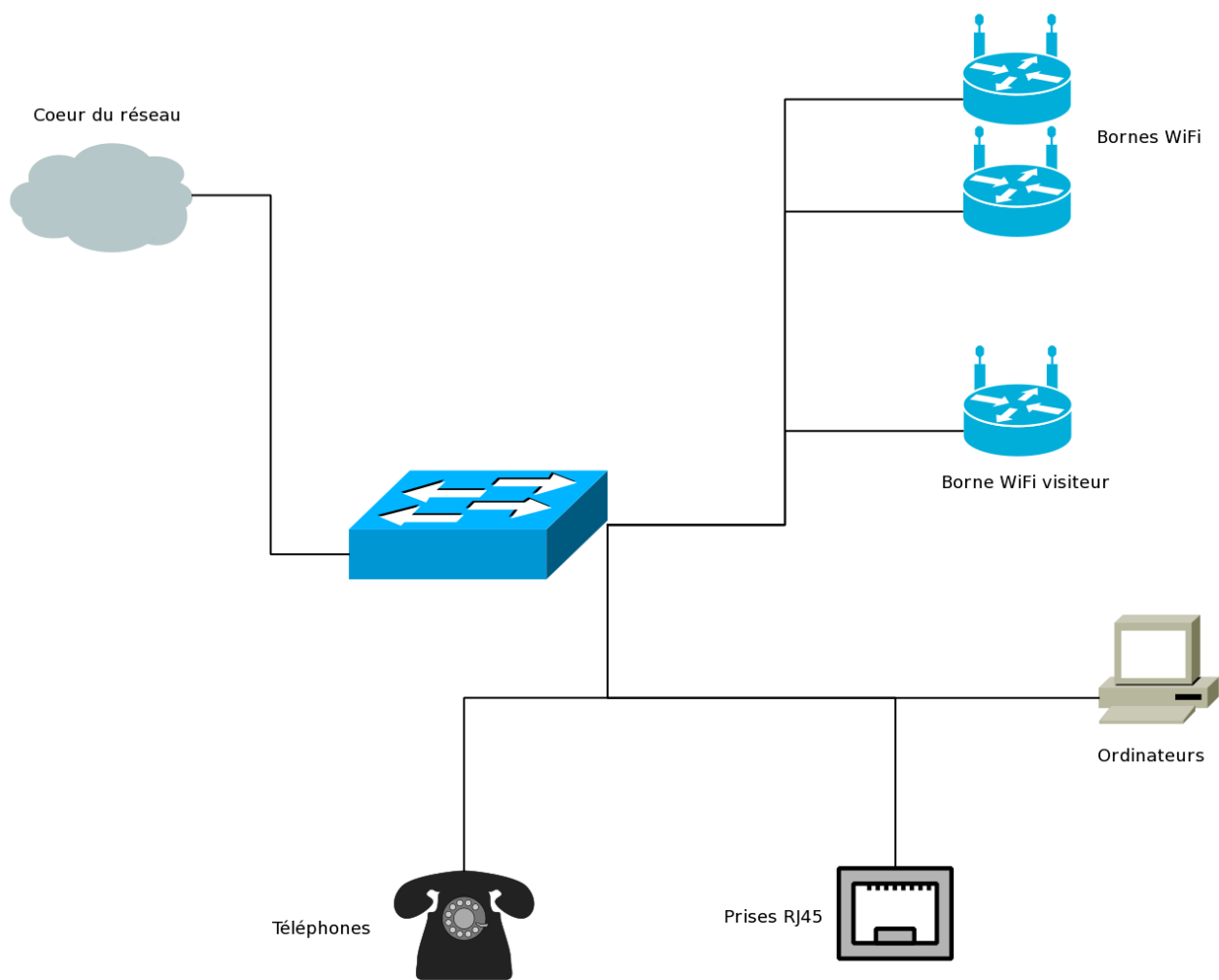


FIGURE 6 – Schéma du réseau au rez-de-chaussée

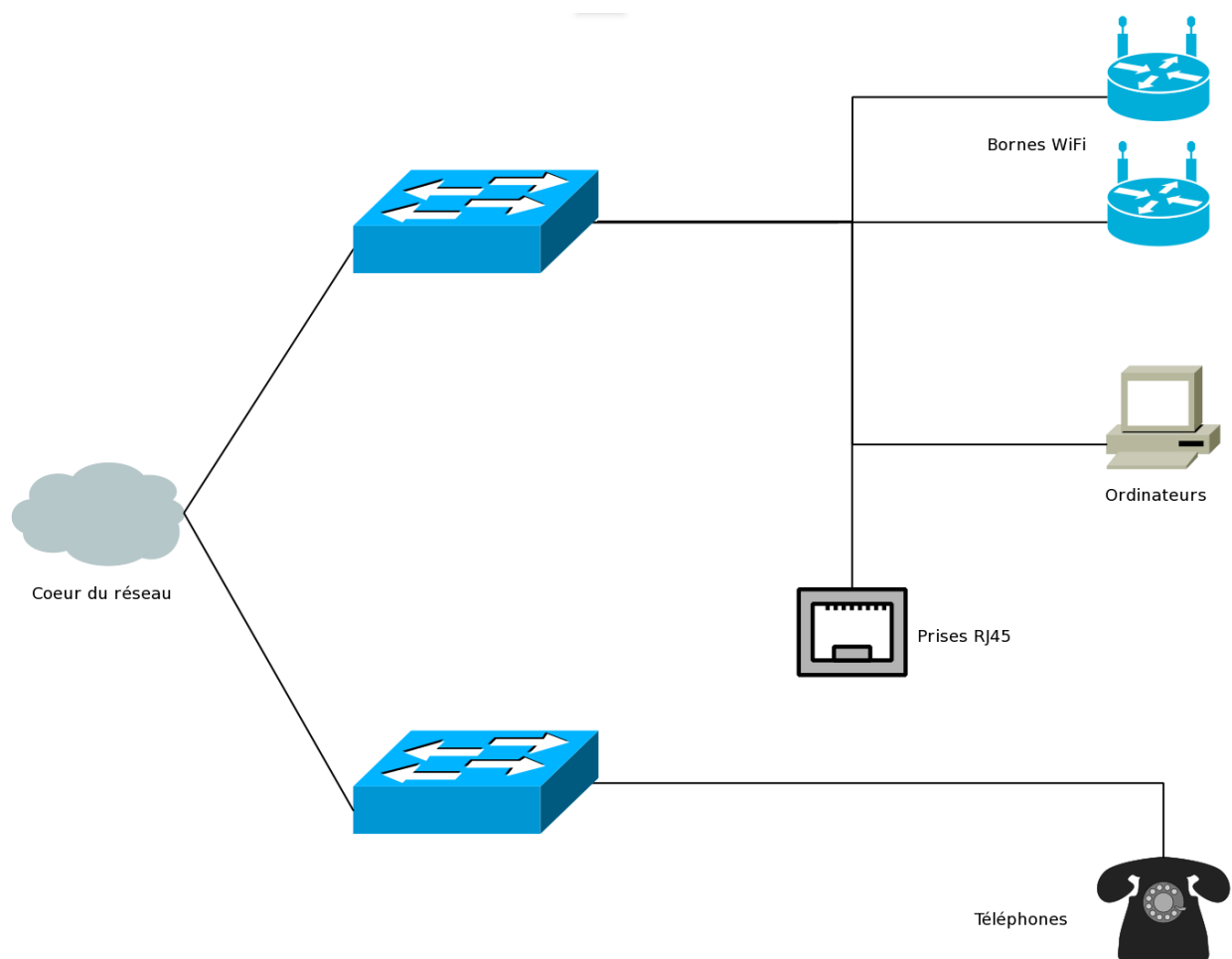


FIGURE 7 – Schéma du réseau au premier étage

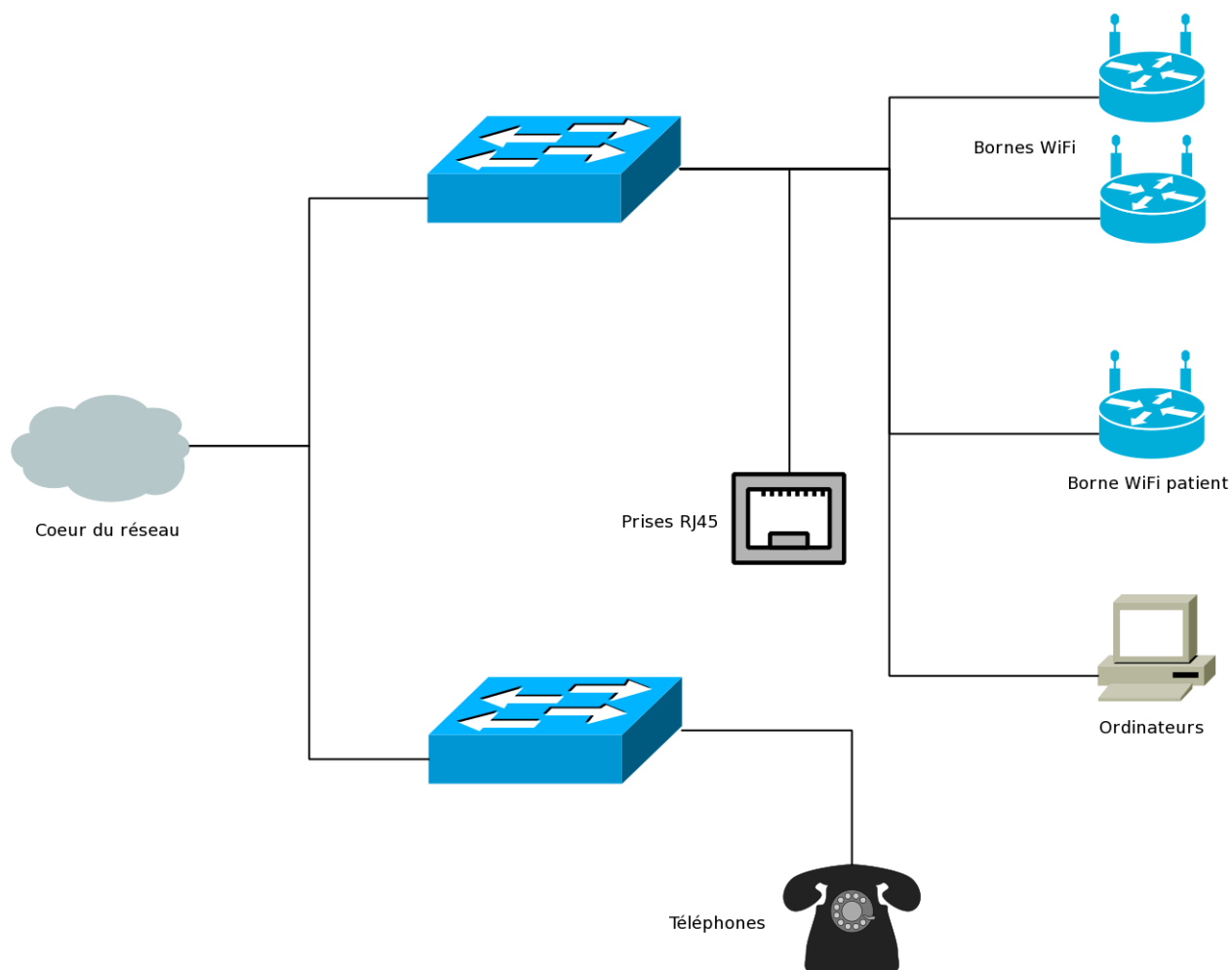


FIGURE 8 – Schéma du réseau pour chacun des niveaux de 2 à 4

3.4 Équipement du coeur du Réseau

3.4.1 Routeur

Le besoin essentiel de nos routeurs est de pouvoir gérer chaque trames qui circulent dans le réseau.

Tout d'abord nos deux routeurs auront la même fonction, les mêmes services installés. Pour cela l'équilibrage de charge de chacun d'eux permettra de limiter les pannes et faciliter la tolérance aux pannes. En effet dès lorsqu'un routeur est amené à être défaillant, l'autre routeur écoute celui-ci et sans retour, il prend l'initiative de prendre le relais. Les différents VLANs sont créés sur les routeurs.

Chaque routeur a la responsabilité d'administrer le coeur de réseau. Ils sont configurés pour assurer intégralement la sécurité et la gestion de routage du nouveau bâtiment. Les ports 80 (navigateur Web consultation d'un site HTTP) et 443 (sécurisé HTTPS utilisant la couche SSL) sont ouvert afin de gérer au mieux les requêtes. Un pare-feu UFW est lui aussi configuré pour simplifier la gestion des iptables. Pour finir un ensemble de protocoles destinés au routage au transport etc.. rendent le service d'un routeur totalement fonctionnel.

OSPF : c'est un protocole de routage, or RIP a ses limites et OSPF répond à une dynamique de routage plus moderne. OSPF est à mettre en place dans chaque routeur pour faciliter le routage. Les avantages de ce protocoles assurent ces bonnes caractéristiques :

Il n'y a pas de limite du nombre de sauts. Avec OSPF chaque routeur possède déjà une connaissance complète du réseau. Dès lors qu'il y a modification d'un lien ou ajout, une mise à jour des tables de routage se fait automatiquement. Bien évidemment le protocole OSPF ne connaît que sa zone. L'usage du VLSM améliore l'organisation du plan d'adressage. De même OSPF utilise une IP multicast pour envoyer à chaque routeur ses mises à jour d'état de lien.

Nous avons expliqué la fonctionnalité essentielle de la répartition de charges entre routeurs, mais aussi entre les serveurs lames que nous installerons. Nous pouvons dire également que OSPF assure un rendu efficace pour la répartition de charge. Contrairement à RIP, OSPF dispose d'une meilleure convergence des changements de routages grâce aux relations de voisinage qu'il affectionne.

3.4.2 Serveurs d'applications

Pare Feu : Le choix de la configuration du pare-feu se fait en mode logiciel sur le routeur sélectionné. En effet l'outil UFW qui est un mode de configuration permet de simplifier les iptables en ligne de commande. Cet outil UFW propose donc une alternative à l'outil iptables en toute simplification. Il est même possible de bénéficier d'une configuration automatique de

UFW et gérer le pare-feu sans pour autant avoir manipulé le programme. La configuration de UFW se fait sur les deux routeurs du coeur de réseau. Ce Pare-Feu assure la sécurité des accès Internet et filtre les entrées et sorties.

NAS : c'est un serveur de stockage réseau appelé Network Attached Storage. Il s'agit d'un serveur de fichier autonome relié à un réseau. Contrairement à un SAN plus cher à l'achat traite au niveau de l'ensemble réseau à l'aide d'une capacité de stockage à grande quantité, il est composé de commutateurs, un ensemble de disques de stockage. Souvent le SAN est câblé par une fibre optique pour assurer la rapidité des échanges. Dans un réseau restreint comme celui-ci, bénéficier d'un serveur de stockage NAS suffit amplement.

Voici les raisons : Usage du stockage uniquement dans le réseau local de l'hôpital Données sauvegardées sont à titre professionnelles (locales) L'ensemble des données touche les informations de cet hôpital.

Le serveur NAS est à usage identique comme un serveur de fichiers. C'est pour cela qu'il fournit des services à travers un réseau dit IP. Le NAS se configure via une interface Web et via également un gestionnaire de fichiers Web. Pour cela dans le réseau de stockage, il est possible d'avoir le choix de traiter des protocoles tels que : le NFS (Network File System) Le CIFS (Common Internet File System) Le FTP (File Transfert Protocol)

3.5 Équipement de distribution

3.5.1 Commutateurs

Chacun de nos commutateur a pour rôle de bien diffuser les paquets. Ainsi chaque commutateur à cinq VLAN configurés pour bien différencier ceux-ci.

Explication de création de VLAN : un commutateur de 24 ports a N ports tagger pour chaque VLAN. Nous nous contenterons de voir dot1q dans le cas présent. Toutefois il est bon de savoir que chacun a son propre fonctionnement. ISL pour sa part encapsule toute les trames, quelque soit le VLAN. dot1Q, lui ne fait qu'insérer un tag (un marqueur) dans l'entête de la trame ethernet ... et uniquement sur les VLANs autres que le VLAN natif. (Le VLAN natif est celui utilisé par les protocoles comme CDP par exemple pour s'échanger les informations)

3.6 Équipement d'accès

3.6.1 Bornes WiFi

Nous proposons deux sortes de bornes Wi-Fi. Par conséquent deux usages bien différents sont à séparer pour bien sécuriser les zones d'accès de chaque personnes.

Pour cela, un accès est dédié en Wi-Fi pour les visiteurs appelés les patients. Cet accès propose une navigation internet sécurisée mais aussi limitée par un pare-feu UFW configuré à cet effet pour bloquer différentes navigations interdites (argent, téléchargement). La norme 802.11b est une norme la plus répandue est parfaite pour le besoin des patients et visiteurs. Elle propose un débit de 11 Mbps avec une portée de 300 mètres environs en lieu extérieur. Sa fréquence est de 2.4Ghz, avec 3 canaux radio disponibles. Un deuxième réseau wifi est mis en place pour le personnel. Ainsi le personnel peut travailler dans un réseau sécurisé, performant et sans dysfonctionnement. La norme 802.11a permet d'obtenir un haut débit de 30 Mbps réels environs. Sa fréquence est de 5 Ghz, avec 8 canaux radio.

3.7 QOS

Mettre en place un équilibrage de charges sur chaque routeur à l'aide du principe du Heart-Beat, chaque routeur mais aussi serveur lame écoutent son voisin. La répartition appelée en anglais "load Balancing" sert de rendre les services opérationnels en cas de défaillance d'un équipement. C'est pour cela que dans le cas d'un établissement hospitalier si un routeur ou un serveur n'est plus fonctionnel alors le second équipement pourra toujours répondre à la demande et fourni les ressources nécessaire telles que l'accès à la base de données, ou à internet.

4 Choix des équipements

4.1 Liaison des bâtiment

Le nouveau bâtiment est construit à 50 mètres du bâtiment déjà existant,

L'avantage du choix de la fibre optique se porte plus particulièrement sur une connexion optimale offrant un débit bien plus supérieur que l'ADSL, La fibre optique limite les pertes de signal et accentue son avantage sur le très haut débit, Cependant il faut noter qu'il n'est pas nécessaire de modifier totalement l'infrastructure réseau, Sa vitesse dépend de l'équipement aux extrémités de la fibre, C'est pour cela qu'il est préjudiciable d'opter pour un routeur performant,

Pourquoi mettre une fibre multimode plutôt qu'une fibre monomode ? La fibre multimode est utilisée pour des courtes distances, En effet, les rayons lumineux qui se propagent peuvent suivre des angles de réfraction différents, Ses performances avoisinent 1Gb/s pour une longueur de 100 mètres, La fibre multimode est plus employée pour des réseaux privés Tandis que la fibre monomode dispose d'une dispersion du signal quasi nulle et son cœur est plus fin, C'est grâce à ces caractéristiques que ses performances se font ressentir jusqu'à atteindre environs 100 Gb/s, Ce type de fibre est utilisé pour les sites distants, Grâce à son cœur de petit diamètre, la puissance d'émission est plus conséquente, les rayons suivent un seul chemin, Du fait de ses débits très importants, mais de son coût élevé, cette fibre est utilisée essentiellement pour les sites à grande distance et très grande distance,

Concernant le routeur d'extrémité de l'ancien bâtiment, il devrait supporter le débit annoncé de la fibre optique ainsi que sa connectique, Si malencontreusement cette connective n'existe pas il est possible de prendre un module convertisseur de mode fibre appelé SFP,

Il faudra pour cela se munir de connecteurs SC fibre optique pour sertir les embouts désirés et ensuite les raccorder, Quatre connecteurs suffisent pour relier les 2 fibres, Nous en rajoutons deux en cas de défaillance,

Le choix de la fibre optique porte sur les critères suivants : La longueur doit être au moins supérieure à $50m \times 2 = 100$ mètres, En effet la fibre est doublée pour assurer une redondance d'échanges, Son débit Son prix Nous prenons donc deux bobines de 100m de fibre qu'il sera possible de bien délimiter la distance et le sertir suivant la convenance lors de l'installation,



FIGURE 9 – Un routeur

4.2 Équipements réseau

4.2.1 Routeurs

Commençons par les deux routeurs du cœur de réseau qui devront prendre en charge des services nécessaires au bon fonctionnement hospitalier : La première fonction est de transférer les paquets en direction de l'ancien bâtiment afin que le routeur puisse les router jusqu'à internet si besoin, La seconde fonction est d'assurer les services VOIP et Wifi (des routeurs et des commutateur proposent nativement ces fonctionnalités) redirigés par l'ancien bâtiment La troisième fonction est de gérer les mêmes services que l'ancien bâtiment : Sauvegarde de fiches patientes, base de données,

Les deux routeurs sont redondés pour assurer une pérennité des équipements, La particularité principale sur la sélection d'un routeur est la fonctionnalité qu'il fasse du Gigabit, Le SFP est aussi important qui est un module intégré de convertisseur mode fibre, Dans le cas où dans l'ancien bâtiment, il ne dispose pas de cette fonctionnalité pour assurer la fibre optique, il sera préférable de prévoir un achat SFP,

Nous avons sélectionné donc deux routeurs au choix :

| | | |
|----------------------|--|--|
| Marque | TP-Link : T3700G-28TQ | Cisco 2901 |
| Debit | Gigabit Ethernet 24 x 10/100/1000 + 4 x SFP Gigabit combiné + 2 x 10 Gigabit SFP | Gigabit Ethernet 10/100/1000 Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet |
| Protocoles supportés | RIP-1, RIP-2, IGMP, VRRP, OSPFv2, PIM-SM, routage IP statique, PIM-DM, ECMP SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, TFTP, SSH, SSH-2, CLI | OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, routage statique IPv4, routage statique IPv |
| Performances | Capacité de commutation : 128 Gbps | Capacité de commutation : allant 128 Gbps et + |
| Tables | 32 000 entrées | n/c |
| Commentaires | Conformité aux normes, toutes configurations, controle de flux, DHCP, STP, ACL, VLAN etc,, | Conformité aux normes, toutes configurations, Cisco IOS Security, controle de flux, DHCP, STP, ACL, VLAN etc,, |
| Dimensions | 44cm * 33cm * 4,4cm | 43,8cm * 43,9cm * 4,5cm |
| Prix | 1884,11 * 2 = 3768,22e | 1909 * 2 = 3818e |

Une fois les routeurs sélectionnés, le choix des commutateurs avec routage réservés à la distribution, auront pour rôle de répartir chaque trame qui circule dans le réseau, Comme expliqué ci-avant un commutateur avec routage permet d'interconnecter des réseaux homogènes ici dans notre cas : les étages de ce nouveau bâtiment, Par la suite des commutateur devront être installés au niveau de chaque étage dont un qui est principal qui assure l'ensemble des liens et de la fonctionnalité voix,

4.2.2 Commutateurs

Pour continuer, le choix des équipements supplémentaires se portent sur les commutateur qui commuteront des trames, Deux commutateur seront préconisés, En effet redonder un commutateur permet de bien séquencer les trames, éviter les domaines de collisions et assurer la panne matérielle, Le choix des commutateur se porte principalement sur la capacité à transmettre les trames, Des ports de haut débit permettront d'améliorer le débit de transit reliés au routeur,

Nous prévoyons 2 commutateurs supplémentaires par étage pour assurer la disponibilité,

Nous proposerons 2 commutateurs au choix afin de ne pas se focaliser sur un matériel a proprement dit, Nous allons structurer le choix des matériels par étage : A l'étage N-1 : étage



FIGURE 10 – Un commutateur

critique nous avons besoin d'un seul commutateur de niveau 2 et 24 ports pour l'ensemble des terminaux,

| Marque | TP-Link TL-SG3424 | CISCO SF220-24 | Netgear FS728TPv1 |
|-----------------|-------------------------------------|--|---|
| Nombre de ports | 24 x 10/100 + 2 x combo Gigabit SFP | 24 x 10/100 + 2 x combo Gigabit SFP 24 x 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 24 x 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 - PoE 2 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45 2 x SFP | 24 ports Ethernet 4 ports Gigabit Multicast VLAN Registration |
| Dimensions | 440 * 330 * 44mm | 440 * 201 * 44mm | 440 * 257 * 44mm |
| Prix | 224,90e | 214,90e | 269,90e |

Pour l'étage N1, il faut 2 commutateur de 24 ports chacun pour raccorder l'ensemble des téléphones IP des postes ainsi que des bornes Wifi, Revenons au tableau de l'étage N-1 le choix peut se faire suivant les caractéristiques de ces deux matériels choisis, Chacun d'eux supporte bien évidemment la voix et à des caractéristiques appréciables, Prenons donc l'hypothèse du choix du commutateur CISCO de 24 ports chacun, pour cela il faut déboursier la somme de $214,90e \times 2 = 429,80e$.

Pour les étages N2 à N4 il faut 2 commutateur 24 ports, Nous gardons l'hypothèse du commutateur CISCO de 214,90 € sachant qu'il en faut deux par étage il en faut donc 6 au total, Or nous privilégions un surplus en cas de panne majeure et pouvoir les remplacer, Deux commutateurs supplémentaires semble suffisant, Un total de $214,90 * 6 + 214,90 * 2 = 2369,20e$

4.2.3 Serveur lame

Un serveur lame est un serveur de petite taille facilitant l'installation de celui-ci dans une armoire de brassage,

L'un des avantages de ce type de serveur est son coût acquisition, En effet au fil du temps son



FIGURE 11 – Un serveur applicatif

retour sur investissement coûte moins cher qu’une exploitation standard de machine serveur, De plus sa mise en place est bien plus rapide et efficace,

Nous avons sélectionné deux types de serveur, Le choix s’est porté sur leur caractéristiques et sur leur services rendus,

| | | |
|------------------|---|---|
| Marque | Power Edge R220 Dell | DELL PowerEdge R320 |
| Processeur | Intel Xeon | Intel Xeon |
| Mémoire RAM | 8 Go | 8 Go |
| Caractéristiques | 4000 gigaoctets 7200 RPM en RAID 1, PERC H310, iDRAC7 Express, DVDRW, 2x GLAN, 250W | 16 To, technologie de virtualisation, SATA, RAID, alimentation 350 W 6 coeurs |
| Prix | $920.05 * 2 = 1840.10e$ | $1544 * 2 = 3088e$ |

Le choix de ces serveurs lame se caractérise par leur extensibilité pour le futur. En effet si le besoin de mémoire se fait ressentir par exemple, alors il sera possible d’agréments des ressources dans ces serveurs. De plus ces serveurs ont un prix abordable pour le besoin souhaité. Il est même possible de faire l’acquisition d’un serveur machine mais sa particularité imposante et limitée en ergonomie ne facilitera pas le retour sur investissement à long terme. Il sera donc nécessaire de les changer dans 5-8 ans.

4.2.4 Serveur NAS

Un serveur NAS est un équipement à part entière. Il permet de faire du stockage réseau à grande quantité. Sa particularité est son coût mais aussi sa forte capacité de stockage.

Le NAS permet à l’ensemble de l’équipe hospitalier de sauvegarder périodiquement un ensemble de données modifiées dans la base de données. Cet accès au stockage permet également de consulter les informations d’un patient par exemple.



FIGURE 12 – Un NAS

Nous avons choisi deux NAS aux prix différents. Le choix se fera en fonction du besoin précis de la capacité et au nombre de disques désirés. Le choix d'un serveur NAS se détermine également par la fonctionnalité du RAID supporté.

RAID 5 le RAID 5 tolère la panne d'un disque dur. Cette particularité du RAID 5 a besoin d'un minimum de 3 disques durs. Contrairement à la copie en miroir, le RAID 5 assure la redondance des informations des disques en stockant les information de parité. Il faut cependant privilégier des disque de même capacité et de même marque si besoin.

| Marque | Synology Disk Station DS2415 | Synology DiskStation DS415Play |
|-----------------------------|--|---|
| Capacité du NAS | 6 disques pour 96To | 4 disque pour 24To |
| compatible services réseaux | TCP/ IP, PPTP, PPPoE, iSCSI, FTP, NFS, AD web-dev, AFP, CalDAV, DHCP, DNS, DDNS, SNMP, Telnet, SSH | TCP/ IP, PPTP, PPPoE, iSCSI, FTP, DHCP, DNS, DDNS, SNMP, Telnet, SSH |
| Caractéristiques | 4000 gigaoctets 7200 RPM en RAID 1, PERC H310, iDRAC7 Express, DVD RW, 2x GLAN, 250W | 16 To, technologie de virtualisation, SATA, RAID, alimentation 350 W 6 coeurs |
| Prix avec disques | $1236 + 139.50 * 12 = 2910e$ | $425 + 226.66 * 4 = 1331.64e$ |

4.2.5 Onduleur

Un onduleur est un équipement permettant de sécuriser l'ensemble des équipements interconnectés. Il s'agit d'un dispositif électronique de forte puissance qui permet de délivrer des tensions et des courants alternatifs à partir d'une source d'énergie électrique continue. De ce fait il préserve l'extinction des équipements.

L'onduleur sélectionné sera branché avec les équipements : Routeurs serveurs Lame NAS

Il nous en faut au moins 5 prises pour les différents équipements.



800 W et comporte 8 prises pour un prix d'environ 300 €

4.2.6 Bornes WiFi

Concernant les bornes Wi-fi, une borne 2.4Ghz destinée pour les patients est installée sur chaque étage et deux bornes double bande soit 5Ghz destinées pour l'ensemble du personnel pour assurer une continuité d'accès fiable au réseau sans-fil.



Un tableau comparatif de bornes Wifi 5 Ghz pour le personnel. Ces bornes sont placées au nombre de deux aux étages : N0 : Accueil N1 : Bureaux administratifs N2 à N4 Chambres des patients Il faut donc 10 bornes Wi-Fi pour couvrir l'ensemble de ce nouveau bâtiment.

| | | |
|-----------------------|--|--|
| Marque | Ubiquiti UniFi AP-Pro UAP-Pro | D-Link DAP-2660 |
| Fréquences supportées | Double radio 2.4 GHz et 5 GHz | Double radio 2.4 GHz et 5 GHz |
| Protocoles de liaison | IEEE 802.11a IEEE 802.11b IEEE 802.11g IEEE 802.11n | IEEE 802.11a IEEE 802.11b IEEE 802.11g IEEE 802.11n |
| Alimentation | Compatible PoE | Compatible PoE |
| Nombre de connexions | 100+ | 100+ |
| Couverture | 150m | 150m |
| Prix avec disques | $221.64 * 10 = 2216.4e$ | $298.31 * 10 = 2983.1e$ |

Des bornes Wifi configurées seulement sur la bande 2.4 Ghz servent l'ensemble des visiteurs. Ces bornes sont placées au niveau de chaque étages au nombre d'une borne par étage : N0 : Accueil ; N2 à N4 : Chambres des patients ; Il en faut quatre bornes Wi-Fi pour couvrir l'ensemble de ce nouveau bâtiment.

4.2.7 Baie de brassage

La question qui se pose : quel est le type de baie de brassage à prendre et à quel nombre ? Ici chaque équipement du cœur de réseau que nous avons sélectionné pour la solution proposée s'adapte aux baies de brassage de taille standard. Le choix de sa profondeur est un point essentiel à prendre en compte, il faut cependant savoir aussi que la longueur est importante.



Il faut donc, cependant prévoir un peu plus large pour l'espace annoncé dans le coeur de réseau. Pour cela, nous prendrons une baie standard de 19 pouces afin que chaque équipement

puisse s'intercaler dans chaque compartiments. Nous prenons également une armoire à baie, pour les simples raisons : Espacement des équipements, facilite l'évacuation de la chaleur Espace disponible pour de futures installations. Cette baie sera installée dans le local dédié au coeur de réseau au rez-au-chaussée de l'accueil Deux baies attirent notre attention pour leur dimension, leur ergonomie, et leur adaptation aux équipements :

| Marque | LogiLink | DIGITUS |
|--------------------|--|--|
| Dimensions | (L)600 * (P)600 * (H)2.033mm | (L)600 * (P)600 * (H)1.577mm |
| Dimensions tiroirs | 19 Pouces standard à tous équipements | 19 Pouces standard à tous équipements |
| Commentaires | Porte vitrée, aérations, rehaussement de l'armoire | Porte vitrée, aérations, rehaussement de l'armoire |
| Prix | 578.88e | 561.13e |

Concernant les baies de brassages de chaque niveau, une baies de petite taille suffit car elle accueil seulement deux commutateurs. Chaque baie sera installée dans un local dédié de chaque étage. Un tableau caractéristique propose deux baies.



| Marque | LogiLink | LogiLink |
|--------------------|--|--|
| Dimensions | (L)600 * (P)560mm | (L)600 * (P)450mm |
| Dimensions tiroirs | 19 Pouces | 19 Pouces |
| Commentaires | 6U, fixation murale, porte vitrée, aérations | 9U, fixation murale, porte vitrée, aérations |
| Prix | 159.59 * 5 = 797.95e | 155.03 * 5 = 775.15e |

4.3 Liaison des équipements

Le choix des câbles n'est pas si facile. En effet plusieurs caractéristiques sont à prendre en compte.

Pour commencer il faut savoir quel type de conducteur est utile. Le monobrin est constitué de deux fils dont en paire torsadée et une en cuivre massif. Les câbles monobrins peuvent atteindre une portée de 100 mètres et sont destinés à être installés dans des murs ou sous plafond. Le multibrin est constitué de deux fils également mais d'une paire torsadée mais aussi d'une tresse de micro-fils de cuivre. On les remarque grâce à leur souplesse. Ce type de câble n'est pas similaire au monobrin. En effet le signal est plus atténué. Pour des longueurs de moins de 30 mètres il faut les éviter pour éviter ces atténuations.

Le multibrin semble répondre à un environnement professionnel et en gain majeur de transfert.

Il est cependant important de souligner que dans un établissement médical, le type de blindage est à prendre en compte pour en assurer la sécurité. En effet la norme LSZH (Low Smoke Zero Halogene) est obligatoire dans les installations professionnelles dont médicales principalement. Il faut cependant prendre des câbles sans halogène.

Le type de blindage SFTP Shielded Foiled Twisted Pair de Cat6 plus dispose des paires blindées par un écran en aluminium, ainsi la gaine extérieure est aussi blindée par une tresse en cuivre étamé.

Le choix du câble sera donc du Cat6a car sa fréquence inférieure à 500 Mhz et supporte le 10Gbits Ethernet. Ce type de câble permettra d'assurer une certaine évolution si besoin le réseau serait amené à changer. La catégorie 6 uniquement peut être choisie pour les périphériques finaux et les étages.

Une longueur raisonnable de 300 mètres de CAT6a devrait couvrir l'ensemble du bâtiment.
Prix : environ 268,50€

4.4 Climatiseur



Garder la pièce du cœur de réseau au frais est important car chaque équipement dégage de la chaleur lors de son fonctionnement. En cas de non respect de la température fraîche,

des dysfonctionnements d'équipements pourraient survenir. L'ajout d'un climatiseur facilite les équipement à bien fonctionner et à assurer leur activité à long terme.

La température est variable, été comme hiver, ce climatiseur s'adapte à tout type d'environnement. Cet équipement est important pour assurer une certaine sécurité dans le réseau. Il est évident de dire qu'un réseau bien constitué, peut perdre de ces performances si un climatiseur est inexistant. Prix : environ 601e

4.5 Terminaux

4.5.1 Ordinateurs

| Caractéristiques | Ordinateur | Écran | clavier / souris | lecteur de carte vitale |
|------------------|---|--|--|----------------------------|
| Marque | DELL Ordinateur de bureau Vostro | Philips 18.5" LED - 193V5LSB2 | Dell | Ingenico Xiring |
| Prix | 349 * 21 = 8765.4e | 85.95 * 21 = 4211.95e | (14.79 + 18.48) * 21 = 1630.23e | 229 * 12 = 2748e |

4.5.2 Téléphones



Les téléphones VOIP fixe destiné aux personnels sont du modèle GXP1450 HD Grandstream. Ce téléphone à les fonctionnalités suivante : DECT 4 appels simultanés, groupement d'appels, appel entrant, attente, codec vocaux, service sécurisé HTTPS/TFTP/SRTP et dispose d'un écran LCD . Il est raccordable via une interface RJ45 et supporte la technologie PoE. Ils faut 32 téléphones afin de répondre au besoin de la clinique. Le coût unitaire est de 54.43 €.

Les téléphones destinés au patients sont eux moins sophistiqués, il n'y a pas d'écrans LCD et ne supporte pas toutes les options citées ci-dessus. Il est aussi raccordé en RJ45 et supporte le PoE.



Pour finir les téléphones sans fil pour le personnel est aussi de la marque GrandStream, et de modèle DP715. Il a les mêmes caractéristiques que le téléphone filaire pour le personnel. Son socle doit être à 50 mètres du téléphone. Son autonomie est de 10h. Le prix unitaire est de 139.95 €.



Les tablettes mises à disposition du personnel sont de la marque Apple et de modèle iPad Mini. Son autonomie est de 10h et son prix de 300 €.

4.6 Devis

| Quantité | Nom | Prix unitaire | Total |
|----------|---|----------------|-------------|
| 32 | Téléphone VOIP Fixe Personnel | 54.43 € | 1741.76 € |
| 60 | Téléphone VOIP Fixe Patients | 46.90 € | 4221 € |
| 9 | packs de 3 Téléphones VOIP sans fil | 139.95 € | 1259.55 € |
| 15 | Ipad mini 2 Tablette | 299 € | 4489 € |
| 28 | Ordinateur Médecin | 547 € | 18317.936 € |
| 21 | ordinateur Administratif | 349 € | 8765.484 € |
| 49 | Ecran ordinateur | 85.95 € | 4211.55 € |
| 49 | Clavier + Souris | 33.27 € | 1630.23 € |
| 12 | Lecteur carte vitale | 229 € | 2748 € |
| 1 | 200m de Fibre Optique | 369,42 € | 369,42 € |
| 6 + 6 | Connecteurs Fibre Optique SFP + SC | 22.24 + 6.02 € | 339.12 € |
| 2 | Routeur TP-Link : T3700G-28TQ | 1884.11 € | 3768.22 € |
| 2 | Serveur lame Power Edge R220 Dell | 920.05 € | 1840.10 € |
| 1 | NAS 48 To avec 12 disques | 1236 + 1674 € | 2910 € |
| 1 | Onduleur | 309.60 € | 309.60 € |
| 15 | Switch Cisco 24p | 214,90 € | 3223.5 € |
| 2 | Switch Netgear FS728TPv1 24p | 269.90 € | 539.80 € |
| 10 | kit de mise en rack | 10 € | 100 € |
| 20 | D-Link DAP-2660 | 298,31 € | 5966.2 € |
| 1 | Baie de brassage Logilink pour le coeur | 578.88 € | 578.88 € |
| 5 | Baie de brassage pour les étages | 159.59 € | 797.95 € |
| 1 | 300m de Cable CAT6a | 216,00 € | 216,00 € |
| 1 | Climatiseur pour le coeur de réseau | 601 € | 601 € |
| | | Total | 67991.45 € |

Le prix annoncé de 67991.45 € rassemble donc tous les critères de configurations explicité dans ce document.

Conclusion

Notre bureau d'étude, nous propose quelques petits détails d'évolution. En contrepartie, le manque d'informations provenant du cahier des charges annoncé, nous limite sur des recherches en terme de budget, de sécurité, et de topologie désirée. Nous avons donc proposé une solution de qualité en restant raisonnable sur les coûts.

Bien qu'un hôpital ait besoin d'un réseau performant, la sécurité est aussi importante pour les patients et leur renseignements santé. Ici on a privilégié le besoin métier pour faciliter les personnels et répondre aux besoins désirés.

Nous avons donc réunis les points importants pour répondre aux exigences en terme de sécurité (haute disponibilité), en terme de solutions économiques sous forme de tableaux, de schémas logiques et matériels, et aussi une justification des choix des équipements.

Perspectives d'évolution

En terme d'évolution il est bien possible qu'à l'avenir, le centre hospitalier désire modifier son architecture. Les débits deviennent de plus en plus conséquents, la sauvegarde par cloud se fait ressentir et la virtualisation reflète de plus en plus le mode de fonctionnement des entreprises pour limiter les coûts des équipements, gagner de l'espace, et ne plus avoir à les manager.

La problématique est que nous connaissons pas l'architecture présente dans l'ancien bâtiment. De ce fait nous pouvons parler que le PABX fonctionnel pourra être à l'avenir virtualisé ou bien il pourra être remplacé pour installer de la VOIP. La VOIP est en format numérique et limite les frais d'opérateur télécom.

La sortie pour accéder à Internet limite les utilisateurs à vouloir avoir plus d'échanges. Imaginons que le centre hospitalier s'agrandit ou qu'un nombre important d'utilisateur se connecte simultanément, l'accès serait bien moins accessible. Pour cela deux accès Internet serait préjudiciable pour répartir les requêtes.

L'espace de stockage pourrait lui aussi être limité. Les patients s'enchainent et leur profil s'enregistre dans la base de données. Au fur et à mesure malgré le rafraichissement des données, la base deviendra obsolète. Un serveur SAN ou bien un stockage cloud pourrait alléger l'organisation des ressources et des informations pour éviter tout dysfonctionnement futur ou pannes d'un tel réseau de stockage.

L'équilibrage de charge des routeurs dans l'ancien bâtiment est inconnu. Le fait de positionner une fibre optique entre les deux batiments, il serait nécessaire de savoir concrètement que le routeur actuel soit compatible en gigabit. En effet le nouveau bâtiment serait donc bridé

au pire des cas. La première solution est de remplacer ce routeur s'il ne convient pas au débit souhaité. Sinon la deuxième solution est de positionner un routeur temporaire afin d'installer un convertisseur à ce même routeur.