



TELECOM SudParis – E12

CRÉATION DE L'INFRASTRUCTURE RÉSEAU / TÉLÉCOM D'UN HÔPITAL EN ROUMANIE

Projet NET4002 : Architecture & Ingénierie
réseaux

**HAVARD Alexandre, LAZZARELLI Jeanne,
LOPEZ-ZULETA Nicolas, MARCIANO Lyora, TAN
Jacqueline, WASILEWSKI Olivia**

Février 2009

CREATION D'UNE INFRASTRUCTURE RESEAU / TELECOM DANS UN HOPITAL EN ROUMANIE

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	4
1. RAPPEL DU SUJET	4
2. MOINESTI ET SON HOPITAL	4
3. DEMARCHE DE TRAVAIL	4
II. ANALYSE DES BESOINS	5
1. RESEAU ET EQUIPEMENT TELEPHONIQUES	5
2. TRANSMISSION ET STOCKAGE DE DONNEES	5
<i>Doctorants, médecins stagiaires et étudiants</i>	6
<i>Personnel soignant :</i>	6
3. ACCES INTERNET	6
4. SECURITE.....	6
III. ANALYSE DES FLUX METIERS	7
SERVICE DE MEDECINE INTERNE.....	7
SERVICE DE CHIRURGIE GENERALE	7
SERVICE D'OBSTETRIQUE & DE GYNECOLOGIE	8
SERVICE DES MALADIES INFECTIEUSES.....	8
SERVICE DE PEDIATRIE	8
SERVICE TECHNICO – ADMINISTRATIF.....	9
L'AMBULATOIRE DE SPECIALITE.....	9
DEPARTEMENT DE MEDECINE PHYSIQUE & RECUPERATION.....	9
DEPARTEMENT DE CARDIOLOGIE.....	10
DEPARTEMENT D'ORTHOPEDIE & TRAUMATOLOGIE	10
SERVICE D'ANESTHESIE ET DE THERAPIE INTENSIVE (A.T.I.).....	10
DEPARTEMENT DE DERMATOVENEROLOGIE	11
LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES.....	11
SALLE D'HEMODIALYSE.....	11
PHARMACIE A CIRCUIT FERME.....	12
LABORATOIRE DE RADIOLOGIE & IMAGERIE MEDICALE.....	12
DEPARTEMENT ACCUEIL DES URGENCES.....	12
DEPARTEMENT DE PREVENTION ET CONTROLE DES INFECTIONS NOSOCOMIALES.....	12
DEPARTEMENT GERIATRIE.....	13
BLOC DE STERILISATION	13
RECAPITULATIF DES BESOINS CHIFFRES EN EQUIPEMENTS TELEPHONIQUES ET INFORMATIQUES	13
RECAPITULATIF DES BESOINS D'ESPACE DE STOCKAGE	14
IV. ETAT DE L'ART DU MARCHE	15
I. VOIX.....	15
1.1. Etat actuel du réseau téléphonique.....	15
1.2. Réseau convergent IP.....	16

2. DATA.....	17
2.1. Fournisseurs d'accès à Internet.....	17
2.2. Serveurs de stockage et d'applications.....	17
2.3. Les systèmes de gestion de bases de données.....	18
2.4. Les câbles d'accès.....	19
V. CONSTRUCTION DU RESEAU	20
1. ARCHITECTURE GLOBALE	20
2. DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE « CLIENT ».....	20
3. DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE « SERVEURS ».....	26
VI. QUALITE DE SERVICE.....	28
1. RESEAU.....	28
2. COMMUNICATIONS.....	28
3. DONNEES.....	28
VII. COUT DE LA SOLUTION	29
DESCRIPTION DES ELEMENTS CHOISIS.....	29
Abonnement RNIS.....	29
Abonnement Internet.....	29
IPBX.....	29
Gateway.....	30
Serveurs de stockage.....	30
Serveur applicatif.....	31
Baie.....	31
Licence SGBD.....	31
Switches et routeurs.....	31
Câblage.....	32
Bornes Wi-fi.....	32
Téléphones et parc informatique.....	32
COUT FINAL DE LA SOLUTION	33
VIII. PLAN DE CHARGE.....	34
IX. PLANNING	35
X. CONCLUSION	36

I. INTRODUCTION

I. RAPPEL DU SUJET

L'équipe de projet a pour mission de proposer une solution pour la création de l'infrastructure réseau et télécom de l'hôpital de Moinești en Roumanie. L'étude comporte quatre grands axes :

- analyse des services de l'hôpital
- analyse des besoins en terme d'informatique et de télécom
- analyse des flux
- proposition de solution d'architecture globale

2. MOINEȘTI ET SON HOPITAL

Moinești est une commune de 25 000 habitants environ, située à l'Est de la Roumanie, dans le comté (*județ*) de Bacău. Bâti en 1973, l'hôpital municipal de Moinești est destiné aux habitants de la ville et de ses environs (soit environ 150 000 personnes). L'hôpital se veut non seulement un lieu d'excellence en matière de soins dispensés, mais également dans le domaine de la recherche. Dans cette optique, il est le siège de diverses formations continues, rencontres et déroulement de projets de dimension régionale ou nationale.

L'hôpital municipal de Moinești compte environ 320 lits, répartis dans une dizaine de services. Le corps médical est composé de 200 personnes environ, et le corps technico-administratif comporte environ 70 personnes.

Une telle structure et la nature même de l'organisation nécessitent la mise en place d'une infrastructure télécom/réseaux performante et extrêmement fiable : le bon fonctionnement de l'hôpital, et donc la santé des patients en dépendent.

3. DEMARCHE DE TRAVAIL

Dans un premier temps, l'étape la plus importante consiste à cerner au plus près les besoins de l'entreprise – exercice d'autant plus difficile que les informations fournies manquent parfois de précision, et que le dialogue avec le client est, dans le cadre de ce projet, impossible. Nous avons donc été amenés à prendre des décisions sur la base des hypothèses les plus réalistes que nous avons pu élaborer en nous fondant sur nos connaissances du milieu hospitalier.

Une fois ces besoins définis, il est nécessaire de réaliser une approche des différentes solutions existantes, en tenant compte des possibilités et des contraintes liées à la localisation de l'hôpital et aux exigences de sécurité inhérentes à ce type d'établissements.

La troisième étape consiste à déterminer la solution qui convient le mieux aux besoins exprimés, tout en restant raisonnable d'un point de vue financier. La qualité de service est également primordiale et doit être l'objet d'une attention toute particulière dans le cadre d'un établissement hospitalier.

Note : les schémas et autres graphiques qui ont été insérés tout au long de ce rapport sont consultables en grand format à partir de la page web <http://int.null.fr/NET4002/> .

II. ANALYSE DES BESOINS

Il est nécessaire de bien déterminer tous les besoins de l'hôpital selon les services et le personnel concernés afin de pouvoir proposer une solution d'architecture globale.

Pour cela, nous avons mené notre réflexion en supposant certaines hypothèses :

- Il y a 2 lits par chambre dans tous les services sauf dans le service d'Anesthésie et Thérapie Intensive dans lequel nous supposons qu'il y a 1 lit par chambre.
- Il existe déjà un PABX et nous conservons le plan de numération existant.

I. RESEAU ET EQUIPEMENT TELEPHONIQUES

Dans un hôpital, le bon fonctionnement et l'efficacité du réseau téléphonique sont primordiaux.

En effet, le réseau téléphonique doit permettre :

- Les communications internes : chaque membre du personnel doit pouvoir joindre à tout moment un médecin ou un professeur. Il faut donc prévoir un téléphone par médecin.
- Les communications vers l'extérieur pour permettre aux patients d'effectuer des appels professionnels ou personnels. Les appels vers l'extérieur seront un service payant pour les patients. Il faut donc un téléphone par lit sauf pour les patients du service d'Anesthésie et Thérapie Intensive pour lesquels on suppose, étant donné leur état de santé, qu'ils n'en auront pas besoin. Les lignes téléphoniques mises à disposition des patients doivent être payantes. La facturation de tous les appels passés par les clients doit être assurée par un serveur de taxation.
- Les communications vers l'extérieur doivent aussi être possibles pour le personnel, afin de contacter un autre membre du personnel qui est à l'extérieur en cas d'urgence. Cela signifie que nous n'installerons pas de lignes exclusivement internes.

Note : les infirmiers ont eux aussi besoin de téléphones, mais un téléphone par groupe d'infirmiers ou autre membre du personnel est suffisant.

Deux types de téléphones seront nécessaires :

- Les téléphones « simples » : ils permettent des communications sans aucune fonction supplémentaire.
- Les téléphones avec fonctions supplémentaires, équipés d'écrans, permettant par exemple d'accéder à l'annuaire de l'hôpital, ou encore le transfert des appels...

2. TRANSMISSION ET STOCKAGE DE DONNEES

Le réseau informatique doit être en mesure de répondre aux besoins des différents utilisateurs susceptibles d'interagir avec celui-ci :

DOCTORANTS, MEDECINS STAGIAIRES ET ETUDIANTS

- Création d'une base de données (BDD) des pathologies rencontrées et des traitements existants. Cette BDD sera un sous-ensemble de toutes les données stockées dans une BDD principale.
- Mise en place d'une documentation scientifique également sous forme de BDD incluse dans la BDD principale. Cette BDD contiendra toutes les activités scientifiques, tous les programmes de recherche et tous les projets lancés en compétition.

PERSONNEL SOIGNANT :

- Mise en place d'une BDD des dossiers de tous les patients, qui doit être sécurisée pour qu'aucune donnée enregistrée ne soit modifiable par la suite ni consultable par des personnes non autorisées.
- Mise en place d'une base de stockage des imageries médicales sous formes d'images et de vidéo.
- Mise en place d'une base de statistiques.
- Système de vidéosurveillance (CCTV) pour les patients du service d'ATI.
- Service de messagerie électronique interne pour que les différents membres du personnel puissent s'envoyer des mails et fluidifier la communication interne.

3. ACCES INTERNET

Tous les ordinateurs du personnel doivent être munis d'un accès à Internet. Par ailleurs, un service WiFi dans tout l'hôpital sera implémenté pour un accès pratique à Internet, tant pour le personnel soignant que pour les patients. Cette solution est la plus rentable car elle assure une couverture sur l'ensemble de l'hôpital grâce à un certain nombre de bornes WiFi, cela à un coût moindre que s'il avait fallu aménager des zones d'accès à Internet avec des équipements classiques.

4. SECURITE

La sécurité des données des médecins et des patients est primordiale pour l'hôpital.

Les médecins sont tenus au secret médical, leur équipement informatique ne doit pas les trahir. Les BDD concernant les clients doivent être sécurisées et n'être accessibles en lecture ou écriture qu'au personnel autorisé.

Par ailleurs, aucun dossier ne doit être perdu en cas de panne. Les BDD doivent donc être dupliquées en cas de problème matériel.

Enfin, le réseau de l'hôpital étant connecté à Internet, la mise en place d'un Firewall est obligatoire afin d'éviter les attaques extérieures.

III. ANALYSE DES FLUX METIERS

Notre raisonnement pour déterminer le nombre total de postes téléphoniques et de PC a été le suivant :

- 1 téléphone par lit, sauf pour les patients du service d'ATI dont l'état de santé les prive du besoin et surtout de la capacité de téléphoner.
- 1 PC et 1 téléphone par médecin. Nous sommes conscients qu'attribuer 1 PC par médecin est relativement onéreux. Néanmoins, nous avons décidé de concevoir un réseau supportant de telles capacités dans l'optique prévisionnelle d'une croissance future de l'hôpital.
- Un nombre variable de PC et de téléphones pour les infirmières assurant l'accueil de chaque service et département. Ce nombre d'équipements est défini selon l'importance et les besoins du service.

SERVICE DE MEDECINE INTERNE

Ce service s'organise autour de : 11 médecins dont 3 venant d'autres départements, 78 lits pour le Service de Médecine Interne, 19 lits pour le Département Cardiologie, 4 lits pour l'Hospitalisation de jour.

Nous considérons que les 3 médecins appartenant aux autres départements n'ont pas de bureaux dans le service de Médecine Interne. Ils n'ont donc pas besoin de téléphone ni de PC.

Nous considérons également que les patients en Hospitalisation de jour ne restent que pour quelques heures dans une journée, il n'est donc pas nécessaire de leur installer des téléphones.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 8 téléphones et 8 PC pour les 8 médecins propres au service de Médecine Interne
- ✓ 97 téléphones pour les 97 lits

Nous obtenons donc un total de 105 téléphones et 8 PC, soit 113 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y'avait dans ce service environ 4000 dossiers par an. Nous nous sommes basés sur les statistiques des dernières années et avons pris en compte l'année où il y avait eu le plus de dossiers traités. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 40 Go pour 10 ans.

SERVICE DE CHIRURGIE GENERALE

Ce service s'organise autour de : 7 médecins, 18 infirmiers & aides-soignants, 70 lits dont, 6 salles.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 7 téléphones et 7 PC pour les 7 médecins
- ✓ 70 téléphones pour les 70 lits
- ✓ 6 téléphones pour les 6 salles
- ✓ 4 téléphones et 4 PC pour les 18 infirmières et aides-soignantes

Nous obtenons donc un total de 87 téléphones et 11 PC, soit 98 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce service environ 4500 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 45 Go pour 10 ans.

SERVICE D'OBSTETRIQUE & DE GYNECOLOGIE

Ce service s'organise autour de : 6 médecins, 40 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 6 téléphones et 6 PC pour les 6 médecins
- ✓ 40 téléphones pour les 40 lits

Nous obtenons donc un total de 46 téléphones et 6 PC, soit 52 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce service environ 2400 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 24 Go pour 10 ans.

SERVICE DES MALADIES INFECTIEUSES

Ce service s'organise autour de : 3 médecins, 6 assistantes médicales principales, 5 infirmières, 2 aides-soignantes, 28 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 3 téléphones et 3 PC pour les 3 médecins
- ✓ 2 téléphones et 2 PC pour les 6 assistantes, 5 infirmières et 2 aides-soignantes
- ✓ 28 téléphones pour les 28 lits

Nous obtenons donc un total de 33 téléphones et 5 PC, soit 38 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce service environ 1800 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 18 Go pour 10 ans.

SERVICE DE PEDIATRIE

Ce service s'organise autour de : 4 médecins, 27 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 4 téléphones et 4 PC pour les 4 médecins
- ✓ 27 téléphones pour les 27 lits

Nous obtenons donc un total de 31 téléphones et 4 PC, soit 35 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce service environ 1900 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 19 Go pour 10 ans.

SERVICE TECHNICO – ADMINISTRATIF

La partie administrative s'organise autour de 5 services :

- le service finance – comptabilité (gère les transports et l'approvisionnement)
- le service de RH, normalisation, organisation et attribution des salaires
- l'audit interne
- le consultant juridique
- l'administration, la sécurité et autres

La partie technique s'organise autour de 4 services :

- la cuisine
- la laverie
- le charpentier
- la centrale thermique

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 15 téléphones et 15 PC pour la partie administrative (soit 3 téléphones et 3 PC par service)
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour la cuisine
- ✓ 3 téléphones pour les 3 services techniques restants

Nous obtenons donc un total de 19 téléphones et 16 PC, soit 35 équipements.

Dans ce service il n'y a que des fichiers textes à stocker. On pourra donc se contenter d'un espace de 20 Go.

L'AMBULATOIRE DE SPECIALITE

Ce service s'organise autour de 13 cabinets : Cabinet de Médecine Interne, Cabinet de Cardiologie, Cabinet de Récupération, Médecine Physique & Balnéologie, Cabinet de Chirurgie Générale, Cabinet d'Obstétrique-Gynécologie, Cabinet de Pneumo-Physiologie, Cabinet d'ORL, Cabinet de Pédiatrie, Cabinet de Neurologie, Cabinet d'Orthopédie & Traumatologie, Cabinet d'Ophtalmologie, Cabinet de Psychiatrie, Cabinet de Diabète & Maladie de Nutrition.

Nous obtenons donc un total de 13 téléphones et 13 PC pour ces 13 cabinets, soit 26 équipements.

Pour le stockage, on considèrera que chaque intervenant dans le service stocke des données dont le quota est compris dans son service d'origine. On n'attribuera donc pas de quota spécifique à l'ambulatorio de spécialité.

DEPARTEMENT DE MEDECINE PHYSIQUE & RECUPERATION

Ce département s'organise autour de : 1 médecin, 1 kiné, 1 professeur CFM, 3 infirmières, 1 aide-soignante, 12 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 3 téléphones et 3 PC pour le kiné, le professeur CFM, les 3 infirmières et l'aide-soignante
- ✓ 12 téléphones pour les 12 lits

Nous obtenons donc un total de 16 téléphones et 4 PC, soit 20 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce département environ 500 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 5 Go pour 10 ans.

DEPARTEMENT DE CARDIOLOGIE

Ce département s'organise autour de : 1 médecin, 3 infirmières, 1 aide-soignante, 15 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour les 3 infirmières et l'aide-soignante
- ✓ 15 téléphones pour les 15 lits

Nous obtenons donc un total de 17 téléphones et 2 PC, soit 19 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce département environ 450 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 4,5 Go pour 10 ans.

DEPARTEMENT D'ORTHOPEDIE & TRAUMATOLOGIE

Ce département s'organise autour de : 2 médecins, 1 plâtrier, 3 infirmières, 1 aide-soignante, 12 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 2 téléphones et 2 PC pour les 2 médecins
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour les 3 infirmières et l'aide-soignante
- ✓ 12 téléphones pour les 12 lits

Nous obtenons donc un total de 15 téléphones et 3 PC, soit 18 équipements.

Pour le stockage des données sur les patients, nous avons estimé qu'il y avait dans ce département environ 260 dossiers par an. Si l'on considère qu'un dossier a une taille de 1 Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 2,6 Go pour 10 ans.

SERVICE D'ANESTHESIE ET DE THERAPIE INTENSIVE (A.T.I.)

Ce service s'organise autour de : 3 médecins, 21 infirmières (dont 11 principales), 9 aides-soignantes, 20 lits, 5 salles d'opérations dont une salle des urgences (ces salles sont appelées Salles Aseptiques).

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 3 téléphones et 3 PC pour les 3 médecins
- ✓ 3 téléphones et 3 PC pour les 21 infirmières et 9 aides-soignantes
- ✓ 5 téléphones pour les 5 salles d'opérations

Nous obtenons donc un total de 11 téléphones et 6 PC, soit 17 équipements.

Pour le stockage, étant donné qu'il y a environ 3 patients par semaine et par lits, pour 20 lits le nombre de dossiers par an peut être estimé à 2900. Il faut donc prévoir un espace de stockage de 29 Go pour dix ans.

DEPARTEMENT DE DERMATOVENEROLOGIE

Ce département s'organise autour de : 1 médecin, 1 infirmière de médecine générale, 10 lits.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour l'infirmière de médecine générale
- ✓ 10 téléphones pour les 10 lits

Nous obtenons donc un total de 12 téléphones et 2 PC, soit 14 équipements.

Aucune donnée statistique n'est disponible sur le site ; vu le nombre de lits 2,5 Go devraient être suffisants (on compare à un service qui a environ le même nombre de lits).

LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES

Ce service s'organise autour de : 2 médecins, 9 infirmières, 6 scientifiques (biologistes ou chimistes ou biochimistes).

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 2 téléphones et 2 PC pour les 2 médecins
- ✓ 3 téléphones et 3 PC pour les 9 infirmières et les 6 scientifiques

Nous obtenons donc un total de 5 téléphones et 5 PC, soit 10 équipements.

Pour stocker les résultats des analyses nous avons prévu un espace de stockage 40 Go.

SALLE D'HEMODIALYSE

Ce service s'organise autour de : 1 médecin, 6 assistantes, 2 techniciens, 1 psychologue, 2 infirmières, 1 aide-soignante.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 2 téléphones et 2 PC pour les 6 assistantes
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour les 2 techniciens et le psychologue
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour les 2 infirmières et l'aide-soignante

Nous obtenons donc un total de 5 téléphones et 5 PC, soit 10 équipements.

En 2007 on a effectué 5237 dialyses dans ce département. On peut donc estimer qu'il y a environ 5250 dossiers patient. À raison de 1Mo par dossier, pour 10 ans il faut prévoir 50Go d'espace de stockage.

PHARMACIE A CIRCUIT FERME

Ce service s'organise autour de : 1 Pharmacien – Chef de la pharmacie, 8 infirmières, 1 aide-soignante, 1 opérateur de saisie sur PC.

Puisque la pharmacie dessert tous les services et départements de l'hôpital, il y a besoin de :

- ✓ 1 PC pour la gestion courante
- ✓ 1 PC pour la gestion des médicaments issus des programmes nationaux
- ✓ 1 PC pour le plan d'acquisitions annuel

Ces 3 PC sont répartis dans les 3 bureaux restants. Cela nous amène à considérer 1 téléphone et 1 PC par bureau, ainsi que un téléphone et un PC supplémentaires pour l'accueil de la pharmacie.

Nous obtenons donc un total de 5 téléphones et 5 PC, soit 10 équipements.

Il faut prévoir un espace de stockage pour la sauvegarde des opérations de délivrance effectuées, pour la base de données des médicaments disponibles dans la pharmacie ainsi que pour l'archivage des ordonnances. On prévoit pour cela un espace de 10Go.

LABORATOIRE DE RADIOLOGIE & IMAGERIE MEDICALE

Ce laboratoire s'organise autour de : 1 médecin, 1 physicien, 6 infirmières.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 2 téléphones et 2 PC pour le physicien et les 6 infirmières

Nous obtenons donc un total de 3 téléphones et 3 PC, soit 6 équipements.

On suppose qu'il y'a environ 25 radios et vidéos d'opération effectuées par jour en moyenne, soit 9125 par an. Si on considère qu'une radio ou vidéo a une taille en moyenne de 5Mo, il faut donc prévoir un espace de stockage de 460Go.

DEPARTEMENT ACCUEIL DES URGENCES

Ce département s'organise autour de : 3 médecins, 5 lits.

Nous obtenons donc un total de 3 téléphones et 3 PC pour ces 3 médecins, soit 6 équipements.

On prévoit pour ce service un espace de stockage de 20 Go.

DEPARTEMENT DE PREVENTION ET CONTROLE DES INFECTIONS NOSOCOMIALES

Ce département s'organise autour de : 1 médecin, 1 agent de désinfection, 1 aide-soignante.

Cela nous amène à considérer :

- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour le médecin
- ✓ 1 téléphone et 1 PC pour l'aide-soignante

Nous obtenons donc un total de 2 téléphones et 2 PC, soit 4 équipements.

Pour ce service, on se contentera d'un espace de stockage de 10 Go.

DEPARTEMENT GERIATRIE

Ce département s'organise autour de : 1 médecin.

Nous obtenons donc un total de 1 téléphone et 1 PC pour ce médecin, soit 2 équipements.

Ici aucune indication n'est donnée sur la fréquentation de ce service. On supposera, étant donné qu'il y a un seul médecin, qu'il y a environ 6 patients par jour - soit 2200 environ par an. Il faut donc prévoir un espace de stockage de 22 Go pour 10 ans.

BLOC DE STERILISATION

Ce service s'organise autour de : 5 infirmières.

Elles assurent la stérilisation des instruments et des matériaux pour tous les services et départements de l'hôpital, pour les 13 cabinets de l'Ambulatoire de Spécialité et pour les cabinets des médecins de famille de la région.

Cela nous amène donc à considérer 1 téléphone pour ce bloc, soit 1 équipement.

RECAPITULATIF DES BESOINS CHIFFRES EN EQUIPEMENTS TELEPHONIQUES ET INFORMATIQUES

Service ou Département	Nombre de téléphones	Nombre de PC	Nombre d'équipements
Médecine Interne	105	8	113
Chirurgie Générale	87	11	98
Obstétrique et Gynécologie	46	6	52
Maladies Infectieuses	33	5	38
Pédiatrie	31	4	35
Technico-Administratif	19	16	35
Ambulatoire de spécialité	13	13	26
Médecine Physique et Récupération	16	4	20
Cardiologie	17	2	19
Orthopédie et Traumatologie	15	3	18
Anesthésie et Thérapie Intensive	11	6	17
Dermatovénérologie	12	2	14
Laboratoire d'Analyses Médicales	5	5	10
Salle d'Hémodialyse	5	5	10
Pharmacie à Circuit Fermé	5	5	10
Laboratoire de Radiologie et d'Imagerie Médicale	3	3	6
Accueil des Urgences	3	3	6

Prévention et Contrôle des Infections Nosocomiales	2	2	4
Gériatrie	1	1	2
Bloc de Stérilisation	1	0	1
TOTAL	430	104	534

Cette phase de dimensionnement aboutit à la nécessité de se procurer 430 téléphones et 104 PC.

RECAPITULATIF DES BESOINS D'ESPACE DE STOCKAGE

Service	Espace de stockage nécessaire (en Go)
Médecine Interne	40
Chirurgie Générale	45
Obstétrique et Gynécologie	24
Maladies Infectieuses	18
Pédiatrie	19
Médecine Physique et Récupération	5
Cardiologie	4,5
Orthopédie et Traumatologie	2,6
Recherche Scientifique	180
Dermatovénéréologie	2,5
Anesthésie et Thérapie Intensive	29
Pharmacie à circuit fermé	10
Laboratoire d'Analyses Médicales	40
Salle d'Hémodialyse	50
Laboratoire de Radiologie et d'Imagerie Médicale	460
Accueil des Urgences	20
Prévention et Contrôle des Infections Nosocomiales	10
Gériatrie	22
Technico-Administratif	20
TOTAL	1001,6

Cette phase de dimensionnement aboutit à une capacité de stockage prévisionnelle de 1 To.

Note : cette prévision a été réalisée en se basant sur des hypothèses minimales. Il est possible que le quota de 1 To soit atteint avant l'échéance de 10 ans, auquel cas il faudra prévoir l'achat de nouveaux disques à plus ou moins long terme.

IV. ETAT DE L'ART DU MARCHÉ

I. VOIX

Il s'agit dans cette partie de présenter différentes solutions techniques pour concevoir un réseau téléphonique qui soit fiable, sécurisé et qui s'adapte au mieux aux besoins en communication de l'hôpital. Typiquement les communications téléphoniques analogiques passent par le Réseau Téléphonique Commuté (RTC) et les communications numériques utilisent le Réseau Numérique à Intégration de Services (RNIS) qui permet en plus d'acheminer des données mais à des faibles débits. Ces deux réseaux constituent la solution classique pour les communications des entreprises. Cependant, avec l'avènement de l'Internet, le réseau IP prend de l'importance. En effet, sa bande passante élevée lui permet d'acheminer tout type de données dont la voix. On envisagera donc deux solutions différentes pour la téléphonie : la solution classique qui est celle qui est actuellement utilisée par l'hôpital et la solution convergente IP qui exploite au mieux les capacités du réseau de données de l'entreprise.

I.1. ETAT ACTUEL DU RESEAU TELEPHONIQUE

À l'heure actuelle les communications de l'hôpital passent par le RTC et le RNIS. L'interfaçage entre ces deux réseaux et le réseau interne de l'organisation est réalisé grâce à un autocommutateur (PABX). Tout appel provenant du réseau externe est reçu par le PABX, celui-ci l'achemine vers le terminal de l'appelé. Egalement, les appels vers l'extérieur passent d'abord par le PABX et c'est ce dernier qui envoie la communication sur le réseau qui convient. Le PABX gère aussi les appels internes à l'organisation, cela permet une communication agile entre les patients, le personnel et les différents services de l'hôpital. Le PABX est donc le cœur du réseau interne de l'hôpital.

Ce réseau présente les avantages suivants :

- Communications internes sans frais : tous les appels passés à l'intérieur sont acheminés sans passer par les réseaux payants.
- Flexibilité sur l'attribution des numéros des postes : chaque organisation peut créer un plan de numérotation qui s'adapte le plus à ses besoins. L'hôpital possède à l'heure actuelle un plan de numérotation qu'il convient de conserver.
- Reconfiguration rapide en cas de changement de poste. C'est le cas par exemple lorsqu'un patient est transféré de chambre et qu'il conserve le même numéro de téléphone.
- Redirection des appels : en cas d'absence, un médecin peut rediriger automatiquement les appels lui étant destinés vers son numéro personnel.
- Personnalisation des options de chaque ligne : messagerie vocale, réveil, etc.
- Indépendance du réseau de voix et du réseau de données. Permet de maintenir des communications vers l'extérieur de l'hôpital en cas de panne d'un des réseaux.

L'hôpital de Moinești possède déjà un réseau interne de téléphonie basé sur un PABX. Cette solution permet de réduire considérablement le coût des communications et s'avère être fiable en termes de qualité. Cependant, le fait d'avoir des réseaux de voix et données indépendants présente l'inconvénient de payer pour deux services différents alors que le réseau de données est sous-

exploité. En effet, à l'heure actuelle le réseau IP peut supporter des trafics à très haut débit, ce qui est adapté à la transmission de voix et même de vidéo. C'est ainsi que nous avons envisagé une solution qui se base uniquement sur le réseau IP.

1.2. RESEAU CONVERGENT IP

Par réseau convergent IP on entend un réseau qui utilise le protocole internet (IP) pour transmettre des données de tout type. Conçu initialement pour transmettre des données, le réseau IP a évolué pour permettre la transmission de son et de vidéo. Il se présente comme une solution permettant d'homogénéiser le trafic de données au sein d'une organisation. Cette solution moderne est installée par toutes les nouvelles entreprises ce qui permet d'anticiper une future extinction des réseaux RTC et RNIS au profit du réseau IP.

Cette solution présente les avantages suivants :

- Abonnement unique pour toutes les communications.
- Variété de services. L'offre convergente IP permet d'intégrer la transmission de données classique, la téléphonie (VoIP) et la télévision (IPTV) au sein d'un unique réseau.
- Réduction du coût de déploiement. En installant un réseau unique les coûts d'installation ainsi que le nombre d'équipements nécessaires au bon fonctionnement du réseau est considérablement réduit. Le réseau est installé avec une marge utile pour une éventuelle expansion de celui-ci.
- Adaptée aux technologies modernes de communication. Grâce à ses performances, le réseau IP tend actuellement à s'imposer face aux réseaux classiques de téléphonie, c'est pourquoi les opérateurs téléphoniques envisagent de faire converger tous leurs services sur le réseau IP. Doter l'hôpital d'un réseau téléphonique sur IP permet de se procurer dès le début une architecture de réseau qui peut facilement s'adapter aux évolutions futures des modes de communication. De ce fait, aucun investissement supplémentaire ne devra être fait pour supporter des nouvelles technologies.
- Facilité d'expansion du réseau. Avec des simples modifications de la configuration du réseau on peut le rendre capable gérer un nombre plus important d'équipements.
- Une qualité de service optimale.

La téléphonie sur IP est en plus compatible avec la téléphonie classique. Grâce à des passerelles (gateways) IP on peut interfacier les lignes classiques avec les lignes IP afin d'assurer une communication avec tout type de terminal. Ces passerelles permettent également de traduire les communications de type RNIS ou RTC en communication IP. Pour les communications internes, l'installation d'un IPBX permet d'acheminer les communications internes sur le réseau IP. L'IPBX est facilement configurable grâce à une interface web, de plus il s'adapte à une éventuelle croissance du réseau puisqu'il s'agit d'un équipement logique qui peut à tout instant être reconfiguré pour supporter des nouveaux besoins.

Le réseau IP s'adapte parfaitement aux besoins de l'hôpital c'est pourquoi nous avons décidé de proposer prioritairement la solution convergente IP qui fonctionnera dans un premier temps simultanément avec l'ancien réseau téléphonique. Une fois que le réseau sera paramétré de façon à

supporter la totalité des communications ayant lieu dans les installations de l'hôpital on peut envisager d'arrêter définitivement le système téléphonique classique. Ce choix permet également d'utiliser la télévision sur IP (IPTV), ce qui évite de déployer un réseau exclusif pour la télévision. En installant un type unique de prises l'utilisateur peut brancher n'importe quel équipement compatible pour utiliser le service qu'il souhaite.

2. DATA

2.1. FOURNISSEURS D'ACCES A INTERNET

Le mot d'ordre dans le cas de l'hôpital de Moinești est : fiabilité. La qualité de service doit être maximale afin de limiter les risques d'isolement de l'hôpital.

Les offres d'accès à Internet en Roumanie sont très nombreuses, mais le plus souvent très localisées : chaque quartier possède son propre « micro-FAI », qui sont eux-mêmes sous contrat avec des opérateurs nationaux et/ou internationaux. La qualité du service proposé par ces micro-FAI laisse souvent à désirer.

L'opérateur historique (équivalent de France Télécom) est RomTelecom, qui est l'un des rares FAI à couvrir tout le territoire de la Roumanie. RomTelecom propose notamment une offre ADSL 20Mbps susceptible de convenir à notre établissement.

Moinești est également couverte par l'opérateur JPC, qui propose cependant des débits et une qualité de service moindres.

A notre connaissance, aucune autre offre n'est disponible dans cette zone.

2.2. SERVEURS DE STOCKAGE ET D'APPLICATIONS

SERVEUR DE STOCKAGE

Le serveur de stockage (SAN) doit permettre de sauvegarder une grande quantité de données, une marge devant être prévue pour les années à venir. Afin de minimiser les coûts d'un éventuel dommage matériel, il semble plus prudent de répartir les données sur plusieurs disques de petite taille, plutôt que sur un seul et unique disque de très grande capacité.

Pour ce stockage de données sur disques multiples, le niveau I de la technologie RAID permet d'obtenir une bonne sécurité des données puisqu'il consiste à dupliquer les données d'un disque sur un autre. Cette technologie est certes coûteuse, mais elle est en contrepartie plus rapide et plus fiable qu'une technologie RAID0, qui n'assure pas une sécurité suffisante dans le cadre du stockage de données médicales.

En outre, le choix d'utiliser plusieurs « petits » disques au lieu d'un seul de plusieurs téraoctets est justifié par le fait qu'en cas de problème au niveau du RAID, sa reconstruction sera beaucoup plus longue lorsqu'il devra recopier l'ensemble des données sur un disque de grosse capacité plutôt que sur un petit. Ce détail ne doit pas être négligé : en effet, pendant sa reconstruction, le RAID ne fonctionne plus et toute panne survenant pendant ce laps de temps serait fatale. Il est donc vital que l'ensemble des données soient redondantes en permanence.

SERVEUR APPLICATIF

Pour faire tourner les applications nécessaires au bon fonctionnement de l'hôpital, deux solutions sont envisageables. La première est l'installation d'une application sur chaque PC de chaque employé. Elle est inutilement lourde et coûteuse, et nécessite des opérations de maintenance plus fréquentes et plus nombreuses. La seconde solution consiste à profiter du fait que les applications utilisées par le personnel sont sensiblement les mêmes pour tous. Il suffit donc d'opter pour un découpage n-tiers où les machines des services ne feront qu'exécuter un client se connectant sur un serveur d'applications distant. Cela permet dans le même temps d'équiper les PC clients d'un matériel moins onéreux et de tout centraliser pour minimiser les coûts.

La caractéristique principale du serveur applicatif est la mémoire vive, qui devra être très importante, afin de supporter l'utilisation simultanée des applications par des clients multiples.

2.3. LES SYSTEMES DE GESTION DE BASES DE DONNEES

Afin de gérer d'une façon convenable les serveurs de stockage il est indispensable de se procurer un système de gestion de bases de données (SGBD). Dans le marché on trouve d'une part les SGBD libres et d'autre part les SGBD propriétaires.

MYSQL : UN SGBD LIBRE

Un code libre permet aux utilisateurs d'adapter au mieux le programme aux besoins de l'organisation. Pour cette raison, MySQL peut être adapté aux petites et moyennes entreprises.

Ses principaux avantages sont :

- Licences moins chères
- Rapidité d'exécution des requêtes
- Compatible avec les normes SQL sur les bases de données

Cependant, MySQL présente aussi certains inconvénients, dont le plus important réside dans les mécanismes de sécurité des données, qui ne sont pas aussi optimisés que ceux d'Oracle.

ORACLE : UN SGBD PROPRIETAIRE

Oracle est l'acteur principal des concepteurs de SGBD propriétaires. Ces SGBD offrent une qualité de service bien supérieure à celle des systèmes libres mais en échange, les licences d'utilisation sont plus chères.

Les principaux avantages d'Oracle sont :

- Support client assuré
- Outils d'administration très performants et ergonomiques
- Sécurisation des données grâce à des outils de sauvegarde performants
- Plus de 10 ans dans le marché des SGBD

Même si les licences sont plus chères, Oracle apparaît comme une solution idéale pour l'hôpital puisqu'il permet de gérer des quantités importantes d'information en toute sécurité et sans demander des connaissances techniques avancées.

2.4. LES CABLES D'ACCES

La rapidité d'accès du réseau de données est directement liée à la qualité des câbles réseau installés. Que ce soit pour le cœur du réseau ou pour la partie accès de celui-ci on dispose de deux types de câbles : les câbles UTP et FTP. Les câbles de type Unshielded Twisted Pair (UTP) ne possèdent aucun blindage et sont donc sensibles aux bruits externes. Les communications sur ce type de support sont exposées à des phénomènes comme la diaphonie ou les interférences. Pour contrer ces inconvénients, on dispose des câbles Foiled Twisted Pair (FTP) qui eux ont un blindage. Cette protection assure une qualité supérieure des communications et réduit considérablement la perte d'information lors du transport. En revanche, le prix des câbles FTP est légèrement plus élevé que celui des câbles UTP.

Le cœur du réseau doit supporter un trafic très important, c'est pour cela qu'on doit choisir des câbles de catégorie 6 qui offrent une bande passante importante allant jusqu'à 10Gbits/s, qui permettent d'acheminer correctement l'information partout dans le réseau. La partie accès du réseau à besoin de débits moins importants, on utilise pour cela de câbles de catégorie 5e qui supportent un débit pouvant aller jusqu'à 155Mbits/s.

V. CONSTRUCTION DU RESEAU

I. ARCHITECTURE GLOBALE

Compte tenu de la complexité du réseau à déployer, il a été jugé plus judicieux de commencer par structurer l'ensemble des matériels en les répartissant par service. La liste exhaustive des PC et téléphones devant être répartie au sein de l'hôpital ayant été établie précédemment, nous avons souhaité réaliser un découpage par service.

Dans un premier temps, cette répartition s'est faite de façon brute, sans tenir compte des matériels servant au câblage vertical. Nous devons, en effet, disposer de toutes les informations avant de savoir quel serait le nombre de commutateurs et de routeurs à acheter. Par la suite, cette idée a été améliorée afin d'éviter des dépenses inutiles notamment pour ne pas investir dans du matériel trop lourd pour des petits services par exemple.

Lorsque toute l'infrastructure nécessaire à la mise en place des postes clients (PC & téléphones) a été déployée, s'est posée la question de l'implantation des serveurs et plus généralement des sources d'informations devant être acheminées sur le réseau. N'oublions pas que nous avons fait le choix d'un réseau Ethernet devant transporter de la voix et des données. Il est donc indispensable que celui-ci soit correctement dimensionné pour permettre le transport de tous ces flux et que les différents matériels devant être à l'origine de ceux-ci puissent communiquer sans encombre dans tout l'hôpital.

2. DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE « CLIENT »

Après avoir consulté les différents fournisseurs de matériels, nous savions que nous avions à notre disposition des commutateurs de 24 et 48 ports et des routeurs pouvant avoir jusqu'à 4 interfaces GigaEthernet (ou FastEthernet) et 2 interfaces séries. Partant de la liste d'équipements nécessaires par services, nous avons réalisé la représentation qualitative visible sur le schéma situé en page 21 (fig. 1).

Le choix qui nous a semblé être le plus judicieux a été de répartir un service « par commutateur ». Il s'agit, en fait, d'un abus de langage puisqu'il n'existe pas de commutateur assez important pour pouvoir supporter les services de Médecine Interne, Chirurgie Générale et Obstétrique & Gynécologie. Pour cela, le choix s'est naturellement porté sur la mise en cascade des commutateurs.

Chaque service dispose de son propre sous-réseau calculé en fonction des informations que nous avons établies. La plupart d'entre eux ont encore des possibilités d'évolution et nous avons fait le choix de permettre une extension de certains d'entre eux lorsque celle-ci était nulle (notamment lorsqu'après calcul, il ne reste plus aucune possibilité de connecter un nouveau matériel). Le tableau suivant résume les choix réalisés pour établir cet adressage au plus juste (voir le détail du plan d'adressage en page 22 (fig. 2).

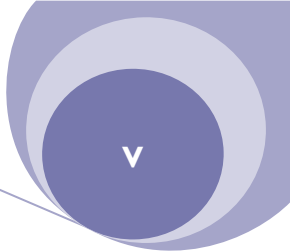
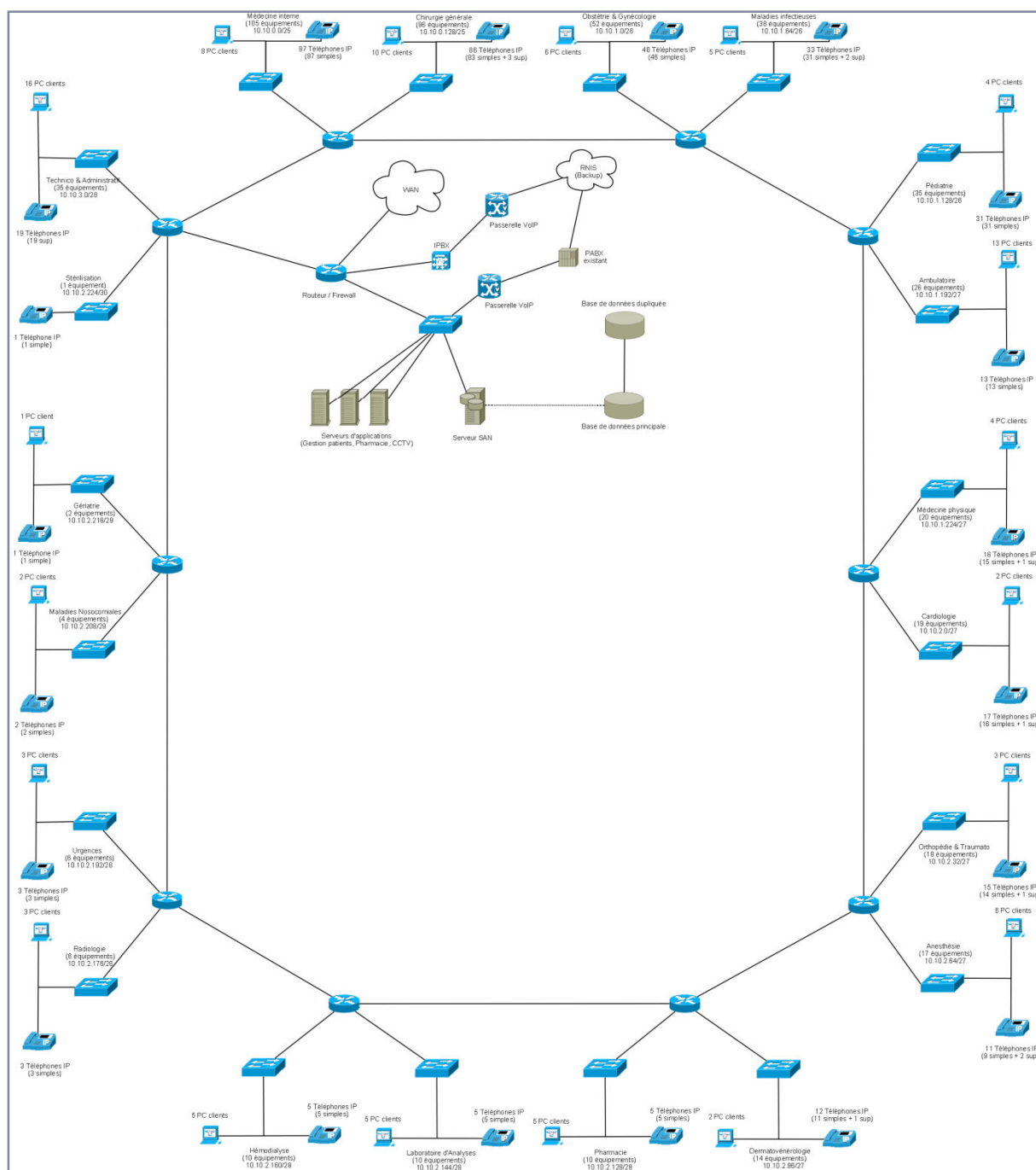


Figure 1 : schéma global du réseau



Note : ce schéma est consultable dans une taille plus lisible à l'adresse suivante :

<http://int.null.fr/NET4002/RE.png>

Figure 2 : plan d'adressage

Service	Nombre de clients comptabilisés	Adresse définie	Nombre de clients potentiels
Médecine interne	113	10.10.0.0/25	126
Chirurgie générale	98	10.10.0.128/25	126
Obstétrique & Gynécologie	52	10.10.1.0/26	62
Maladies infectieuses	38	10.10.1.64/26	62
Pédiatrie	35	10.10.1.128/26	62
Ambulatoire	26	10.10.1.192/27	30
Médecine physique	20	10.10.1.224/27	30
Cardiologie	19	10.10.2.0/27	30
Orthopédie & Traumato	18	10.10.2.32/27	30
Anesthésie	17	10.10.2.64/27	30
Dermatovénéréologie	14	10.10.2.96/28 10.10.2.96/27	14 30
Pharmacie	10	10.10.2.128/28	14
Laboratoire d'analyses	10	10.10.2.144/28	14
Hémodialyse	10	10.10.2.160/28	14
Radiologie	6	10.10.2.178/29 10.10.2.178/28	6 14
Urgences	6	10.10.2.192/29 10.10.2.192/28	6 14
Maladies nosocomiales	4	10.10.2.208/29	6
Gériatrie	2	10.10.2.216/30 10.10.2.216/29	2 6
Stérilisation	1	10.10.2.224/30	2
Technico & Administration	35	10.10.3.0/25	128
Serveurs et matériel technique		10.10.3.128/25	128

Les adresses réseaux rayées correspondent dans ce tableau aux adresses qui auraient pu être attribuées aux différents segments pour respecter notre cahier des charges. Néanmoins, dans un souci de prévoir un dimensionnement au plus juste et puisqu'il existe peu de limitations grâce au fait que nous utilisons des adresses IP privées, nous avons décidé d'étendre le nombre de machines utilisables au sein de chacun de ces sous-réseaux. Ainsi, si on prend, par exemple, le service de Radiologie, on a comptabilisé la présence de 6 équipements nécessitant une interface réseau. L'adressage barré pourrait répondre à cette attente sans difficulté mais si on désirait ajouter par la suite un nouvel matériel (imprimante réseau, téléphone IP, etc.), il aurait fallu soit déconnecter un des 6 autres matériels, soit refaire complètement le sous-réseau (ce qui ne pouvait être optimal et aurait laissé 6 adresses réseaux inutilisables).

Pour les sous-réseaux au plus juste (lorsque le nombre de clients potentiels est égal au nombre de clients comptabilisés), un masque de sous-réseau permettant d'adresser une quantité de machines

plus importantes a donc été choisi, ce qui correspond à la seconde adresse indiquée après l'adresse barrée.

Une fois chaque service attribué à un commutateur, nous avons choisi de les regrouper par deux afin de les relier chacun à un routeur. Là encore, il peut y avoir plusieurs commutateurs connectés sur la même interface d'un routeur si ceux-ci ont été mis en cascade préalablement. Cette solution est pratique et rapide à mettre en place mais souffre d'un gros défaut. Lorsqu'un service ne remplit pas l'ensemble des ports de « son » commutateur, ceux-ci sont perdus (même si on vient ajouter de nouveaux équipements par la suite, jamais un commutateur de 24 ports n'ayant que 10 équipements au début ne parviendra à combler le manque).

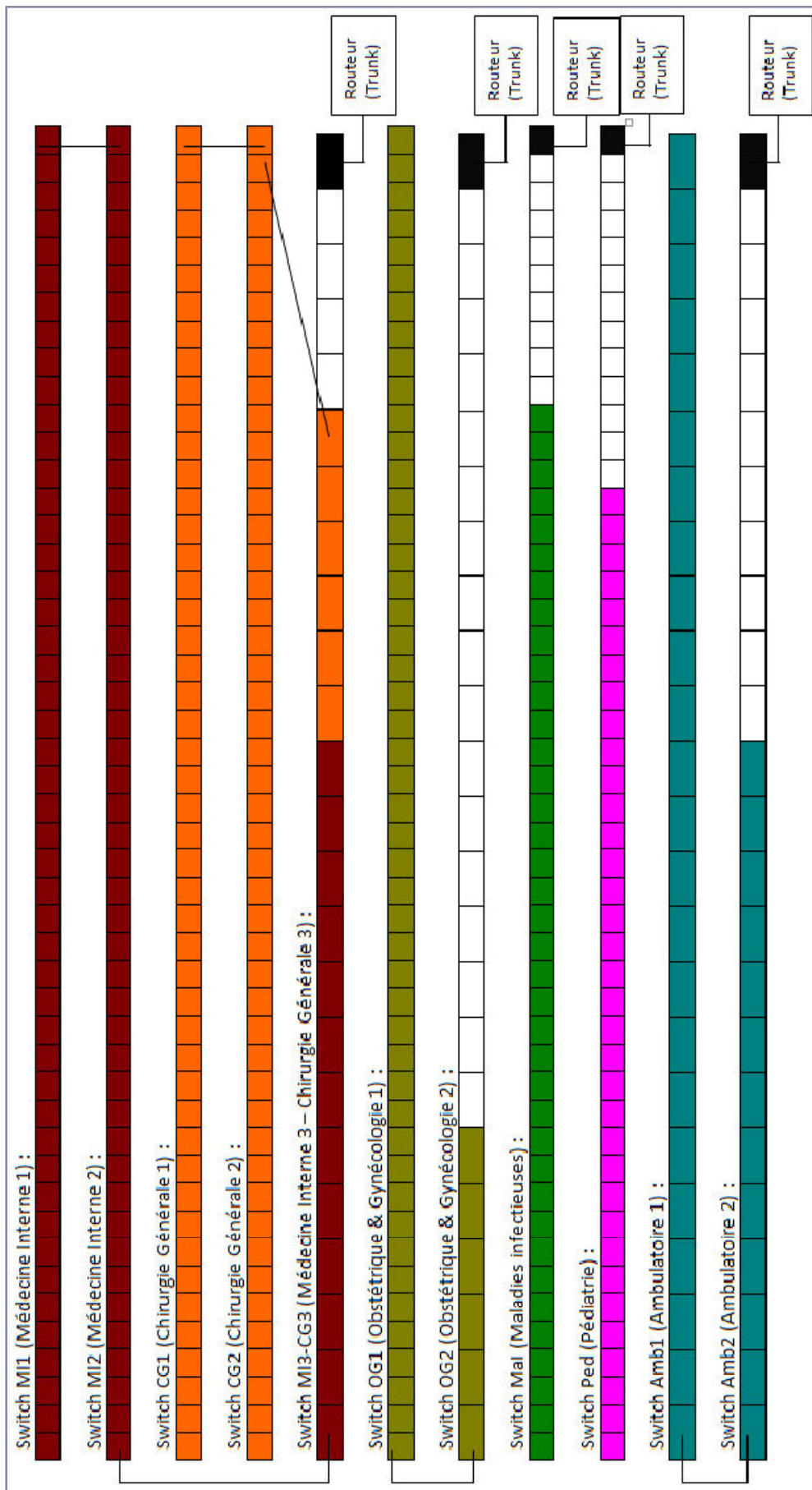
Pour remédier à ce problème, nous avons préféré récupérer la place restante sur certains commutateurs pour attribuer ces ports vides à d'autres sous-réseaux plus petits. Par exemple, il est facile de faire se loger sur un commutateur 24 ports un sous-réseau de 12 machines avec un autre de 8 machines. Il s'agit, techniquement, de créer des VLANs tout en les autorisant à communiquer entre eux. En effet, par défaut, il n'est pas possible pour deux VLANs présents sur un même commutateur de se voir. C'est là qu'un routeur est indispensable pour la mise en œuvre du « trunk » (il s'agit du protocole 802.1q). Il va alors suffire de connecter chaque commutateur sur une interface virtuelle du routeur pour permettre à celui-ci de router les informations entre les VLANs même si ceux-ci se trouvent sur un même équipement.

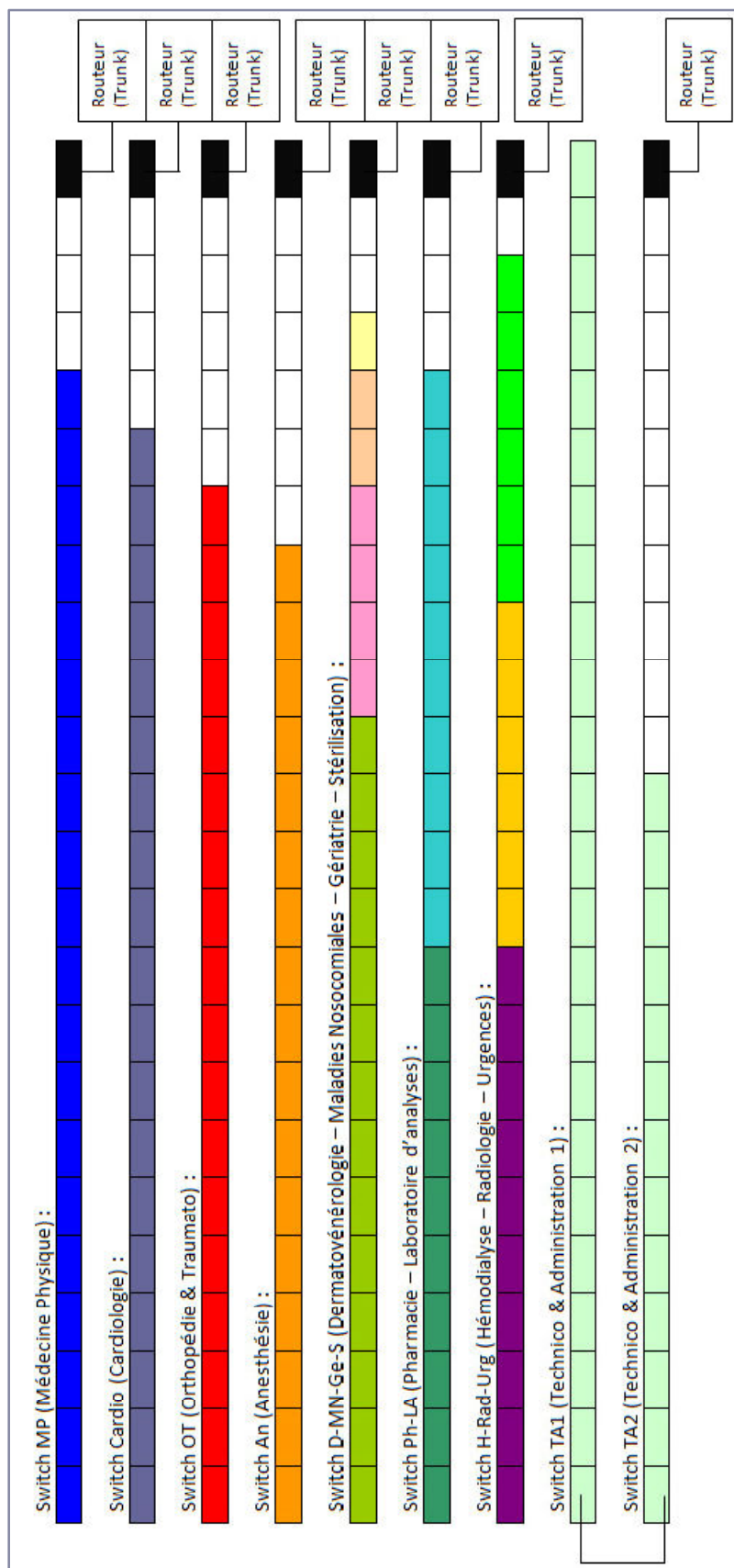
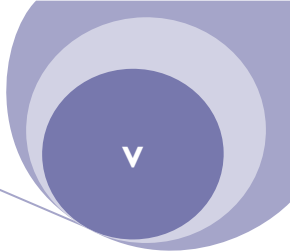
Pour définir comment devaient être répartis les VLANs, nous avons essayé d'optimiser au mieux les espaces inutilisés et de procéder à la répartition présente sur la page suivante.

Légende :

	Médecine Interne
	Chirurgie Générale
	Obstétrique & Gynécologie
	Maladies Infectieuses
	Pédiatrie
	Ambulatoire
	Médecine Physique
	Cardiologie
	Orthopédie & Traumatologie
	Anesthésie
	Dermatovénéréologie
	Pharmacie
	Laboratoire d'analyses
	Hémodialyse
	Radiologie
	Urgences
	Maladies Nosocomiales
	Gériatrie
	Stérilisation
	Technico & Administration

Note : les deux schémas qui suivent sont consultables dans des formats plus lisibles aux adresses suivantes : <http://int.null.fr/NET4002/vlans01.jpg> et <http://int.null.fr/NET4002/vlans02.jpg>





L'optimisation de l'utilisation des commutateurs n'est pas optimale : on aurait encore pu réduire le nombre de matériels utilisés en divisant certains VLANs pour les répartir sur les ports inutilisés des autres commutateurs. Néanmoins, pour des raisons de lisibilité et de maintenance du réseau, nous avons préféré faire ce choix quitte à laisser d'autres ports vacants.

Sur les ports des commutateurs qui ne sont pas en cascade, un port est réservé à la connexion avec un routeur (on utilisera pour cela un port Gigabit). Le mode « trunk » et le protocole 802.1q sont activés sur les commutateurs et les routeurs afin de rendre tous les sous-réseaux accessibles entre eux.

Concernant le type de matériel que nous avons choisi, notre choix s'est porté sur du matériel Cisco. Plusieurs raisons justifient ce choix : la fiabilité de ce matériel n'est plus à démontrer. De plus, malgré un coût plus important que certains de ces concurrents, les fonctionnalités proposées sont plus importantes et les possibilités d'extensions sont très intéressantes pour l'infrastructure que nous désirons développer. Enfin, les ressources Cisco sont multiples et nombre d'ingénieurs ont des compétences pointues dans l'administration de l'IOS Cisco via les certifications reconnues du constructeur (CCNA, CCNP et CCIE).

Les routeurs sont équipés de modules séries permettant de réaliser un maillage et non un simple réseau en anneau comme cela est représenté sur le schéma théorique ci-dessus. Chaque module est équipé de 4 connexions séries (et non 2 comme sur le schéma) afin de réaliser une étoile permettant une meilleure redondance des liens en cas de panne d'un routeur. Le schéma correspondant à ce double maillage et au déploiement des VLANs n'a pas été réalisé pour des raisons de lisibilité.

Comme cela a été décrit, nous avons donc utilisé 7 commutateurs 48 ports Cisco (2 ports Gigabit « uplink » utilisés pour les connexions avec les routeurs) ainsi que 14 autres commutateurs 24 ports (même remarque concernant les 2 ports Gigabit « uplink »). Pour les routeurs, notre choix s'est porté sur des routeurs équipés de 2 ports GigaEthernet et pouvant recevoir des cartes d'extensions (d'où l'utilisation de ports séries pour les échanges entre les routeurs : 2 ports DCE et 2 ports DTE sur chaque routeur).

3. DESCRIPTION DE L'ARCHITECTURE « SERVEURS »

Nous avons fait le choix d'une infrastructure simple et performante pour éviter toute perte de données et maximiser leur sécurité.

L'arrivée du WAN est connectée sur un routeur qui fait office de pare-feu. Nous avons privilégié un firewall logiciel pour des raisons de coût, celui-ci pouvant être tout aussi performant si la prestation de configuration est faite en tenant compte des règles de sécurité, notamment via des access-lists dans le cas du matériel Cisco que nous avons choisi. Ce routeur est lui-même équipé de 2 ports GigaEthernet et d'un port DSL via l'ajout d'une carte d'extension. Un des ports GE est relié au commutateur sur lequel sera connecté l'ensemble des serveurs et l'autre sera celui qui se connectera à l'IPBX. Le port DSL fera l'interface avec le WAN. En effet, nous avons fait le choix de configurer le routeur pour que celui-ci puisse router directement les informations de VoIP parvenant du WAN vers l'IPBX pour permettre sa redistribution sur le réseau local de l'hôpital.

Nous avons fait le choix de conserver le PABX existant afin de permettre l'utilisation d'un lien de secours via une connexion RNIS (voir la partie relative à la QoS). Celui-ci est relié au réseau local via une passerelle VoIP afin de permettre la conversion. Il en est de même pour l'IPBX qui est relié à la connexion RNIS via une passerelle VoIP toujours pour la même raison.

VI. QUALITE DE SERVICE

La qualité de service intervient à plusieurs niveaux au sein de notre architecture. La première concerne la disponibilité du réseau en lui-même, puis vient celle des communications qui doit être maintenue en permanence aussi bien en interne que vers l'extérieur.

1. RESEAU

Nous avons fait le choix d'équiper l'ensemble de nos routeurs de 4 ports séries afin de permettre une redondance maximale dans les routes existantes pour permettre qu'en cas de panne d'un routeur, le réseau ne soit pas paralysé. Le choix d'un algorithme de routage dynamique est bien entendu nécessaire pour que la réactivité soit maximale et que la mise à jour des routes se fasse quasiment en temps réel. Pour répondre à ce besoin, on pourra par exemple choisir le protocole OSPF.

2. COMMUNICATIONS

Pour l'acheminement des communications, il n'y a, a priori, pas de problème possible en interne puisque les routeurs sont équipés de plusieurs interfaces séries permettant de mailler le réseau suffisamment pour permettre qu'il soit toujours actif même en cas de défaillance matérielle. Toutefois, un problème avec les communications vers l'extérieur peut se poser lorsque le réseau WAN devient inaccessible (panne de l'ISP, congestion sur le réseau, etc.).

Dans ce cas, nous avons fait le choix de souscrire un abonnement RNIS différent de notre abonnement WAN. Ainsi, ce lien de secours servira en cas de défaillance du lien principal. Il est relié au PABX existant comme nous l'avons expliqué précédemment afin de permettre l'acheminement des appels réalisés via la voix sur IP au sein de l'hôpital ou de reconvertir les appels « classiques » vers les téléphones IP via des passerelles VoIP qui sauront effectuer les conversions nécessaires.

3. DONNEES

Autre endroit où la disponibilité doit être totale, il s'agit, bien évidemment, des données stockées sur le serveur SAN. Pour permettre que toute panne n'entraîne qu'une coupure brève, voire invisible pour l'ensemble du personnel soignant et administratif, il a été décidé d'utiliser le mécanisme RAIDI qui permet une duplication des données en temps réel sur un second disque dur. Certes, cette technique a un coût puisqu'elle nécessite de doubler l'ensemble des disques achetés mais elle est aussi la plus robuste tout en ayant un rapport qualité/prix acceptable (d'autres mécanismes RAID existent mais peuvent se révéler trop onéreux pour des efficacités similaires ou à peine supérieures).

Un autre problème qui peut survenir et qui peut avoir des conséquences très lourdes, est une panne de courant. Dans ce cas, non seulement tous les fichiers sur lesquels le personnel hospitalier était en train de travailler et donc les données entrées sont perdus, mais de plus aucune opération sous celioscopie ne peut être effectuée, toutes les données sur l'état du patient devraient être prises manuellement ce qui est impossible pour certaines, l'assistance respiratoire et d'autres fonctionnalités vitales pour les patients devraient être effectuées manuellement... Tous ces désagréments diminuent l'efficacité de l'hôpital et mettent en danger la vie des patients, c'est pourquoi la mise en place d'un groupe électrogène de secours est indispensable.

VII. COUT DE LA SOLUTION

DESCRIPTION DES ELEMENTS CHOISIS

ABONNEMENT RNIS

En ce qui concerne les lignes téléphoniques, nous avons opté pour l'offre ISDN 30 Services de Rom Telecom. ISDN-30 est fourni en deux versions: du trafic unidirectionnel et du trafic bidirectionnel.

Chaque paquet ISDN-30 contient :

- une unique charge de connexion ;
- un abonnement mensuel (crédit non inclus) ;
- 1 numéro appelant ;
- la possibilité d'avoir plus de numéros en utilisant les services optionnels supplémentaires DDI (Direct Dialing Inward) ;
- Implicit et Optional ISDN Services inclus.

En considérant que l'installation des différents paquets ISDN 30 a déjà été faite, il y a un abonnement mensuel de 140€ (donc sur une durée de 10 ans, cela revient à 16 800€, si l'on ne prend pas en compte l'inflation). Cependant si l'installation des paquets ISDN 30 doit être effectuée (c'est ce que nous supposons), les frais d'installation de 790€ doivent être ajoutés.

ABONNEMENT INTERNET

Pour les tarifs internet, nous nous sommes décidés pour l'offre ADSL Clicknet 20 Megas de RomTelecom.

L'offre en elle-même coûte 39€ par mois, ce qui nous fait donc un total de 4 680€ (toujours sans tenir compte de l'inflation).

Comme le réseau doit fonctionner pour les dix prochaines années, il est plus rentable d'acheter les modems que de les louer ainsi à l'installation des modems (40€). Pour l'achat du modem, plutôt que de recourir à ceux proposés par RomTelecom, nous nous sommes tournés vers un matériel plus solide et performant : l'interface WAN Cisco devrait convenir à nos besoins et coûte 481,65€.

IPBX

En ce qui concerne l'IPBX, notre choix s'est porté sur l'IPBX 600 de voipstore.co.il.



- VoIP Interfaces: 2 Ethernet 10/100 (RJ45)
- PSTN Interfaces : jusqu'à 4 E1/T1 PRI ISDN
- VoIP Extensions : 512
- Capacité : 256 appels simultanés
- Mémoire : 48000 Minutes
- Codage de la voix : G711a/u, G729a/u, G726, GSM

Le prix de cet IPBX est de 14 343€ hors taxes, soit 17 068.20 € avec la TVA.

GATEWAY

Quant à la gateway, sur voiptalk.org, nous avons opté pour Grandstream GXW-4024 FXS Gateway 24 port model.



- 24 FXS ports with PSTN lifeline
- One 10M/100Mbps network port
- Multiple SIP server profiles (2 per system) and independent account per port
- Supports audio codecs : G.711, G.723, G.726, G.729 A/B/E, iLBC
- T.38 Fax
- G.168 Echo Cancellation

Cette gateway coûte 598,50€.

SERVEURS DE STOCKAGE

Pour les serveurs de stockage, nous avons réduit notre choix à deux serveurs dont la fiche technique se trouve ci-dessous.

TRUSTER RX7260D

RX7260D est la solution idéale pour les grandes bases de données et des applications critiques, mais peut être aussi utilisé dans d'autres domaines. Conçu autour du chipset Intel-5000P, avec l'appui de deux Intel Multi-Core Xeon et jusqu'à 32 Go, RX7260D a un sous-système RAID SAS intégrée BBU option. Avec jusqu'à six disques durs SAS dispose d'une capacité de 1.8TB de stockage interne maximum qui peut être étendu par la connexion à des systèmes de stockage externe via iSCSI ou Fibre Channel HBA.

Un module optionnel permet à distance en gestion de la bande et hors bande avec les caractéristiques à distance KVM.

- Intel Dual Xeon Server Board, 667, 1066, 1333MHz FSB
- Support one or two Intel Xeon Multi Core Processors
- DDR2 PC667 ECC REG FB-DIMM (8DIMM), dual interleaving, Intel x4 SDD, memory sparing & mirroring, up to 32GB
- Integrated Graphics-ATI RAGE XL, 16MB
- Integrated Two Intel PRO/1000XT w/ Intel I/OAT
- 2x 1Go, 667MHZ DDR2
- 4x 500Go
- + groupe électrogène
- + onduleur

Ce serveur coûte 2752 euros.

TRUSTER RX7260DS

Ce serveur est le même que le précédent à la différence près qu'il possède des disques SATA et qu'il ne coûte que 2281 euros.

Bien qu'ils soient tous les deux très semblables, celui avec les disques SAS possède une technologie plus moderne ce qui nous a poussés à le choisir malgré son prix plus élevé.

SERVEUR APPLICATIF

Pour le serveur applicatif, nous avons arrêté notre choix sur le modèle suivant:

RX5430 domaine couvre les besoins HPC (calcul haute performance), mais peut aussi être utilisé dans d'autres domaines (redering ferme, etc.) Conçu autour du nouveau chipset Intel 5400, avec l'appui de deux Intel Xeon multi-coeur et d'une impressionnante mémoire vive - jusqu'à 128 Go (64 Go - les modules actuellement disponibles), RX5430 est une merveilleuse puissance de calcul.

- 64Go Ram
- 73Go disque SAS
- Onduleur

Ce serveur coûte 3 313€.

BAIE

L'installation des serveur a soulevé la question de la baie, nous nous sommes décidé pour ce modèle :

- RMA-42-A66-CAX-A1 - Triton - 19' Free-standing rack 42U/600x600
- Poids de 71,7kg
- Capacité de stockage de la mémoire : 400kg

Cette baie coûte 456,87 euros.

LICENCE SGBD

Nous avons opté pour une licence Oracle qui coûte 746,27 euros.

Licence ORACLE: 950 USD Enterprise Edition (743)

Les conditions de la licence peuvent être trouvées sur le lien ci-dessous:
<http://www.oracle.com/corporate/pricing/technology-price-list.pdf>

SWITCHES ET ROUTEURS

Pour nous conformer au schéma présenté dans la partie Construction du réseau, nous avons besoin de :

- 7 switch 48 ports (Switch Cisco Catalyst 2960-48TT, 1 833.60 € l'unité) ;
- 14 switch 24 ports (Switch Cisco Catalyst Express 520-24TT, 451.54 € l'unité) ;
- 7 routeurs pour relier les 13 ports qui vont vers un routeur (sur les dessins) + le routeur qui va accueillir le WAN, IPBX et switch des serveurs (Cisco 2821 Integrated Services Router, 2 643.01 € l'unité)

Ainsi que de 7 modules d'extension de 4 ports série pour le maillage des 7 routeurs de câblage vertical (Cisco Interface Module expansion module - 4 ports, 961.66 € l'unité).

Par mesure de sécurité, on ajoutera un routeur et un switch de chaque catégorie afin d'avoir du matériel de rechange sur place en cas d'avarie.

CABLAGE

Pour les câbles, pour le cœur de réseau, nous avons opté pour deux bobines de câble de catégorie six et pour la partie accès, du câble de catégorie cinq.

- Cablu FTP cat.5E - 24AWG, role 305m, TKF Olanda (<http://www.netcom.com.ro/produse-retelistica.html>) Le mètre coûte 0,27 euros.
- Cablu FTP cat.6, NON-HALOGEN, 23AWG, BONDED PAIRS, role 500m (<http://www.netcom.com.ro/produse-retelistica.html>) Le mètre coûte 0,5 euros.
- Cablu FTP cat.6, 23AWG, BONDED PAIRS, role 500m (<http://www.netcom.com.ro/produse-retelistica.html>) Le mètre coûte 0,46 euros.

Nous prendrons les connecteurs RJ45 chez Prosys.

(http://prosys.ro/componente_network.php&sl=pt&tl=es&history_state0=)

Un connecteur coûte 0,05 euros.

BORNES WI-FI

En ce qui concerne les bornes wifi, nous avons le choix entre :

- Cisco 521 Wireless Express Access Point - radio access point : 305,76€
- Wireless Access Point Linksys WAP4400N : 148,80€

On optera pour le second, moins coûteux.

TELEPHONES ET PARC INFORMATIQUE

Pour les téléphones dotés de fonctionnalités avancées, nous avons choisi le modèle Linksys SPA941, qui coûte 90,54€. Pour les téléphones simples, nous avons opté pour le modèle Linksys SPA901-EU, qui coûte 57,78€.

Nous avons décidé de ne pas proposer d'offre de renouvellement du parc informatique, considérant que l'on pouvait garder dans un premier temps les PC utilisés actuellement par le personnel. Le renouvellement pourra être réalisé si le client le juge nécessaire.

COUT FINAL DE LA SOLUTION

Objet	Prix	Nombre /Période	Prix total
ISDN 30 Services		10 ans	17 590 €
ADSL Clicknet 20 Megas de RomTelecom		10 ans	4 680 €
Cisco WAN Interface Card DSL modem	481,65 €	1	481,65 €
IPBX 600	17 068.20 €	1	17 068.20 €
Grandstream GXW-4024 FXS Gateway 24 port model	598.50 €	2	1 197 €
Serveur de stockage TRUSTER RX7260D	2 752 €	1	2 752 €
Serveur applicatif RX5430	3 313 €	1	3 313 €
Baie RMA-42-A66-CAX-A1 - Triton - 19'	456.87 €	1	456.87 €
Licence Oracle	746.29 €	1	746.29 €
Bornes Wifi Wireless Access Point Linksys WAP4400N	148.80 €	10	1488 €
Câble catégorie 6	0.46 €/m	(longueur impossible à estimer)	
Câble catégorie 5	0.27 €/m	(longueur impossible à estimer)	
Connecteur RJ45	0.05 €	(2 par lien)	
Switch Cisco Catalyst 2960-48TT	1 833.60 €	8	14 668.80 €
Switch Cisco Catalyst Express 520-24TT	451.54 €	15	6 773.10 €
Cisco 2821 Integrated Services Router	2 643.01 €	9	23 787.10 €
Cisco Interface Module expansion module - 4 ports	961.66 €	7	6 731.62 €
Linksys SPA941	90.54 €	31	2 806.74 €
Linksys SPA901-EU	57.78 €	399	2 3054.22 €
Total			127 594.59 €

VIII. PLAN DE CHARGE

Note : ce planning peut être consulté dans une taille plus lisible à l'adresse suivante :

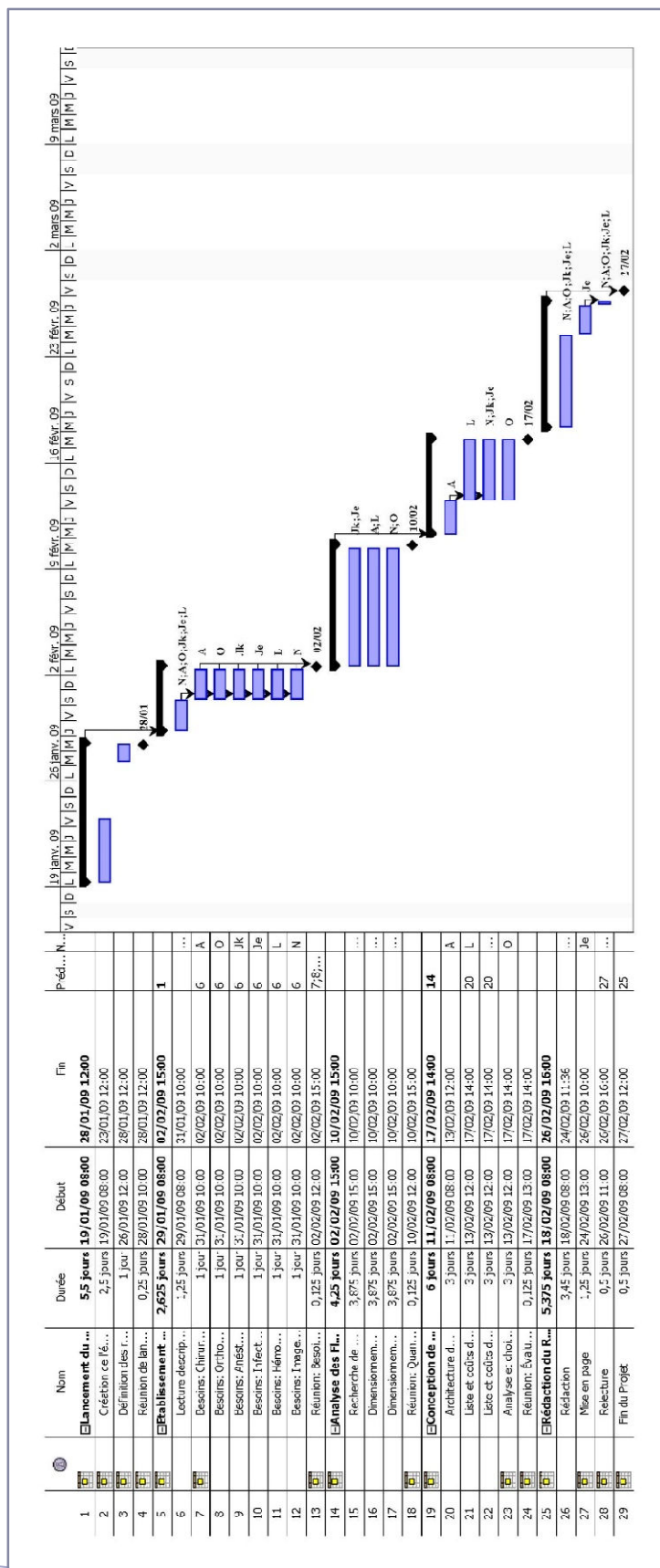
<http://int.null.fr/NET4002/Charge.jpg>

	Nom	Travail
1	Nicolas	52 heures
	<i>Besoins: Imagerie, Urgences, Ambulatoire, Recherche</i>	4 heures
	<i>Dimensionnement du réseau voix</i>	15,5 heures
	<i>Rédaction</i>	13,5 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Liste et coûts des équipements data</i>	12 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
2	Alexandre	52 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Rédaction</i>	13,5 heures
	<i>Dimensionnement du réseau data</i>	15,5 heures
	<i>Architecture du réseau</i>	12 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
	<i>Besoins: Chirurgie, Prévention, Médecine Interne</i>	4 heures
3	Olivia	52 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Dimensionnement du réseau voix</i>	15,5 heures
	<i>Besoins: Orthopédie, Cardiologie, Récupération</i>	4 heures
	<i>Analyse et choix des offres d'accès</i>	12 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
	<i>Rédaction</i>	13,5 heures
4	Jacqueline	52 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Besoins: Anesthésie, Pédiatrie, Obstétrique</i>	4 heures
	<i>Rédaction</i>	13,5 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
	<i>Recherche de Fournisseurs, Opérateurs, FAI</i>	15,5 heures
	<i>Liste et coûts des équipements data</i>	12 heures
5	Jeanne	52 heures
	<i>Rédaction</i>	8,5 heures
	<i>Mise en page</i>	5 heures
	<i>Recherche de Fournisseurs, Opérateurs, FAI</i>	15,5 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Liste et coûts des équipements data</i>	12 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
	<i>Besoins: Infections, Dermatovénérologie, Gériatrie</i>	4 heures
6	Lyora	52 heures
	<i>Dimensionnement du réseau data</i>	15,5 heures
	<i>Relecture</i>	2 heures
	<i>Lecture descriptif de l'hôpital</i>	5 heures
	<i>Besoins: Hémodialyse, Stérilisation, Analyses, Administratif</i>	4 heures
	<i>Liste et coûts des équipements voix</i>	12 heures
	<i>Rédaction</i>	13,5 heures

IX. PLANNING

Note : ce planning peut être consulté dans une taille plus lisible à l'adresse suivante :

<http://int.null.fr/NET4002/Planning.jpg>



X. CONCLUSION

Dans le cadre de la réalisation de l'infrastructure réseau et télécom d'un hôpital, nous avons souhaité mettre en œuvre une solution qui privilégiait la fiabilité : lorsque la santé d'être humains est en jeu, il semble indispensable de se prémunir de tout incident technique qui pourrait mettre à mal le fonctionnement de l'établissement. La solution retenue n'est donc certainement pas la plus économique, mais elle est celle qui nous a semblé présenter les caractéristiques nécessaires pour offrir une qualité de service optimale.

La localisation de l'hôpital en Roumanie (et plus particulièrement à Moinești) nous a permis de percevoir les divers impératifs et particularités liés au lieu géographique sur lequel le projet est mené : la solution technique aurait pu être tout à fait différente si l'hôpital s'était trouvé en Polynésie, ou encore au Japon.

On peut cependant déplorer l'absence de communication avec le client, ainsi que le caractère sporadique des informations fournies, qui nous ont poussés à établir un certain nombre d'hypothèses qui n'étaient peut-être pas toujours fondées. C'est pourquoi nous tenons à préciser que la solution que nous proposons est tout à fait apte à être discutée sur différents points, améliorée et adaptée aux désirs et aux remarques que pourraient nous soumettre d'éventuels clients.