

MINISTERE DE L'EDUCATION

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple - Un But - Une Foi

UNIVERSITE DE BAMAKO

Faculté de Médecine de Pharmacie
et d'Odonto-stomalogie

Année Universitaire 2005 - 2006

N°...../

001100111001111

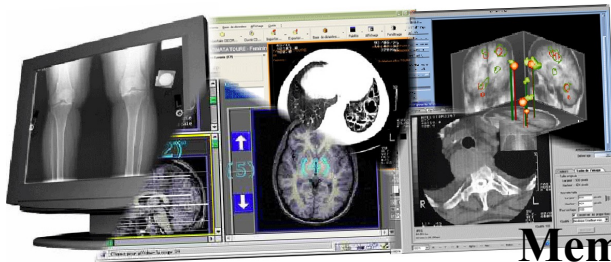
TELERADIOLOGIE AU MALI BILAN ET PERSPECTIVES

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 15 avril 2006 Devant la Faculté
de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie du Mali.

Par : M. Mohamed SANGARE

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine générale
(Diplôme d'état)



Membres du Jury

Président : Professeur Abdel Kader TRAORE

Membre : Docteur Mamadou DIALLO IAM

Docteur Sadio YENA

Directeur de thèse : Professeur Siaka SIDIBE

Co-Directeur de thèse : Docteur Mahamadou TOURE



MINISTERE DE L'EDUCATION

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple - Un But - Une Foi

UNIVERSITE DE BAMAKO

Faculté de Médecine de Pharmacie
et d'Odonto-stomalogie

Année Universitaire 2005 - 2006

N°...../

001100111001111

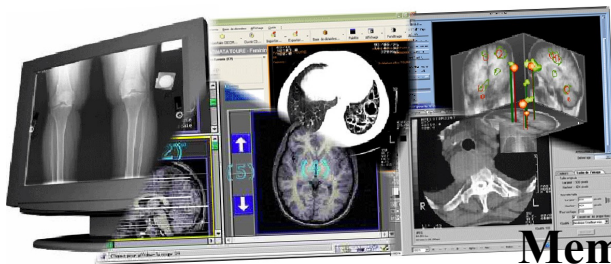
TELERADIOLOGIE AU MALI BILAN ET PERSPECTIVES

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 15 avril 2006 Devant la Faculté
de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie du Mali.

Par : M. Mohamed SANGARE

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine générale
(Diplôme d'état)



Membres du Jury

Président : Professeur Abdel Kader TRAORE

Membre : Docteur Mamadou DIALLO IAM

Docteur Sadio YENA

Directeur de thèse : Professeur Siaka SIDIBE

Co-Directeur de thèse : Docteur Mahamadou TOURE



FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO - STOMATOLOGIE ANNEE UNIVERSITAIRE 2004 – 2005

ADMINISTRATION

DOYEN : **MOUSSA TRAORE** – PROFESSEUR

1^{er} ASSESSEUR : **MASSA SANOGO** – MAITRE DE CONFERENCES

2^{ème} ASSESSEUR : **GANGALY DIALLO** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

SECRETAIRE PRINCIPAL : **YENIMEGUE ALBERT DEMBELE** – MAITRE DE CONFERENCES
AGREGE

AGENT COMPTABLE : **M^{me} COULIBALY FATOUMATA TALL** – CONTROLEUR DES FINANCES

LES PROFESSEURS HONORAIRES

M. Alou BA	Ophtalmologie
M. Bocar SALL	Orthopédie – Traumatologie – Secourisme
M. Souleymane SANGARE	Pneumo – phtisiologie
M. Yaya FOFANA	Hématologie
M. Mamadou L. TRAORE	Chirurgie Générale
M. Balla COULIBALY	Pédiatrie
M. Mamadou DEMBELE	Chirurgie Générale
M. Mamadou KOUMARE	Pharmacognosie
M. Mohamed TOURE	Pédiatrie
M. Ali Nouhoum DIALLO	Médecine interne
M. Aly GUINDO	Gastro - Entérologie

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D.E.R. & PAR GRADE

D.E.R. CHIRURGIE RT SPECIALITES CHIRURGICALES

1. PROFESSEURS

M. Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
M. Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
M. Abdou Alassane TOURE	Orthopédie – Traumatologie, Chef de D.E.R.
M. Kalilou OUATTARA	Urologie
M. Amadou DOLO	Gynéco – Obstétrique
M. Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L.

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. Abdoulaye DIALLO	Ophtalmologie
M. Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
M. Abdel Kader TRAORE Dit DIOP	Chirurgie Générale
M. Abdoulaye DIALLO	Anesthésie – Réanimation
M. Gangaly DIALLO	Chirurgie Viscérale

3. MAITRES DE CONFERENCES

M ^{me} SY Aïda SOW	Gynéco – Obstétrique
M. Salif DIAKITE	Gynéco - Obstétrique

4. MAITRES ASSISTANTS

M^{me} DIALLO Fatimata S. DIABATE
M. Mamadou TRAORE
M. Sadio YENA
M. Filifing SISSOKO
M. Issa DIARRA

Gynéco – Obstétrique
Gynéco – Obstétrique
Chirurgie Générale et Thoracique
Chirurgie Générale
Gynéco - Obstétrique

5. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE

M^{me} Diénéba DOUMBIA
M. Mamadou L. DIOMBANA
M. Sékou SIDIBE
M. Abdoulaye DIALLO
M. Tiéman COULIBALY
M^{me} TRAORE J. THOMAS
M. Nouhoum ONGOIBA
M. Zanafon OUATTARA
M. Zimogo Zié SANOGO
M. Adama SANGARE
M^{me} TOGOLA Fanta KONIPO
M. Sanoussi BAMANI
M. Doulaye SACKO
M. Ibrahim ALWATA
M. Lamine TRAORE
M. Mady MAKALOU
M. Aly TEMBELY
M. Niani MOUNKORO
M. Tiemoko D. COULIBALY
M. Souleymane TOGORA
M. Mohamed KEITA

Anesthésie – Réanimation
Stomatologie
Orthopédie – Traumatologie
Anesthésie – Réanimation
Orthopédie – Traumatologie
Ophtalmologie
Anatomie & Chirurgie Générale
Urologie
Chirurgie Générale
Orthopédie – Traumatologie
O.R.L.
Ophtalmologie
Ophtalmologie
Orthopédie – Traumatologie
Ophtalmologie
Orthopédie – Traumatologie
Urologie
Gynécologie – Obstétrique
Odontologie
Odontologie
O.R.L.

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS

M. Daouda DIALLO
M. Siné BAYO
M. Amadou DIALLO
M. Moussa HARAMA
M. Ogobara DOUMBO

Chimie Générale & Minérale
Anatomie – Pathologie – Histoembryologie
Biologie
Chimie Organique
Parasitologie – Mycologie

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. Yéniomégué Albert DEMBELE
M. Anatole TOUNKARA
M. Amadou TOURE
M. Flabou BOUGOUDOGO

Chimie Organique
Immunologie, **Chef de D.E.R.**
Histoembryologie
Bactériologie - Virologie

3. MAITRES DE CONFERENCES

M. Bakary M. CISSE
M. Abdourahamane MAIGA
M. Adama DIARRA
M. Mamadou KONE
M. Massa SANOGO

Biochimie
Parasitologie
Physiologie
Physiologie
Chimie Analytique

4. MAITRES ASSISTANTS

M. Mahamadou CISSE	Biologie
M. Sékou F. M. TRAORE	Entomologie Médicale
M. Abdoulaye DABO	Malacologie, Biologie Animale
M. Abdourahmane TOUNKARA	Biochimie
M. Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie – Virologie
M. Moussa Issa DIARRA	Biophysique
M. Amagana DOLO	Parasitologie
M. Kaourou DOUCOURE	Biologie
M. Bouréma KOURIBA	Immunologie
M. Souleymane DIALLO	Bactériologie – Virologie
M. Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie – Pathologie
M. Youssouf COULIBALY	Anesthésie – Réanimation
M. Samba Karim TIMBO	O.R.L.
M. Lassana DOUMBIA	Chimie Organique

5. ASSISTANTS

M. Mounirou BABY	Hématologie
M. Mahamadou A. THERA	Parasitologie
M. Mangara M. BAGAYOGO	Entomologie Moléculaire Médicale
M. Guimogo DOLO	Entomologie Moléculaire Médicale
M. Abdoulaye TOURE	Entomologie Moléculaire Médicale
M. Djibril SANGARE	Entomologie Moléculaire Médicale
M. Moctar DIALLO	Biologie – Parasitologie
M. Boubacar TRAORE	Immunologie

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

1. PROFESSEURS

M. Abdoulaye Ag RHALLY	Médecine Interne
M. Mamadou K. TOURE	Cardiologie
M. Mahamane MAIGA	Néphrologie
M. Baba KOUMARE	Psychiatrie, Chef de D.E.R.
M. Moussa TRAORE	Neurologie
M. Issa TRAORE	Radiologie
M. Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
M. Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
M. Dapa Aly DIALLO	Hématologie
M. Moussa Y. MAIGA	Hépatologie – Gastro – Entérologie

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. Toumani SIDIBE	Pédiatrie
M. Bah KEITA	Pneumo – Phtisiologie
M. Boubacar DIALLO	Cardiologie
M. Somita KEITA	Dermato – Léprologie
M. Abdel Kader TRAORE	Médecine Interne
M. Siaka SIDIBE	Radiologie

3. MAITRES ASSISTANTS

M. Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
M. Mamady KANE	Radiologie
M ^{me} Tatiana KEITA	Pédiatrie
M ^{me} TRAORE Mariam SYLLA	Pédiatrie

M. Adama D. KEITA
M^{me} SIDIBE Assa TRAORE
M^{me} Habibatou DIAWARA

Radiologie
Endocrinologie
Dermatologie

4. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE

M. Bou DIAKITE
M. Bougouzié SANAGO
M. Saharé FONGORO
M. Bakoroba COULIBALY
M. Kassoum SANOGO
M. Seydou DIAKITE
M. Mahamadou B. CISSE
M. Arouna TOGORA
M^{me} DIARRA Assétou SOUCKO
M. Boubacar TOGO
M. Mahamadou TOURE
M. Idrissa A. CISSE
M. Mamadou B. DIARRA
M. Anselme KONATE
M. Moussa T. DIARRA
M. Souleymane DIALLO
M. Souleymane COULIBALY
M. Daouda K. MINTA
M. Soungalo DAO

Psychiatrie
Gastro – Entérologie
Néphrologie
Psychiatrie
Cardiologie
Cardiologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Médecine Interne
Pédiatrie
Radiologie
Dermatologie
Cardiologie
Hépto – Gastro – Entérologie
Cardiologie
Pneumologie
Psychologie
Maladies Infectieuses
Maladies Infectieuses

5. ASSISTANT

M. Cheick Oumar GUINTO

Neurologie

D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEURS

M. Boubacar Sidiki CISSE
M. Gaoussou KANOUTE

Toxicologie
Chimie Analytique, **Chef de D.E.R.**

2. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

M. Ousmane DOUMBIA

Pharmacie Chimique

3. MAITRES DE CONFERENCES

M. Boukassoum HAIDARA
M. Elimane MARIKO

Législation
Pharmacologie

4. MAITRES ASSISTANTS

M. Benoît KOUMARE
M. Drissa DIALLO
M. Alou KEITA
M. Ababacar I. MAIGA
M. Yaya KANE

Chimie Analytique
Matières Médicales
Galénique
Toxicologie
Galénique

5. ASSISTANTS

M^{me} Rokia SANOGO
M. Saïbou MAIGA
M. Ousmane KOITA

Pharmacognosie
Législation
Parasitologie Moléculaire

D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE

1. PROFESSEUR

M. Sidi Yaya SIMAGA Santé Publique, **Chef de D.E.R.**

2. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

M. Moussa A. MAIGA Santé Publique

3. MAITRE DE CONFERENCES

M. Sanoussi KONATE Santé Publique

4. MAITRES ASSISTANTS

M. Bocar G. TOURE Santé Publique
M. Adama DIAWARA Santé Publique
M. Hamadoun SANGHO Santé Publique
M. Massambou SACKO Santé Publique
M. Alassane A. DICKO Santé Publique

5. ASSISTANTS

M. Samba DIOP Anthropologie Médicale
M. Seydou DOUMBIA Epidémiologie
M. Oumar THIERO Biostatistique

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

M. N'Golo DIARRA Botanique
M. Bouba DIARRA Bactériologie
M. Salikou SANOGO Physique
M. Bokary Y. SACKO Biochimie
M. Boubacar KANTE Galénique
M. Souleymane GUINDO Gestion
M^{me} DEMBELE Sira DIARRA Mathématiques
M. Modibo DIARRA Nutrition
M^{me} MAIGA Fatoumata SOKONA Hygiène du milieu
M. Mahamadou TRAORE Génétique
M. Yaya COULIBALY Législation

ENSEIGNANTS EN MISSION

Pr. Doudou BA
Pr. Babacar FAYE
Pr. Eric PICHARD
Pr. Mounirou CISSE
Pr. Amadou Papa DIOP

Bromatologie
Pharmacodynamie
Pathologie Infectieuse
Hydrologie
Biochimie

DEDICACES

DEDICACES

Je dédie cette thèse à :

Ma Mère, tu es l'archithèque et l'ouvrière de ma vie, je ne s'aurais te dire combien je t'aime, Tu m'as montré le juste chemin pour réussir la vie, merci de tes conseils, de ta générosité, de ta patience. Je prie pour que la mère de mes enfants puisse te ressembler. Oh que serait sombre mes jours le jour que tu ne seras plus de monde. Qu'Allah te garde longtemps auprès de nous. Que Dieu te bénisse.

Mes Mères, Ténin Kouyaté, Fatoumata KONE, Aminata KONE, Awa BAGAYOKO, Djènèba DOUMBIA, Djokossan SIDIBE, ce travail est aussi le votre, merci d'être à mes durant toutes ces années. Que Dieu vous accorde longue vie.

Ma Grande Mère, tu as toujours été là pour moi depuis ma tendre enfance jusqu'à ce jour, merci pour tes conseils, pour tes contes et pour tes bons repas.

Mon Père Issa SANGARE, , à tes côtés ici à Bamako, j'ai trouvé sécurité et courage pour affronter les aléas de la vie. Ce travail est aussi le fruit de tes encouragements et ton soutien permanent durant toutes ses années d'étude.

Mon Père Seydou SANGARE, tu représente à mes yeux le modèle d'homme, un modèle de vertu sur lequel j'ai forgé ma personnalité, ma vie. Je transmettrais incha Allah à tes Petits Enfants tes enseignements. Qu'Allah te garde longtemps auprès de nous. Que Dieu te bénisse.

Mon Grand Frère Dr Abdoul Karim SANGARE, tu as été un guide, un soutien indispensable à la réussite de cet œuvre. Que le tout puissant t'accorde une longue et une paix intérieur aussi longtemps que tu vivra. Merci du fond du cœur.

Mes Frères Romain et Edem, vous m'avez montré le chemin des outils TIC il ya 9 ans et depuis vous n'avez cessé de m'apporter vos enseignements, ce travail est un résultat de vos nombreuses leçons. Merci infiniment et éternellement de vos soutiens et de vos enseignements. Gardez et entretenez bien mes **Héritages** aux quels je dis mille merci. Que Dieu vous bénisse tous.

Mon Faux Jumeau Djoumé DIAKITE, que dire d'une amitié plus profonde que la fraternité, ton amitié m'a porté plus loin dans ma vie que tu ne puisse imaginer. Que puisse t'en remercier. Qu'il t'accorde une vie de famille à la quelle tuas toujours rêvé avec notre chère Aimée **Aïssata SOGOBA** que je remercie du fond du cœur avant l'arrivée de mon homonyme.

Mon petit Frère Chéri Bréhima DIARRA, tu es un vrai bras droit, un vrai aide de camp, tous les efforts que tu déploies pour me rendre service, je n'ai pas les moyens et je n'aurais jamais les moyens de te payer j'espère simplement que la vie te payera tout le long de ta vie. Continu à te battre, à respecter les valeurs que nous ont laissés nos parents, tu auras les moyens de franchir toutes qui se dresseront sur ton chemin. Courage !

Mes Pôtes, Moussa CAMARA le Dôgô National, Aboubacar DIARRA Grand B, Faran SANGARE Docteur, Vous constituez mes compagnons d'armes, merci de m'avoir accompagné et soutenu durant toutes ces années.

Ma Nièce Mina, tu nous apportes lumière et espoir dans nos cœurs, soit l'héritière des qualités de ta grande mère. Je t'aime très fort. Que Dieu t'accorde longue vie et qu'il te bénisse.

Ma petite sœur chérie Fatoumata T SANGARE, depuis notre enfance jusqu'à ce tu a toujours été pour moi une petite sœur, une grande sœur, une amie. Tu as toujours pris bien soin de moi, que t'accorde une longue vie, qu'il accorde tout le bonheur possible qu'il peut accorder à une femme ici sur terre et dans les cieux. Merci, ce travail est le sien.

Doufain TRAORE, je ne sais pas comment te dire combien j'aurais souhaité que tu sois là aujourd'hui, notre rencontre n'était certainement pas un hasard mais la vie suit des chemins que ni toi ni moi pouvons canaliser. Sache que tu as apporté des briques majeures à l'édification de ma vie et à l'accomplissement de ce travail. Merci, que le tout puissant t'accorde une vie de famille exceptionnelle pleine de tendresse et de joie.

Mes Chéries Djénèbou SANGARE, Nabintou SANGARE, Aïssata , Nana HAIDARA, Salamatou ALDJOUMA, Djita SIDIBE, vous constituer les femmes qui n'ont tout donné. Je ne saurais vous remercier en si peu de lignes mais sachez simplement que je vous aime du fond du cœur. Mille Merci

Fatimata TOURE, tu a apporté une lumière céleste à ma vie, sache d'ici ou dans les cieux je te serais toujours reconnaissant. Merci d'être à mes côtés.

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Je saurais finir ce document sans remercier:

Ma Mère, ce jour est le fruit de ta patience, de ta générosité, de ton courage.
Merci ! Que Dieu Puisse t'accorder longue vie.

Tous les membres de ma famille à Dégéné, Bougouni, Bamako, Koulikoro,
Ségou, Côte d'Ivoire.
Dr KEITA, Dr TOURE pour votre encadrement.

Tous mes cousins et cousines à Bamako.

Mes Frères et sœurs particulièrement, Romain, Edem, Sissako, Djoumé,
Ibrim, Abou, Ibrahim Kalill, Seydou FAROTA, Namissa, Abdallah, Abidine,
Djamigaz, Salimata, Anta, Dougouni, Bintou SANGARE, Bintou DIARRA,
Djénèbou, Fatoumata, Dado, Safiatou, Dan Marshall, Tidi, Idrissa, Oumane,
merci pour votre soutien

Mes chéries particulièrement, Lalla, Djénèba, Djita, Rose, Fatimata,
Fatoumata, Fatouma, Aïssata, Masseli, Vero, Mariam SANGARE, Mariam
TRAORE, Doufain, merci pour votre attention et pour votre amour

Tous les membres de Enet, merci pour ces bons moments.

Tous les membres de l'Union des Etudiants Ressortissants et Sympathisants
de Bougouni à la FMPOS merci mes frères nous sommes sur la bonne route
car Bougouni devient nettement Bougouba.

Tout le personnel du service radiologie du CHU de Point G

A Loïc Boussel et Philippe Puech pour votre contribution à l'élaboration de
cette thèse.

Tout le personnel de IDC et de REOnet pour votre soutien, vos
enseignements, vos conseils, ce travail est le votre

Tous les médecins qui ont participé à cette étude pour la qualité scientifique
et indispensable de leur contribution à cette étude.

Tous mes compagnons, je ne vous oublierai jamais, merci de m'avoir
accompagner durant toutes ces nuits de veille. Sachez que le Général
prend juste sa retraite mais il n'abandonne les troupes.

Tous mes amis des autres communautés à la FMPOS

Tous ceux de loin ou de près qui ont contribué à la réussite de cette thèse.

**HOMMAGES AUX MEMBRES
DU JURY**

SOMMAIRE

Liste des abréviations	I
Liste des définitions opérationnelles	II
Introduction	
3	
Objectifs	5
Généralités	6
Méthodologie	33
Résultats	44
Commentaires et Discussion	53
Perspectives	59
Conclusion et Recommandations	63
Bibliographie	67
Annexes	74
Fiche signalétique	102
Serment d'Hippocrate	104

LISTE ABBREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

ACR-NEMA: American College of Radiology- National Electrical Manufacturers.

AP-HM: Assistance Publique Hôpitaux de Marseille

BDD : Base De Données

CD : Compact Disc

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

DICOM: Digital Imaging communication in Medicine

DMZ: Extension du Format de Fichier Dicom

DON : Disque Optique numérique

DPI : Dot Per Inch

DVD: Digital Video Disc

DW: DicomWorks

FAI: Fournisseur d'Accès à Internet

FTP: File Transfert Protocol

HUG: Hôpitaux Universitaires de Genève

Hôpital M.E : Hôpital Mère Enfant

IICD : Institut International pour la Communication et le Développement.

IOD: Information Object Definition

IOTA: Institut ophtamologique Tropicale d'Afrique

IRM : Imagerie par résonance magnétique

JPEG /JPG: Joint Photographic group

LAN: Local Area network

MeSH : la téléradiologie désigne la transmission électronique d'images radiologiques d'un endroit à un autre dans un but d'interprétation et/ou de consultation.

Mo : Méga Octet

NEMA: National Electrical Manufacturers

PACS: Pictures Archiving and Communication System

PC: Personal Computer

PHP/MYSQL: Personal Home Page/My Structured Query language

PIB : Produit Intérieur Brut

RAM : Random Access Memory

ROM : Random Only Memory

SFR: Société Française de Radiologie

SSL: Secure Sockets Layer

TDM : Tomodensitométrie

TELIF: Télé médecine en Ile de France

TICs : Technologies de l'Information et de la Communication

TSUD: Transfert Syntax Unique Identifier

**DEFINITIONS
OPERATIONNELLES**

DEFINITIONS OPERATIONNELLES

Compression : La compression de données traite de la manière dont on peut réduire l'espace nécessaire à la représentation d'une certaine quantité d'information ou de données. Elle a donc sa place aussi bien lors de la transmission que lors du stockage des données sur les supports de sauvegarde. On peut classer les méthodes de compressions en deux types, compression avec perte -- également dite *non conservative* -- et compression sans perte.

Crypter : En cryptographie, le chiffrement est le procédé grâce auquel on peut rendre la compréhension d'un document impossible à toute personne qui n'a pas la clé de (dé) chiffrement autrement dit crypter les données dans le cadre de la téléradiologie réside dans la volonté de protéger les informations et d'empêcher des tierces personnes d'y accéder sans avoir les paramètres d'identification nécessaires (login et mot de passe).

Format de Fichier: Le format des données est la manière utilisée en informatique pour représenter des données sous forme de nombres binaires. C'est une convention (éventuellement normalisée) utilisée pour représenter des données, soit des informations représentant un texte, une page, une image, un son, un fichier exécutable, etc. Lorsque ces données sont stockées dans un fichier, on parle de format de fichier. Une telle convention permet d'échanger des données entre divers programmes informatiques ou logiciels. Le format DICOM est un format ouvert c'est-à-dire son mode de représentation a été rendu public par son auteur et qu'aucune entrave légale ne s'oppose à sa libre utilisation (brevet, copyright, etc.).

LAN: Un réseau local (en abrégé RLE pour réseau local d'entreprise, en anglais *LAN* pour *Local Area Network*) est un réseau informatique à une échelle géographique relativement restreinte, par exemple une salle informatique, une habitation particulière, un bâtiment ou un site d'entreprise. Dans les CHU par exemple les réseaux LAN sont utilisés pour organiser les PACS.

Logiciels libres : Un logiciel libre est un logiciel qui peut être utilisé, copié, étudié, modifié et redistribué sans restriction sans être confronté à des normes juridiques ou réglementaires. Ces libertés sont essentielles au concept de logiciel libre, et ne sont pas incompatibles avec le fait qu'un logiciel libre peut être vendu. L'expression "open source" est parfois utilisée

pour désigner un logiciel libre. Le logiciel de téléradiologie OpenYaLIM est un logiciel libre.

Pc anywhere : PcAnywhere est le logiciel le plus utilisé dans le monde, il permet d'accéder à tout ordinateur distant rapidement et facilement, par exemple pour transférer des fichiers depuis un ordinateur à domicile vers un autre au bureau ou d'un service de radiologie vers le bureau d'un médecin demandeur d'examen.

Résolution : Une image numérique est constituée de pixels. La résolution définit le nombre de pixels par unité de longueur. La résolution s'exprime en dpi (dot per inch) ou ppp (point/pixel par pouce).

Les appareils photo numériques proposent des résolutions en millions de pixels. Dans la pratique, une image dont la résolution est de 2 millions de pixels, est composée d'une trame de 1600 x 1200 pixels.

Serveur web : Le serveur web est une modalité assez répandue dans le domaine de la télémédecine. Cela consiste concrètement en un site Internet auquel se connectent médecins demandeurs et experts. L'interface est en général une page web contenant un formulaire permettant d'entrer les informations relatives à la pathologie du patient ainsi que des fichiers tels que des images radiologiques, des résultats biologiques, des photographies de lésions cutanées, des clichés de lames d'anatomopathologie... Le médecin expert répond alors au demandeur par le même type formulaire ou par d'autres moyens, tel que le mail par exemple.

SSL : Transport Layer Security (TLS), anciennement nommé Secure Socket Layer (SSL) est un protocole de sécurisation des échanges sur Internet.

SSL fonctionne suivant un mode client serveur. Il fournit quatre objectifs de sécurité :

- l'authentification du serveur;
- la confidentialité des données échangées (ou session chiffrée);
- l'intégrité des données échangées de manière optionnelle, l'authentification du client.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'impact des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sur la médecine et la chirurgie est certainement remarquable ; toute fois l'influence qu'elles ont eue sur le domaine de l'imagerie médicale est encore plus grande non seulement pour la production et le traitement de données mais aussi pour leur stockage. En effet, depuis plus d'une décennie le monde médical vit une véritable révolution dans les méthodes diagnostiques, thérapeutiques et pronostiques, révolution due aux TIC conduisant à l'exercice d'une nouvelle forme de médecine : la télémédecine.

Cette terminologie désigne l'utilisation des TIC pour permettre l'accès et la prestation des soins à distance, recueillir, organiser et partager les informations médicales requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic, un traitement ou un pronostic.

La plupart des spécialités sont concernées (chirurgie, anatomie pathologie, cardiologie, histo-embryologie, neurologie...) mais c'est l'imagerie médicale qui constitue le domaine de prédilection des TIC, car elle est la plus grande pourvoyeuse de données numériques (par l'utilisation de l'échographie, de la tomodensitométrie, de l'imagerie par résonance magnétique, de la mammographie ou l'angiographie digitalisée, etc.). Les images radiologiques sont plus facilement utilisables pour une télé-expertise c'est-à-dire, pour l'envoi des images radiologiques à distance via les TIC en vue de poser un diagnostic ou d'orienter une prise en charge. Cette procédure définit le principe de la téléradiologie.

En effet, selon Medical Subject Headings (MeSH) [1], «la téléradiologie désigne la transmission électronique d'images radiologiques d'un endroit à un autre dans un but d'interprétation et/ou de consultation»

Cette nouvelle méthode radiologique qui a révolutionné les méthodes de production, de traitement et de stockage des données a suscité bien des intérêts dans le monde aussi bien dans le domaine médical, que juridique et économique. De part le monde de nombreuses études et de nombreux projets ont vu le jour soit pour apprécier la faisabilité technique de la téléradiologie, soit pour apprécier son impact sur le système de santé, ou encore pour apprécier les aspects médico-légaux ou pour cerner les contours financiers de la technique.

Depuis 2002, une première étude encourageante qui s'intitulait « Intérêt de la téléradiologie dans l'aide au diagnostic au Mali » , menée par le Dr Tohouri Romain Roland, dont l'objectif principal était d'appréhender les possibilités techniques d'une liaison de télé-expertise entre les Hôpitaux Universitaires de Genève, le CHU de Marseille et le CHU du Point G. Depuis cette étude de nouveaux projets ont vu le jour, mais avant leur installation effective, il était nécessaire d'établir l'état des lieux au Mali, d'où la présente initiative » *Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives* ».

Dans la première partie de ce document nous ferons une revue générale d'information sur l'état de la téléradiologie en insistant particulièrement sur les maillons, les aspects médico-légaux, la fiabilité et l'acceptabilité de la téléradiologie.

Dans une deuxième partie, nous présenterons le bilan de l'art au Mali, et dans la troisième partie nous présenterons les différents projets de téléradiologie qui s'implantent au Mali et enfin dans la dernière partie nous dégagerons des perspectives pour la téléradiologie au Mali.

OBJECTIFS



Les objectifs de ce travail étaient les suivants:



I- Objectifs Généraux



1. Etablir le bilan de la téléradiologie au Mali,
2. Examiner les perspectives de développement de la téléradiologie au Mali.

II- Objectifs spécifiques

Pour atteindre nos objectifs généraux nous nous sommes fixé les objectifs intermédiaires suivants:

-   Décrire les différents maillons de la chaîne de téléradiologie au Mali.

-   Présenter les résultats des échanges entre le CHU de Point G et les CHU de Marseille, de Genève et la plateforme Ipath de l'université de Bâle au Swaziland.

-   Présenter les résultats des échanges entre le CHU de Point G et les Centres de Santé de Référence de Mopti et de Sikasso.

GENERALITES

1- GENERALITES

Plusieurs évolutions majeures ont marqué la pratique médicale des vingt dernières années; l'accroissement des connaissances et surtout le développement de nouvelles méthodes d'investigation comme les techniques d'imagerie médicale axées sur l'informatique. Si dans les années 1970 les radiologues ne disposaient pratiquement que d'appareils classiques, de nos jours plus d'une dizaine de techniques font appel aux outils technologiques modernes (Echographie, Tomodensitométrie TDM, Imagerie par Résonance Magnétique IRM...). Ces techniques dites numériques donnent des avantages certains aux radiologues par rapport aux techniques conventionnelles notamment à travers des techniques d'affichage des images. Les informations une fois saisies peuvent être utilisées pour générer un nombre d'images illimitées en modifiant tout juste le réglage de différents paramètres (contraste, luminosité...), ainsi le radiologue peut créer lui même les conditions optimales permettant de distinguer le plus nettement possible une anomalie recherchée. En plus les images peuvent être archivées et mémorisées soit directement sur les appareils de production soit sur des supports de sauvegarde comme des Disque Compact (CD) ou des supports de sauvegarde spéciaux les Disques Optiques Numériques (DON) ou optomagnétiques. Ces supports de sauvegarde peuvent donc remplacer les classiques films de radiographie, les négatoscopes sont remplacés par des écrans de haute résolution. L'activité radiologique essentiellement basée sur le film telle que nous la connaissons depuis Röntgen sans changements essentiels serait désormais remplacée par une chaîne d'activités électroniques d'où l'appellation « Imagerie médicale sans film »

Cette révolution numérique a donné à la téléradiologie toute sa place dans la communauté de la télémedecine. La téléradiologie qu'elle soit interne ou intra-institutionnelle c'est à dire au sein d'une même structure sanitaire comme un

Centre Hospitalier Universitaire, ou qu'elle soit externe c'est à dire entre différentes structures éloignées d'un même pays ou entre différents pays, offre des avantages certains aussi bien aux populations qu'aux praticiens.

1-1 Les avantages de la téléradiologie

1-1-1 Avantages pour le système de santé

La téléradiologie:

- ✓ facilite l'accès aux services de base en matière de radiologie,
- ✓ assure une utilisation appropriée des ressources régionales et locales en terme de répartition du personnel et du matériel médical sur le territoire;
- ✓ élimine la répétition des examens, des épreuves et des tests qui coûtent chers non seulement à l'état en terme de finance, mais aussi aux patients;
- ✓ rend l'accès aux soins de santé plus équitable;
- ✓ contribue au recrutement, au maintien et à la formation des prestataires dans les régions éloignées ou rurales;
- ✓ permet de soutenir l'enveloppe budgétaire accordée à la santé par rapport au Produit Intérieur Brut (PIB) vu le coût du matériel de radiologie.

1-1-2 Avantages pour le radiologue

Les avantages dont bénéficierait le radiologue sont :

- ✓ un élargissement de son champ d'intervention;
- ✓ élargissement des domaines de pathologie en restant en contact aussi bien avec les pathologies urbaines que rurales;

- ✓ une diminution des déplacements pour se rendre dans les zones éloignées;
- ✓ une prestation plus efficace de services nécessaires,
- ✓ disponibilité d'une technique numérique lui permettant d'avoir accès à plusieurs images de la même position, conduisant à diagnostic plus précis.

1-1-3 Avantages pour le médecin exerçant en régions éloignées ou rurales

Les avantages dont pourrait bénéficier un médecin exerçant en régions éloignées ou rurales sont :

- ✓ des liens plus étroits avec les radiologues à consulter;
- ✓ une meilleure prise de décision diagnostique, thérapeutique;
- ✓ une diminution de l'isolement clinique
- ✓ un meilleur accès à l'information et aux ressources puisque le système de téléradiologie peut aussi être utilisé pour le téléenseignement. Chaque dossier envoyé peut faire l'objet d'une discussion, d'un échange très positif entre le médecin traitant et le radiologue.

1-1-4 Avantages pour les petits établissements hospitaliers

Les avantages dont bénéficieraient les petits établissements hospitaliers sont:

- ✓ une meilleure disponibilité du minimum de service en radiologie;
- ✓ une plus grande capacité à recruter et à retenir les médecins et autres professionnels de la santé;

- ✓ une contribution à la viabilité des petits centres de santé dans le système de santé;
- ✓ un accès à la formation et à l'information;
- ✓ des liens plus étroits avec les centres d'expertise.

1-1-5 Avantages pour le patient

Le patient quant à lui aura :

- ✓ un meilleur accès aux prestations de base de radiologie;
- ✓ une réduction des coûts engagés pour recevoir des soins, (coût du déplacement; du séjour);
- ✓ une amélioration de la relation avec le prestataire de soins primaires;
- ✓ la possibilité de profiter davantage du soutien familial grâce à une diminution du temps passé loin de la maison.

1-2 Historique de la téléradiologie

L'évolution fulgurante actuelle de la téléradiologie est nettement liée à certains événements qu'il convient de rappeler.

L'aventure de la téléradiologie a débuté dans la deuxième moitié des années 80 avec l'avènement du Pictures Archiving and Communication System (PACS), qui est un système de communication et d'archivages des images médicales. Les fonctions du PACS sont de quatre types : l'acquisition des images, leur archivage, leur distribution vers les utilisateurs et enfin leur traitement.

Cependant l'absence de standardisation des différents formats d'images médicales représentait un frein considérable à l'échange d'images radiologiques. En effet, chaque constructeur possédait un format de transfert et d'encodage des fichiers images particulier, incompatible avec les autres fabricants. Il était donc quasiment impossible de lire et de transférer une image acquise par une station de travail vers une, autre (d'un Personal Computer (PC) à un autre) ou vers une base d'archivage d'un autre fabricant [2, 3, 4].

C'est pour résoudre ces problèmes que l'American College of Radiology et le National Electrical Manufacturers (NEMA) [3] ont fondé en 1983 une structure unifiée de normalisation qui a conduit par la mise en place en 1985 du format ACR-NEMA puis de la norme DICOM en 1993, à travers le DICOM Committee. Il est important de signaler que tous ces événements ont été rendus possible grâce une expansion exponentielle des micro-ordinateurs rendant possible le développement de différents programmes par des particuliers.

1-3 La chaîne de téléradiologie

Derrière l'interprétation d'une image radiologique via Internet se trouve tout un processus de récupération, de traitement, d'envoi et de sécurisation des images envoyées ou reçues. Ces différentes étapes constituent les principaux maillons d'une chaîne de téléradiologie.

1-3-1 Le premier maillon de la chaîne: acquisition et collecte des données.

Ce maillon consiste à transférer les images radiologiques depuis les modalités de production vers l'ordinateur qui servira à leur envoi.

Il existe techniquement 2 types de transferts : le transfert DICOM et le transfert non DICOM.

1-3-1-1 Le Transfert DICOM

Le transfert DICOM consiste à l'acheminement des données selon un protocole fixé par la norme DICOM. Il peut s'agir d'un transfert par l'intermédiaire d'un réseau local ou d'un support physique de stockage, principalement le CD ou DVD.

1-3-1-1* Le Transfert par réseau local

Les données radiologiques, images et informations patient, sont transmises directement entre la modalité où elles ont été acquises, ou la base d'archivage où elles se trouvent (PACS), et l'ordinateur qui assurera ultérieurement leur envoi dans le cadre de la chaîne de téléradiologie. C'est le cas d'une téléradiologie interne ou intra-institutionnelle c'est à dire, par exemple une téléradiologie à l'intérieur d'un centre hospitalier. Dans ce cas, un médecin demande un examen radiologique, une fois l'examen terminé le compte rendu et les images sont directement envoyés sur son terminal dans son bureau.

L'intérêt de cette procédure est double :

- il permet le transfert rapide des données puisque les réseaux locaux (en anglais Local Area Network ou LAN) utilisés ont en général un débit élevé (100 Méga bit par seconde le plus souvent) ;
- il assure la transmission de toute l'information radiologique dans un format adapté, notamment en ce qui concerne la dynamique des images.

Ce type de transfert est particulièrement intéressant dans le cas des urgences. Par exemple, un patient est envoyé au CHU du Point G pour un scanner cérébral pour traumatisme crânien par les urgences du CHU de Gabriel TOURE, une fois le scanner fait les images et le compte rendu sont directement envoyés sur le terminal de l'équipe de neurochirurgiens qui peut avant l'arrivée du patient préparer l'intervention chirurgicale au lieu d'attendre que le patient arrive avec les images et le compte rendu.

Les limitations de ce type de transfert sont de deux ordres:

- les modalités anciennes sont souvent incompatibles avec la norme DICOM rendant impossible cette procédure : la mise en conformité est en effet très onéreuse;
- l'entretien d'un réseau LAN nécessite des compétences spécialisées qui ne sont pas souvent disponibles dans tous les services de radiologie et pose particulièrement des problèmes en Afrique.

1-3-1-1* Le transfert par support physique de stockage (CD-ROM, DVD- ROM, etc. [4]

Le transfert par CD ou DVD ROM peut représenter une alternative intéressante en l'absence de réseau local. De nombreuses modalités et stations de post-traitement possèdent en effet un graveur de CD/DVD ROM destiné à l'archivage des examens. Les données DICOM peuvent donc être gravées sur ce type de support qui sera ensuite lu sur la station de téléradiologie ou simplement lu par le médecin demandeur. Le CD-ROM permet de contenir un grand nombre

d'images puisqu'on peut y stocker jusqu'à 700 Mo voir plus surtout s'i s'agit DVD.

L'avantage de cette technique est, comme pour le transfert LAN, la conservation de toute l'information radiologique. De plus, les données restant sur le support de transfert, la conservation à long terme des cas transmis est assurée en même temps, ce qui peut avoir un intérêt au moment de l'évaluation du système ou en cas de litige ultérieur. Ces supports permettent de réduire les coûts de production et de prestation des services de radiologie. En effet, la gravure sur un CD-ROM (le CD-ROM qui coûte moins de 500 FCFA l'unité) remplace ainsi le film radiologique qui lui coûte 6 fois plus pour les moins chers.

1-3-2 Transfert non- DICOM – Dicomisation [2-4]

Il s'agit de la numérisation secondaire des images radiologiques si la modalité de production n'est pas compatible DICOM. Celle-ci peut se faire à partir de films radiologiques ou directement à partir d'un écran de visualisation comme celui de la console d'une IRM ou d'un échographe par exemple. Dans le premier cas, on numérise le film à l'aide d'un scanner de film radiologique ou d'un appareil photo numérique. Dans le second cas, on utilise le plus souvent une carte d'acquisition vidéo connectée à la sortie vidéo de l'échographe.

Les images obtenues sont dans un format graphique standard. Leur qualité dépend de celle du support initial (film ou écran) et des performances des systèmes de numérisation utilisés. Leur dynamique est celle du format choisi pour les stocker, le plus souvent 8 bits pour les images monochromes. Ceci signifie donc une perte de profondeur de dynamique dans la plupart des cas : les images obtenues seront celles présentes sur le film radiologique ou l'écran avec des possibilités de fenêtrage réduites : une image numérisée de TDM en fenêtrage osseuse ne pourra pas être visualisée en fenêtrage tissu mou par exemple.

De plus ces images en format standard sont "nues", déconnectées de l'identité du patient et des autres spécifications de l'examen radiologique.

Pour pallier à ce problème une méthode consiste à recréer un fichier au format DICOM à partir de ces images. On obtient ainsi un fichier DICOM dit de "Secondary capture" (SC) d'où le nom de dicomisation.

Techniquement, un format de fichier DICOM [2-4] décrit la façon dont des données numériques (sons, images, textes...) sont agencées sur les supports de stockage, tel qu'un disque dur ou un CD-ROM par exemple, de façon à pouvoir être relues par la suite.

Le format de fichier DICOM, abrégé format DICOM, divise les données radiologiques en deux parties au sein d'un même fichier: une partie entête ou header et une partie données images.

- Placé au début de chaque fichier DICOM, le header est constitué d'une suite de champs DICOM. Chaque champ est lui-même divisé en trois parties : la première identifie le champ, la seconde en donne la longueur, la troisième contient les données de ce champ soit sous forme numérique directe soit sous forme d'une chaîne de texte.

La partie identifiant le champ correspond à l'Information Object Définition (IOD) dans la norme. Elle est formée de la combinaison d'un numéro correspondant à un groupe de champ et d'un autre correspondant à l'élément du groupe auquel se rapportent les données du champ. A titre d'exemple, les informations relatives à l'identité du patient sont contenues dans les champs appartenant au groupe 10h. L'âge du patient correspond à l'élément 30h de ce groupe. L'âge du patient sera donc dans le champ dont l'IOD est (10h, 30h); le nom du patient est l'élément 10h de ce même groupe, son IOD est donc (10h, 10h).

Nous ne pouvons nous étendre ici sur tous les groupes mais quelques groupes de la norme DICOM méritent des commentaires.

Le groupe 08h contient les informations relatives à la façon dont l'image a été transférée. C'est dans ce groupe que se situe le Transfert Syntax Unique Identifier (TSUID) qui permet de définir le type d'image, comprimée ou non.

Le groupe 18h contient les paramètres d'acquisition de l'image. Il s'agit par exemple du kilo voltage utilisé pour une acquisition TDM.

Enfin, le groupe 28h contient tous les éléments permettant de décrire l'image au sens physique du terme (hauteur, largeur, dynamique...).

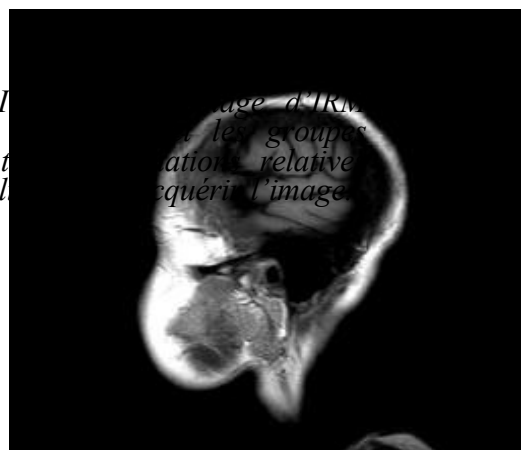
- La deuxième partie du fichier DICOM est réservée aux données images qui sont placées immédiatement après le header au sein du fichier DICOM. Celui-ci peut contenir une ou plusieurs images. On parle alors de fichier DICOM multi-frame.

Exemple de fichier DICOM [4]

Group/Element	Libellé	Valeur
[0008-1030]	Manufacture's Model Name	ACS
[0008-4000]	Comments	
[0009-0000]	group length	86
[0009-0010]	Unknown	SPI Release 1
[0009-0011]	Unknown	PHILIPS MR
[0009-1015]	Unknown	001F01 MR01 2000050716490706
[0009-1100]	Unknown	Name=826617172 Sh-T-E1
[0010-0000]	Patient Group Length	110
[0010-0010]	Patient's Name	ANDRYME
[0010-0020]	Patient ID	VIALARDGERMAINETS400813
[0010-0030]	Patient's Birth Date	19400813
[0010-0040]	Patient's Sex	F
[0010-1030]	Patient's Weight	600000E+01
[0010-4000]	Patient Comments	
[0018-0000]	Acquisition Group Length	282
[0018-0020]	Scanning Sequence	SE
[0018-0021]	Sequence Variant	NONE
[0018-0022]	Scan Options	
[0018-0023]	MR Acquisition Type	
[0018-0050]	Slice Thickness	5.00000E+00
[0018-0060]	Repetition Time	600.000
[0018-0081]	Echo Time	13.0000
[0018-0082]	Inversion Time	0.00000
[0018-0090]	Number of Averages	2
[0018-0094]	Imaging Frequency	6.389728E+01
[0018-0095]	Imaged Nucleus	1H
[0018-0091]	Echo Train Length	0
[0018-1020]	Software Versions	RTNAP
[0018-1100]	Reconstruction Diameter	250.000
[0018-1250]	Receiving Coil	H
[0018-1251]	Transmitting Coil	H
[0018-4000]	Comments	Brain T1 SE SAG SE 600 13 90
[0018-5100]	Patient Position	HFS
[0019-0000]	Propriétaire	2344
[0019-0010]	Propriétaire	PHILIPS MR/PART

Figure 1 : Exemple d'un fichier DICOM. Nous montrons ici une partie de l'en-tête d'un fichier DICOM montrant les valeurs des champs des groupes standards 8, 9, 10, 18 et 19. Les éléments des champs 10h décrivent au patient, ceux des champs 18h les paramètres physiques utilisés pour acquérir l'image.

Fig. 2 : Image d'IRM contenue dans le fichier DICOM dont l'en-tête est explicitée figure 1.



Cette mise au format DICOM présente plusieurs avantages par rapport aux images isolées :

- la standardisation du type d'images envoyées dans le cadre d'un réseau de téléradiologie entre les centres équipés de modalités compatibles DICOM et ceux qui n'en ont pas.
- la possibilité de regrouper les images, au départ éparses, en séries (par exemple sans et avec injection de produit de contraste).
- la diminution du risque de confusion des images entre différents patients : l'image standard, anonyme, obtenue par numérisation secondaire est, après transformation en image DICOM, attachée aux autres données relatives à l'examen comme dans un fichier DICOM "natif".
 - la restauration d'une possibilité de fenêtrage de ces images liée au fait que les logiciels de visualisation DICOM possèdent tous un système de réglage de contraste/luminosité (correspondant au fenêtrage), permettant une meilleure analyse de l'image. En effet, comme le rapportent Voipio et al. [5], la résolution en contraste des images numérisées par appareil photographique numérique est souvent insuffisante alors que la résolution spatiale est correcte. Cet élément oblige à fournir à l'utilisateur, au moment où il visionne l'image sur écran, un outil permettant d'explorer au maximum tous les niveaux de gris de façon à restaurer au mieux les différences de contraste qui ont tendance à être "écrasées" au moment de la numérisation.

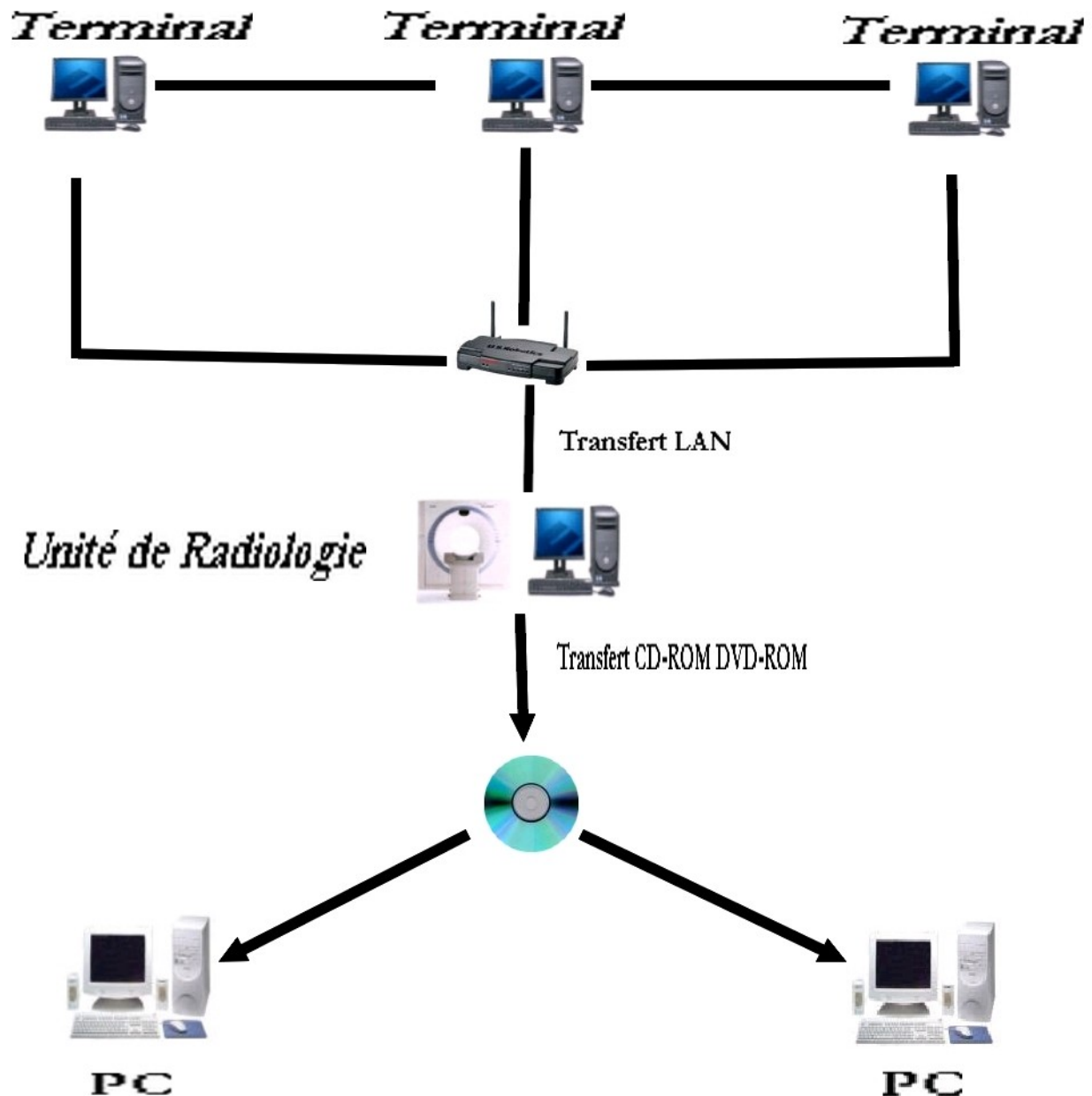


Fig.3: Transfert DICOM

1-3-2. Deuxième maillon de la chaîne: Compression de données

Compte tenu du poids important des images radiologiques, il apparaît indispensable de trouver un moyen de réduire les volumes transmis afin d'aboutir à des temps de transfert corrects surtout si les réseaux utilisés ont une faible bande passante.

Cette étape de compression des données représente donc un point crucial dans la chaîne de téléradiologie puisqu'elle va permettre soit d'envoyer plus de données pour un même temps de transfert, soit de diminuer ce temps pour une même quantité d'informations émises.

Il existe principalement deux grands types de méthodes plus ou moins complémentaires. La première, dite "intelligente", est basée sur l'intervention humaine. La seconde est uniquement de type logiciel.

1-3-2-1 Méthodes intelligentes

Cette catégorie regroupe les méthodes basées sur l'intervention du radiologue ou du médecin émetteur. Nous distinguerons le tri des images et la sélection de zones d'intérêt.

1-3-2-1* Tri des images

Le tri des images repose sur le fait que toutes les images produites au moment de l'examen ne sont pas nécessaires au diagnostic alors il s'agit de procéder à une sélection des images qui semblent être indispensables au diagnostic.

1-3-2-1* Sélection de zones d'intérêt dans l'image

Le principe de la sélection de zones d'intérêt repose sur le fait que toute l'image n'est pas indispensable au diagnostic. En effet, il existe souvent, autour de l'image elle-même, une partie vide, comme l'air entourant le patient sur une image de TDM par exemple. L'éviction par recadrage de ces régions hors zone d'intérêt diagnostique de l'image permet de diminuer la taille de celle-ci.

Cette technique est actuellement peu utilisée.

1-3-2-2 Compression logicielle

Cette méthode consiste à l'utilisation de logiciels pour comprimer ou diminuer la taille des images.

Ces compressions peuvent être sans ou avec perte de données.

1-3-2-2* Compression sans perte de données [6]

Pour ce qui est des applications usitables sans perte de données, nous nous étendrons surtout sur le format zip. En effet, il s'agit du format le plus répandu à

l'heure actuelle et ce format dispose de plusieurs applications gratuites. L'avantage de l'utilisation de ce type de compression en téléradiologie est triple.

1. Tout d'abord il s'agit d'une compression sans perte de données, les fichiers initiaux comprimés seront donc restitués ad-integrum après décompression.
2. Ensuite ce mode de compression est portable et très répandu. Les fichiers comprimés pourront donc être décompressés sur quasiment tous les ordinateurs sans achat de logiciels supplémentaires.
3. Enfin les possibilités de compacter plusieurs fichiers dans un seul fichier zip (par exemple toutes les images d'un même examen TDM) limitent les problèmes éventuels de dispersion des fichiers lors de leur envoi ou à la réception et offre un gain de temps certain.

Le pourcentage de réduction obtenu dépend de la taille de l'entrée et de la distribution des sous chaînes de caractères communs. Typiquement, des fichiers textes seront réduits à hauteur de 60-70%. Pour les images DICOM, on retrouve une diminution de taille d'environ 30 à 50 % par rapport au volume initial (les pourcentages donnés sont empiriques).

A côté de ce format d'autres normes de compression existent comme:

- Compression JPEG - Lossless
- Encodage par longueur de train de données
- Réduction du nombre de bit
- JPEG 2000 Lossless

1-3-2-2* Compression avec perte d'information

Il existe de nombreux algorithmes de compression avec perte d'information. Leur principe commun repose sur le fait qu'au delà d'un certain seuil de compression, il devient impossible de réduire le volume des données sans consentir à en perdre une partie. Une image comprimée avec ce type d'algorithme sera donc, après décompression, différente de l'image initiale : elle aura perdu en qualité, de façon plus ou moins importante, et ce, de manière irréversible.

Dans ce domaine le format Jpeg est le format de compression graphique le plus répandu dans le domaine médical mais aussi dans le domaine de l'informatique générale.

1-3-3 Le troisième maillon de la chaîne : transmission des données

Ce troisième maillon de la chaîne de téléradiologie regroupe le mode d'empaquetage des données avant leur transfert et le support physique par lequel elles vont transiter. Il s'agit d'un des points les plus importants du système car il va conditionner le type de téléradiologie réalisable et la quantité d'images qui vont pouvoir être échangées.

On peut distinguer deux grands types de système de transmission des données dans le cadre de la téléradiologie : les transferts en temps réel ou directs et les transferts différés ou indirects.

1-3-3-1 Transferts directs

Dans ce mode on a d'abord la visioconférence qui consiste en une téléconsultation ou un télécolloque en direct permettant l'échange des images radiologiques mais aussi du texte, des séquences vidéo et du son, permettant aux interlocuteurs de discuter du dossier en temps réel.

Le deuxième mode de transfert direct est le contrôle à distance d'un ordinateur, il s'agit d'une technologie particulière de pointe permettant de prendre le contrôle d'un ordinateur depuis un autre ordinateur distant. En pratique, l'ordinateur local sert à afficher les images et l'ordinateur distant "voit" l'écran de l'ordinateur local et peut piloter les changements de fenêtrage, de zoom etc. Le logiciel le plus répandu pour ce type de manipulation est PC Anywhere®.

1-3-3-2 Transferts indirects

Le principe repose sur l'envoi des informations radiologiques par le demandeur à l'expert qui interprétera l'examen de façon différée dans le temps. L'envoi

peut être direct entre le demandeur et l'expert ou passer par l'intermédiaire d'un administrateur chargé d'attribuer les dossiers à tel ou tel expert en fonction de leur compétence ou de leur emploi de temps.

Les méthodes les plus utilisées sont le courrier électronique (email), le File Transfert Protocole (FTP) et les systèmes de serveur web.

1-3-4 Le quatrième maillon de la chaîne : Sécurité des données

Ce maillon est essentiellement axé sur la sécurité des échanges des données dans le cadre de la téléradiologie en terme de préservation du secret médical, de la sécurisation des données du patient.

Plusieurs aspects sont pris en compte dans ce cadre:

1-3-4-1 Protection du secret médical

1-3-4-1* Anonymisation des examens

Il s'agit du remplacement, du cryptage ou de la suppression des informations qui pourraient permettre, en cas d'interception de la transmission ou d'erreur de destinataire, d'identifier le patient.

Dans le cas d'images non- DICOM, la gestion du caractère anonyme des images est assez simple. Il suffit de ne pas joindre d'informations relatives à l'identité du malade au moment du transfert comme par exemple effacer le nom du patient sur un cliché de scanner.

1-3-4-1* Protection d'accès

La protection de l'accès au système de téléradiologie peut se faire à deux niveaux: limitation de l'accès au logiciel de transmission (logicielle ou matérielle) et protection globale du réseau.

La limitation d'accès au logiciel de transmission, cela fait appel à trois concepts détaillés par Vazquez-Naya et al. [7]:

- L'identification et l'authentification consistent à attribuer aux utilisateurs du système un login et un mot de passe permettant de contrôler l'accès au

système. Le stockage et l'acheminement du mot de passe peuvent eux-mêmes être sécurisés avec des protocoles de type Secure Sockets Layer (SSL).

- Le contrôle d'accès permet de définir, en fonction de chaque utilisateur, les droits qu'a celui-ci sur le système, c'est-à-dire, par exemple, s'il est autorisé à lire les dossiers provenant de tel ou tel endroit, à les effacer, à y répondre...

- L'enregistrement des accès consiste à garder la trace, pendant une durée plus ou moins longue, de toutes les opérations que l'utilisateur a effectuées sur le système telles que des consultations ou des modifications de dossiers.

La protection globale du réseau fait appel aux systèmes généraux de protection tels que les firewall matériels ou logiciels.

1-3-5 Le dernier maillon de la chaîne : Administration et réseau d'experts

Ce dernier maillon est sans doute le plus difficile à délimiter car il dépend étroitement des techniques mises en œuvre pour établir le réseau de téléradiologie et des individus qui y participent.

Les rôles dévolus aux administrateurs peuvent être multiples :

1. sélection des experts à même de traiter tel ou tel type de dossier en fonction de leur spécialisation,
2. contrôle de la sécurité globale du système,
3. gestion des nouveaux inscrits et formation du personnel à l'utilisation du réseau [8].

1-4 Classification des différents types de téléradiologie

L'intérêt croissant du monde médical pour la téléradiologie a conduit à la multiplication des expériences de transmission de dossiers radiologiques. Celle-ci sont extrêmement diverses de par leurs buts, les

technologies utilisées pour leur réalisation, leur coût de mise en œuvre... **Caramella [9,10]** propose une classification des systèmes de téléradiologie en quatre grands groupes en fonction de leurs objectifs.

1. La téléradiologie d'interprétation primaire regroupe les systèmes où l'examen est effectué sur un site ne disposant pas sur place des compétences radiologiques nécessaires: cet examen est par la suite interprété à distance.
2. La téléconsultation de sous spécialité ou d'expertise décrit les systèmes de téléradiologie utilisés par un radiologue pour demander un avis auprès d'un confrère spécialisé dans tel ou tel domaine;
3. La téléradiologie d'enseignement vise à regrouper des dossiers particuliers dans un but didactique ou de recherche scientifique;
4. Enfin, la téléradiologie intra- institutionnelle regroupe les systèmes de transfert des images entre services d'un même hôpital ou entre plusieurs hôpitaux proches dans le but de créer des PACS "régionaux".

1-5 Les particularités et justification de la téléradiologie en Afrique

Les avantages qu'offre la téléradiologie sont particulièrement intéressants pour la grande majorité des pays africains. Les caractéristiques géographiques, démographiques, sanitaires, économiques et techniques donnent des particularités à la téléradiologie en Afrique qui méritent d'être soulignées.

1-5-1 Caractéristiques géographiques et démographiques

- territoires vastes à faible densité;
- routes inexistantes ou impraticables;
- population galopante avec des ressources insuffisantes;
- indicateur du développement humain faible [11].

1-5-2 Caractéristiques économiques [11].

- indicateur de développement humain faible (seulement 12 pays

- africains ont un indicateur de développement humain moyen);
- le PIB moyen en Afrique est inférieur 4,3%;
- les ressources sont insuffisantes par rapport à la population;
- la grande majorité de la population vit au dessous du seuil de pauvreté.

1-5-3 Caractéristiques sanitaires [11,12].

- faible couverture sanitaire ;
- personnel sanitaire insuffisant (en moyenne un médecin pour 13 000 habitants);
- nombre de radiologues insuffisant
- taux natalité élevé ;
- taux de mortalité élevé (surtout avec l'avènement du VIH);
- infrastructures insuffisantes et/ou vétustes;
- enveloppe budgétaire accordée à la santé sur le PIB insuffisante.

1-5-4 Caractéristiques techniques

- matériel informatique insuffisant et/ou vétuste;
- formation informatique du personnel sanitaire insuffisante ou inexistante;
- coût élevé du matériel informatique, de la connexion Internet et de la communication ;
- faible débit de la connexion Internet;
- insuffisance de spécialistes en télésanté;
- insuffisance de personnels de maintenance du matériel biomédical.

Il ressort donc de ces constats que ces différents points constituent un handicap majeur pour le continent pour amorcer un développement sanitaire durable. La téléradiologie comme toutes les applications des TICs à la médecine est mise au point pour faire face à des situations difficiles, précaires ou même catastrophiques (guerre, catastrophe naturelle...). De ce fait la téléradiologie est une opportunité pour l'Afrique afin de combler son retard, à condition qu'on

développe des systèmes de téléradiologie acceptables mais surtout adaptés à sa situation économique, socio-démographique et politique.

La question principale qui revient le plus souvent est celle du coût élevé de ses applications, bien que de nombreuses études [4, 13] aient montré qu'il est possible de mettre en place une unité de téléradiologie à moindre coût parfaitement adaptée aux conditions économiques africaines.

1-6 Aspects médico-légaux et déontologiques de la téléradiologie.

L'avènement de la télémédecine dans le monde a suscité un certain nombre de questions notamment les questions d'éthique et de déontologie liées à l'exercice de la médecine à distance. Les mêmes questions sont valables en téléradiologie. Ces questions sont entre autre les devoirs et les obligations des médecins engagés dans la chaîne de téléradiologie, c'est à dire depuis la collecte des informations, la transmission, l'interprétation, la réception et le renvoi des réponses des dossiers patients.

L'objectif de l'utilisation de la téléradiologie est l'amélioration de la qualité des soins ce qui se justifie amplement dans les articles 32, 33, 34, 60, 73 du code de déontologie médicale [14].

Il en va de même des informations médicales dont le médecin peut être détenteur. « Le médecin doit faire en sorte, lorsqu'il utilise son expérience ou ses documents à des fins de publication scientifique ou d'enseignement, que l'identification des personnes ne soit pas dévoilée. A défaut, leur accord doit être obtenu ».

Depuis le règlement de déontologie en 1936 et tous les codes de déontologie qui se sont suivis 1941, 1947, 1955, 1979, et 1995 des articles ont toujours autorisés le médecin à prendre l'avis d'un confrère chaque fois que cela est nécessaire. Et même dans certains cas il a l'obligation de prendre l'avis d'un confrère si la situation dépasse ses compétences comme l'indique l'article 70 du code de

déontologie médicale. Alors, il en découle que l'absence de recours à une téléexpertise ou une téléconsultation peut, de facto être considérée comme une faute déontologique, d'autant plus que la technique est disponible.

Pour garantir le respect du secret médical, la téléradiologie dispose de moyens efficaces allant depuis la restriction à l'accès aux dossiers patients jusqu'au cryptage du contenu des dossiers comme l'anonymisation des dossiers dans le DicomWork [4,15].

D'autres questions plus complexes se posent également comme la responsabilité médicale et l'acceptabilité de la téléradiologie par les malades ou leur entourage et aussi par le personnel soignant. Dans ce cas il n'est pas rare de voir que dans la chaîne de téléradiologie interviennent des personnes non soumises au secret médical et de ce fait la question de la responsabilité médicale devient difficile à résoudre. Dans tous les cas le médecin responsable de l'unité de téléradiologie est tenu de faire respecter le secret médical.

En Afrique les questions d'éthique, juridique et déontologique pour la télémédecine en général et la téléradiologie en particulier ne sont pas vraiment posées puisque l'ensemble du système est encore à une phase test. De ce fait, il existe un vide juridique ou de réglementation dans le domaine, ce qui peut mener à des dérapages si l'on ne prenait garde.

La population africaine étant majoritairement illettrée elle ne peut pas cerner tous les contours médico-légaux et sécuritaires de la transmission des dossiers via un réseau. D'où la nécessité pour chaque dossier de téléradiologie de donner l'information la plus claire possible en insistant sur les avantages mais également les inconvénients que cela peut avoir.

1-7 Fiabilité et acceptabilité de la téléradiologie

De nombreuses études ont montré que :

1. la lecture d'une radiographie par un radiologue à distance est identique à 92-100% à celle du radiologue qui a fait l'interprétation primaire [7,16-20].
2. une bonne partie des erreurs d'interprétation sont dues à des problèmes techniques comme le mauvais traitement des images, la rupture de la connexion Internet, ou même des problèmes résultant des unités de production des images.
3. le niveau d'acceptabilité de la téléradiologie que ce soit au niveau des malades ou du personnel soignant est dans la grande majorité des études bon [10,21-23] en dehors de rare cas de «technoseptiques ou de technophobes ».
4. dans tous les cas il ressort que les questions de fiabilité et d'acceptabilité ont une connotation nettement humaine. Donc ce n'est plus la téléradiologie qui est mise en cause mais les hommes qui l'utilisent.

Ces questions comme pour les normes juridiques et déontologiques ne sont pas encore posées en Afrique puisque le système est immature.

1-8 Les effets de la téléradiologie sur la pratique radiologique et les relations entre cliniciens et radiologues.

La possibilité de télétransmettre des images médicales, à grande échelle, peut bouleverser la pratique radiologique au quotidien et faire évoluer profondément les relations entre cliniciens et imagiers.

En France et au Mali l'usage pratique en zone urbaine, est de remettre au patient ses radiographies, le plus souvent accompagnées du compte rendu d'interprétation radiologique, de façon à ce qu'il puisse les communiquer à son médecin traitant. Celui-ci les conserve parfois dans le dossier patient ou le plus souvent les rend au patient, c'est aussi le cas en Afrique en général.

Les cliniciens ont donc l'habitude de disposer des images, certains les interprètent attachant moins d'importance au compte rendu du radiologue. D'autres s'en rapportent plus à l'avis du radiologue et ne jettent parfois qu'un regard rapide sur les images.

L'avantage est que toutes les informations relatives au patient sont conservées dans un dossier et disponible pour l'équipe qui l'a directement en charge.

L'inconvénient, pour les radiologues est que les radiographies antérieures ne sont pas souvent disponibles pour l'interprétation d'un nouvel examen et qu'ils ne disposent pratiquement jamais de l'ensemble des examens d'imagerie précédemment pratiqués. Ils ne peuvent donc pas exercer leur devoir de contrôle et de conseils sur les prescriptions de leurs confrères et du coup de nombreux examens radiologiques sont effectués alors que la réponse aux questions que se pose le clinicien est dans le dossier du patient. Il est donc évident qu'en termes d'efficacité et d'économie, il serait utile de reformer les usages, la directive européenne 97/43 relative à la radioprotection des patients le prévoit d'ailleurs.

En France cette question sur le rapport entre radiologues et cliniciens a fait l'objet de beaucoup de discussion, un consensus dans le cadre du dossier médical

personnel est validé dans le bulletin de la Société Française de Radiologie (SFR), avril 2005 N°21. Ce consensus explique que les images et le compte rendu doivent être disponibles et consultables sans aucune restriction dans l'ensemble du centre hospitalier.

Aux Etats-Unis d'Amérique (USA) et au Canada la pratique est radicalement différente.

Par principe, et pour des raisons légales, les images doivent être conservées dans les services et départements de radiologie [24] pendant au moins 5 ans, le délai légal diffère selon les états.

Les cliniciens ne reçoivent qu'un exemplaire du compte-rendu et peuvent généralement sur rendez vous consulter les clichés dans le service de radiologie détenteur des images.

Les images peuvent être transitoirement ou temporairement confiées aux cliniciens contre un reçu, alors qu'ils en ont impérieusement besoin comme pour les opérations chirurgicales.

Ainsi, en Amérique du nord l'idée qu'il sera possible aux cliniciens d'accéder aux images par le réseau paraît à certains radiologistes remettre en question leurs prérogatives fondamentales et leur rôle dans l'équipe médicale. La crainte est que le compte rendu ne perde son importance au profit des images dont ils sont les maîtres et les détenteurs.

Il est donc crucial que les administrations hospitalières ainsi que les tutelles se penchent sur ces questions qui pèsent lourdement sur la motivation et l'intérêt des radiologistes ou des cliniciens pour ces nouveaux outils qui peuvent perturber profondément les usages et les relations cliniciens – imagiers.

Pour l'Afrique il s'agit de transformer son retard dans le domaine de la téléradiologie en avantage en s'inspirant fortement des travaux et des réalisations d'autres pays afin de mettre au point des textes, des procédures, des techniques en fonction des contextes socio-démographiques, déontologiques et économiques dans l'établissement des dossiers patients informatisés.

1-9 Téléradiologie – Téléenseignement- Formation continue.

La plupart des applications des TICs à la médecine peuvent être employées de façon secondaire pour le téléenseignement, la formation continue et la recherche scientifique.

Pour la téléradiologie, chaque dossier télétransmis peut faire sujet d'échange direct entre le demandeur et l'expert, puisque la plupart du temps ces télérencontres dans le cas de la téléradiologie sont organisées soit pour que l'expert donne plus d'explication sur sa ou ses réponses, (ce qui est l'occasion pour le demandeur de poser des questions pour mieux comprendre le point de vue de l'expert), soit pour le demandeur de donner plus de détails sur son dossier. Dans tous les cas il apparaît nettement que toute téléexpertise est formatrice.

Le caractère de téléenseignement est particulièrement important pour les pays en voie de développement où le besoin en formation continue est toujours crucial et particulièrement pour le personnel opérant en zone rurale.

1-10 La Recherche : Le téléradiologie constitue une autre manière pour les radiologues d'exercer leur métier, de ce fait les activités de téléradiologie ont pour but soit de déterminer les différentes facettes de la technique, soit les aspects médico-légaux et économiques soit de faire des études sur des pathologies propres à des zones difficilement accessibles ou simplement d'étudier les pathologies propres à des zones comme l'étude des pathologies tropicales en Europe ou aux Etats-Unis d'Amérique.

METHODOLOGIE

2- METHODOLOGIE

2-1 Cadre de l'étude

Pays continental d'Afrique, le Mali est situé entre le 10^{ème} et le 20^{ème} degré de la latitude Nord et entouré de sept pays que sont, au nord, l'Algérie, au sud, la Côte d'Ivoire et la Guinée, à l'est le Burkina Faso et le Niger et à l'ouest, la Mauritanie et le Sénégal. Sa superficie est d'environ 1.241.238 km². La densité moyenne est de 8,1 habitant au km² avec de grandes disparités puisque 65% de la population occupe 25% du territoire. La population du Mali s'élève à 12.000.000 habitants [25].

Sur le plan administratif, il est composé d'un district, Bamako, la capitale économique et politique et de huit régions dont les chefs lieux sont: Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao et Kidal.

Les régions se subdivisent en cinquante cercles et sept cents collectivités territoriales ou communes rurales selon le nouveau découpage issu de la politique de décentralisation (9- MSSPAS, 1998).

2-1-1 Principaux indicateurs sanitaires du Mali sont [12,26] :

- ✓ Taux de couverture sanitaire : 30 à 40% dans un rayon de 5 et 15 Km
- ✓ Taux de mortalité infantile : 123 pour mille
- ✓ Taux de mortalité infanto-juvénile : 238 pour mille
- ✓ Taux de mortalité maternelle : 577/100 000 naissances vivantes
- ✓ Taux brut de mortalité : 45,1 pour mille

En matière de soins curatifs, le Mali disposait en 2001 de :

- ✓ 3 hôpitaux nationaux de 3^{ème} référence ;

- ✓ 1 centre national d'odontostomatologie ;
- ✓ 1 institut d'ophtalmologie tropicale
- ✓ 6 hôpitaux de 2ème référence ;
- ✓ 57 centres de santé de 1ère référence
- ✓ 559 CSCOM réalisés
- ✓ 434 structures privées y compris pharmacies et laboratoires d'analyse biomédicale.

De gros efforts ont été déployés pour le développement des ressources humaines. En dépit de tous les efforts en matière de recrutement le ratio personnel/population reste très en deçà des normes de l'OMS. Le ratio nombre d'habitant par catégorie de personnel en 2001 est résumé dans le tableau ci dessous :

Tableau I : RATIO PAR CATEGORIE DU PERSONNEL DE SANTE AU MALI EN 2001[26]

Catégorie	Effectif	Ratios	Normes OMS	Effectif à Bamako
Médecins (toutes spécialités)	802	14 612	10 000	545,56
Infirmiers d'état	790	18 145	5 000	268,60
Infirmiers	1024	13 989	5 000	348,16
Sages femmes	411	21 440	5 000	176,73
Infirmières obstétriciennes	169	62 163	5 000	57,46

A noter également qu'il existe une concentration du personnel à Bamako; 68 % des médecins spécialisés, 34 % des agents techniques de santé, 67 % des techniciens de santé et 43 % des sages-femmes.

2-1-2 Carte radiologique du Mali:

- Le Mali dispose de onze radiologues maliens soit environ 1.090.909 habitants pour un radiologue. Seulement un seul radiologue exerce en dehors de Bamako (région de Ségou), les autres 7 régions et 52 préfectures du Mali ne disposent pas de radiologue. Les examens sont réalisés dans ces localités par des techniciens de radiologie et les clichés sont adressés au médecin demandeur sans être interprétés;
- en plus des radiologues maliens il faut ajouter trois radiologues expatriés dans le cadre de la coopération internationale temporaire entre le Mali, la Chine et Cuba;
- Chaque région et préfecture dispose d'un technicien de radiologie;
- Chaque région et préfecture dispose d'au moins une table de radiographie standard.

Les solutions possibles pour palier à ce besoin accru de personnel en radiologie ne sont pas nombreuses :

- la plus directe est l'affectation à chaque région et à chaque préfecture d'au moins un radiologue ce qui n'est pas actuellement possible en tout cas pas dans l'immédiat.
- Une autre solution est de doter chaque centre à travers le pays d'une installation de téléradiologie et donner la possibilité à chaque médecin travaillant dans les régions et préfectures la possibilité de soumettre les clichés radiologiques qu'il juge difficiles à l'avis d'un spécialiste. Cette solution paraît économiquement supportable pour le Mali.

2-2 Lieu de l'étude

Notre étude, comme présentée sur la figure 4, a impliqué des services de radiologie africain, européen, et malien.

Il s'agit de:

En Europe :

- le service de radiologie de l'hôpital de Marseille (France) **[27]**
- les Hôpitaux universitaires de Genève (Suisse) **[28]**

En Afrique :

- l'Institut de Pathologie de l'Université de Basel au Swaziland à travers le African Radiology and Ultrasound Forum **[29]**.

Au Mali :

- le CHU du Point G (Bamako)
- les unités de radiologie des hôpitaux des régions de Sikasso, de Mopti, et de Ségou dans le cadre du projet de téléradiologie IKON. **(voir annexe 4) [30,31]**

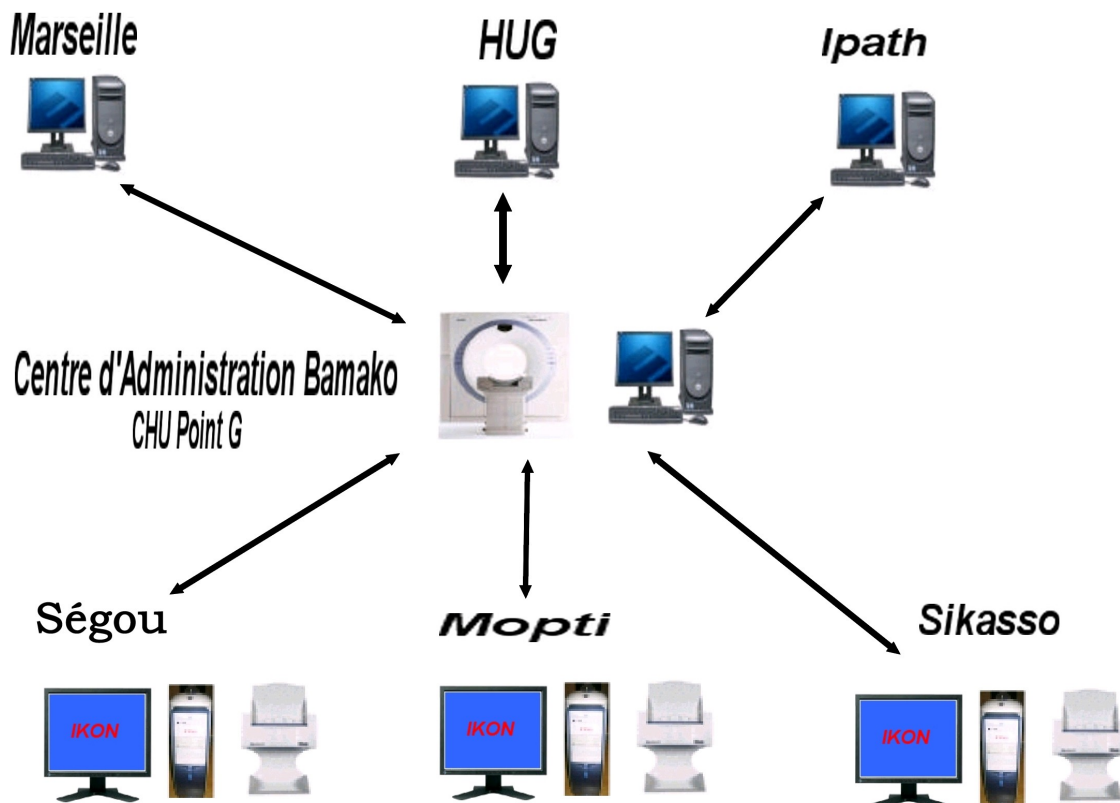


Fig. 4: Organisation générale de la chaîne de téléradiologie étudiée.

2-3 Type d'étude et Période de l'étude

Nous avons réalisé une étude rétrospective et prospective. Etude qui s'est étendue de février à juin 2002 pour l'étude rétrospective, de février 2003 à Mars 2004 pour l'étude prospective (soit 18 mois).

L'étude rétrospective a consisté à l'analyse des archives radiologiques et médicales de l'étude du Dr TOUHOURI menée en 2002. Cette étude ne concernait que les HUG, le service de radiologie de l'hôpital de Marseille et Bamako.

L'étude prospective a consisté à la collecte, au traitement et à l'analyse des dossiers pour une interprétation en ligne. Elle concerne HUG, le service de radiologie de l'hôpital de Marseille, Ipath, 3 régions du Mali et Bamako

- Critères d'inclusion

Nous avons inclus dans notre étude des clichés dont l'interprétation avait posé problème soit en régions, soit à Bamako, et qui de ce fait avaient été envoyés à Marseille à Genève ou à Basel au Swaziland.

- Critères de non inclusion

Ont été exclus, les clichés transmis n'ayant pas eu de réponses ou dont l'interprétation n'a pas nécessité une demande de second avis.

2-4 Matériel utilisé (Voir annexe 1)

2-5 Procédure de transmission des dossiers

La procédure de télétransmission des dossiers a été divisée classiquement en 5 étapes appelées maillons de la chaîne de téléradiologie, que sont :

- l'acquisition des données (Premier maillon);
- la compression des données (Deuxième maillon);
- la transmission des données (Troisième maillon);
- la sécurisation des données (Quatrième maillon);
- l'administration des données (Cinquième maillon).

2-5-1 Acquisition des données

L'acquisition des données a consisté en premier lieu à identifier les cas, à acquérir les données cliniques et paracliniques, à capturer les images radiologiques que l'on traitera pour que leur qualité permette une interprétation en ligne.

2.5.1.1 Identification du cas et acquisition des données cliniques et paracliniques,

Les cas ont été identifiés par au moins l'un des critères ci-dessous :

- ✓ hypothèse diagnostique non certaine malgré les examens complémentaires effectués
- ✓ avis diagnostiques différents des radiologues du service
- ✓ cas atypique d'intérêt scientifique
- ✓ cas nécessitant l'avis d'un expert
- ✓ cas de téléconsultation

Après l'identification des cas une collecte des informations cliniques et paracliniques était faite au moyen d'un questionnaire établi à cet effet (**voir Annexe 2**). Cette collecte avait lieu au niveau des patients, de leurs proches et du personnel soignant. Pour le transfert des images des explications clairement exprimées étaient données au malade et/ou à son entourage dans un langage simple et non technique. Ces explications avaient pour but :

- ✓ le pourquoi de l'envoi des images
- ✓ le comment
- ✓ les avantages et les inconvénients de cette pratique,
- ✓ afin d'avoir un consentement éclairé si possible par écrit du patient et/ou l'assentiment de son entourage.

Des explications ont été également fournies au médecin traitant en lui assurant que quelque soit le résultat du second avis il en sera informé.

2.5.1.2 Acquisition des images radiologiques

Selon les sources des images radiologiques que nous avons eu à numériser, nous avons été amené à établir plusieurs protocoles d'acquisition des images:

- ✓ pour les images sur papiers telles que les images échographiques nous avons utilisé le scanner bureautique ;
- ✓ pour les images sur film radiologique, nous avons utilisé soit un appareil photo numérique ou un scanner de film pour l'acquisition

de ces images.

Chaque expert que nous avons consulté a rempli un formulaire contenant des questions sur le nombre, la qualité et le format des images.

2-5-1-2* Acquisition des images depuis le scanner bureautique

Avec le scanner bureautique, toutes les images sur papier ont été numérisées. La résolution que nous avons utilisée était de 1200x1800 pixels. Pour certaines images, le papier quelque peu transparent, altérait la qualité des données numérisées, nous y avons remédié en insérant une feuille blanche au couvercle du scanner avant de numériser.

2-5-1-2* Acquisition des images depuis le scanner de film radiologique.

Etant donné la complexité des prises de vue avec les appareils photonumériques et les connaissances limitées des techniciens dans les régions, le scanner de film radiologique a été exclusivement utilisé pour l'acquisition des images sur film radiologique.

2-5-1-2* Acquisition des images depuis l'appareil photonumérique [13]

Nous avons utilisé un appareil photonumérique pour l'acquisition d'image radiologique sur film.

2-5-1-3 Traitement des images

Après l'acquisition des images, celles ci ont été soumises à un certain nombre de traitement pour les rendre plus aptes à une exploitation téléradiologique.

Nous avons utilisé le logiciel libre de traitement d'image The GIMP et effectué comme traitement, chaque fois que cela était nécessaire, une

modification de la taille des images, leur mise en gris, la normalisation et l'égalisation des niveaux de gris et la dicomisation.

2-5-2 La compression des données.

L'objectif de cette étape était de diminuer le poids des images. Pour ce faire nous avons utilisé deux méthodes de compression:

- La méthode intelligente à travers le tri des images;
- La compression logicielle avec le zip et le jpg.

2-5-3 La transmission des données.

Dans le contexte technique de notre étude nous avons effectué des transferts au format jpg en ce qui concerne les transmissions des régions à Bamako avec le logiciel OpenYaLIM et la plateforme IKON. Ce même format a été utilisé pour les transmissions de Bamako au serveur Ipath à partir de la plateforme Ipath. Le format DICOM DMZ a été utilisé pour les transmissions à Marseille avec le logiciel de téléradiologie DicomWorks

2-5-4 La sécurisation des données

La sécurisation des dossiers dans notre chaîne s'est opérée à plusieurs niveaux :

2-5-4-1 Anonymisation manuelle : elle a consisté à masquer ou à effacer manuellement tout renseignement, toute donnée permettant d'identifier du patient.

2-5-4-2 Anonymisation logicielle: Nous avons utilisé des logiciels pour rendre le contenu et l'accès des dossiers confidentiels et réservés.

2-5-4-3 L'accès aux dossiers : Un mécanisme approprié donne l'accès à des personnes disposant d'un mot de passe et d'un identifiant de façon univoque.

2-5-5 Administration des données

Les données numérisées ont été stockées, organisées dans une Base De Données (BDD) développée sous MS Access.

Dans cette BDD les données étaient classées selon:

- un numéro d'enregistrement automatique et un numéro d'anonymisation;
- leur provenance;
- le motif de l'envoi selon qu'il s'agissait d'une demande de second avis, de téléconsultation, d'images à valeur scientifique;
- les différents diagnostics, diagnostics que nous avons eu des sites consultés mais aussi du Mali;
- les requêtes formulées par les consultants en terme de demande d'informations supplémentaires;
- les dates d'envoi et de réception (année, jour, heure, minute)
- les caractéristiques techniques des images (poids, format, nombre, résolution);
- les notes supplémentaires qui accompagnent les dossiers;
- la mention du caractère « urgent » du dossier
- les appréciations des consultants par rapport à la qualité et la quantité des images envoyées, (concrètement il s'agit de savoir si la quantité et la qualité des images permettent d'établir aisément un diagnostic);

Un dossier était dit ayant un caractère de téléenseignement chaque fois que le consulté donne des informations sur la pathologie retrouvée soit en terme d'informations générales (épidémiologiques), de démarche diagnostic, de

diagnostics différentiels, de traitement, de pronostic, ou de références bibliographiques (sites web y compris c'est à dire le consulté donne des adresses de sites web avec plus d'informations sur la pathologie retrouvée).

Dans le cadre du projet de téléradiologie IKON une plateforme d'envoi et de réception a été mise en place sous PHP/MYSQL.

Les réponses venant de Ipath n'ont été prises en compte qu'après au moins 4 propositions de diagnostic, le diagnostic retenu est celui qui est majoritairement proposé.

Globalement, le diagnostic retenu pour un dossier était celui qui était majoritairement cité par les experts des différents sites. Ainsi un diagnostic était dit concordant si le diagnostic retenu des autres est similaire au diagnostic initial fourni par le CHU de Point G. Il y a discordance de diagnostic chaque fois qu'aucune majorité ne s'est dégagée ou si le diagnostic retenu des autres sites était différent de celui de Bamako.

Dans le cadre du projet IKON, le diagnostic était dit concordant ou discordant, s'il y avait une concordance ou une discordance entre le diagnostic venant des hôpitaux régionaux et de Bamako.

RESULTATS

3- RESULTATS

Nous avons retenu selon les critères de notre étude 52 dossiers.

Tableau II: REPARTITION DES DOSSIERS ENVOYES SELON LE TYPE D'ETUDE

Etude	Effectif	Fréquence
Rétrospective	6	11,5
Prospective	44	88,5
Total	52	100

Au cours de notre étude, 44 dossiers soit 88,5% du total ont été envoyés durant la phase prospective.

Tableau III : REPARTITION DES DOSSIERS ENVOYES SELON L'ANNEE

Qualité	Effectif	Fréquence
2002	6	11,5
2003	32	61,5
2004	14	27
Total	52	100

61,5% des dossiers ont été envoyés en 2003.

Tableau IV : REPARTITION DES DOSSIERS SELON
LE MOTIF DE LA TELETRANSMISSION

Motif	Effectif n=52	Fréquence
Second avis	40	77
Téléconsultation	10	19
Valeur scientifique	2	4
Total	52	100

Le motif d'envoi des dossiers était le second avis dans 77%.

Tableau V : REPARTITION SELON LA DESTINATION DES
DOSSIERS TELETRANSMIS

Destination	Effectif	Fréquence
Marseille	40	42
HUG	30	31
Ipath	23	24
Bamako	3	3
Total	96	100

La destination principale des envois était Marseille dans 42%.

Tableau VI : REPARTITION DES DOSSIERS SELON LE POIDS
DES DOSSIERS ENVOYES

Poids (P) en Mo	Effectif n=52	Fréquence
$P \leq 1$	2	4
$1 < P \leq 3$	29	56
$3 < P \leq 5$	8	15
$5 < P \leq 7$	0	0
$7 < P \leq 9$	2	4
$P > 9$	11	21
Total	52	100

L'intervalle de poids le plus utilisé est celui de 1 – 3 Mo avec une moyenne de 2,90 Mo, et des extrêmes de 17 et 10,3 Mo.

Tableau VII : REPARTITION DES DOSSIERS SELON LE
NOMBRE D'IMAGES ENVOYEEES

Nombre d'image	Effectif	Fréquence
1 - 5	6	12
6 - 10	2	4
11 - 15	4	8
16 - 20	11	21
21 - 25	27	52
Total	52	100

Le nombre d'images par dossier envoyé était supérieur à 20 images dans 52% des dossiers envoyés avec une moyenne de 15 images par dossier, et des extrêmes d'une image et de 23 images.

Tableau VIII : REPARTITION DES IMAGES SELON LE
TYPE D'EXAMEN

Examen	Effectif	Fréquence
TDM	36	69
Echographie	4	8
Myélographie	2	4
Radiographie standard	10	19
Total	52	100

69% des images envoyées étaient des images TDM.

Tableau IX : REPARTITION SELON LE TYPE DE FORMAT
UTILISE POUR L'ENVOI DES DOSSIERS

Format	Effectif
DMZ	40
JPG	26
ZIP	30
DMZ + JPG	40
JPG + ZIP	30

Dans 40% des cas le format DMZ était le format les plus utilisé

Tableau X : REPARTITION DES DOSSIERS SELON

LE TYPE PATHOLOGIE

Pathologie	Effectif	Fréquence
Neurologique	39	75
Infectieuse	8	15
Digestive	4	8
Ostéo-articulaire	1	2
Total	52	100

Le type de pathologie le plus rencontré était les pathologies neurologiques dans 75%.

Tableau XI : REPARTITION SELON LA DUREE D'ATTENTE

DE REPONSE

Nombre de jour	Effectif	Fréquence
1 – 5	20	50
6 – 10	11	28
11 – 15	8	20
> 15	1	3
Total	40	100

50% des dossiers ont reçu une réponse dans les 5 premiers jours suivants leur envoi, avec une moyenne de 6 jours, et des extrêmes de 15 minutes et 30 jours.

Tableau XII : REPARTITION SELON LA CONCORDANCE
DES DIAGNOSTICS

Concordance	Effectif	Fréquence
Concordants	33	82,5
Non concordants	7	17,5
Total	40	100

Il y avait une concordance de diagnostic dans 82,5% des dossiers envoyés.

Tableau XIII : REPARTITION SELON LE JUGEMENT DE
LA QUALITE DES IMAGES ENVOYEEES

Qualité	Effectif	Fréquence
Moyenne	0	0
Bonne	20	21
Très bonne	63	66
Excellente	13	13
Total	96	100

66% des dossiers envoyés ont été jugés de qualité très bonne et 21% de qualité bonne soit donc un taux de bonne qualité de 87%.

TABLEAU XIV : REPARTITION SELON LE JUGEMENT DE
LA QUANTITE DES IMAGES ENVOYEEES
PAR LES PARTENAIRES

Quantité	Effectif	Fréquence
Suffisante	95	99
Non suffisante	1	1
Total	96	100

99% des dossiers envoyés ont été jugés de quantité suffisante pour établir aisément un diagnostic.

Tableau XV : REPARTITION SELON QU'IL EXISTE
UN CARACTERE DE TELEENSEIGNEMENT
DANS LA REPONSE DE L'EXPERT

Téléenseignement	Effectif	Fréquence
Oui	80	83,33
Non	16	16,67
Total	96	100

83,33% des réponses données par les experts avaient un caractère de téléenseignement.

3-2 Les difficultés rencontrées

- Les appareils photos utilisées au cours de notre étude étaient du matériel appartenant au personnel du service de radiologie, ce qui engendrait une disponibilité relative de ce matériel.
- L'instabilité et l'interruption de la connexion Internet du CHU du Point G a engendré l'interruption des envois durant quelques

semaines, obligeant les administrateurs à envoyer les dossiers depuis les cybercafés et à leur frais.

- Le PC servant à l'envoi des dossiers est tombé en panne obligeant les administrateurs à utiliser les services d'un cybercafé pour la préparation et l'envoi des dossiers et cela à leur propre frais durant toute la dernière année de notre étude.

**COMMENTAIRES ET
DISCUSSION**

4- COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

Dans notre étude nous avons colligé 52 dossiers de téléradiologie avec 96 envois de dossiers en 18 mois.

Sur les 52 dossiers 44 ont été envoyés au moins sur 2 sites différents en plus de l'interprétation initiale, portant ainsi le nombre d'envoi à 96.

4-1 Le type d'étude et l'année d'étude

Nous avons envoyé 52 dossiers en 18 mois, soit en moyenne de 3 dossiers par mois, dont 6 envoyés en 2002 (étude rétrospective) et 44 en 2003 et 2004 (étude prospective) (tableau II et III). Cette différence s'explique par le fait que l'étude rétrospective était la phase test du système de téléradiologie. Pendant l'étude prospective 32 dossiers ont été envoyés en 2003 (61,5%) contre 14 en 2004. Cette différence est liée aux pannes (PC et connexion) dont nous avons été victimes en 2004. Ces pannes ont amené les administrateurs à envoyer les dossiers depuis les cybercafés à leur propre frais ce qui a donc conduit à la diminution du nombre de dossiers envoyés.

4-2 Le motif de la télétransmission

Le motif principal de l'envoi des dossiers était la demande de second avis pour 40 dossiers (77%) de l'ensemble des motifs d'envoi (tableau IV). Ceci s'explique par le fait que le but principal de la téléradiologie au Mali est la recherche du second avis, qu'il s'agisse des dossiers envoyés du CHU de Point G vers les consultants étrangers ou de ceux envoyés des régions vers le service de radiologie du CHU de Point G.

Ce résultat est conforme à celui d'autres travaux **BOUSSEL L [4], Fortin JP [34]** ; cependant dans le **Réseau Téléf [35]** la demande d'avis neurologique ou neurochirurgical constituait le motif principal. Cette différence s'explique par le

fait que dans ce travail, il s'agissait d'urgence entrant dans le cadre de la Grande Garde de Neuro-chirurgie.

4-3 Le nombre de dossiers

Nous avons réalisé 96 envois en 18 mois soit environ 5 envois par mois. Ce résultat bien que conforme à certains auteurs comme **BOUSSEL L [4]** est nettement inférieur à d'autres **Fortin JP [34]**, **Réseau TELIF [35]**. En effet dans ces études il a été possible d'envoyer respectivement 251 dossiers en 18 mois et 125 dossiers en 12 mois. Notre faible performance est surtout liée au fait que les dossiers nécessitant un second avis ne sont pas nombreux dans notre contexte du fait de la compétence des radiologues du point G surtout en pathologie tropicale.

4-4 Poids du dossier envoyé

Le poids moyen par dossier était de 2,90 Mo, avec des extrêmes de 0,17 Mo et de 10,3 Mo. Il s'agit là d'un poids relativement faible obtenu grâce à la sélection des images les plus parlantes mais aussi à la mise à niveau de gris et à la compression des dossiers. Si nos résultats sont comparables à ceux de **L. BOUSSEL [4]**, **Fortin JP [34]** dans son étude a tout de même signalé un poids de 30 Mo. Une particularité liée au fait que cette étude échangeait surtout des fichiers vidéo d'échographie qui ont la réputation d'être particulièrement lourds.

4-5 Nombre d'images envoyées par dossier

Le nombre d'images envoyées par dossier était supérieur à 20 dans 52% des dossiers envoyés avec une moyenne de 15 images par dossier, et des extrêmes d'une image et de 23 images. Ce maximum peut s'expliquer par le fait qu'un même patient peut faire différents examens d'imagerie médicale, dans ce cas un dossier complet est constitué des images de chaque type d'examen. Aussi il est possible qu'un dossier TDM soit envoyé presque en intégralité si on estime que chaque image de la série est indispensable au diagnostic. Quoiqu'il en soit un nombre de 15 images est suffisant pour établir un diagnostic (12 dans notre étude).

4-6 Durée d'attente de la réponse de l'expert

La durée moyenne d'attente était de 6 jours avec des extrêmes de 15 minutes et de 30 jours.

Dans l'organisation générale du système que nous avons mis en place un traitement d'urgence des dossiers n'était pas possible. Les dossiers par exemple à Marseille étaient dispatchés par un administrateur à un expert avec la possibilité de consulter un autre expert si le premier estime que le dossier est complexe.

Des délais plus courts sont rapportés par d'autres études notamment **Franken E.A [16]**, **Réseau TELIF[35]**, **Vincent HALZEBROUCQ [36]** qui sont en rapport avec le caractère urgent du dossier de ces études.

4.7 Pathologie rencontrée

Dans notre série, 75% des dossiers concernaient la pathologie tumorale neurologique. Ce fait s'explique par l'absence dans bon nombre de ces cas de preuve histologique de la lésion. A l'opposé la pathologie infectieuse a été peu représentée (15%).

Cette sous représentation est la conséquence de la bonne maîtrise de la sémiologie de ces affections par les radiologues maliens impliqués dans l'étude. Un résultat similaire a été rapporté par **L. BOUSSEL [8]**.

4.8 Concordance des diagnostics

Notre série 82,5% de concordance.

De nombreux auteurs se sont penchés sur cette question :

- **PAGE et coll. [37]** ont travaillé sur 425 dossiers de radiologie conventionnelle thoracique, digestive, ostéo-articulaire et neuroradiologique pendant 3 mois ont trouvé 93% de concordance de diagnostic. Ils ont aussi conclu que plus les radiologues maîtrisaient les outils de numérisation et de visualisation plus leur score diagnostic était meilleur.
- **TYNDALL et coll. [38]** ont utilisé un système vidéo pour transmettre 47 dossiers orthopantomographiques. A la fin de leur étude ils ont trouvé qu'à 100% les diagnostics correspondaient.

Si dans toutes ces études il apparaît que la lecture sur film radiologique est meilleure à la lecture d'images télétransmises, **GOLDBERG et coll. [39]** ont trouvé 94 à 96% et **ROSEN et coll. [40]** ont rapporté 92- 96%.

D'autres auteurs ont trouvé des données montrant la non fiabilité de lecture numérique par rapport à la lecture « analogique ». C'est le cas de **SCOTT et coll.[18]** qui ont conclu à un meilleur score diagnostique sur les films que les images transmises. Cependant, ils reconnaissent bien de failles techniques telle que la lenteur excessive d'affichage de leur dispositif, qui n'incite pas les utilisateurs à exploiter autant que cela aurait été possible les techniques de traitements d'images (zoom, optimisation du contraste, de la luminosité ou refenêtrage des images).

En définitif, la grande majorité des études sur la concordance ou la fiabilité de la téléradiologie conclue qu'on peut faire confiance à une interprétation sur écran.

4-9. Acceptabilité de la téléradiologie

Dans notre étude un accent particulier avait été mis sur l'acceptabilité de la téléradiologie par les patients et/ou de leurs parents. Ainsi 98% des patients et ou de leur entourage ont

accepté la télétransmission de leurs images via Internet. Un seul cas de refus a été recensé, en fait le parent du patient préfère se contenter de l'avis des radiologues d'ici. Mais il est à signaler qu'une question revenait régulièrement : « Dans combien de temps aura-t-on la réponse ? » Ce qui démontre tout l'intérêt qu'on doit accorder à l'organisation des ressources humaines dans une chaîne de téléradiologie.

4-10. Téléenseignement

Il est manifeste que dans notre expérience comme dans la plupart des travaux publiés qui abordent cet aspect des choses, qu'un effet indirect des activités de téléconsultation, ou de télé Réunion de service ou d'interservices est d'améliorer les connaissances des participants.

Dans notre étude, dans 83,3% des réponses, l'expert donnait des informations comme des renseignements sur la clinique, les examens paracliniques à faire, la prise en charge thérapeutique ou des références bibliographiques.

PERSPECTIVES

3-3 LES PERSPECTIVES

Le projet de téléradiologie IKON est un projet pilote. A ce titre il doit bénéficier de toute l'attention nécessaire non seulement des autorités hospitalières et de tutelles mais également du personnel médical, parce que d'autres projets viendront s'y appuyer. Il s'agit bien d'un projet test. Pour que le projet IKON puisse servir de support technique et d'information pour les autres projets alors il convient de procéder à une évaluation pratique (sur le terrain) non seulement au niveau de la structure centrale mais également au niveau des régions. Cette évaluation doit porter sur les aspects techniques et organisationnels mais également être capable d'apporter des réponses concrètes aux questions sur l'adoption de la téléradiologie et par les populations et par le personnel médical, de même que le rôle de la téléradiologie dans le système sanitaire des régions pilotes. Les conclusions de cette évaluation doivent être comme un guide pour une nouvelle définition de la phase d'extension et pour tous les futurs projets d'application des TICs à la médecine au Mali.

Le projet IKON dans sa phase d'extension doit permettre de renforcer la capacité d'intervention du personnel régional de santé, de servir de plateforme pour la formation en ligne post –universitaire et continue, et assurer une couverture sanitaire régionale d'environ 86% du territoire national au point de vue radiologique.

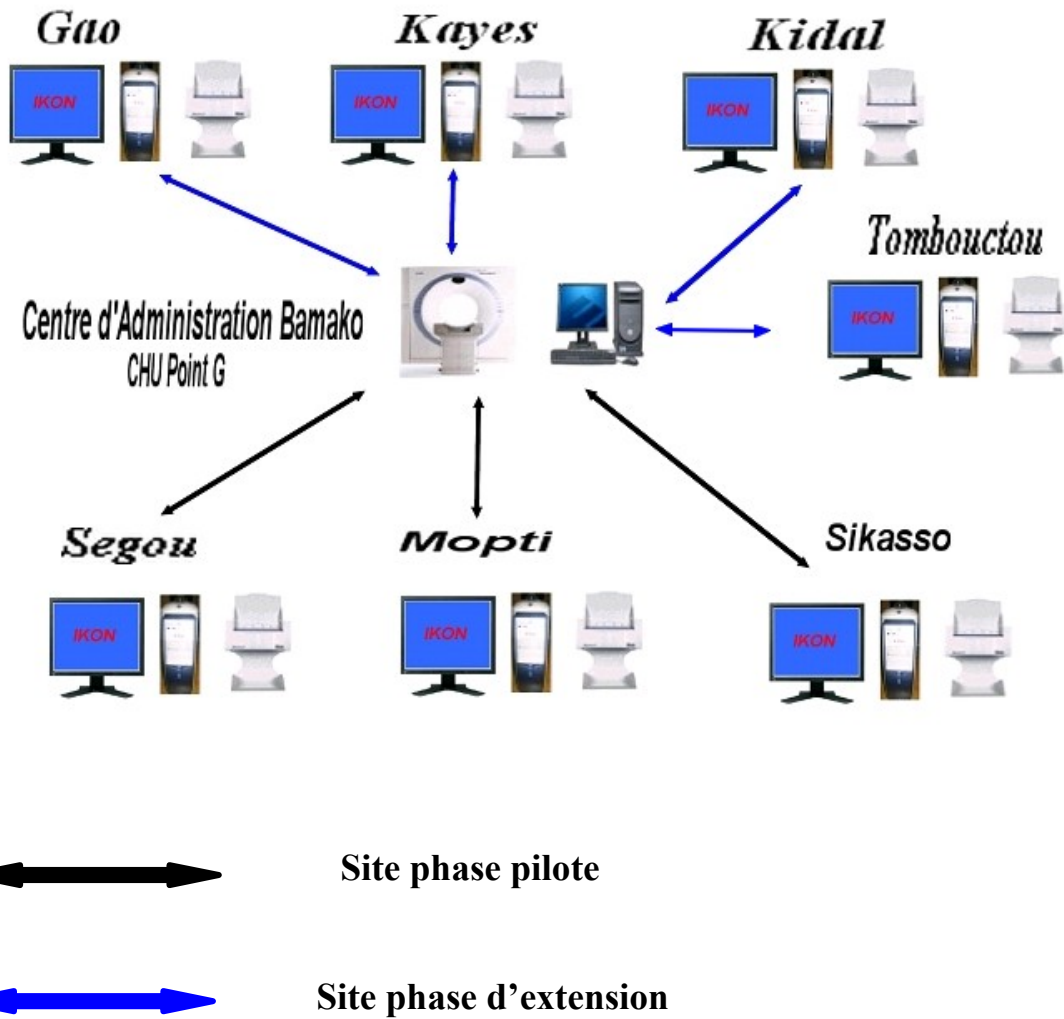


Fig.5 : Schéma des transferts du Projet de téléradiologie IKON à la phase d'extension.

Le projet de téléradiologie AP - HM – Bamako doit nécessairement s'appuyer sur les données de préparation et d'évaluation du projet IKON ; cela constituerait un gain d'étape dans son exécution.

Les deux projets bien qu'ils se focalisent presque sur les mêmes régions doivent collaborer afin de parvenir à une couverture radiologique régionale d'environ 100%, puis assurer une couverture des préfectures les plus peuplées du pays ou simplement selon des critères qui peuvent être fixés par les administrateurs des 2 projets.

Le schéma le plus simple, est que ce deuxième projet complète la couverture sanitaire à 100% c'est-à-dire couvrir les 14% restant. Puis s'étendre à certaines préfectures du pays selon des critères fixés. Ce schéma est d'autant plus viable, que ce projet va disposer de plus de moyens mais également qu'il doit laisser le soin à IKON d'acquérir de l'expérience sur le terrain qui pourra le servir dans sa phase d'exécution.

Il serait mieux d'octroyer le matériel prévu pour les structures disposant déjà d'un radiologue (Kati, CHU Gabriel TOURE, Hôpital Mère Enfant le Luxembourg) aux préfectures car l'objectif primaire du projet est de permettre aux populations dépourvues de radiologue de disposer de l'avis d'un radiologue. Ces sites (Kati, CHU Gabriel TOURE, Hôpital Mère Enfant le Luxembourg), pourront être intégrés dans le projet une fois la première évaluation terminée.

Dans tous les cas, il est amplement souhaitable que les administrateurs des 2 projets puissent se mettre à table pour cerner tous les contours d'application de leurs activités. Aussi les scanners de film radiologique peuvent être remplacés par des appareils photonumériques dont l'efficacité est déjà prouvée et qui coûtent au moins 14 fois moins chers que le scanner de film. Ceci va permettre à plus de localités de bénéficier des projets.

Une fois que les 2 projets arrivent à s'intégrer parfaitement dans le système sanitaire du pays, alors il est possible d'envisager un réseau sous régional de téléradiologie avec comme point focal le Mali.

5- CONCLUSIONS et RECOMMANDATION

5-1 CONCLUSIONS

La convergence technologique entre les télécommunications et la micro informatique ont a donné naissance aux nouvelles technologies de l'information et de la communication ce qui a permis l'essor de la télémédecine. Dans la famille des applications de télémédecine la téléradiologie occupe une place de choix. La téléradiologie possède ses particularités propres liées aux volumes de données à transmettre et aux types d'images envoyées nécessitant la mise en place d'une chaîne d'éléments techniques et humains appelée chaîne de téléradiologie. Il convient que chaque structure hospitalière adapte sa chaîne de téléradiologie à ses conditions socio-économiques et sanitaires tout en respectant des normes standardisées.

L'expérience de téléradiologie que nous avons menée entre plusieurs centres hospitaliers nationaux et internationaux a permis après dix-huit mois de fonctionnement d'enregistrer 52 dossiers pour 96 envois. La moyenne d'images par dossier était de 15, la durée moyenne d'attente de la réponse de l'expert était de 6 jours. La pathologie la plus rencontré est la pathologie neurologique (88%) devant la pathologie infectieuse.

Notre expérience nous a également permis de décrire la chaîne de téléradiologie au Mali, d'établir des protocoles de transferts adaptés à la situation économique de notre pays, de montrer qu'il est possible de créer un réseau de téléradiologie stable, via Internet, relativement sécurisé et surtout à très faible coût de fonctionnement et de maintenance. Il est aussi possible de constituer un réseau mixte avec des connexions téléphoniques et radio.

Les deux projets de téléradiologie que sont le projet IKON et le projet Bamako – AP - HM offrent au Mali une véritable opportunité de pouvoir mettre en place un réseau national de téléradiologie afin d'assurer une couverture radiologique viable de l'ensemble du territoire national. Et les perspectives qu'offrent ces 2 projets sont des meilleures.

5-2 RECOMMANDATIONS

Aux Autorités de Tutelle

1. Intégrer dans la politique nationale de santé des programmes de réalisation de PACS dans les CHU.
2. Intégrer dans la politique nationale de santé des programmes de formation et de recyclage du personnel médical en informatique et en radiologie.
3. Intégrer dans la politique nationale de santé les deux projets de téléradiologie afin d'assurer leur pérennité.
4. Veiller à ce que le matériel et les logiciels installés obéissent aux standards et normes internationaux (tel que DICOM dans le cas des logiciels).

Aux Autorités Hospitalières et Universitaires

1. Evoluer vers l'informatisation du dossier patient afin de permettre une meilleure prise en charge de patients.
2. Intégrer un PACS dans le système de fonctionnement des hôpitaux afin de réduire les coûts de production et de prestation des différents services hospitaliers.
3. Intégrer dans le cursus universitaire de la faculté de médecine un vrai programme de formation informatique adapté aux évolutions technologiques actuelles.

Au Personnel Sanitaire

Faire d'une priorité la formation en informatique sur fond propre afin de pouvoir être efficace et compétitif sur le plan national et international.

Aux Administrateurs des Projets de téléradiologie

1. Etablir des rapports étroits de coopération afin de faire profiter au maximum les populations et également afin d'obtenir un couverture radiologique du pays à 100%
2. Organiser des rencontres annuelles entre les différents acteurs de la chaîne de téléradiologie permettant de créer des rapports étroits entre ces acteurs et de donner un visage humain à cet art numérique.

BIBLIOGRAPHIE

6- BIBLIOGRAPHIE

1. Medical Subject Headings MeSH - <http://www.nlm.nih.gov/mesh/>
2. American College of Radiology.-"Standard for teleradiology".<http://www.drs.dk/Download/Teleradiologi/acr%20technical%20standard%20for%20teleradiology.pdf>.
3. American College of Radiology-National Electrical.-" Digital Imaging and Communications in Medicine. <http://www.nema.org/stds/PS3-12.cfm>
4. Boussel L. -Téléradiologie en 2003 : état de l'art et description d'une expérience originale internationale. Université Claude Bernard. Septembre 2003.
5. Voipio V., Lamminen H., Ruohonen K., Autio P., Ahovuo J., Sahi T.- Teleradiology and tele dermatology in Finnish military medicine. Journal of Telemedicine and telecare 2001; (7) : 181-183.
6. Miano John. -Compressed Image File Format. ACM Press Books. 1992.
7. Vazquez-Naya J, Loureiro J, Calle J, Vidal J, Sierra A. -Necessary security mechanisms in a PACS DICOM access system with web technology. J Digit Imaging. 2002;15 Suppl 1:107-11.
8. Buxton PJ.-Teleradiology practical aspects and lessons learnt. Eur J Radiol. 1999 Nov;32(2):116-8.
9. Caramella D., Reponen J., Fabbrini F., Bartolozzi C.-
Teleradiology in Europe. European Journal of Radiology 33 (2000) : 2-7.
10. Caramella D. Teleradiology : state of the art in clinical environment. European Journal of Radiology 22 (1996) : 197-204.
11. Union des Nations pour la Population. - Rapport mondial 2004 sur le développement humain. <http://hdr.undp.org/2004/français/>
12. Organisation mondiale de la santé. - Rapport 2004 sur la santé, les indicateurs de base. <http://who.int/countries/>
13. Tohour Romain Roland C.F.G.C. - Faculté de médecine de pharmacie et d'odontostomatologie. Intérêt de la Téléradiologie dans l'aide au diagnostique au mali : Cas des échanges entre les services de radiologie des Hôpitaux du Point G, de Marseille et des Hôpitaux Universitaires de Genève.2003

14. Ordre National des Médecins-France. - Déontologie médicale et télé médecine. 6 mai 1996. <http://ordmed.org/c1.html>
15. Décret n° 99-200 du 17 mars 1999 définissant les catégories de moyens et de prestations de cryptologie dispensées de toute formalité préalable. Premier ministre - NOR : PRMX9903477D - JO du 19-03-1999, p. 4051.
16. Franken E.A., Berbaum K.S., Smith W.L.- Teleradiology for rural hospitals : analyses of a field study 1996. J Telemed Telecare, 1 : 202-208.
17. Nilsson U, Nyman M.- Teletransmission of radiographs images preliminary report. Acta Radiology [diagn](stockh), 1986, 27(3): 357- 360.
18. Scott WW, Jr., Bluemke DA, Myskowk.- Interpretation of emergency department radiographs by radiologist and emergency medicine physicians: Teleradiology workstation versus radiograph reading – Radiology, 1995;195(1): 223 – 229.
19. Bashshur RL, Amstrong PA, Youssef Z - Explorations in the use of telecommunications in health care: Charles C Thomas, Telemedicine, IL:1974: 15-40.
20. Callahan EJ; Hilty DM, Nesbitt TS - Patient satisfaction with Telemedicine consultation in primary care:comparaison of ratings of medical and mental health applications – Telemed J, 1998, 4 (4):363-369.
21. Callas PW, McGowan JJ, Leslie KO - Provider attitudes toward a rural télépathologie program – Telemed J; 1996,2(4): 319- 329.
22. Whitten P, Allen A - Analysis of Telemedicine from an organizational prespective- Telemed J, 1995,1(3): 203- 213.
23. Allaert F.A., Weinberg D., Dusserre L.- Evaluation of an international Telemedicine system between Boston (USA) and Dijon : glass slide versus telediagnostic television, monitor J Telemed 1997 Telecare ; 2 suppl : 27-30.
24. Telemedicine Information Exchange. - <http://www.tie.telemed.org>
25. Présidence de la République du Mali.- <http://www.koulouba.pr.ml>

-
26. Direction Nationale de la santé du Mali. - Rapport 2001 -
http://www.gfmer.ch/Activites_internationales_Fr/INSRP.htm
27. Assistance Hôpitaux Publiques de Marseille .- <http://www.ap-hm.fr>
28. Hôpitaux Universitaires de Genève. – <http://www.hug-ge.ch>
29. Département de pathologie de l'Université de Basel.. – Telepathology Ipath.
<http://telepath.patho.unibas.ch/>
30. Projet de Téléradiologie IKON.<http://www.keneya.net/ikon>
31. REOnet Sarl. – Open Source OpenYaLIM. <http://www.reoafrique.com>
32. Phillip PUECH.B.L- Dicomworks.<http://www.dicomworks.com>
33. Dr Internet.- Comment lire vos radios sur Cd-rom
http://univadis.msdfrance.com/dr_internet/astuces/radios_dicom.htm
34. Fortin J.P., Bauville C. - Rapport d'évaluation des projets pilotes en télécardiologie et en téléradiologie du CEFRIO.1997.
35. Réseau Télémedecine en Ile-France
<http://telemedecine.aphp.org/texte/TelifPresentation.html>
36. Vincent HALZEBROUCQ. Télétransmission en temps réel d'images radiologiques numériques : Aspects techniques, médicaux et juridiques.1999
37. Page G, Grégoire A, Galand C. -Teleradiology in northern Quebec- Radiology 1981, 140 (2): 361- 366.
38. Tyndall DA, Boyd KS, Matteson SR.- Based teleradiology for med oral pathology oral radiologic Endod,1995, 80 (5): 599 – 603
39. Godlberg MA, Rosenthal DI, Chew FS.- New high- resolution teleradiology system: Prospective study of diagnostic accuracy in 685 transmitted clinical cases – Radiology, 1993;186(2): 429- 434.

40. Rosen MP, Levine D; Carpenter JM.- Diagnostic accuracy with US: remote radiologists versus on site radiologists interpretations- Radiology 1999, 210(3);733- 736.
41. EHTO. -TELMED, The impact of telematics on the healthcare sector in Europe Final Report. [http ://www.ehto.be/ht_projects/telmed2/index.html](http://www.ehto.be/ht_projects/telmed2/index.html)
42. Bluemlee D.A., Renard R., Williams S.W. - Comparison of radiograph versus high-resolution teleradiology work station image interpretation (abstract) Radiology ; 201(P) : 248.
43. Allaert F.A., Weinberg D., Dusserre L.- Evaluation of an international Telemedicine system between Boston (USA) and Dijon : glass slide versus telediagnostic television, monitor J Telemed 1997 Telecare ; 2 suppl : 27-30.
44. Viens-Bitker C., Fery-Lemonnier E., Brayda E. - Dossier CEDIT ; Transmission interhospitalière d'images radiologiques pour la prise en charge des urgences neurochirurgicales .Février 1996.
45. DeCorato D.R., Kagetsu N.J., Ablow R.C. - Off-hours interpretation of radiologic images of patients admitted to the emergency department : efficacy of teleradiology . AJR 165 : 1293-1296. (1995)
46. Ackerman SJ, Gitin JN, Gayler R W.- Receiver operating characteristic analysis of fracture pneumonia detection.- Comparison of laser-digitized workstation images and conventional analog radiographs- Radiology, 1993, 186(1): 263-268.
47. Ludwig K, Bick U, Oelerich M, Schuierer G, Puskas Z, Nicolas K, Koch A, Lenzen H. - Is image selection a useful strategy to decrease the transmission time in teleradiology? A study using 100 emergency cranial CTs. Eur Radiol. 1998;8(9):1719-21.
48. Kivijarvi J, Ojala T, Kaukoranta T, Kuba A, Nyul L, Nevalainen O.- A comparison of lossless compression methods for medical images. Comput Med Imaging Graph 1998; 22(4):323-339.

- 49.** Persons KR, Hangiandreou NJ, Charboneau NT, Charboneau JW, James EM, Douglas BR, Salmon AP, Knudsen JM, Erickson BJ. - Clinical evaluation of irreversible compression of ultrasound images using the JPEG algorithm at approximately 9:1. Joint Photographic Expert's Group. J Digit Imaging. 2000 May;13(2 Suppl 1):191-2.
- 50.** Fidler A, Likar B, Pernus F, Skaleric U. Comparative evaluation of JPEG and JPEG2000 compression in quantitative digital subtraction radiography. Dentomaxillofac Radiol. 2002 Nov;31(6):379-84.
- 51.** Hwang S, Lee J, Kim H, Lee M. - Development of a web-based picture archiving and communication system using satellite data communication. J Telemed Telecare. 2000;6(2):91-6.
- 52.** Heautot JF, Eichelberg M, Gibaud B, Treguier C, Lemoine D, Scarabin JM, Piqueras J, Carsin M, Gandon Y. The RETAIN project: DICOM teleradiology over an ATM-based network. Radiological Examinations Transfer on an ATM Integrated Network. Eur Radiol. 2000;10(1):175-82.
- 53.** Disantis DJ, Scartarige JC, Cramer MS.
Feasibility of digital téléradiology for imaging evaluation on patients with acute right upper quadrant abdominal pain- Radiology, 1990, 177(3): 707 – 708.
- 54.** Levine BA, Cleary KR, Norton GS, Mun SK. - Experience implementing a DICOM 3.0 multivendor teleradiology network. Telemed J. 1998 Summer;4(2):167-75.
- 55.** The American Telemedicine Association. – <http://www.atmeda.org>
- 56.** . Fond Monétaire International. - Rapport 2000 à 2004 dans le monde.
<http://www.imf.org/external/fra/index.asp>
- 60.** European Health Telematic Observatory.- <http://www.ehto.be>
- 61.** Telemedicine and Telehealth Networks.- <http://www.telemedmag.com>

62. Telemedicine Glossary. <http://www.hscsyr.edu/~wwwserv/telemedicine/glossary.html>.

ANNEXES

ANNEXES

ANNEXE 1 Matériel utilisé dans notre étude

Hardware :

Centre d'administration Bamako:

- Un PC Pentium IV carte mère Asus, disque dur 300 Giga, 2 Giga hertz de fréquence, 512 de RAM
- Un PC P III, Disque dur 20 giga, 128 RAM
- Un appareil photo numérique PowerShot G2 de canon
- Un appareil photo numérique canon Ixus 500
- Un trépied
- Un scanner bureautique AGFA e 50
- Un écran plat Elzo Radiforce G11.
- Des CD-Rom

Régions [30,31]

- Un PC PIV carte mère Asus, disque dur 300 giga, 2 Giga hertz de fréquence, 512 RAM
- Un appareil photo numérique canon Ixus 500
- Un scanner de film de radiologique VIDAR SIERRA plus
- Un trépied
- Des CD-Rom

Software:

Comme logiciels, nous avons utilisé :

1. Sharewares

- Windows 98 Seconde édition
- Windows XP professionnel
- Canon Zoom Browser de Canon
- Adobe photoshop 7.0 de Adobe

- Outlook Express
- Win zip 8.0
- Irfanview
- MS Access 2000

2. Freewares

- Mandrake Linux 10.0
- DicomWorks 1.3.5 [32]
- OpenYalim 1.0 [31]
- Gimp 1.2.5
- Skype 1.2.0.41
- Internet explorer 6.0
- Mozilla firefox 1.0
- Yahoo Messenger

Il est important de signaler que dans le cadre du projet IKON [31,32] un accent particulier a été mis sur les logiciels libres surtout pour palier aux multiples problèmes de maintenance que peuvent poser les logiciels payants (les sharewares) et de leur coût.

ANNEXE 2 ICONOGRAPHIE

Nous vous présentons quelques dossiers envoyés dans le cadre de nos échanges

Dossier non concordant avec un caractère de téléenseignement

Provenance : Bamako

Diagnostic Bamako : Aspect TDM très évocateur d'une pathologie maligne pan sinusienne vraisemblablement d'origine ethmoïdale (type adénocarcinome ethmoïdal) avec extension intra-orbitaire extra-conale bilatérale et endocrânienne extra-durale fronto-basale.

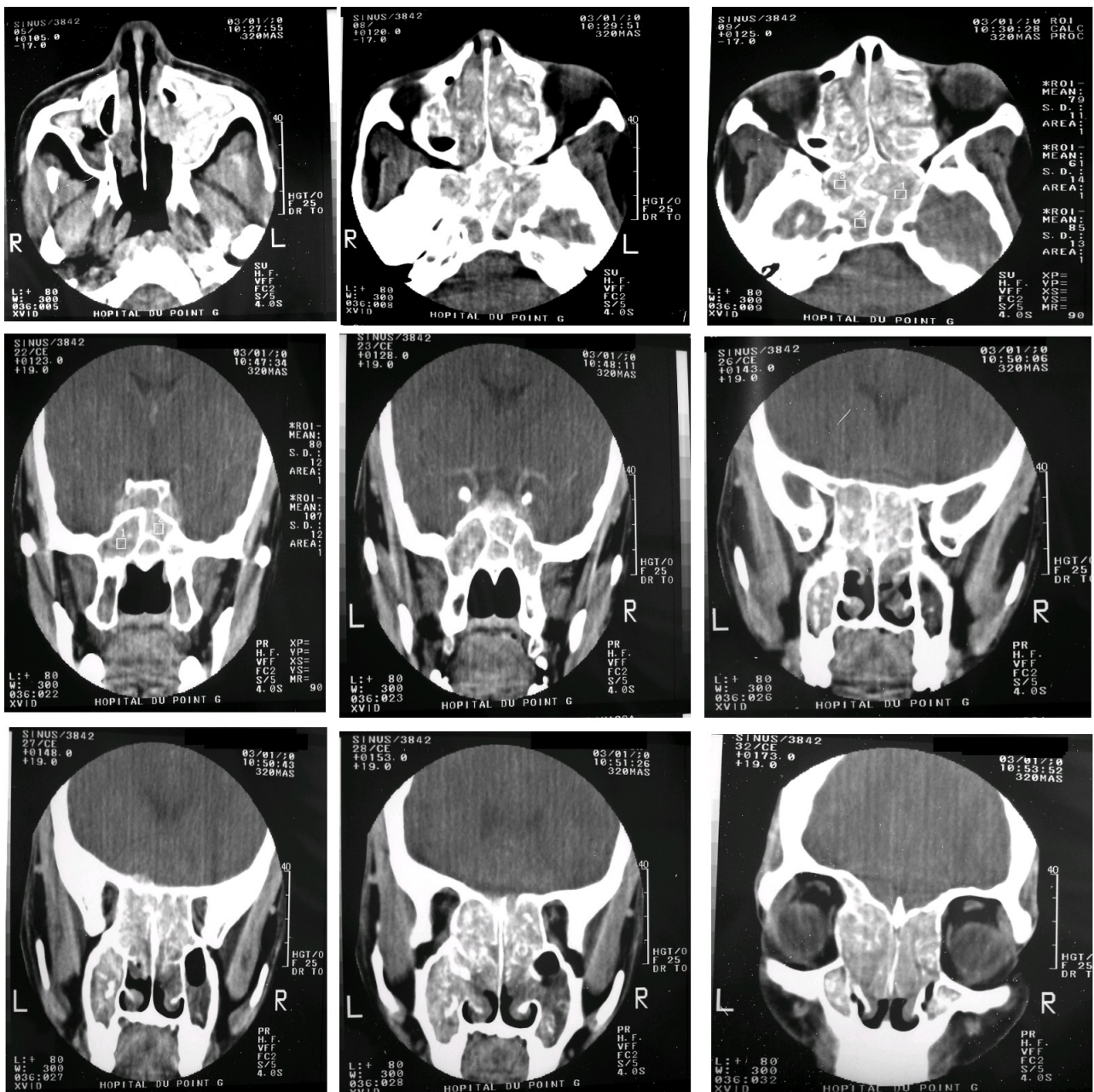
Diagnostic Marseille :

Examen mettant en évidence un aspect de pan sinusite. Celle-ci est vraisemblablement chronique si l'on en juge par l'épaississement osseux diffus visible notamment sur les parois externes des sinus maxillaires. L'association d'une prise de contraste de ce comblement sinusien à la présence de calcifications intra-sinusiennes et d'une lyse osseuse avec envahissement des parties molles de l'orbite gauche fait évoquer plus un processus infectieux que tumoral. Les germes en cause, par ordre de probabilité sont : *Aspergillus* (notamment *Aspergillus Niger*, plus fréquent en Afrique que l'*Aspergillus Fumigatus*) ; actinomyose (surtout si le patient est immunodéprimé (SIDA) ; mucormyose voir tuberculose. » Cette forme est de toute façon très inhabituelle.

Diagnostic HUG :

Le scanner fait de ce patient est en relation avec une pansinusite d'origine infectieuse.

Diagnostic retenu : Une pan sinusite d'origine infectieuse. (fig6)



Dossier concordant

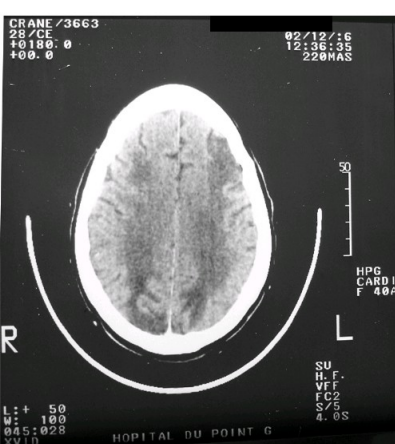
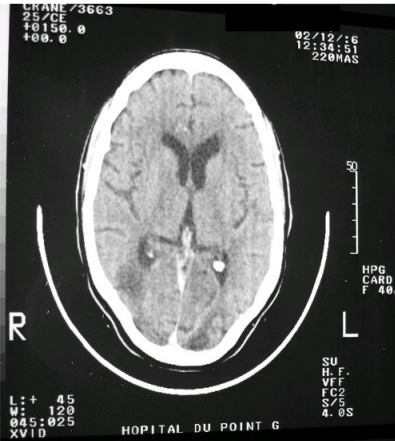
Provenance : Bamako

Diagnostic Bamako : Leucodystrophie de type adrénoleucodystrophie (Maladie de schilder)

Les autres sites : (Marseille, HUG, Ipath) consultés ont abouti à la même conclusion.

Diagnostic retenu : Maladie de schilder (*fig7*)

Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives



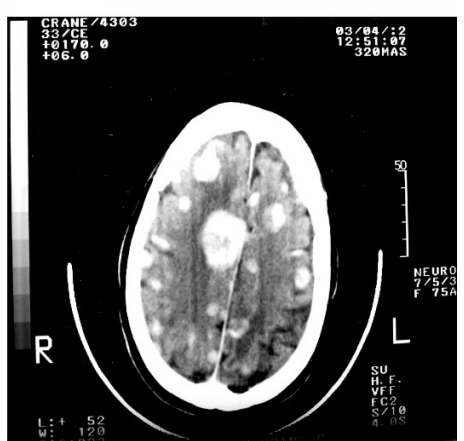
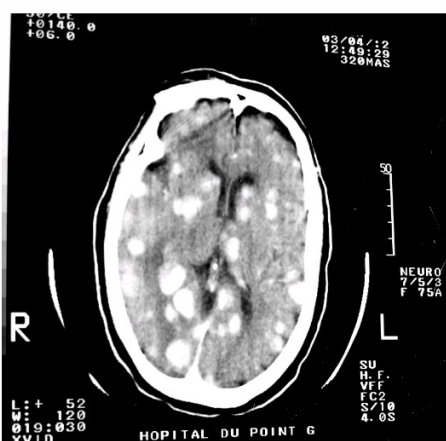
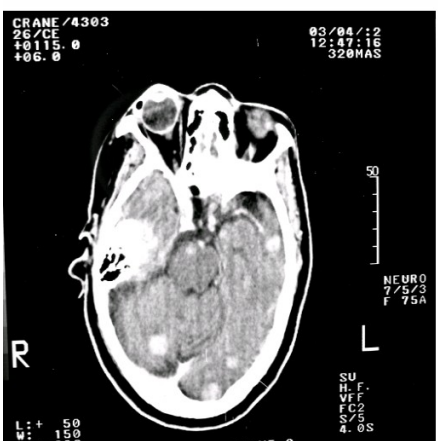
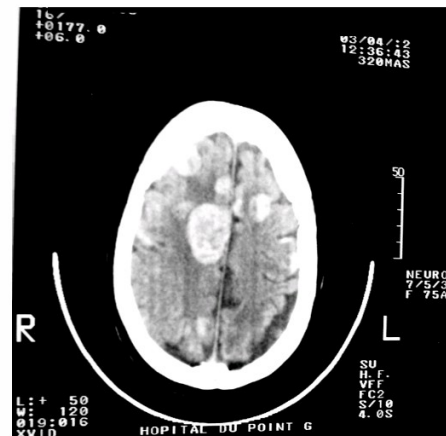
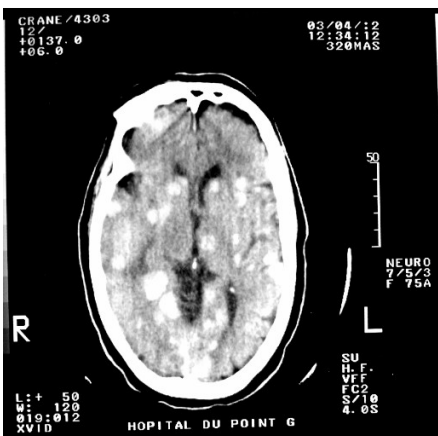
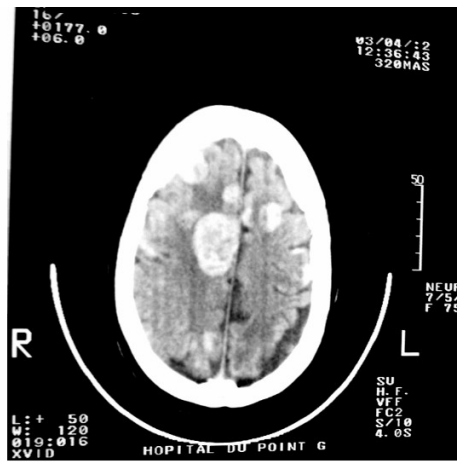
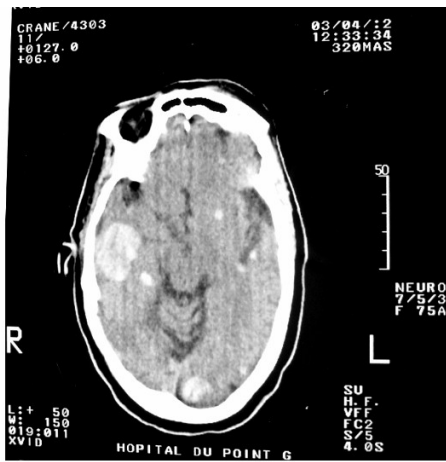
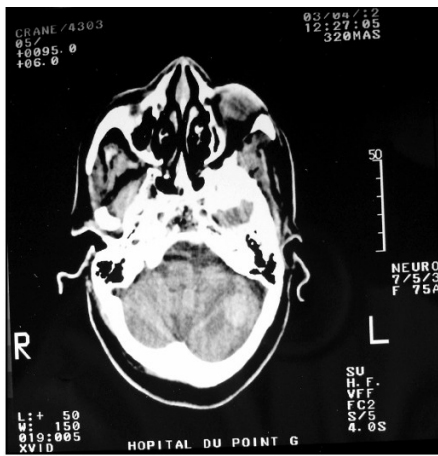
Dossier concordant

Provenance : Bamako

Diagnostic Bamako : Métastases cérébrales

Les autres sites (Marseille, HUG, Ipath) consultés ont abouti à la même conclusion.

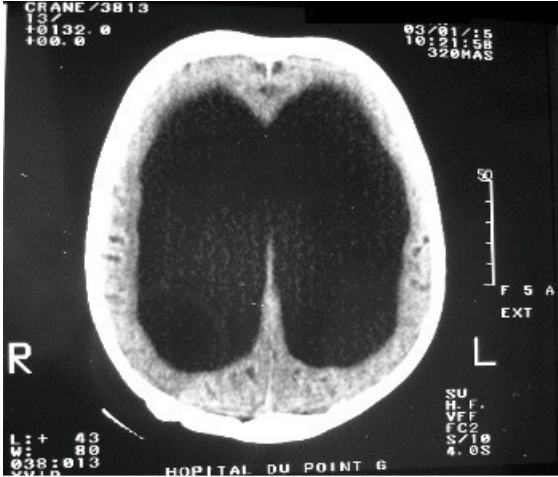
Diagnostic retenu : Métastases cérébrales (*fig8*)



Dossier de téléconsultation

Provenance Bamako

Cet enfant avait subi une intervention chirurgicale à Genève pour hydrocéphalie (*fig9*). Après l'intervention le drain ne marchait pas alors un autre voyage était programmé mais avec la téléradiologie nous avons fait un scanner, numérisé et envoyé les images à Genève. Ce qui a permis aux neurochirurgiens de distinguer le problème se trouvant au niveau des valves de dérivation. Plutard une description précise des gestes à effectuer a été donnée par les neurochirurgiens de Genève aux neurochirurgiens du CHU de Gabriel de TOURE qui ont pu faire l'intervention sans problème. Le budget qui avait été difficilement mis à côté pour le deuxième voyage de l'enfant par l'hôpital mère enfant le Luxembourg a été utilisé pour un autre enfant.



ANNEXE 3 / LES PROJETS DE TELERADIOLOGIE AU MALI

Le Projet de téléradiologie IKON

Le projet de téléradiologie IKON découle de la table ronde sur la santé organisée par l'Institut International pour la Communication et le Développement en avril 2002 et a progressivement été renforcé et amélioré lors des ateliers de formation de base en TICs et de formation continue (Life Long Learning).

Il s'agit d'un projet de l'Association des Radiologues du Mali financé par l'IICD.

Les technologies de l'information et de la communication (TICs) au secours du sous développement sanitaire du Mali, ainsi pourrait-on qualifier la solution que représente le présent projet de télé médecine entre l'hôpital de 3^{ème} référence du Point G et les hôpitaux régionaux. En effet le Mali étant un pays vaste, sous peuplé avec un faible taux de couverture sanitaire et une répartition inégale du personnel de santé. Cette inégalité est encore plus criarde dans certaines spécialités telles que la radiologie. Les TICs pourraient être une bonne alternative pour suppléer à ce manque de spécialistes. C'est ainsi que ce projet intitulé «TELERADIOLOGIE AU MALI – IKON», consiste à l'utilisation du réseau Internet pour la transmission d'images radiologiques depuis les Hôpitaux régionaux (Ségou, Mopti, Tombouctou et Sikasso) dépourvus de spécialistes en radiologie, vers l'hôpital national du Point G pour interprétation et aide au diagnostic.

Ce projet aura pour intérêt immédiat pour les populations:

1. une amélioration de la prise en charge des malades,
2. une réduction notable du nombre d'erreurs diagnostiques dans les hôpitaux régionaux,
3. éviter les évacuations inutiles des malades vers les Hôpitaux nationaux,

4. réduire le coût des dépenses de santé des populations compte tenu de leur faible revenu et de l'inexistence d'une prise en charge sociale.

Ce projet d'intérêt communautaire est conçu pour participer à l'amélioration de la santé des populations éloignées en utilisant les avantages des technologies de l'information et de la communication, compte tenu de l'étendu du territoire malien, de la mauvaise répartition et de l'insuffisance des spécialistes.

Il consiste en une installation informatique assez simple reliée à Internet permettant d'envoyer des images radiologiques préalablement numérisées des hôpitaux régionaux vers l'hôpital national de référence de point G en vue d'une expertise spécialisée faite par un radiologiste.

Il se déroulera en deux phases: une phase pilote d'un an financée par l'IICD qui consistera à relier trois hôpitaux régionaux (Ségou, Mopti, Sikasso) à l'hôpital national du Point G et une phase d'extension de quatre ans pendant laquelle trois autres hôpitaux régionaux seront ajoutés au réseau.

En pleine phase d'exécution le projet IKON fonctionnera selon le concept suivant :

Un médecin généraliste situé à Mopti (une ville située à plus de 1000 km de la capitale Bamako) demande une radiographie du thorax à son patient. Si le médecin généraliste se trouve dans des difficultés diagnostiques. Alors le dossier sera numérisé puis envoyé à Bamako.

Le dossier du patient ainsi constitué est archivé localement avec les renseignements cliniques sur le patient et ses images puis envoyés vers le médecin spécialiste. Cet envoi est fait de façon sécurisée via Internet à l'aide d'un logiciel dédié.

A Bamako, le radiologue de permanence, réalise l'interprétation de tous les clichés en provenance des régions du pays transmis dans la journée.

Ces images et les renseignements cliniques envoyés sont réceptionnés, organisés et archivés grâce au même logiciel de téléradiologie. Ils sont alors interprétés et les résultats renvoyés à l'expéditeur qui peut facilement lier les interprétations

au dossier correspondant grâce à un numéro d'anonymisation automatiquement généré par le logiciel.

Pour des raisons de planning l'interprétation des clichés ne se fait qu'une fois par jour à heure fixe de sorte qu'il faut un délai de 24 heures pour avoir le résultat d'un malade en région. Sauf dans le cas où le dossier est transmis avec la mention urgente, le radiologue présent dans le service fait l'interprétation et le résultat peut être connu dans un délai maximum d'une heure.

Ainsi le patient gagne en temps et économise de l'argent en évitant le voyage (deux journées pour l'aller et le retour) et les frais de voyage et de séjour dans la capitale. Il bénéficie ainsi de l'expertise de spécialiste comme ses concitoyens de la capitale.

Pour cela il doit payer 2500 Fcfa supplémentaires ajoutés au prix ordinaire de la radiographie. Cette somme est utilisée pour faire face aux dépenses salariales du personnel de IKON et aussi à assurer la maintenance du matériel ainsi que le financement de l'adhésion de nouveaux hôpitaux au projet. Elle est répartie selon la grille suivante :

- 15% à l'hôpital national du Point G pour les charges récurrentes et la maintenance du matériel de télétransmission radiologique.
- 15% seront versés dans les caisses de IKON
- 25% serviront à payer le personnel de IKON dans les hôpitaux régionaux
- 45% pour la rémunération des médecins radiologistes

Il est à noter que les infrastructures de IKON peuvent servir pour l'aide au diagnostic en dermatologie, anatomo-pathologie en chirurgie et en traumatologie. Pour faciliter cette utilisation un appareil photo numérique a été ajouté au matériel de base.

Cet élargissement du champ d'action de IKON est un gage de réussite, car augmente le nombre des services offerts, le nombre des utilisateurs et des revenus.

Par ailleurs les installations de IKON permettront d'organiser des séances de télé-enseignement mensuelles pour le personnel médical des structures de santé membres de IKON. Ce qui permettra de répondre au besoin de formation post-universitaire.

Evaluation des besoins

Les villes de Mopti, Tombouctou et Sikasso comme tous les autres chefs lieux de région, disposent chacune d'un hôpital régional de référence avec au moins une installation radiologique manipulée par un technicien supérieur de santé spécialisé en radiologie. Cette installation permet de faire face aux besoins de radiographie de toute la région.

Chacune de ces villes est électrifiée et dispose d'un réseau téléphonique avec la disponibilité d'un accès internet. Mais elles manquent de matériels de télé transmission radiologique ainsi que de personnel qualifié pour la télé transmission.

Pour la bonne marche du projet, il est nécessaire de procéder à la formation du personnel devant intervenir sur le matériel. A ce titre une formation de cinq personnes par site est prévue dans les modules suivants:

- ✓ initiation à l'informatique et à l'Internet;
- ✓ atelier de formation pratique en télétransmission d'images.

AU Plan technique :

Matériel utilisé:

(a) Chaque site sera doté d'un équipement informatique composé comme suit:

1. Un PC Pentium IV carte mère Asus, muni d'un disque dur de 300 Go, 512 Mo de SDRAM ;
2. Un scanner de film radiologique VIDAR;
3. Un graveur BENQ 48x au minimum ;

4. Un stock de 100 CD-Rom Recordable et 50 CD-Rom ReWritable ;
5. Une webcam;
6. des enceintes audio pour suivre les télé-enseignements ALTEC LANSING ATP3;
7. Un microphone;
8. Un onduleur APC 650;
9. Une table- bureau;
- 10.Appareil photo numérique canon ixus 5 mégapixels;
- 11.imprimante hp couleur 3650.

(b) Le site de l'Hôpital national de référence sera équipé de:

1. Un PC Pentium IV, d'un disque dur de 300Go 512 Mo de SDRAM;
2. Un scanner de film VIDAR ;
3. Un graveur BENQ 48x au minimum;
4. Un stock de 100 CD-ROM Recordable et 50 CD-ROM ReWritable ;
5. Une webcam;
6. des enceintes audio ALTECLANSING ATP3;
7. Un microphone
8. Un appareil photo numérique canon Ixus 5.0 Mégapixels;
9. Un écran Elzo RADIFORCE 11;
- 10.Un onduleur APC 650;
- 11.Une imprimante hp 3650;
- 12.Une table-bureau.

En effet, il est prévu un appareil photo numérique et un scanner de film radiologique à Bamako pour permettre aux spécialistes de transmettre les clichés numérisés et/ou les photos de lésions nécessitant une expertise supplémentaire, vers les hôpitaux partenaires de Genève et de Marseille où des spécialistes pourront apporter leur éclairage.

Logiciels utilisés

Pour des raisons de pérennité et d'adaptabilité, les logiciels utilisés dans ce projet seront essentiellement des logiciels libres :

1. Système d'exploitation Linux Mandrake 10.1;
2. Logiciel MRIcro;
3. Gimp 1.2.5;
4. Open Office.org 1.1;
5. Skype 1.1.0.79;
6. Mozilla firefox 1.0.3;
7. Kmail;
8. OpenYalim 1.0

Le logiciel de gestion des transferts d'image sera développé localement par la société REOnet. Ce qui nous donne la possibilité de disposer de la technicité à porter de main pour résoudre rapidement toutes les pannes ou dysfonctionnements éventuels.

Ressources humaines

Le projet Ikon, pour les modalités techniques de développement logiciels, installation de matériel, maintenances et formation a établi un contrat avec la société REOnet sarl spécialisée dans le domaine des télématiques de santé et qui a assuré l'élaboration du projet.

Indice d'évaluation

- performance du système d'échanges d'image;
- nombre de demandes de transmission;
- nombre de dossiers transmis;

- taux de dossiers répondus;
- impact sur les demandes d'évacuation : cette évaluation fera l'objet d'une étude de fin de cycle de médecine afin de mesurer l'impact réel du projet à partir d'éléments statistiques (impact sur le transfert des malades, opinion des cliniciens sur la qualité diagnostique ...).

Le projet de téléradiologie AP-HM - CHU du Point G

Il s'agit d'un projet développé conjointement par le CHU de Point G et l'Assistance Publique Hôpitaux de Marseille après une phase expérimentale initiée en 2001.

Le projet a pour objectif général de permettre, d'ici 5 ans, au système de soins du Mali de bénéficier au mieux des apports de l'imagerie médicale.

Il s'agira plus précisément

- De renforcer et de rationaliser les services d'imagerie médicale des hôpitaux de 2^{ème} et 3^{ème} référence;
- Promouvoir la téléradiologie.

Le projet vise à créer des unités opératoires pour intégrer dans un réseau l'offre de soins en matière d'imagerie médicale au Mali et de développer un partenariat durable.

Les unités opérationnelles sont divisées en :

1. Les unités opérationnelles centrales (CHU Point G, Marseille);
2. les unités opérationnelles secondaires (CHU Gabriel TOURE, Hôpital de Kati, Hôpital Mère Enfant, et l'institut Ophtalmologique Tropicale d'Afrique IOTA);
3. et enfin les unités opérationnelles périphériques (Kayes, Koulikoro, Tombouctou, Kidal).

Modalités de création des unités opérationnelles.

Ces unités opérationnelles ne pourront être mises en œuvre que dans des services de radiologie répondant à une série de critères tels que :

1. Matériel d'imagerie adéquat et en état de fonctionnement
2. Ressources humaines compétentes et disponibles

Besoins

Marseille

L'unité opérationnelle centrale constituée par le serveur SANTE PARTENAIRES est opérationnelle depuis 18 mois. Cependant, compte tenu de l'accroissement des transferts d'images, il est nécessaire de développer la structure existante :

Equipement en matériel

- Acquisition d'un serveur de plus grande capacité
- Amélioration du site Internet existant
- Abonnement à un Fournisseur d'Accès à Internet (FAI)

Ressources humaines

- Formateurs
- Experts en télécommunication

Mali

Equipement en matériel

Unité opérationnelle centrale. Hôpital du Point G:

- PC performant;
- Graveur de CD;
- Scanner à plat + scanner Film radio;
- Appareil photo numérique à haute résolution;
- Le logiciel DicomWorks;
- Abonnement à un FAI;
- CD recordable;
- Caméra numérique (téléenseignement);

- Webcam (téléenseignement);

Unités opérationnelles secondaires:

- PC performant + Graveur de CD
- Scanner à plat;
- Appareil photo numérique à haute résolution (sauf IOTA);
- Le logiciel DicomWorks;
- Connexion et abonnement à un FAI;
- CD recordable.

Unités opérationnelles périphériques

Gao, Kayes, Tombouctou, Kidal, Koulikoro

Ces Unités opérationnelles périphériques sont à équiper complètement, à savoir :

1. PC performant+graveur de CD
2. appareil photo numérique
3. Scanner plat
4. Logiciel « DicomWorks »
5. Connexion et abonnement à un FAI

Formation des ressources humaines

Une session de formation initiale au moment de l'installation du matériel et logiciel d'une semaine.

Chaque année une formation continue de mise à niveau dans le domaine de l'imagerie et de la télémédecine s'ajoutant à la téléformation (visio conférence) et couplée à la supervision annuelle.

Fonctionnement global du projet

Le principe retenu est de pouvoir mettre en communication l'ensemble des services d'imagerie médicale du Mali en intégrant dans le réseau les principales villes de province à la capitale.

Les examens posant un problème de diagnostic dans les unités secondaires et périphériques seront adressés des au CHU de Point G.

En cas de besoin les dossiers pour lesquels subsiste un doute seront acheminés sur le serveur de Santé Partenaires.

Il sera mis en place une structure de pilotage du partenariat Santé Partenaires – CHU de Point G

Le projet prendra aussi en compte :

Promouvoir la formation en radiologie

-FMC des manipulateurs de radiologie du Mali sous forme

- de sessions de formation organisées à Bamako avec l'appui de l'AP HM (mise à disposition d'une équipe de formateurs et de matériel didactique)
- et de stages de courte durée dans des domaines précis de la radiologie.

-Formation de fin de cycle des médecins radiologues par des séjours dans les hôpitaux du CHU de Marseille.

Développer un pôle de recherche

- a. Sur la télémédecine : ce projet de téléradiologie va servir de modèle de base pour d'autres applications de la télémédecine : anatomopathologie, ophtalmologie, etc.
- b. Recouvrement des frais de gestion : un fonds de roulement sera mis à la disposition de chaque unités opérationnelle. et de l'unité

opérationnelle de Santé Partenaire. Au niveau des unités opérationnelles du Mali, une participation de l'hôpital récipiendaire sera versée en plus à l'unité opérationnelle. (30 % du coût de l'acte d'imagerie).

Pérennisation du projet

Le projet sera intégré à la politique nationale de santé du Mali qui déterminera sur la base des résultats sa pérennisation.

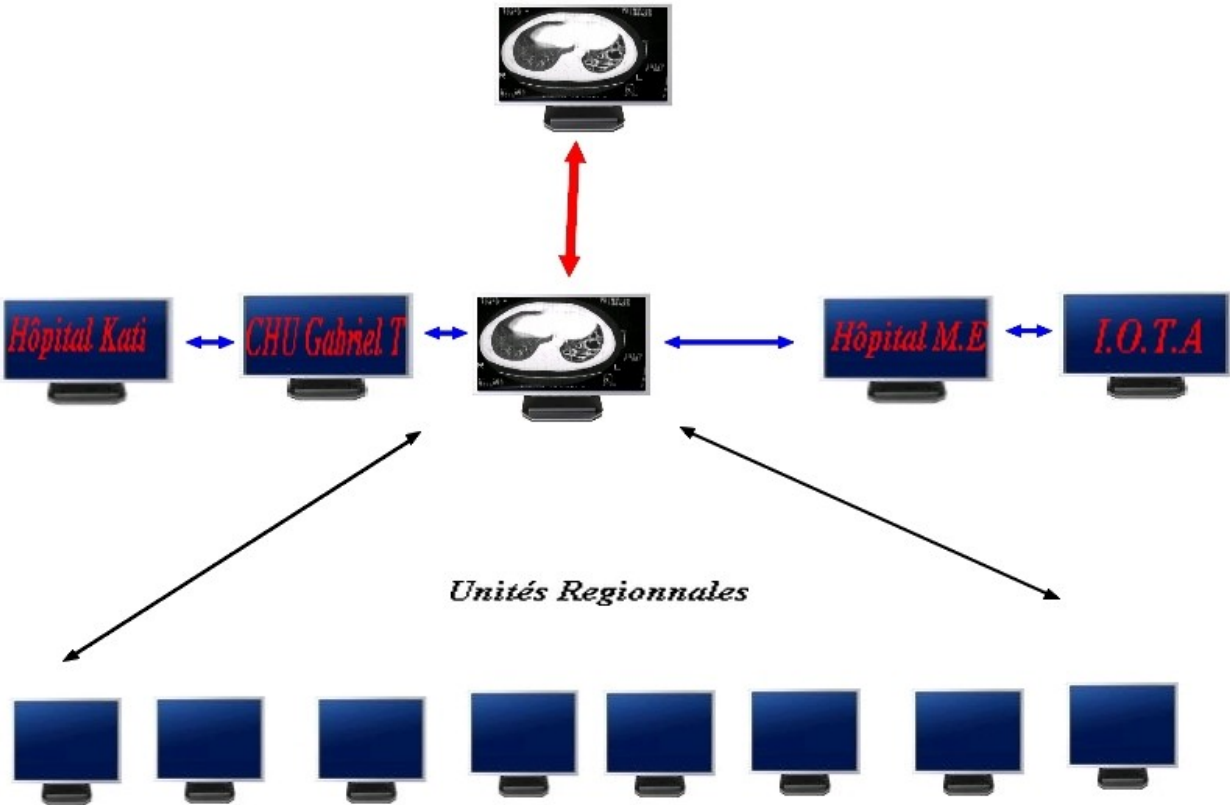


fig10 : Organisation générale du Projet de téléradiologie AP-HM - CHU du Point G.

Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives

Fiche d'enregistrement des dossiers

Dossier N

I- Informations patient

Nom et prénom :

Age :

Sexe :

Adresse :

Avis du patient ou de son entourage :

Service de suivi ou traitement :

Nom du Médecin Traitant :

Données cliniques :

Données paracliniques :

Traitement :

II- Information télétransmission

Date d'envoi : **M** **J** **H** **M**

Type d'envoi : Normal Urgent

Structure d'envoi :

Motif d'envoi : Second avis Téléenseignement Intérêt scientifique autres

Type d'images envoyées :

Nombre d'images envoyées :

Poids :

Format de transmission : JPG DMZ ZIP DMZ + JPG JPG + ZIP

Diagnostics d'envoi :

Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives

Date réception : **M** **J** **H** **M**

Structure de réception :

1-	
2-	
3-	
4-	

Diagnostics de réception :

1-	
2-	
3-	
4-	
5-	
6-	
7-	

Diagnostic retenu :

--

Téléenseignement : Oui Non

Requête :

--

Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives

Concordance : Oui Non

Autres remarques :

Fiche Médecin interprétant

Quantité des images envoyées : Suffisante Non suffisante

Qualité des images envoyées : Moyenne Bonne Très Bonne Excellente

Remarques :

FICHE SIGNALÉTIQUE

Nom : SANGARE

Prénoms : Mohamed

Année de soutenance : 2005 - 2006

Titre de la Thèse : Téléradiologie au Mali: Bilan et Perspectives.

Ville de Soutenance : Bamako

Pays d'origine : Mali

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie de Bamako au Mali.

Secteurs d'intérêt :

Téléradiologie, Télémedecine, radiologie, informatique médicale.

RESUME :

Objectifs : 1- Etablir le bilan de la téléradiologie au Mali.

2- Dégager des perspectives pour la téléradiologie au Mali

Méthodologie : Notre étude a impliqué des services de radiologie africain, européen, et malien.

Il s'agit de:

En Europe :

- le service de radiologie de l'hôpital de Marseille (France)
- les Hôpitaux universitaires de Genève (Suisse)

En Afrique :

- l'Institut de télépathologie de l'Université de Basel au Swaziland à travers le African Radiology and Ultrasound Forum.

Au Mali :

- le CHU du Point G (Bamako)
- les unités de radiologie des hôpitaux des régions de Sikasso, de Mopti, et de Ségou dans le cadre du projet de téléradiologie IKON.

Résultats :

Sur une période de 18 mois nous avons envoyés 52 dossiers dont 44 (88,5%) pour l'étude prospective et 6 (11,5%) pour l'étude rétrospective. Les demandes de second avis étaient le

Téléradiologie au Mali : Bilan et Perspectives

motif d'envoi le plus utilisé avec 77%. Marseille était la destination la plus utilisée avec 42% des envois. Le poids moyen de dossiers était de 2,9 Mo avec 1-3 Mo comme intervalle de poids le plus utilisé. Les dossiers étaient constitués à 52% de 21 à 25 images. Les images TDM étaient les plus envoyées avec 69% des cas. Le format DICOM DMZ était le format le plus utilisé dans 40%. La pathologie neurologique était la plus rencontrée dans 75% des cas. 50% des dossiers étaient répondus dans 5 jours qui suivent leur envoi, 82,5% des diagnostics étaient concordants. La qualité des images envoyées était jugée très bonne dans 66% et suffisante dans 99%. 83,33 des dossiers avaient un caractère de téléenseignement.

Mots clés : Téléradiologie, DICOM, PACS, second avis diagnostic, télé-enseignement, imagerie médicale, Internet et radiologie, santé.

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette faculté, de mes chers Condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et je n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail.

Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de patrie ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès la conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

JE JURE