

MINISTERE DE L'EDUCATION

UNIVERSITE DE BAMAKO

Faculté de Médecine de Pharmacie
et d'Odonto-stomalogie

REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple – Un But – Une Foi

Année Universitaire 2001 - 2002

N°...../

**INTERET DE LA TELERADIOLOGIE DANS L'AIDE AU
DIAGNOSTIQUE AU MALI :
CAS DES ECHANGES ENTRE LES SERVICES DE RADIOLOGIE
DES HÔPITAUX DU POINT G, DE MARSEILLE ET DES
HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE GENEVE.**

THESE

**Présentée et soutenue publiquement le 27 juillet 2002
Devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie du
Mali.**

Par Monsieur TOHOURI Romain-Rolland Francis Charlemagne
Golly Kobrissa

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine
(Diplôme d'Etat)**

Membres du Jury

Président : **Professeur Issa TRAORE**

Membres : **Professeur Antoine GEISSBUHLER
Professeur Abdel Kader TRAORE**

Directeur de thèse : **Docteur Siaka SIDIBE**

Co-directeur : **Docteur Mamadou TOURE**

ADMINISTRATION

DOYEN : **MOUSSA TRAORE** - PROFESSEUR
1^{ER} ASSESSEUR : **MASSA SANOGO** MAITRE DE CONFERENCES
2^{EME} ASSESSEUR : **GANGALY DIALLO** - MAITRE DE CONFERENCES AGREGE
SECRETAIRE PRINCIPAL **YENIMEGUE ALBERT DEMBELE** - MAITRE DE CONFERENCES AGREGE
AGENT COMPTABLE : **YEHIHA HIMINE MAIGA** - CONTROLEUR DE TRESOR

LES PROFESSEURS HONORAIRES

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

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

D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

1. PROFESSEURS

Mr Abdel Karim KOUMARE	Chirurgie Générale
Mr Sambou SOUMARE	Chirurgie Générale
Mr Abdou Alassane TOURE	Orthopédie-Traumatologie, Chef de D.E.R.
Mr Kalilou OUATTARA	Urologie

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Amadou DOLO	Gynéco-Obstétrique
Mr Djibril SANGARE	Chirurgie Générale
Mr Abdel Kader TRAORE Dit DIOP	Chirurgie Générale
Mr Alhousseini Ag MOHAMED	O.R.L.
Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie - Réanimation
Mr Gangaly DIALLO	Chirurgie Viscérale

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mme SY Aïssata SOW	Gynéco-Obstétrique
Mr Salif DIAKITE	Gynéco-Obstétrique

4. MAITRES ASSISTANTS

Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE	Gynéco-Obstétrique
Mr. Mamadou TRAORE	Gynéco-Obstétrique
Mr Sadio YENA	Chirurgie Générale

5. ASSISTANTS CHEF DE CLINIQUE

Mr Abdoulaye DIALLO	Ophtalmologie
Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
Mr Sékou SIDIBE	Orthopédie. Traumatologie
Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie - Réanimation
Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale
Mr Tiéman COULIBALY	Orthopédie Traumatologie
Mme TRAORE J. THOMAS	Ophtalmologie
Mr Nouhoum ONGOIBA	Anatomie & Chirurgie Générale
Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
Mr Zimogo Zié SANOGO	Chirurgie Générale
Mr Adama SANGARE	Orthopédie - Traumatologie
Mr Youssouf COULIBALY	Anesthésie - Réanimation
Mr Samba Karim TIMBO	ORL
Mme TOGOLA Fanta KONIPO	ORL
Mr Sanoussi BAMANI	Ophtalmologie
Mr Doulaye SACKO	Ophtalmologie
Mr Issa DIARRA	Gynéco-obstétrique
Mr Ibrahim ALWATA	Orthopédie - Traumatologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS

Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
Mr Bréhima KOUMARE	Bactériologie-Virologie
Mr Siné BAYO	Anatomie-Pathologie-Histoembryologie
Mr Gaoussou KANOUTE	Chimie analytique
Mr Yéya T. TOURE	Biologie
Mr Amadou DIALLO	Biologie Chef de D.E.R.
Mr Moussa HARAMA	Chimie Organique
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie - Mycologie

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie
Mr Amadou TOURE	Histoembryologie

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Bakary M. CISSE	Biochimie
Mr Abdrahamane S. MAIGA	Parasitologie
Mr Adama DIARRA	Physiologie
Mr Mamadou KONE	Physiologie

4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Mahamadou CISSE	Biologie
Mr Sékou F.M. TRAORE	Entomologie médicale
Mr Abdoulaye DABO	Malacologie, Biologie Animale
Mr Abdrahamane TOUNKARA	Biochimie
Mr Ibrahim I. MAIGA	Bactériologie - Virologie
Mr Benoît KOUMARE	Chimie Analytique
Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
Mr Amagana DOLO	Parasitologie
Mr Kaourou DOUCOURE	Biologie

5. ASSISTANTS

Mr Mounirou BABY	Hématologie
Mr Mahamadou A. THERA	Parasitologie

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

1. PROFESSEURS

Mr Abdoulaye Ag RHALY	Médecine Interne
Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
Mr Mahamane MAIGA	Néphrologie
Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie, Chef de DER
Mr Moussa TRAORE	Neurologie
Mr Issa TRAORE	Radiologie
Mr Mamadou M. KEITA	Pédiatrie
Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie
Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
Mr Boubacar DIALLO	Cardiologie
Mr Somita KEITA	Dermato-Leprologie
Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entérologie
Mr Abdel Kader TRAORE	Médecine Interne

3. MAITRES ASSISTANTS

Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
Mr Mamady KANE	Radiologie
Mme Tatiana KEITA	Pédiatrie
Mr Diankiné KAYENTAO†	Pneumo-Phtisiologie
Mme TRAORE Mariam SYLLA	Pédiatrie
Mr Siaka SIDIBE	Radiologie
Mr Adama D. KEITA	Radiologie

4. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE

Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
Mr Saharé FONGORO	Néphrologie
Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie
Mr Mamadou B. CISSE	Pédiatrie
Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie

5. ASSISTANT

Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie
------------------------	------------

D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEUR

Mr Boubacar Sidiki CISSE	Toxicologie
--------------------------	-------------

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Arouna KEITA †	Matière Médicale
Mr Ousmane DOUMBIA	Pharmacie Chimique
Mr Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie - Virologie

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Boulkassoum HAIDARA
Mr Elimane MARIKO
Mr Massa SANOGO

Législation
Pharmacologie, **Chef de D.E.R.**
Chimie Analytique

4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Drissa DIALLO
Mr Alou KEITA
Mr Ababacar I. MAIGA
Mr Yaya KANE

Matières Médicales
Galénique
Toxicologie
Galénique

D.E.R. DE SANTE PUBLIQUE

1. PROFESSEUR

Mr Sidi Yaya SIMAGA

Santé Publique, **Chef de D.E.R.**

2. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

Mr Moussa A. MAIGA

Santé Publique

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Yanick JAFFRE
Mr Sanoussi KONATE

Anthropologie
Santé Publique

4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Bocar G. TOURE
Mr Adama DIAWARA
Mr Hamadoun SANGHO
Mr Massambou SACKO

Santé Publique
Santé Publique
Santé Publique
Santé Publique

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

Mr N'Golo DIARRA	Botanique
Mr Bouba DIARRA	Bactériologie
Mr Salikou SANOGO	Physique
Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie
Mr Sidiki DIABATE	Bibliographie
Mr Boubacar KANTE	Galénique
Mr Souléymané GUINDO	Gestion
Mme DEMBELE Sira DIARRA	Mathématiques
Mr Modibo DIARRA	Nutrition
Mme MAIGA Fatoumata SOKONA	Hygiène du Milieu
Mr Arouna COULIBALY	Mathématiques
Mr Mamadou Bocary DIARRA	Cardiologie
Mr Mahamadou TRAORE	Génétique
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie Médicale
Mr Yaya COULIBALY	Législation

ENSEIGNANTS EN MISSION

Pr. A.E. YAPO	BIOCHIMIE
Pr. M. L. SOW	MED. LEGALE
Pr. Doudou BA	BROMATOLOGIE
Pr. M. BADIANE	PHARMACIE CHIMIQUE
Pr. Babacar FAYE	PHARMACODYNAMIE
Pr. Eric PICHARD	PATHOLOGIE INFECTIEUSE
Pr. Mounirou CISS	HYDROLOGIE
Dr. G. FARNARIER	PHYSIOLOGIE
Pr. Amadou Papa DIOP	BIOCHIMIE

*ESPRIT SAINT je veux te connaître, te louer et te glorifier car tu
brûle tous mes péchés
ESPRIT SAINT tu es source de vie*

*A toi Esprit de vie,
Omnipotent et Omniscient qui sous-tend
tous mes actes et dirige ma destinée, je te
présente en ce jour le fruit de ton œuvre dans
ma vie.*

Aux amis du Saint Esprit

DEDICACES

Je dédie cette thèse:

A mon Père, Mr TOHOURI Koudou Celestin,

Plus que ce travail, ma personnalité tout entière, je les dois au modèle de vertu que tu as toujours représenté à mes yeux.

« On peut cogner à ma porte en plein milieu de la nuit, mon cœur ne se troublera pas , car je ne doit rien à personne ...»

tes paroles Papa sont comme une lanterne qui guide mes pas comme je l'espère guiderons celle de mes enfants.

« Un enfant doit toujours faire mieux que son Père »

Je me battrais jusqu'au bout de mes forces pour être digne de l'estime et la fierté que met en moi.

A mon Papa Issa SANGARE ,

Grâce à toi je me suis toujours senti malien, et dans toutes mes épreuves, la sérénité de ton visage, le sourire et la joie de vivre qui t'animent mon servis de guide. Je te dois beaucoup et je ne pourrais jamais je le crains te rendre ne serait-ce que le millième de ce que je te dois...

Dans ma pauvreté reçoit je t'en prie ma profonde reconnaissance.

Ma reconnaissance va aussi à mes petites mères qui mon soutenue de leurs sourire discret.

Au Docteur Abdul-Karim SANGARE,

tu m'as reçu chez toi tu m'a encouragé et tu m'a dit qu'il fallait travailler . Le voici le fruit de ce travail ! Je regrette que tu ne soit plus la pour le voir.

in memoriam

A Maman Marie,

nous t'avons tous toujours appelé tantie, mais je voudrais à travers ces quelques mots te dire, maman, que je t'aime de tout mon cœur. Que DIEU notre Père te bénisse.

A Maman Zimbril,

ton enfant bété, comme tu aimes à le dire, te dit merci pour ta présence discrète qui à su s'effacer pour que nous puissions croître dans l'harmonie et la paix. DIEU seul pourras te récompenser pour tes sacrifices et tes prières, soit en bénie.

A mes frères et sœurs, que j'aime tant, Julie Rolande, Innocente Laurentine, Cathy, Claudia, Laurent Moïse et Marie-Solange.

Viviane, Marie-Chantal, Prince et Ulrich

Que le Saint Esprit vous éclaire et vous guide sur le chemin de la vie, qu'il aplanisse les monts et les vallées pour que vous puissiez avancer allègrement vers la victoire finale dans la lutte de la vie.

A Welly Well's,

La fleur philosophe qui a su éveiller mon cœur aux miracles de la vie,
A celle dont le prénom aux relents grec fait de moi un Romain...
Que le DIEU que tu aime tant te bénisse et te garde partout et en tout lieu.

A mon faux jumeau Edem KOSSI

Pour la fidélité, la sincérité, l'amitié et le soutien sans faille que tu m'a accordé.
Merci petit frère

A mon frère Ousmane LY,

Pour ton soutien, ton amitié et pour ta famille que tu n'a pas hésité à me donner.

A la Communauté des Béatitudes de Bamako,

pour votre soutien et vos prières, vous êtes comme ma seconde famille. Que sœur Cécile, sœur Hortense, toute la communauté et toutes vos filles soient bénies par le Saint Esprit.

A tous mes cousins et cousines

A tous mes oncles et tantes

A tous mes amis

A la Famillia du LYCATHO : Thierno, Franky, Florenté, Kémaé, Buchon, Frisa, Flo, Edie, Frank, Les Jumeaux....

A la DR, Dodo, Mgr Laurent M.

A l'AMUL.ml (Association Malienne des Utilisateurs de Linux et des logiciels libres), Ton combat pour le développement de l'Afrique via les logiciels libres, à donné un moyen d'expression au feu du désir de tout changer pour une Afrique meilleure, qui brûle en moi.

A mes modèles et frères du monde informatique : Ouattara M. Lamine, Serge, Théra, Blonh.

A INFOCOMM – USAID Mali,

Denis Bilodeau, Martine KEITA, Moussa Bamabara, Assa SIMBARA, Lamine, Ibrahim L. et toute l'équipe, vous avez été une famille pour moi soyez bénis

A la communauté des Utilisateurs de Logiciels Libres

A MES PARENTS DEFUNS

*A toi, Opâ Victor, que DIEU le miséricordieux ait ton âme, toi qui représentait pour moi la paix et la sagesse, « c'est 'd'accord' qui finit les palabres », « celui qui a goûté a mangé », tu es toujours vivant en mon cœur...
in memoriam*

A toi, vieux Zimbril, je ne t'ai pas connu mais reçois mes salutations et mes prières pour que le tout puissant te garde.

A toi, Atoukpa, a toi, KOBRISSA Thomas, celui qui porte ton nom et qui te perpétue en quelques sortes te salue, je soutiens ma thèse de médecine qui me tuera mon porc, qui me fêtera ?...

*DIEU te bénisse et ait ton âme, je prie pour toi et je ferais en sorte d'être toujours digne de toi qui à incarné le dynamisme, la bravoure, la bonté, la disponibilité et les valeurs traditionnelles....
in memoriam*

*A toi, Christian Désiré, tes paroles dernières paroles pour moi résonnent toujours à mes oreilles « Romain ne change pas, reste toujours égal à toi même » Petit frère, soit sans crainte, car aussi loin que l'oiseau aille dans le ciel il revient toujours se poser sur l'arbre et je sais que tu veilles sur moi du haut du ciel toi qui est parti en louant DIEU...
in memoriam*

*A toi Gbakess, qui traduisait se surnom en bété par « Gba na caissé » (ferme ta caisse pour dire ta poitrine, à cause de ta démarche) a toi Arman, mon grand frère, je te le dit aujourd'hui tu ma manqué, tu as toujours été un être exceptionnel... que le PERE TOUT PUISSANT prenne soins de toi, comme de la prunelle de ses yeux.
in memoriam*

*A toi Afi, que DIEU ait ton âme, que tu bénéficies des félicités éternelles, toi qui sortait de la cuisine enfumée pour nous apporter les gratins de riz verdis par les feuilles d'attiéké....
in memoriam*

*A toi Tonton DAKOURY, toi parti si prématurément, puisse DIEU te recevoir dans son royaume.
in memoriam*

A Prétence, ton départ plus que précipité à vu couler mes premières larmes de jeune homme. Je ne pouvais écrire ses pages sans te saluer au passage, toi qui je suis sûr ris au paradis des enfants.

*A vous tous Kpi Paul, Saki non, Koudou, Kougnon Yohou, vieux Koukougnon, TIVOLI et tous ceux que je n'ais pas cités, que DIEU ait votre âme
in memoriam*

REMERCIEMENTS

A tout le peuple malien

Aux communautés nigérienne, congolaise, gabonaise et camerounaise

A toute la communauté ivoirienne et à mes jeunes frères soyez toujours unis et travailleurs, l'Afrique a besoin de vous.

A mon frère Yassi Dui Eric, ton soutien m'a été précieux

A Mian Anastase, avec toi, l'esprit le plus étroit s'ouvre à TOUTES les facettes de la vie

A Kouakou Antoine, ton courage et ta gentillesse m'ont été précieux

Aux grands frères de la communauté ivoirienne : Malan Valentin, Nathalie Gras, Angèle...

A la communauté des amis du Saint-Esprit

A mes amis Edem et Ousmane, pour les nombreux souvenirs

A ma sœur Ouma, notre chemin s'est croisé, ma sœur, il se croisera encore...

Saley, ton sourire a toujours eu raison de mes plus noires tristesses, merci

A la famille LY : Boua, Tantie, Bintou, Kadhy, Madani, TOURE, mes petites sœurs Dja et Ra, Djam et Mohamed votre soutien m'a été précieux.

Au club enet, Dan, Amsatou et Tidiane, continuez le combat des nouvelles technologies

Aux Communautés Catholiques de la FMPOS et du Mali

Au renouveau charismatique Catholique de la FMPOS et de la Cathédrale

Aux la famille

Léo Keita,

A Malick, Lamine, David, Mahamane, Paul

merci surtout à toi Martine de m'avoir considéré comme ton fils.

Ly de Ségou, Boua, merci de m'avoir adopté aussi facilement, je t'en suis reconnaissant.

Tall de Ségou

Mariko du Point G

Bagayoko de Darsalam, vous m'avez étonné par votre hospitalité, puisse DIEU vous payer au centuple.

A la famille Sangaré, vous m'avez accueilli comme l'un des votre merci.

A la famille Sangaré de Quizambougou, Tantie Namissa, que DIEU te récompense pour tes biens faits

A la famille Sangaré de Bougouni, que Dieu vous bénisse pour votre bonté

A la famille Sangaré de Faladié, Tonton, Tantie, karim, Anta, Jami, soyez bénis pour votre gentillesse.

A Abidine Sangaré, tu es un frère pour moi, continue à te battre pour le bien être de toute la famille.

A Krimo et Papa Sangaré, vous êtes plus que des frères pour moi, merci pour tout.

A Namissa et Aminata Fall, merci de m'avoir considéré comme votre frère et ami.

A Anne Abrahamane, pour son aide précieuse

Au personnel de la Bibliothèque de la FMPOS

A l'équipe de Keneya blown

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

Au Dr J-P VALLEE des Hôpitaux Universitaires de Genève, pour sa disponibilité et son sens aiguë du travail bien fait.

A tous mes collègues du service de Radiologie ; Amadou, Diawara, Yaya, Aliou, Diabaté et Fofana, votre aide m'a été précieuse, soyez bénis

A tout le personnel du service de Radiologie du Point G ; Ami, Malla, le major Toumbo, Modibo, Issa, Niaré, Fotigui

A YIC, Chacka, Jean, Merci de vos encouragements

A Ablo, Samba, Dr Keita, Dr TOURE, merci pour l'encadrement

A Khady M'bodji

A tous ceux qui de près ou de loin m'ont soutenu durant tous mon cursus.

REMERCIEMENTS A NOS MAITRES ET JUGES

A notre Maître et Président du Jury, le Professeur Issa TRAORE ,

Professeur titulaire en radiologie et en imagerie médicale,
Directeur Général de l'Hôpital du Point «G»,
Président de la Société Malienne d'Imagerie Médicale (SOMIM)
Officier des palmes académiques de la République de France .

Nous sommes comblés par le grand honneur que vous nous faites en acceptant de présider ce jury. C'est le témoignage éloquent de votre humilité et de votre loyauté. Nous avons bénéficiés de vos riches cours de biophysique ; de radiologie et de la qualité pratique de vos enseignements.

Vous avez été celui qui nous a reçu dans cette faculté, votre encadrement nous a été bénéfique.

Veillez retrouver ici le témoignage de notre sincère reconnaissance.

A notre maître et juge, Professeur Antoine GUEISSBÜHLER

Professeur à la faculté de Médecine de l'Université de Genève,
Médecin-chef de service de la Division d'Informatique Médicale des
Hôpitaux Universitaires de Genève.

L'honneur que vous nous faite de participer à ce jury, votre soutien et votre assistance sans faille dans le développement de la télémédecine au Mali et dans toutes les étapes de la réalisation de

ce travail, révèle aux yeux de tous, votre bonté et votre simplicité sans égale. Vous êtes un modèle pour nous. Recevez notre profonde gratitude.

A notre maître et juge, Professeur Abdel Kader Traoré

Maître de conférence agrégé en Médecine Interne

Diplômé en communication scientifique médicale

Directeur du Centre National d'Appui à la lutte Contre la Maladie (CNAM)

Vous nous avez encouragé dans notre aventure vers la télémédecine. l'occasion nous est donnée aujourd'hui de vous dire merci pour tout ce que vous nous apprenez et toute cette rigueur que nous avons appris de vous. Votre sens de la discipline et votre sociabilité sont sans pareils. Nous espérons être toujours dignes de vous et de votre encadrement. Merci encore pour tout.

A notre maître et directeur de thèse le Docteur Siaka SIDIBE,

Assistant chef de clinique à la Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie

Spécialiste de radiologie et de médecine nucléaire.

Chef du service de radiologie de l'hôpital du point G.

Secrétaire général de la revue Mali Médicale.

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez placée en nous acceptant comme élève. Votre rigueur scientifique

votre respect du prochain et votre amabilité font de vous un maître exemplaire.

Veillez recevoir ici le témoignage de notre respect et de notre profonde reconnaissance.

A notre maître et co-directeur de thèse le Docteur Mamadou TOURE,

Médecin-colonel, spécialiste de radiologie

Assistant chef de clinique.

Nous vous sommes reconnaissant pour la patience dont vous avez fait preuve à notre égard durant toute notre formation.

Votre disponibilité et votre sens du travail bien fait est pour nous la plus grande des leçons. Recevez ici notre gratitude.

**INTERET DE LA TELERADIOLOGIE DANS L'AIDE
AU DIAGNOSTIQUE AU MALI :
CAS DES ECHANGES ENTRE LES SERVICES DE
RADIOLOGIE DES HÔPITAUX DU POINT G, DE
MARSEILLE ET DES HÔPITAUX UNIVERSITAIRES
DE GENEVE.**

SOMMAIRE

DEDICACES ET REMERCIEMENTS

I INTRODUCTION

OBJECTIFS

II GENERALITE

2.1. Pratique médicale, vers une révolution ?

2.2. Rappels et Définitions

2.3. Généralités sur la téléradiologie

2.4. Problématique

III METHODOLOGIE

3.1. Cadre de l'étude

3.2. Lieu de l'étude

3.3. Type d'étude

3.4. Période d'étude

3.5. Méthodologie d'acquisition et de transfert des images

3.6. Matériels utilisés

IV RESULTATS

V COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

5.1. Intérêt diagnostique

5.2. Evaluation du bénéfice d'un système de téléradiologie

VI RECOMMANDATIONS

VII CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

ABBREVIATIONS

- **3D** : Trois dimensions
- **MeSH** : Medical Subject Headings
- **PACS**: Pictures Archiving and Communication System
- **DICOM**: Digital Imaging and Communications in Medicine
- **DDA**: Département de la Défense Américaine
- **ACR** : American College of Radiology
- **NEMA**: National Electrical Manufacturer Association
- **SMS**: Short Message Service
- **ISDN**: integrated services digital network en version
- **française RNIS** : réseau numérique à intégration de services
- **DW** : DicomWorks

I. INTRODUCTION

INTRODUCTION

« La question n'est pas de savoir si nous allons ou pas vers la cybermédecine, mais plutôt quand, comment et surtout quelle place pourrait être réservée à notre discipline. » (1).

Cette assertion, du Professeur Guy FRIJA de la FNMR, dénote combien est urgent et inéluctable le passage de la médecine tel que nous la pratiquons à la cybermédecine.

En tenant compte du fait que l'imagerie médicale est la plus grande pourvoyeuse de donnée numérique en matière de médecine, il devient donc logique que ce secteur soit parmi les premiers à s'adapter aux nouvelles technologies de l'informations et de la communication.

Cette adaptation plus qu'un phénomène de mode est un moyen certain d'augmenter les champs d'action de la téléradiologie tout en ouvrant de nouveaux horizons à l'aide au diagnostic.

Ces nouveaux procédés, regroupés sous le vocable de téléradiologie, sont basés sur la transmission de données radiologiques à distance via les canaux des télécommunications(2).

Ils recouvrent un ensemble de concepts qui sont :

- La télétransmission
- La télé-expertise
- La téléconsultation
- Le télédiagnostic
- Le télé-enseignement
- Le télé-encadrement

Cette approche est cependant réductrice car elle méconnaît certains aspects supplémentaires qu'offrent les nouvelles technologies de l'information et de la communication. Tout d'abord, la capacité du grand public à accéder à une information large et non contrôlée. Ensuite les progrès constants de la science qui offre toujours plus de techniques, plus fiables les unes que les autres, les mettant, grâce à Internet, à la disposition de tous, réduisant ainsi les frontières et donnant une chance aux pays en développement de rejoindre sur le plan technique et informationnel, ceux du Nord.

Il se pose donc la nécessité pour la médecine africaine en général et pour la radiologie en particulier, de s'approprier les nouvelles technologies de l'information et de la communication, afin de combler son retard et d'offrir aux Africains des services d'un niveau de compétence mondial, tout en leur offrant une information médicale « labellisée » fournie et contrôlée par des spécialistes.

C'est pourquoi il nous a paru opportun de mener cette étude en nous fixant les objectifs qui suivent.

OBJECTIFS

1.1 Général

Démontrer que la téléradiologie présente un intérêt certain pour l'amélioration des soins de santé au Mali.

1.2 Spécifiques

- déterminer l'importance du second avis médical
- démontrer que l'installation d'un système simple de téléradiologie est rentable
- démontrer la faisabilité technique d'un système de téléradiologie adapté aux réalités Africaines
- déterminer les avantages et les utilisations possibles d'un système de téléradiologie
- Présenter l'expérience de téléradiologie entre le service de radiologie de l'Hôpital du Point G, l'Hôpital de Marseille et les Hôpitaux Universitaires de Genève.

II. GENERALITES

GENERALITES

2.1. Pratique médicale, vers une révolution ?

Depuis une dizaine d'année, le monde médical est secoué par de nouveaux concepts qu'on pourrait traiter d' « alien ». Ça et là dans le monde on entend parler de chirurgiens opérant ou assistant l'opération d' un patient situé dans un endroit éloigné du lieu où ils se trouvent, de congrès médicaux pendant lesquels les participants assistent à des opérations chirurgicales ou encore suivent des cours à distance via le réseau Internet, des experts dans leurs pays respectifs discutant et manipulant ensemble des pièces opératoires, etc..

De plus en plus les concepts de télésanté, cybermédecine ou télémedecine se font présent dans le quotidien du praticien Africain. Ces notions restent cependant encore abstraites et taxées d'irréalisables ou d'utopiques pour l'Afrique, continent où une bonne partie de la population n'a pas encore accès à certains besoins fondamentaux tels que l'électricité et l'eau potable.

C'est dans ce contexte que les premières activités de télémedecine du Mali ont vu le jour.

Ce sont en 1996 la première téléconsultation du Mali entre la faculté de médecine de Bamako et l'institut Européen de télémedecine de Toulouse, via une liaison satellite INMARSAT.

Tout dernièrement en 2001, le congrès sur la coelio-chirurgie où les opérations du bloc opératoire de l'Hôpital du Point G, étaient suivies

en directe par les congressistes au niveau du Palais des congrès de Bamako via des canaux télévisuels cryptés. Et pour finir la création d'un réseau informatique Malien de télémédecine qui relie à ce jour trois hôpitaux du Mali à Internet et organise de façon mensuelle des téléenseignements, en collaboration avec les Hôpitaux Universitaires de Genève, à destination de l'Hôpital du Point G.

La télémédecine, nous le constatons a désormais fait son entrée dans la réalité sanitaire au Mali. La question est dorénavant d'identifier et de mettre en œuvre des applications de télésanté, peut-être moins spectaculaires ou moins coûteuses, mais pouvant avoir un impact positif sur la santé de nos populations.

Pour répondre à cette préoccupation notre étude s'attellera à présenter la télémédecine en général et une de ses applications les plus élaborées à nos jours : La Téléradiologie.

2.2. Rappels et Définitions

2.2.1. Télémédecine

Apparue dans les années 60, puis tombée en désuétude durant les 20 ans qui suivirent, elle connaît, depuis le début des années 90, un important regain d'intérêt dans les pays industrialisés. C'est aux Etats-Unis que cette technologie a subi son développement le plus conséquent, en particulier en raison des crédits que lui a consacrés l'armée, destinés à la mise en place de programmes militaires ensuite "recyclés" dans le civil. C'est ainsi qu'au début des années 60, dans le cadre des programmes de recherche et de défense de la NASA, est apparu pour la première fois ce nouveau concept de

"médecine à distance".

Des projets civils ont ensuite été lancés de façon à répondre aux besoins spécifiques des populations vivant à distance des lieux de soins (notamment dans les états ruraux américains, en Scandinavie et dans les îles grecques) (3).

- **Qu'est-ce que la télémédecine ?**

De nombreux auteurs définissent la télémédecine comme l'union des télécommunications et de la médecine. Toutefois, cette technique n'est que l'une des séries d'innovations réalisées dans les technologies de l'information qui commencent à modifier l'accès aux soins de santé, leur coût et leur qualité. Pour définir clairement la télémédecine, on peut répartir les innovations réalisées dans les technologies de l'information en trois catégories principales(1,3,4,5). L'une de ses catégories est la télémédecine.

Ce sont:

- ✓ **Les technologies conçues pour fournir aux consommateurs des renseignements sur la santé** qui leur permettront de prendre des décisions éclairées, par exemple l'accès par Internet à des renseignements sur la santé et à des groupes d'entraide, les CD-ROMS et stands fournissant sur demande des renseignements sur la santé.
- ✓ **Les technologies utilisées pour échanger des renseignements sur la santé** à des fins administratives entre les payeurs, les prestataires, les employeurs, les consommateurs, par exemple les systèmes d'information

hospitaliers, SIGFU (Système d'Information de Gestion Financière et d'Utilisation Hospitalière).

- ✓ **Les technologies utilisées pour permettre l'accès aux soins de santé et la prestation des soins à distance** (La télémédecine) et recueillir, organiser et partager les informations cliniques (entre les prestataires d'une part et entre les prestataires et les patients d'autre part) requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic et d'établir un traitement, comme les vidéos interactives, les systèmes de téléradiologie et d'enregistrement et de retransmission, les aides à la décision informatisées et les dossiers patients informatisés.

L'American Telemedicine Association définit la télémédecine(2) comme:

- ✓ Premièrement, l'emploi des télécommunications pour relier les spécialistes des soins de santé aux hôpitaux, cliniques, médecins de soins primaires et patients afin de fournir à distance diagnostics, traitements, consultations et formation continue ; comme exemple nous pouvons citer la téléoncologie, la télécardiologie, la télédermatologie, la télépsychiatrie et la téléradiologie.
- ✓ Deuxièmement, l'emploi des télécommunications pour transférer des informations médicales (graphiques, audio, vidéos) entre médecins, infirmières, autres prestataires de soins de santé, patients ou établissements hospitaliers en région éloignée, par exemple EEG, ECG, rayons X, ultrasons,

RMN, tomographie, dossiers de patient, bases de données en ligne, systèmes experts à distance.

Ce que l'on peut résumer au mieux ainsi:

La télémédecine consiste en l'utilisation des télécommunications et des technologies de l'information pour permettre l'accès et la prestation des soins à distance et recueillir, organiser et partager les informations cliniques requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic et d'établir un traitement.

Une autre définition est celle du professeur Lareng : " La télémédecine consiste en l'utilisation des moyens et des techniques qui permettent à distance la pratique médicale ". Cette conception utilise l'application de trois procédés technologiques qui sont l'utilisation de la voix notamment par le recours au téléphone, la transmission de données par télécopie et par voie téléphonique et enfin la transmission par la communication d'images numérisées.

Deux grands champs d'application de la télémédecine peuvent être envisagés: le **télédiagnostic** et la **téléassistance**, dans laquelle s'inscrit la téléinformation des professionnels, des malades et des citoyens.

Mais ce ne sont pas les seuls domaines d'applications de la télémédecine. Au lieu de grouper les applications de la télémédecine par spécialité comme télépsychiatrie, téléradiologie ou

télécardiologie, on peut classer les interactions de la télémédecine sous l'une des rubriques suivantes, dont la classification est un peu

plus fidèle à la réalité :

- Le télé-diagnostic
- Le télé-enseignement
- La télé-expertise
- Le télé-encadrement
- Le télé-consultation

2.2.2. Le télé-diagnostic

Le télédiagnostic est la consultation d'experts de même spécialité ou de spécialités différentes, dans le but de fournir un service diagnostic aux établissements éloignés qui n'ont pas d'experts sur place. La consultation se réalise sur dossier avec si nécessaire un examen clinique du patient en direct dans une démarche d'avis pour le diagnostic ou d'indication thérapeutique. Cette technique met en évidence l'intérêt de ces échanges pour l'amélioration de la prise en charge des patients du fait de la complémentarité des compétences(3). Le télédiagnostic est particulièrement développé au niveau de la téléradiologie et de la télé-anatomopathologie.

2.2.3. Le télé-enseignement

Les interlocuteurs sont filmés dans chaque site par une caméra télécommandée couplée à un moniteur de contrôle qui permet de

visualiser les images que l'on envoie. Un autre moniteur permet de visualiser les images de la salle distante. Dans chaque site l'image est filmée et transformée en signal vidéo. La visioconférence contrairement à la vidéoconférence (qui correspond au transport d'un signal vidéo intégral) correspond au transport d'un signal vidéo traité en raison de la liaison numérique utilisée. Pour ce faire, le signal vidéo est transmis à un codeur-décodeur qui permet de numériser les images et de les compresser de façon à les transporter sur le réseau vers le site distant. A l'arrivée, les informations doivent être restituées d'où la nécessité du même type d'appareillage. Les informations sont alors décompressées, les images retransformées en signal vidéo analogique et visualisées par le moniteur de réception. C'est cette technologie qui est utilisée pour la diffusion des télé-enseignements entre les hôpitaux universitaires de Genève et l'hôpital du point G ¹.

2.2.4. La télé-expertise

La télé-expertise médicale, c'est littéralement l'expertise à distance, via un outil de télécommunication. Ce qui se traduit, dans notre système de santé, par un **avis médical d'un professionnel expert** vers un professionnel non expert, en passant par l'Internet.

2.2.5. Le télé-encadrement

Etablissement d'une relation entre un spécialiste (jouant le rôle de mentor) et un médecin de soins primaires, un résident, une infirmière, etc.

2.2.6. La télé-consultation

Consultation entre médecins et autres professionnels de la santé à divers endroits dans les cas de malades en phase critique et ceux nécessitant une deuxième opinion.

En allant plus loin, on peut classer les projets actuels en 7 groupes:

- ✓ **le dossier patient multimédia** : par exemple, le dossier "portable" sur carte, qui est une stratégie pour la mise en œuvre d'un dossier électronique, expérimental en Europe ;
- ✓ **la coopération « assistée par la télématique » entre professionnels de santé** : par exemple, dans les domaines du cancer, du diabète ou de la gestion des ressources ;
- ✓ **les systèmes hospitaliers et l'imagerie avancée** : par exemple: l'ultrasons 3D, la radiothérapie, les soins intensifs ;
- ✓ **l'intégration, continuité des soins et réseaux régionaux** : par exemple, les soins des personnes âgées, la gestion des ressources à l'échelon régional, la coopération entre réseaux hétérogènes ;
- ✓ **télédiagnostic, télé-consultation et télémédecine d'urgence** : par exemple, les soins à domicile, les soins en mer,

l'anatomopathologie, l'ophtalmologie et le diabète, la téléchirurgie ;

- ✓ **l'information des citoyens et des professionnels de la santé** : par exemple, l'autorisation de mise sur le marché des médicaments, l'évaluation des dispositifs médicaux, l'information du public sur les médicaments ;
- ✓ **cohésion, dissémination et exploitation des résultats, éducation** : par exemple, formation des professionnels de santé ou des infirmières observatoire européen de la télémédecine de santé .

Certains auteurs présentent un second type de classification qui répartit les applications de la télémédecine en trois groupes :

- les applications largement utilisées dont l'efficacité est manifeste
 - les applications qui sont probablement efficaces
 - les applications dont on ne connaît ni l'efficacité ni la sécurité
-
- ✓ Les applications largement utilisées dont l'efficacité est manifeste :
 - le suivi initial et urgent des patients, les décisions relatives au triage et les arrangements avant transferts, par exemple les consultations traumatiques, neurologiques et cardiaques

qui demandent une consultation unique entre un spécialiste, un patient et un prestataire de soins primaires exerçant dans un établissement éloigné.

- le suivi médical ou chirurgical et la vérification de la médication, par exemple le suivi post chirurgical et la pharmacovigilance dans le cadre d'une psychothérapie entre un spécialiste et un patient avec ou sans la présence du prestataire de soins primaires.
 - la supervision et la consultation dans les cas de soins primaires en région éloignée quand le recours direct à un médecin n'est pas possible, par exemple une consultation unique entre un médecin à un endroit et une infirmière et un patient à un autre. Pour faciliter cette application, le Nevada a récemment voté une loi qui fait de la supervision électronique d'une infirmière par un médecin l'équivalent légal de la présence effective d'un médecin pour ce qui est de la supervision de procédures médico-chirurgicales.
 - l'enseignement dispensé aux futurs professionnels de la santé et la formation médicale continue.
- ✓ Les applications qui sont probablement efficaces bien que l'on ne connaisse pas leur incidence sur les modèles d'utilisation et de pratique comprennent :
- l'évaluation diagnostique fondée sur les antécédents, les observations physiques et les résultats d'épreuves, par exemple les évaluations psychiatriques.

- l'élaboration d'un diagnostic élargi ou le traitement des cas spontanément résolutifs qui ne sont pas susceptibles de nécessiter la présence d'un médecin de soins primaires, par exemple la supervision d'une chimiothérapie de courte durée.
 - le traitement de maladies chroniques qui nécessitent la supervision d'un spécialiste n'exerçant pas dans la région, par exemple la réadaptation des enfants souffrant d'un handicap chronique par un physiothérapeute, la conduite d'une dialyse rénale, la conduite d'une psychothérapie médicamenteuse, le traitement neurologique de la maladie de Parkinson, le suivi des diabétiques, etc..
- ✓ Les applications dont on ne connaît ni l'efficacité ni la sécurité. En fait, il n'est pas actuellement approprié de mettre largement en oeuvre ces applications, dont :
- les procédures pour lesquelles les normes en matière d'audio ne sont pas définitives, par exemple certaines auscultations cardiaques.
 - des techniques chirurgicales ayant recours à la télérobotique et à la réalité virtuelle.

Parmi les nouveaux outils de prestation de services qui empruntent l'autoroute de l'information, la télémédecine éveille de plus en plus l'attention. Historiquement, la elle ne constitue pas en

soi une nouveauté. En effet depuis plus de trois décennies, des systèmes mettant en jeu des téléphones, des télécopieurs et des vidéos à balayage lent permettent de donner des consultations et de poser des télédiagnostics. La téléradiologie, par exemple, est utilisée depuis 30 ans, et des documents traitant de cette technique sont publiés depuis le début des années 1970. Toutefois, ce qui est nouveau, c'est la synergie actuelle entre les progrès réalisés dans les technologies utilisées par la télémédecine et les initiatives en matière de réforme des soins de santé qui redéfinissent l'accès aux services de soins de santé et la prestation des soins. Depuis, les projets de télémédecine prolifèrent à un rythme effréné. Jusqu'à ces derniers temps, l'adoption de la télémédecine a été freinée par le coût des télécommunications et de l'équipement, par l'absence d'une infrastructure, de normes et des preuves de sa rentabilité. On avait essayé de réduire les coûts en utilisant des réseaux d'ordinateurs, mais cette tentative s'était avérée infructueuse à cause de la vitesse lente des réseaux et de l'inexistence de technologie de compression audio/vidéo en temps réel. En outre, on ne savait pas comment cette technique serait accueillie. Toutefois, ces dernières années, la télémédecine interactive est devenue de plus en plus une réalité grâce aux progrès techniques réalisés actuellement dans les secteurs des télécommunications, de l'imagerie, du multimédia, des ordinateurs, des systèmes d'information et des services de données/voix/vidéos à grande vitesse offerts à de larges segments de la population. Néanmoins, il n'est pas encore prouvé que la télémédecine est nécessairement rentable dans une vaste gamme d'applications, car chaque application éventuelle requiert sa propre analyse

commerciale de cas.

La télémedecine est devenue une mode avec ses avantages, ses limites et ses problèmes. Seulement, d'autres techniques médicales ont énormément évolué. L'imagerie médicale en fait partie.

Ces deux mondes ne pouvaient rester éloignés bien longtemps et la perspective de transmettre rapidement et sûrement les résultats de l'imagerie médicale ne pouvait que tenter les pionniers de la télémedecine. La téléradiologie est d'ailleurs actuellement la technique de télémedecine la plus utilisée dans le monde(1,3,4,5).

2.3. Généralité sur la téléradiologie

2.3.1. Définition

Selon la terminologie MeSH (2), la téléradiologie est la transmission électronique d'images radiologiques d'un endroit à un autre dans un but d'interprétation et /ou de consultation. Des utilisateurs en différentes localisations peuvent voir simultanément les mêmes images, incluant un large accès au second avis médical et une amélioration de la formation continue (6).

2.3.2. Avantages de la téléradiologie

Les avantages de la téléradiologie que nous allons citer ici sont valables aussi pour la télémedecine en général.

Avantages pour le système de santé

Les avantages pour le système de santé sont centrés sur la capacité de la télémedecine d'améliorer l'accès aux services de soins de santé et la qualité des services et de réduire ou maîtriser les coûts de ces services en :

- ✓ facilitant l'accès aux soins les plus appropriés (incluant les nouveaux moyens de fournir des services au domicile du patient de façon rentable);
- ✓ assurant une utilisation appropriée des ressources provinciales, régionales et locales (c'est à dire, le bon traitement administré au meilleur endroit par la personne la plus appropriée);
- ✓ éliminant la répétition des examens, des épreuves et des tests (à la fois à l'échelle régionale et provinciale);
- ✓ assurant des soins continus (plus de soins sont dispensés par le prestataire de soins primaires ou en association avec celui-ci);
- ✓ rendant l'accès aux soins de santé plus équitable (incluant les zones rurales ou les petits centres urbains qui ne comptent pas une population suffisante pour soutenir un éventail de services spécialisés);
- ✓ contribuant au recrutement, au maintien et à la formation des prestataires en région éloignée ou rurale.

Avantages pour le médecin spécialiste

Les avantages dont bénéficierait le médecin spécialiste sont :

- ✓ de meilleures relations avec les médecins traitants;
- ✓ un élargissement du secteur de recommandation;
- ✓ des recommandations plus appropriées;
- ✓ une diminution des déplacements pour se rendre aux cliniques éloignées;
- ✓ une prestation plus efficace de services nécessaires.

Avantages pour le médecin exerçant en région éloignée ou rurale

Les avantages dont bénéficierait le médecin exerçant en région éloignée ou rurale sont :

- ✓ un meilleur accès à l'information et aux ressources;
- ✓ des liens plus étroits avec les spécialistes consultés;
- ✓ une diminution de l'isolement clinique;
- ✓ une augmentation de la quantité des suivis qui peuvent être effectués localement;
- ✓ un accès à la formation et à de meilleures pratiques.

Avantages pour les petits établissements hospitaliers

Les avantages dont bénéficieraient les petits établissements hospitaliers sont:

- ✓ une plus grande capacité à recruter et à retenir les médecins et autres professionnels de la santé (selon Le Plan des ressources médicales, etc.);
- ✓ une amélioration de la continuité des soins;

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

Avantages pour le patient

Les avantages dont bénéficierait le patient sont :

- ✓ un meilleur accès aux services spécialisés;
- ✓ une réduction des coûts engagés par le patient pour recevoir des soins, par exemple congé non rémunéré, coût du déplacement;
- ✓ la prévention des complications grâce à la prestation plus rapide des meilleurs soins;
- ✓ 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.

2.3.3. Historique

Les médecins radiologues ont très tôt éprouvé le besoin de rechercher l'avis de leurs confrères spécialistes pour l'interprétation de leurs images. Cela se faisait en se déplaçant d'une structure hospitalière à l'autre, le film sous le bras. Maintenant, depuis l'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication, on voit apparaître une autre façon de transférer ses images pour avoir l'avis d'un confrère :

La téléradiologie est la plus mature des applications de télémédecine. Elle a évolué à travers plusieurs étapes. Son évolution s'est faite sur une période d'une dizaine d'années à travers l'établissement des standards et des conditions cliniques nécessaires.

L'aventure de la téléradiologie a débuté dans la deuxième moitié des années 1980 avec l'avènement du PACS (Pictures Archiving and Communication System), 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.

Le PACS est un système conçu dans une logique dominée par la volonté de reproduire le circuit du film mais sans celui-ci (film-less), ce qui a conduit à développer des solutions coûteuses et peu satisfaisantes(7). Aujourd'hui la technique est arrivée à maturité et les innovations technologiques ont conduit à la création d'une nouvelle génération de PACS qui sont maintenant des systèmes ouverts. Désormais les fabricants adoptent de plus en plus la stratégie de « l'up-grading »(7) qui permet une ouverture du système à l'intégration d'autres composants, de façon à faciliter son évolutivité.

L'arrivée en 1993 du Standard DICOM permet maintenant de résoudre l'essentiels des problèmes d'interfaçage entre les différentes marques.

Schématiquement dans un PACS, l'image est soit directement acquise sous forme digitale, soit numérisée, c'est à dire convertie de sa forme analogique initiale en forme numérique (par un scanner de

film, appareil photo numérique,...). Elle peut être ensuite archivée dans un dispositif électronique, magnétique ou optique.

Enfin, en fonction de ses besoins, l'utilisateur a la possibilité d'avoir accès sur sa station de travail aux images réalisées récemment ou archivées dans le dossier du patient.

Aux USA, plusieurs instituts nationaux de recherche de santé ont initié des projets pilotes de PACS dans plusieurs universités. Mais c'est vers la fin des années 80 que le département de la défense des USA lance un important effort de développement pour les PACS et la téléradiologie. Le projet "Digital Imaging Network and Picture Archiving and Communication System" (Réseau d'Imagerie Numérique et d'Archivage d'Image et de Système de Communication) était une étude de faisabilité formelle que le Département de la défense américain (DDA) a conduite dans les années 90 sur deux sites de démonstration : la Georgetown University Medical Center (le Centre Médical de l'Université de Georgetown) à Washington D.C. et la University of Washington (Université de Washington) à Seattle.

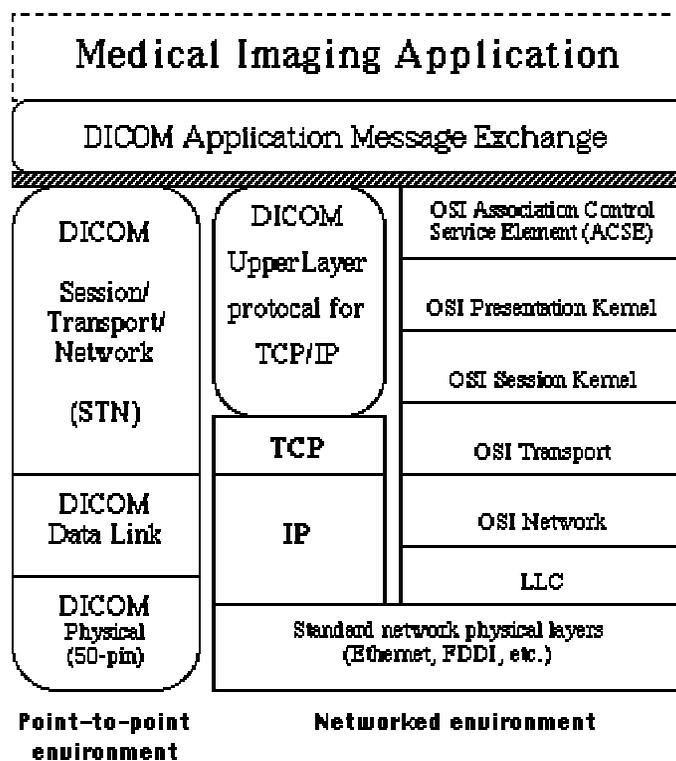
Au début le DDA a considéré le PACS et la téléradiologie comme un projet de technologies à grande échelle devant répondre aux exigences des utilisateurs finaux. Ces obligations de conformité techniques ont conduit l'équipe du projet à appréhender les principales technologies et les défis de gestion de façon systématique.

En 1982, le Collège Américain de Radiologie et la « National Electrical Manufacturer Association » (Association National des Manufacturiers de matériel Electronique), ont formé un comité commun pour définir un standard d'interface numérique pour les

périphériques d'imagerie médicale. Cet effort s'est soldé par l'élaboration du Standard DICOM (Digital Imaging and Communications in Médecine) dont voici les différentes étapes de publications :

- ✓ 1985 - Publication de ACR-NEMA version 1.0 ;
- ✓ 1988 - Publication de ACR-NEMA version 2.0 ;
- ✓ 1989 - Début des travaux sur la partie réseaux avec HIS/RIS ;
- ✓ 1992 - Au congrès annuel de la RSNA (Radiological Society of North America), les parties 1 (Introduction and Overview) et surtout 8 (Network Communications Support for Message Exchange) du premier ACR-NEMA DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) sont acceptées. La démonstration de cette partie 8 qui, alliée avec d'autres messages plus anciens provenant de ACR-NEMA 2.0, constitue le DICOM 3.0, se révèle concluante. Même si tout n'était pas encore implémenté, il fut montré que le support des réseaux marchait et pouvait être implémenté ;
- ✓ 1993 - Restaient les parties 2 à 7 à remplir, ce qui fut achevé en septembre 1993 par les groupes de travail du ACR-NEMA et le produit final fut accepté au congrès de la RSNA de 1993.

Maintenant que le DICOM est fini, sa taille et sa complexité en font un document plus que dur d'approche, mais c'est aussi un signe de l'ordre de grandeur de la quantité de travail mis en oeuvre...



Protocole de communication du DICOM

Tous les membres de la communauté d'imagerie radiologique ont supporté le standard DICOM et ont mis en application une politique stricte pour les futurs développements et déploiement de technologie.

Après le projet de démonstration, le DDA lança un nouveau programme, le Medical Diagnostic Imaging System (Système d'Imagerie Médicale Diagnostique) pour acquérir et implémenter le PACS et les systèmes de téléradiologie pour les équipements médicaux militaires. Sur une période longue d'une année, 30 experts composés de Radiologues, d'experts de systèmes d'informations, d'ingénieurs, de scientifiques, de directeurs, de techniciens, d'administrateurs d'hôpitaux et de planificateurs d'hôpitaux, ont travaillé plusieurs semaines en équipe pour rédiger

de compréhensives spécifications pour les PACS. Le document des spécifications techniques du Système d'Imagerie Médicale Diagnostique qui a été élaboré, indique les spécifications matérielles, les fonctionnalités, la qualité des images, la rentabilité, les opérations de bases de données, opérations de réseaux et les vitesses de performances. Il identifie aussi les besoins en nouvelles technologies dans le domaine de la radiographie numérisée et du système d'impression de film et pour une communication plus rapide, des réseaux robustes, un stockage de données efficace et un système de recouvrement, une intégration avec la radiologie et le système d'information hospitalier et une intégration avec le système de téléradiologie.

Le Système d'Imagerie Médicale Diagnostique est devenu de facto une norme dans la compréhension, la description et le développement des PACS et des systèmes de téléradiologie(7,11).

L'an 1999 voit la naissance d'une nouvelle industrie dédiée. Le service virtuel de radiologie est maintenant une réalité

Les bases de la téléradiologie sont posées. A partir de cet instant ça et là dans le monde des projets de téléradiologie plus audacieux les uns que les autres voient le jour. En voici l'état des lieux non exhaustif.

2.3.4. État des lieux de la téléradiologie

Les premières applications de téléradiologie ont été décrites dans le début des années 1990 en même temps en Europe, en Asie et aux états unis d'Amérique (8,9,10,11).

A Hong Kong en début 1990 les premiers programmes de téléradiologie implémentés variaient entre de puissantes stations de travail utilisant des lignes dédiées qui faisant partie intégrante d'un projet académique sur les technologies de l'information, et des systèmes disponibles dans le commerce utilisant des ordinateurs personnels standards (PC) et des lignes téléphoniques(9). Le système ayant eu un impact favorable fut celui basé sur les ordinateurs personnels à cause de la disponibilité dans le commerce de logiciels peu coûteux pour les PC.

Ce système de téléradiologie basé sur les PC fut installé en 1995 à l'unité neurochirurgical de l'Académie de Prince of Wales of Hospital de Shatin (Hong Kong). Il permettait d'envoyer directement les images de scanner à un PC (utilisant le logiciel multiview teleradiology pour Windows 2.0) situé dans l'unité de neurochirurgie de l'Hôpital United Christian de la ville de Kowloon via des lignes téléphoniques(9,12).

Au Japon, les avancés de la téléradiologie ont porté sur des expériences visant à utiliser un système utilisant les faisceaux hertziens pour la transmission avec un ordinateur portable branché à un téléphone portable. Ce dispositif est en mesure de transmettre une image de scanner cérébral de 28 kbts en 5.5 secondes, il faut

donc, environ 2 minutes pour transmettre une série de 20 clichés. Ce système rend possible partout le diagnostic radiologique. Il est surtout utilisé en urgence(13).

Aux Etats Unis d'Amérique, la téléradiologie est devenue une composante à part entière de la pratique médicale(14) et de nouvelles applications sont créées chaque jour. Le premier grand programme de téléradiologie créé fut un réseau de radiologie que le centre d'imagerie scientifique et d'information de l'université de Georgetown fut chargée de déployer pour les troupes de l'armée américaine en mission de paix en Bosnie et en Hongrie en 1996. Il s'agissait d'un système déployable de radiologie (DEPRAD) qui a été installé pour fournir des soins médicaux de grande qualité, une rapide et définitive réponse aux traumatismes et pour minimiser la période de rétablissement des soldats afin de leur permettre de regagner plus rapidement le front et enfin pour limiter les mouvements des soldats à travers le dangereux environnement de la Bosnie. Ce système consistait à relier trois camps militaires en Europe. Pour transmettre des images de la Bosnie à la Hongrie, la transmission se faisait par faisceaux hertziens des camps militaires vers l'hôpital de référence et via une communication satellitaire à 1,54 Mbps en Allemagne et de là, à travers un réseau LAN (Local Area Network) (10) jusqu'en Hongrie.

Plus récemment l'Institut National du Cancer (NCI) de Bethesda dans le Maryland a développé un système de téléconférence de haute qualité de transmission appelé «Telesynergy » qui permet non seulement des visioconférences à destination de plusieurs sources mais aussi de transmettre des images radiologiques et anatomo-

pathologiques de grande qualité diagnostique. Il permet aux opérateurs distants de manipuler un microscope et une caméra vidéo permettant ainsi les discussions d'experts sur les biopsies, pièces opératoires et images radiologiques. Ce système vient d'être installé en Irlande dans le cadre d'un partenariat scientifique (15).

En Finlande un système très ingénieux basé sur un téléphone portable Nokia Communicator 9110 smart phone qui combine un système numérique GSM et un système de messagerie incluant le SMS (short message service), le fax et une possibilité d'accès à Internet. Un programme additionnel pour la réception et l'affichage d'images et de commentaires à été développé et installé pour un usage de consultation téléradiologique. En utilisant le système le travailleur résident de l'hôpital peut consulter un radiologue expérimenté se trouvant en dehors de l'hôpital. Quand le résident rencontre un cas problématique il peut envoyer les images du scanner ou de tout autre périphérique de radiologie au format DICOM sur le téléphone portable du consultant qui en est informé au préalable par l'arrivée d'un SMS. Actuellement cela prend une minute pour effectuer le transfert d'une image de scanner cérébral normal donc approximativement 20 minutes pour un scanner entier. Le radiologue reçoit les images et appelle l'hôpital pour donner son diagnostic (16).

En Croatie en 1998 un système de téléradiologie a été créé par la Croatian Institute for Health Insurance. Trente cinq stations de travail dans vingt sept hôpitaux ont été connectées. Chaque station de travail (excepté deux dans le centre de référence) était connectée

à un périphérique d'imagerie médicale, le plus souvent au scanner ou à l'IRM et quelques uns à un appareil d'angiographie numérisée. Les ordinateurs connectés aux périphériques d'imagerie médicale sont configurés pour pouvoir collecter les données et réorganiser les informations dans un format plus adapté à l'interprétation sur ordinateur. Les données peuvent à partir de cet instant être transférées via les réseaux de télécommunication tel que le réseau téléphonique ordinaire. Pour assurer une rapide réception et une compatibilité des données transmises deux logiciels interactifs ont été développés :

- Pharos, qui est un programme supportant aussi bien la communication interactive en temps réel que le stockage et la transmission des données. Fonctionnant sous Windows 3.11 et 95, il est aussi optimiser pour fonctionner avec des lignes téléphoniques domestiques.
- Issa, utilisé pour les communications à l'intérieur du service. Il permet l'archivage et la gestion des dossiers des patients. Il se comporte comme un mini PACS (Picture Archiving and Communication System) (17).

En Australie, en raison de la grande dispersion géographique de la population (25 à 30% sur un total de 20 millions d'habitants vivent hors des métropoles), l'intérêt de l'utilisation de la téléradiologie c'est vite fait ressentir. L'objectif principal visé par l'établissement du système de téléradiologie est de fournir aux hôpitaux ruraux distants et aux médecins un accès immédiat au service des spécialistes des hôpitaux de référence de troisième niveau et ainsi éviter les transferts non nécessaires des campagnes

vers les villes. En général l'introduction de la téléradiologie dans la pratique médicale privée s'est révélée un grand succès, par contre son implémentation dans le public est beaucoup plus lente qu'escompté (18).

En Angleterre, une connexion ISDN entre l'hôpital de Altnagevin de Londonderry (hôpital général de district) et le département régional de cardiologie pédiatrique de l'hôpital Royal de Belfast a été établie. Cette connexion est dédiée à la transmission en temps réel d'images échocardiographiques de nouveaux-nés suspects de cardiopathies congénitales au centre de référence avec un contact vidéo et audio simultané pour la consultation.

L'échographie est faite par un médecin pédiatre, supervisée et interprétée par un spécialiste en cardiologie pédiatrique au niveau du site de réception.

L'acquisition des images se fait avec un échographe (Aloka UGR38B Tokyo, Japan) connecté par un câble à un « freestanding » dispositif de vidéoconférence BT VC7000 (British communication, London, UK) qui converti les images ultrasonores en données numériques pouvant être transportées via les lignes téléphonique jusqu'au centre régional de cardiologie pédiatrique où un second dispositif effectue l'opération inverse. Ainsi le cardiologue peut visualiser en temps réel les images telles qu'elles ont été prises(19).

En France, on note l'élaboration d'un projet inter hospitalier de visioconférences et de téléradiologie dont le but principal du projet est d'établir un réseau de visioconférences et de communication d'images entre l'Hôpital Cantonal Universitaire de Genève (HCUG) et

le Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV). Ce réseau est destiné à l'enseignement et la formation ainsi qu'à des consultations d'experts à distance. Le système de visioconférence permet de transmettre les colloques et les présentations destinés à la formation post-universitaire des étudiants, des médecins et du personnel soignant. Cela permet aux participants de suivre ces cours sans devoir se déplacer entre Genève et Lausanne comme ils le font actuellement. Dans une deuxième phase du projet, le même réseau devra être utilisé pour la transmission numérique d'images médicales dans le but d'effectuer des consultations à distance. Cela permet aussi aux médecins de discuter de cas cliniques dans un but diagnostique ou thérapeutique. Ce réseau de communication n'est donc pas seulement destiné aux radiologues mais à l'ensemble du corps médical des deux institutions.

Ce projet constitue une mise en pratique de techniques nouvelles qui ont été développées et testées dans le cadre d'un projet Européen (projet TELEMED / RACE R1086) comprenant 37 partenaires de 9 pays Européens et auquel a participé l' HCUG en collaboration avec les PTT Suisse. Le projet TELEMED réalisé entre 1989 et 1993 avait pour objectif d'établir le rôle que peuvent jouer les réseaux de communication à haute vitesse dans le domaine de la télé-médecine et de la consultation à distance. Deux techniques d'utilisation de ces réseaux ont été étudiées:

- La *visioconférence* (transmission numérique d'images provenant d'une source vidéo standard): cette technique étant de qualité insuffisante pour être utilisée dans un but diagnostique, elle s'est cependant avérée être tout à fait adéquate

pour la présentation de documents radiologiques dans le cadre d'un enseignement ou d'une discussion clinique.

- La *téléradiologie numérique* (transmission numérique d'images à haute résolution sous forme numérique respectant leur résolution originale): cette technique est la seule qui permette l'analyse et l'interprétation à but diagnostique des images. Le receveur dispose en effet de l'ensemble de l'information contenu dans les images avec la même qualité que sur les appareils où ces images sont produites. Toutefois cette technique nécessite un système informatique permettant la visualisation et la manipulation des images.

Ces deux techniques peuvent cependant utiliser le même réseau de communication à haute vitesse. Dans le cadre du projet TELEMED le réseau MEGACOM a été utilisé. Ce réseau mis à disposition par les PTT suisses est un réseau commercial public offrant une vitesse de communication de 2 Mégabits/sec. Il est compatible avec les réseaux internationaux de visioconférence. Pour des raisons de coûts de transmission et compatibilité internationale, une migration vers le réseau SWISSNET, basé sur la technologie ISDN et également offert par les PTT, est en cours.

En Afrique du sud, plus près de nous, en 1998 un système de télé-médecine national est instauré. Dans la première phase du projet en début 1999, 28 sites pilotes ont été établis dans 6 provinces. Les premières applications ont été la télé-radiologie, la télé-ultrasonographie pour les services anténataux et la télé-

ophtalmologie. Les équipements de télé-médecine ont été connectés par une liaison ISDN à 256 kbt/s.

Au Mozambique, deux hôpitaux centraux, le premier à Maputo (capitale du Mozambique, population 1,132,000) et le second à Beira (population 350,000), seront connectés par un lien de télé-médecine utilisant les infrastructures de télécommunication. L'établissement d'un tel lien peut s'avérer bénéfique pour la clinique et l'éducation et plus généralement pour renforcer l'esprit de collaboration entre institutions médicales. Les médecins seront à même de discuter des cas qui nécessitent des compétences élevées. Les images peuvent également être transmises pour obtenir une seconde ou tierce opinion. Finalement, il sera également possible d'envoyer un dossier d'un site à l'autre afin de savoir si le transfert du patient se justifie. En évitant un transfert inutile il est possible de réduire les inconvénients majeurs aux patients, à leurs familles et aux hôpitaux.

Le projet utilisera un équipement de téléradiologie de WDS Technologies qui permet l'échange et la visualisation des documents y compris les radiographies. Ce logiciel a été réalisé en tenant compte des travaux de recherche réalisés notamment à l'Hôpital Universitaire de Genève sous la direction du Prof. Ratib. L'interface utilisateur du système est simple et peut être mise en oeuvre par tout technicien ou docteur familial avec le système d'exploitation Windows 95/NT après un temps d'introduction relativement bref.

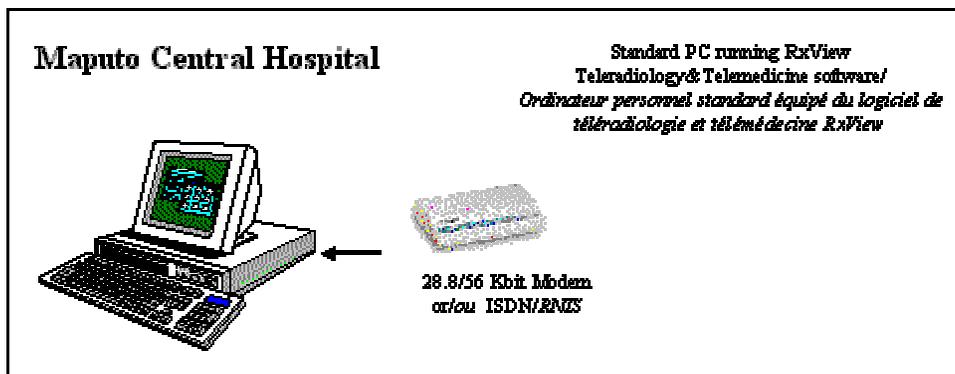
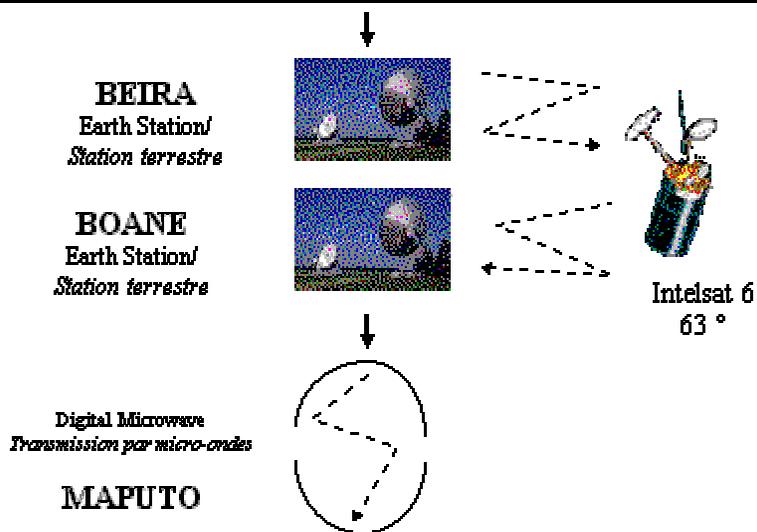
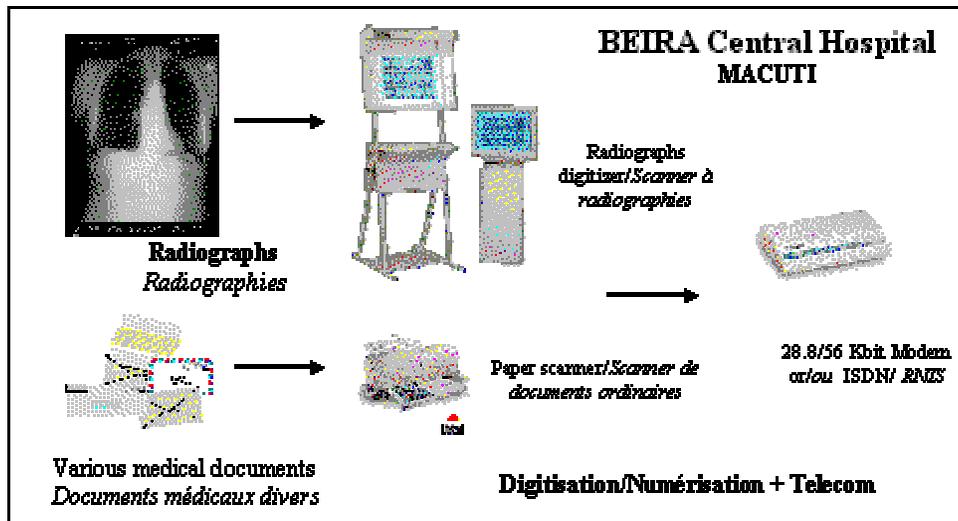


Schéma de communication entre les deux hôpitaux

2.4. Problématique

Le Mali est un vaste pays de 1240000 km² pour une population de 9190846 habitants (9-MSSPAS, 1998). Il dispose de trois hôpitaux nationaux et de six hôpitaux régionaux de seconde référence.

L'étendue du territoire associée à la répartition inégale de la population représente le premier obstacle à la couverture sanitaire complète du pays. D'autre part le Mali étant un pays en voie de développement, le nombre de médecins généralistes est largement insuffisant pour l'ensemble de la population. Cette insuffisance devient énorme en ce qui concerne les médecins spécialistes.

La conséquence logique de cet état de fait est que presque tous les spécialistes et notamment les radiologues se retrouvent localisés dans la capitale malgré le fait que tous les hôpitaux régionaux soit dotés d'au moins une table de radiographie.

Les médecins généralistes sont donc ceux qui interprètent les examens radiologiques dans les régions. Il en résulte bien évidemment un taux d'erreurs d'interprétation et de diagnostic certes plus important que dans le cas de radiologues (20) et des transferts non indispensables vers les centres nationaux. Lorsqu'on prend en considération le fait que certaines régions du Mali se trouvent à plus d'un millier de kilomètres de la capitale et qu'en raison de l'enclavement et du mauvais états des routes le seul moyen de transport adapté aux transferts de malades depuis ces régions est l'avion, on comprend donc facilement l'énormité des coûts engendrés pour la population malienne qui selon l'ONU vit avec moins de un dollars américain par jour.

La recherche de solutions palliatives nous conduit à nous poser la question de savoir si la téléradiologie, qui par définition permet de supprimer les distances par le transfert via les canaux des télécommunications d'images radiologiques, dans notre cas, des centres de santé de région vers les hôpitaux nationaux, serait un moyen de:

- ✓ augmenter la couverture sanitaire et la qualité de soins au Mali
- ✓ donner un accès équitable à une meilleure qualité de diagnostique à toute la population
- ✓ réduire le nombre d'erreurs diagnostique
- ✓ réduire les coûts liés à la santé

III. METHODOLOGIE

MATERIELS ET METHODES

3.1. Cadre de l'étude

Pays continental, le Mali est situé dans l'hémisphère Nord du continent africain. Il est situé entre le 10^{ème} et le 20^{ème} degré de 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 1.240.000 km² et sa population est estimée à 9.190.846 habitants (9-MSSPAS, 1998).

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 issue de la politique de décentralisation (9-MSSPAS, 1998).

3.2. Lieu de l'étude

Notre étude c'est déroulé entre le service de Radiologie de l'Hôpital du Point G, le service de Radiologie de l'Hôpital de

Marseille et le service de Radiologie des Hôpitaux Universitaires de Genève.

3.3. Type d'étude

Nous avons réalisé une étude prospective portant sur cinq cas.

3.4. Période de l'étude

Notre étude a été réalisée entre le 15 février et le 15 juin 2002.

3.5. Méthodologie d'acquisition et de transfert des images

Dans le contexte de pays en développement où nous nous trouvons il est très peu courant de trouver dans les hôpitaux régionaux et même nationaux, des installations radiologiques numériques capables de fournir directement des images numériques d'examens complémentaires au format DICOM(21), pouvant être utilisées dans le cadre de la téléradiologie.

Pour résoudre ce problème nous avons été amenés à étudier plusieurs solutions que nous vous exposerons ici.

3.6. Matériel utilisé

3.6.1. Hardware :

Le hardware, c'est à dire le matériel physique que nous avons utilisé est composé comme suit :

- Un ordinateur desktop

- Un appareil photo numérique haute définition doté de la fonction macro. (PowerShot G2 de canon)
- Un trépied
- Un scanner a plat (AGFA e 50)
- Une camera web (Logitech VCAM-U1)

3.6.2. Software :

Comme logiciels, nous avons utilisé :

- « Canon Zoom Browser » de Canon
- “ Adobe photoshop 5.5” de Adobe
- “DicomWorks”(22) de Loïc Boussel et Philippe PUECH
- Netscape Messenger
- Yahoo Instant Messenger

3.7. Méthodologie

Selon les sources des images radiologiques que nous avons à numériser nous avons été amené à établir plusieurs protocoles de traitement d'images:

- ✓ Pour les images sur papiers telles que les images échographiques, le scanner à plat nous a donné de très bons résultats.
- ✓ Pour les images sur film radiologique, nous avons du utiliser l'appareil photo numérique pour l'acquisition.

3.7.1. Acquisition par le scanner à plat

Avec le scanner à plat, toutes les images sur papier sont numérisées avec une définition acceptable pour l'utilisation à laquelle nous la destinons. Les problèmes de qualité que nous avons pu rencontrer avec certaines images dont le papier était quelque peu transparent ont été vite résolus par l'ajout d'un fond blanc au couvercle du scanner.

3.7.2. Acquisition par l'appareil photo numérique

Il s'est révélé judicieux d'utiliser un appareil photo numérique pour l'acquisition d'image radiologique sur film étant donné que nos moyens ne nous permettaient pas d'acquérir un scanner de film.

Le dit appareil photo doit remplir certaines caractéristiques pour satisfaire aux exigences de la téléradiologie :

- il doit pouvoir fournir des images d'une résolution de 1000×1000 pixels/pouces au moins
- pouvoir prendre des images en noir et blanc
- disposer d'une option « Macro »
- disposer d'un zoom
- posséder un dispositif de mise au point automatique ou manuelle

Avant de pouvoir utiliser l'appareil photo pour obtenir des images de qualité optimale nous avons dû établir un ensemble de réglage :

- mettre l'appareil photo en mode macro

- désactiver le flash
- régler la résolution des images sur 1200×1000 pixels/pouces
- faire la mise au point adaptée à une image à fond noir (le plus souvent aux environ de -0.6)

La technique de prise de vue utilisée est la suivante :

- installer l'appareil photo sur un trépied pour éviter tous mouvements pendant la prise de l'image
- installer l'image sur le négatoscope
- faire le cadrage de l'image en prenant soin de vérifier que l'appareil est bien parallèle au négatoscope et sur le même plan d'inclinaison que lui
- faire la mise au point de l'image

Faire si possible toutes les images d'une même série à la même distance et avec le même réglage

3.7.3. Traitement des images radiologiques par ordinateur

Les images après numérisation sont traitées sur un ordinateur pour rendre leur utilisation optimale. Nous décrivons ici les différentes techniques de traitement d'image utilisées.

•Retouche d'image:

Les images sont ouvertes avec le logiciel Adobe Photoshop 5.0 (23), puis nous leur faisons subir une série de traitements décrits comme suit:

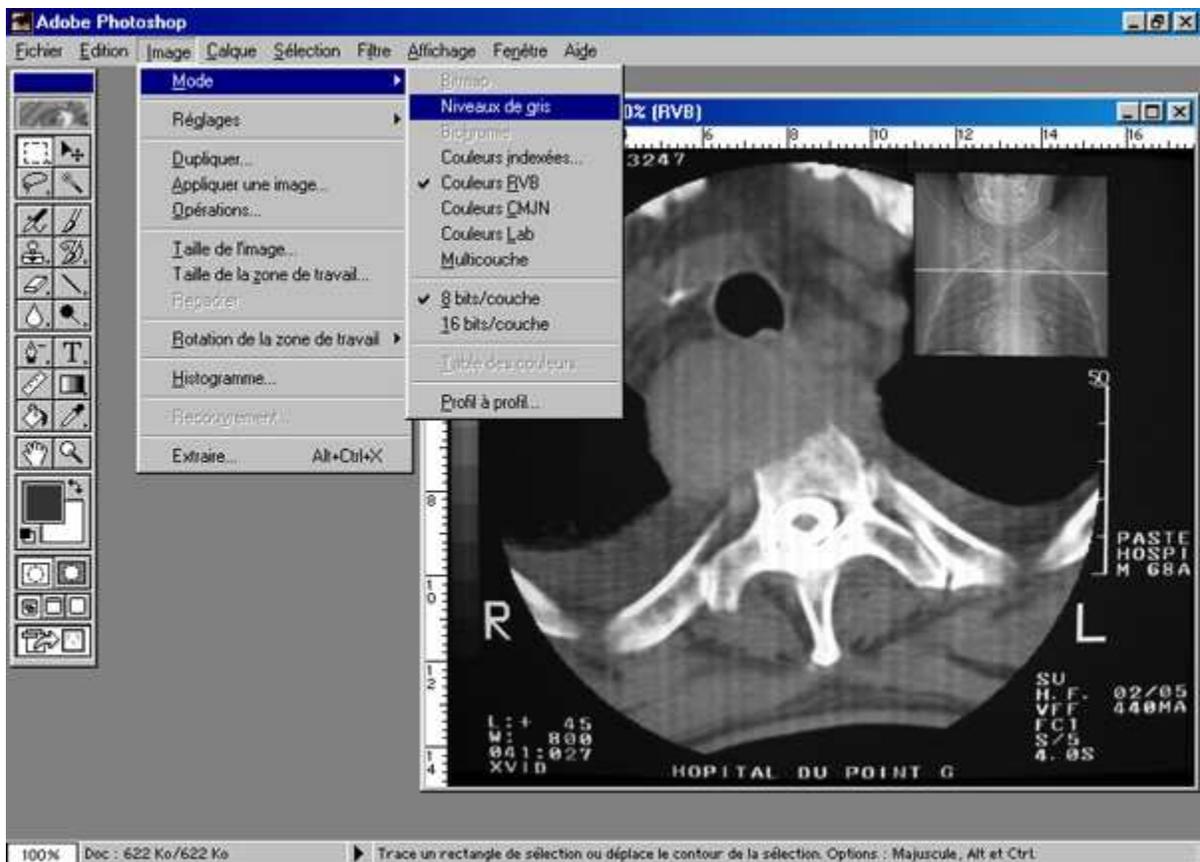
1. mettre l'image en niveau de gris : si l'image n'a pas été prise en noir et blanc cette option permet de le faire.
Image -> Mode -> Niveaux de gris
2. anonymiser l'image en effaçant le nom du patient soit avec l'outil « gomme » ou avec l'outil « Tampon ».
3. optimiser l'affichage de l'image en harmonisant le spectre de gris de l'image : pour ce faire on effectue l'opération suivante :
Image -> Réglages -> Niveaux automatiques
Cette opération établit le spectre de gris des couleurs de l'image et les harmonise ce qui permet spécialement dans le cas des radiographies de donner une image souvent de meilleure qualité que l'original.
4. taille de l'image : dans les cas où nous disposons de plusieurs images devant figurer dans une même série, il devient intéressant de faire en sorte que toutes les images aient la même taille.

Procédure à suivre:

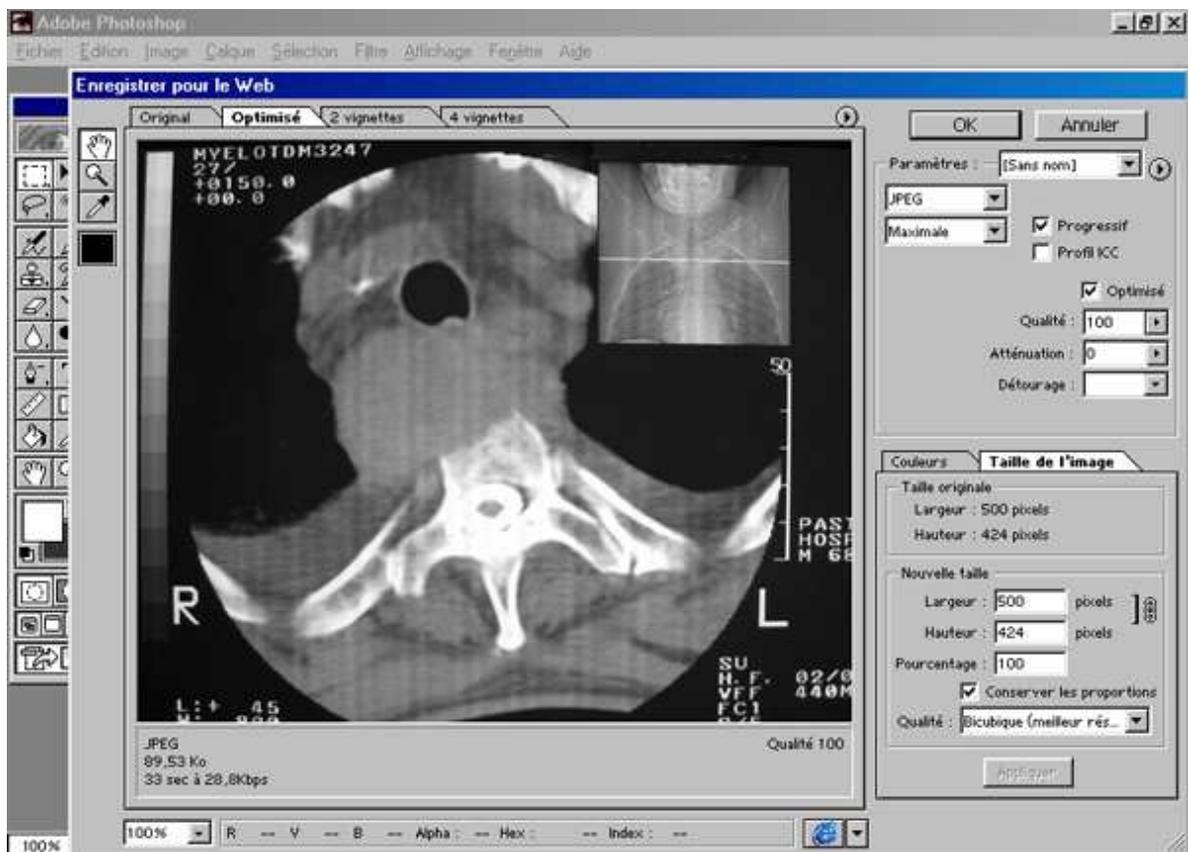
Image -> Taille de l'image

On peut aussi remettre l'image à l'endroit si elle est renversée:

Image -> Rotation de la zone de travail -> 180°, 90°, etc.



(a)



(b)

Fig1. (a) et (b) présentant l'interface du logiciel Adobe Photoshop lors de la mise en niveau de gris et de la sauvegarde optimisée.

5. quand l'image est trouvée satisfaisante il faut maintenant optimiser sa taille pour quelle puisse être transférée facilement à travers le web. Faire l'opération suivante:

Fichier -> Enregistrer pour le web

Puis dans la fenêtre qui s'affiche on choisit le format «JPEG» dans le menu déroulant qui se trouve en bas du bouton «OK».

A noter que nous pouvons aussi jouer sur la taille des images à ce niveau, ce qui permet de réduire ou augmenter la taille en kilo octets de l'image.

Une fois ces réglages terminés, il faut maintenant valider la création de l'image en cliquant sur le bouton «OK» et choisir le répertoire dans lequel on veut enregistrer l'image.

- enregistrement du patient et de ses images dans DicomWorks

DicomWorks est un logiciel de transmission et de réception d'images radiologiques à travers le réseaux Internet. Cette transmission se fait de façon sécurisée. Les images transmises ne peuvent être téléchargées et vue que par le destinataire. Ce logiciel permet aussi un archivage des données et images des patients. DicomWorks est aussi équipé d'une visionneuse qui permet de voir les images radiologiques de façon à faciliter leur interprétation.

L'installation de DicomWorks sur un ordinateur nécessite quelques configurations notamment, celles des adresses électroniques des correspondants et des paramètres de fonctionnement. Dans le cadre

de notre étude cette configuration c'est faite sous assistance du Dr Loïc Boussel (concepteur du logiciel DicomWorks) en temps réel par Internet en utilisant des logiciels de messagerie instantanée (Yahoo messenger(24) et MSN messenger(25)) pour la communication en temps réel par écrit ainsi que pour la transmission vocale et une camera web pour communication vidéo.

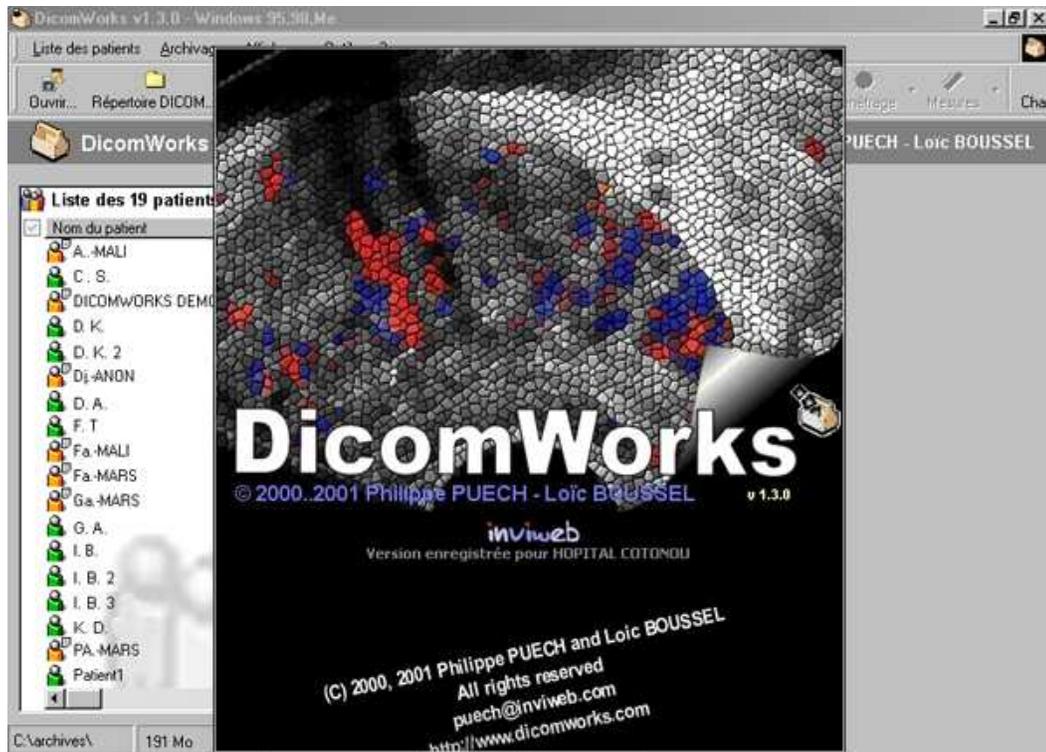
Après avoir ouvert le logiciel dicomWorks vous avez la possibilité d'enregistrer de nouveaux patients en suivant la procédure suivante:

Menu Outil -> Création DICOM -> puis remplir les champs de renseignements du patient de chaque onglet.

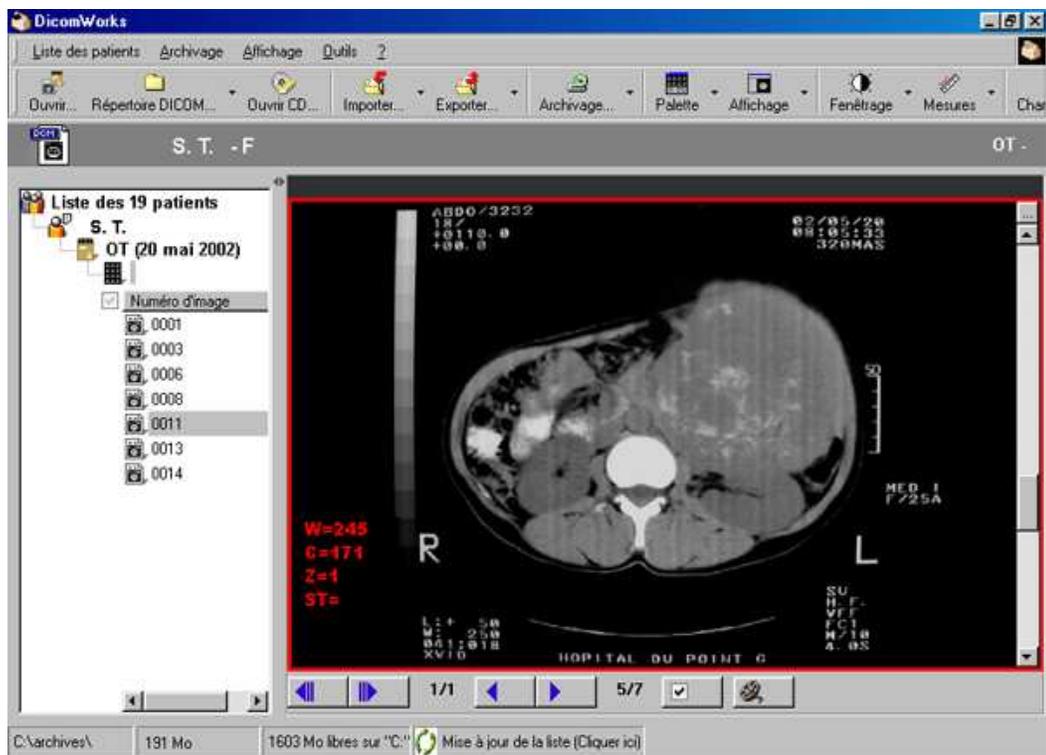
Après saisie de tous les renseignements on doit enregistrer les informations dans la base de donnée intégrée au logiciel :

Enregistrer -> dans la boîte de dialogue qui apparaît cocher la case « Convertir les images en niveau de gris » -> Enregistrer

Vous pouvez aussi visualiser les patients déjà enregistrés en double-cliquant sur le nom des patients dans la liste qui se trouve dans la fenêtre de gauche de la zone de travail. Vous avez alors la liste des séries d'images du patient dans leur sous-menu la liste des images de la série. Un clic sur ces dernières, affiche l'image correspondante dans la visionneuse de droite.



a



b

fig2. (a) présentant l'interface du logiciel DicomWorks au démarrage
 (b) présentation d'une série d'image dans DicomWorks

Pour recevoir les messages ou les cas radiologiques qui vous ont été destinés vous devez faire l'opération suivante:

Liste de patients -> importer -> Courrier électronique -> cocher la case « effacer les messages importés sur le serveur » -> Connexion.

Après un certain temps la listes des cas et messages s'affiche.

Pour transmettre des images à un radiologue situé sur un site distant doté du même logiciel et d'une connexion Internet, il faut suivre la procédure suivante:

Afficher la liste des images du patient dont on veut transférer les images en double-cliquant sur son nom dans la liste des patients ->

Afficher la listes des images du patient en double-cliquant sur la série d'image -> Afficher les images qu'on veut transférer en cliquant

sur l'icône les représentants -> On ajoute au fur et à mesure les images choisies à la « Palette d'image » en faisant : Outils -> Ajouter image(s) à la Palette. Lorsque toutes les images ont été ajoutées à la palette on l'affiche par l'opération Outils -> Palette d'image.

Nous pouvons maintenant préparer l'e-mail qui présentera le cas aux confrères pour cela il suffit de cocher la case « Préparer un e-mail » en bas à gauche. Des champs de saisies apparaissent. Ils permettent entre autre de choisir le destinataire (normalement automatiquement listé dans un menu déroulant), d'ajouter l'ID ou identifiant du destinataire, le sujet du message et le corps du message. Nous disposons de plusieurs possibilités de format d'envoi à droite de la fenêtre :

- le format DMZ anonymisé qui correspond à un format ouvrable uniquement par un destinataire doté du logiciel DicomWorks, en

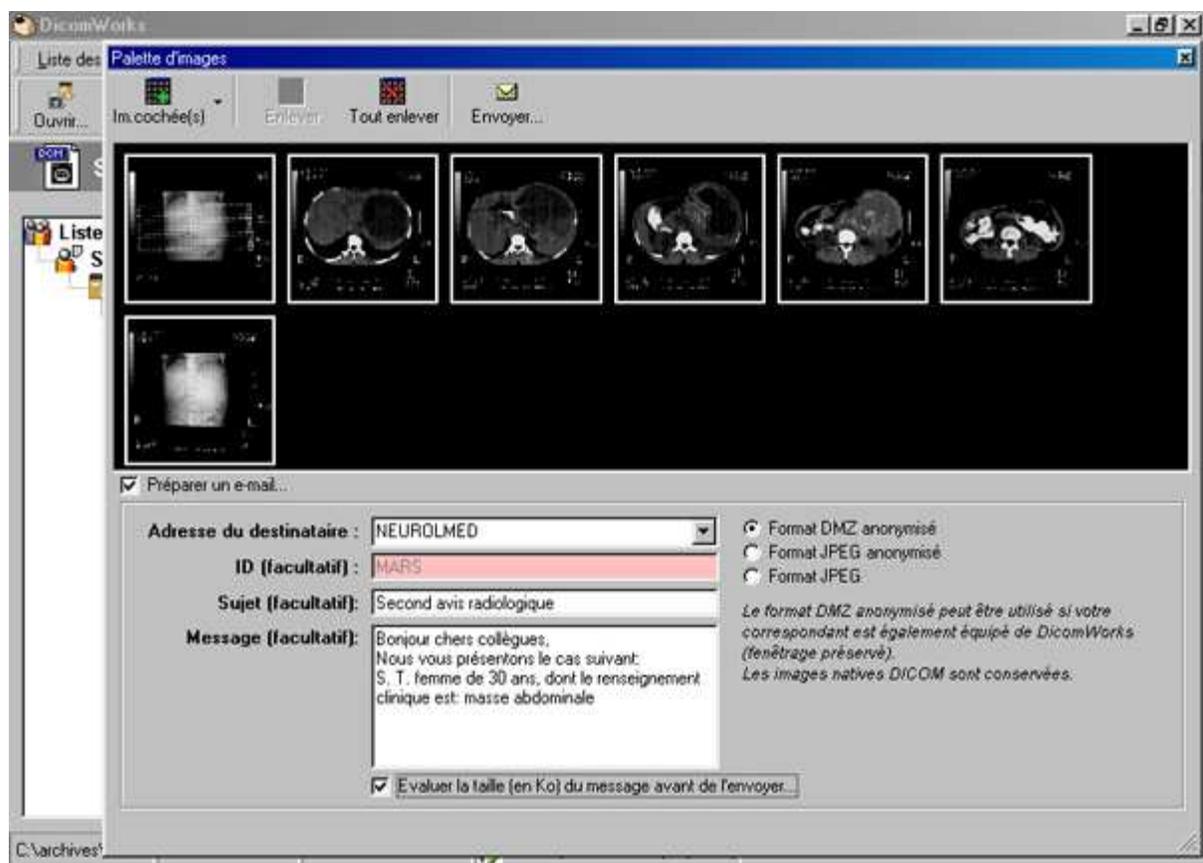
plus certains renseignements paramétrables du patient sont automatiquement masqués.

- Le format JPEG anonymisé : ici les images sont envoyées au format JPEG et peuvent être lues par n'importe quel lecteur d'image, mais les informations concernant le patient ne pourront être lues que par le logiciel DicomWorks et le fenêtrage est déjà fixé, c'est à dire que le destinataire ne pourra plus jouer sur l'éclairage et autres constantes de l'image disponible au format DMZ.

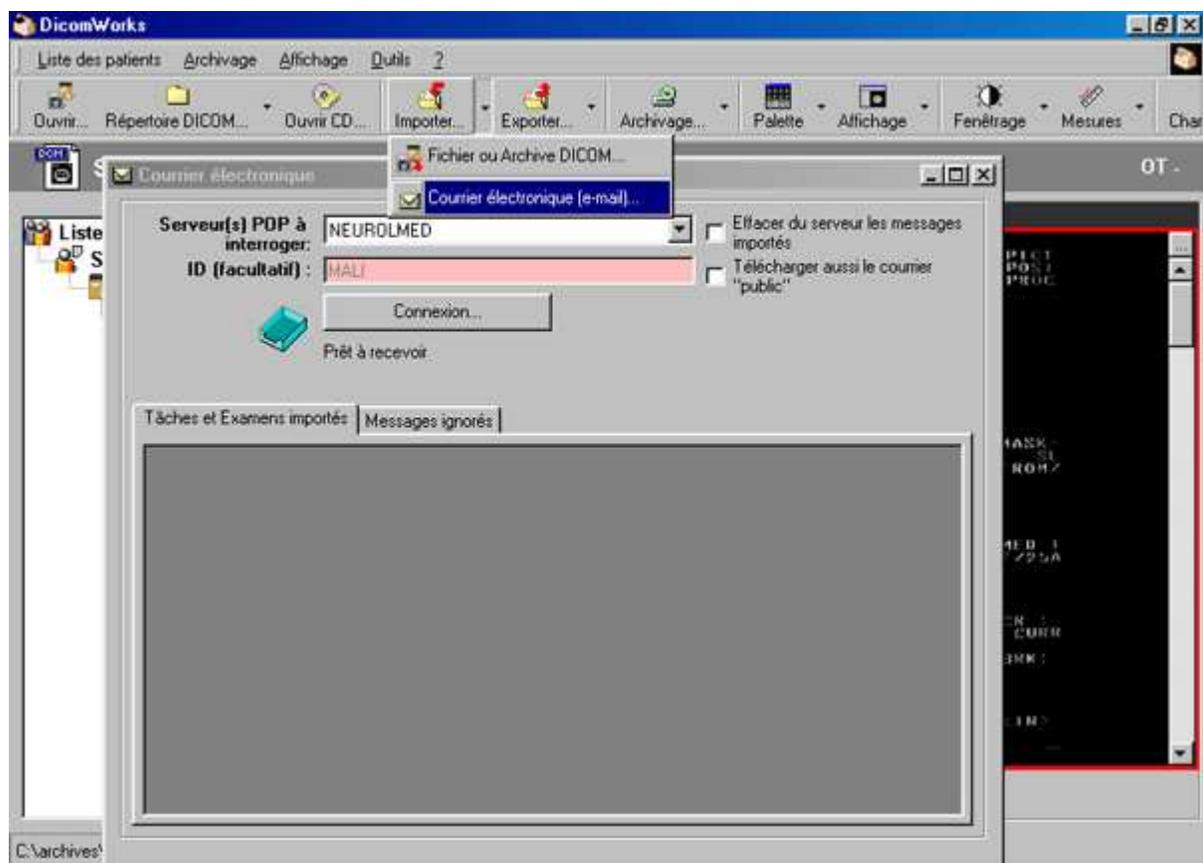
- Le format JPEG, il permet d'envoyer des images lisibles avec n'importe quel e-mail sur n'importe quelle plate forme. Ici le fenêtrage choisit est définitif.

On peut le cas échéant évaluer la taille en kilo octets du message avant de l'envoyer en cochant la case correspondante en bas du champ de saisie du message.

Le logiciel nous offre une panoplie de fonctionnalités que nous laisserons le soins à l'utilisateur de découvrir. Les principales sont cependant la fonction « Ciné_loop » qui permet de faire défiler automatiquement les images d'une série et ainsi avoir l'impression de mouvement. Lorsque l'on clique sur une image avec le bouton gauche ou sur le terme adapté dans le menu « affichage » on accède à une série de filtre nous permettant de mesurer la densité d'un point de l'image, calculer la distance réelle entre deux points de l'image (valable seulement si l'image vient directement d'un périphérique d'acquisition d'image radiologique au format DICOM) ou modifier le fenêtrage (les paramètres de luminosités).



(a)



(b)

fig3. (a) palette d'image pour l'envoi d'un cas clinique

(b) interface de réception

3.7.4. Protocole de transfert

Les transferts des cas que nous avons opérés dans le cadre de la téléradiologie ont obéit à un protocole en cinq phases :

- Première phase : Identification des cas

Les cas choisis pour le transfert sont des cas répondant à un des critères suivants :

- Hypothèse diagnostique non certaine malgré les examens complémentaires effectués
- Avis diagnostic différents des radiologues du service
- Cas atypique d'intérêt scientifique
- Cas nécessitant l'avis d'un expert

- Deuxième phase : Numérisation

Les images issues des examens du patient sélectionné sont numérisées et archivées avec les données cliniques, l'hypothèse diagnostique et les modalités d'acquisition, dans la base de donnée du logiciel DicomWork (DW).

- Troisième phase : Transfert

Le cas préparé est maintenant transféré par Internet au service de Radiologie de l'Hôpital de Marseille, grâce à DW, au format DMZ ou à l'hôpital Universitaire de Genève au format JPEG par un simple fichier attaché à un e-mail, pour second avis.

Il faut noter qu'ici le dossier du patient est anonymisé avant l'envoi, automatiquement par DW selon les champs paramétrés (Nom, prénom, ville etc.).

Les images sont accompagnées d'un e-mail explicatif du contexte clinique, des examens complémentaires effectués et de l'hypothèse diagnostique du Radiologue de l'hôpital du Point-G.

Lorsque le transfert du dossier c'est bien effectué un numéro d'anonymat est généré automatiquement par le logiciel afin de lier plus tard la réponse reçue au dossier du patient.

- Quatrième phase : Réponse

Au bout d'un temps variable, dépendant de la disponibilité des radiologues distants et de la difficulté du cas, le diagnostic des confrères est envoyé. Il est téléchargé avec DW pour Marseille et reçu par e-mail pour les hôpitaux Universitaires de Genève.

- Cinquième phase : Analyse

Les résultats de l'interprétation des Radiologues de Marseille et de Genève sont comparés et analysés.

Dans les cas de concordance de diagnostic les résultats des données sont bien enregistrés et pris en compte. Mais dans les cas de divergence les observations et objections sont retournées. Cela donne lieu à de nouvelles analyses qui s'avèrent fructueuses en enseignements.

Notons que dans notre étude nous considérerons comme erreur toute divergence de diagnostique.

3.7.5. Critères d'inclusions

- Les cas répondants aux critères énoncés dans la première phase du protocole de transfert.
- Les cas ayant bénéficié de l'interprétation d'un Radiologue de l'hôpital du Point-G et de celle d'un Radiologue de Marseille ou de Genève.

3.7.6. Critères d'exclusions

Les cas transmis n'ayant pas eu de réponses ou dont l'interprétation n'a pas été faite par un Médecin Radiologue.

IV. RESULTATS

RESULTATS

TABLEAU I : Premier cas - Interprétation d'un Myéloscanner et d'une Myélographie

Date du transfert	28/01/2002	
N°anonymisation	IB.20020218115331-Mali	
Renseignements cliniques	Douleurs lombaires	
Examens	Myélographie et Myéloscanner	
Interprétation		
	HPG	Marseille
Radiologues	Dr M. TOURE ⁽¹⁾	Dr Loïc Bousset ⁽²⁾
Description	Lacune régulière en regard du disque L3-L4 latéralisé à gauche entraînant un refoulement de la clarté radiculaire de L4 avec amputation de sa gaine.	
Diagnostic	Hernie discale para médiane gauche migrée avec conflit discoradiculaire gauche de L4	Hernie gauche migrée

Diagnostic concordant : Le diagnostic de Marseille correspond à celui de l'HPG.



fig4. Myélographie du patient I. B. montrant une hernie discale migrée

TABLEAU II : Deuxième cas – Interprétation d’une Radiographie pulmonaire de face.

Date du transfert	08/02/2002	
N°anonymisation	DA.20020218093223-Mali	
Renseignements cliniques	Splénomégalie	
Examens	Radiographie pulmonaire de face	
Interprétation		
	HPG	Hôpitaux Universitaires de Genève
Radiologues	Dr M. TOURE	Dr Jean-Paul Vallée ⁽³⁾ Dr D. Didier ⁽⁴⁾ Pr. S. Jéquier ⁽⁵⁾
Description	Elargissement ventriculaire gauche.	
Diagnostic	Hypertrophie ou dilatation cardiaque	Elargissement ventriculaire gauche isolé sans répercussion sur la circulation pulmonaire. Une échographie serait indiquée pour préciser si cette dilatation provient d’une cardiomyopathie hypertrophique ou dilatative.

Diagnostic concordant : le diagnostic de l’ HPG et des HUG se rejoint.

1. Dr M. TOURE Médecin Radiologue à l’Hôpital du Point G



fig5. Radiographie pulmonaire de face du patient 2, montrant un élargissement ventriculaire gauche.

TABLEAU III : Troisième cas – Interprétation d’un scanner thoracique

Date du transfert	18/04/2002	
N° anonymisation	Ga.20020418104147-Mali	
Renseignements cliniques	Bilan d’une opacité médiastinale supérieure droite	
Examens	Scanner thoracique	
Interprétation		
	HPG	Marseille
Radiologues	Dr S. SIDIBE ⁽⁶⁾	Dr Giraldi ⁽⁷⁾ + synthèse des avis des trois experts marseillais
Description	Opacité médiastinale supéro-antérieure droite de densité tissulaire en continuité avec le bord droit de la thyroïde. Multiples images de densité égale à celle de la vésicule biliaire sans modification après contraste.	
Diagnostic	Masse faisant évoquer un goitre plongeant, cependant une tumeur thymique droite est difficile à écarter. Au niveau hépatique, kyste biliaire faisant évoque une maladie de CAROLI	Les formations hépatiques sont des formations kystiques probablement des kystes biliaires. Leur taille et leur nombre peuvent faire évoquer une maladie de CAROLI (une échographie peut le confirmer). L'image visible à la partie supérieure droite du médiastin est d'interprétation plus délicate car nous avons peu de coupes. A priori, elle parait distincte de la thyroïde. Elle peut être d'origine purement veineuse et correspondre à un tronc veineux dilaté. Cependant nos experts ne sont pas formels, il faudrait suivre la structure sur une hauteur plus grande.

Erreur diagnostic: discordance dans la seconde partie du diagnostic

=====
2.Dr Loïc Bousset Interne en Radiologie Hôpital de Marseille



(a)



(b)



(c)



(d)

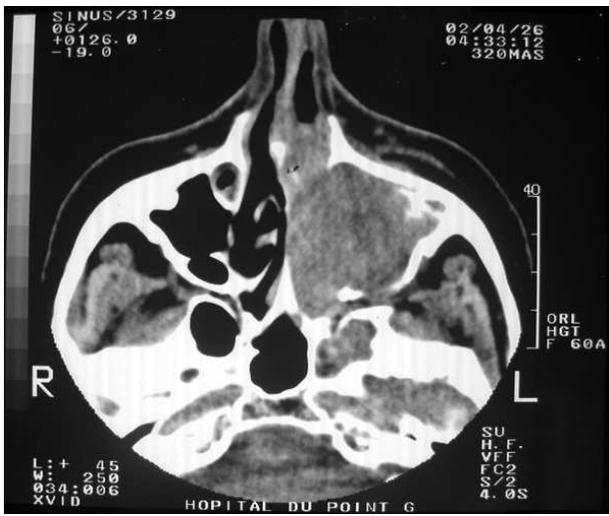
fig6. (a)Opacité médiastinale, avant injection de produit de contraste
 (b)Opacité médiastinale, après injection de produit de contraste
 (c)Formations kystiques hépatiques avant injection
 (d)Formations kystiques hépatiques après injection

TABLEAU IV : quatrième cas – interprétation d’un TDM des sinus

Date du transfert	26/04/2002	
N° anonymisation	DK.20020430174101-Mali	
Renseignements cliniques	Processus obstruant la fosse nasale gauche avec diplopie et légère exophtalmie.	
Examens	TDM des sinus	
Interprétation		
	HPG	Marseille
Radiologues	Dr M. TOURE ⁽¹⁾	Dr DUBRULLE ⁽⁸⁾
Description	Masse hémisinusienne droite.	
Diagnostic	Masse hémisinusienne droite dont l’aspect TDM est très évocateur d’une origine tumorale maligne. A confronter avec les données cytologiques.	Cancer du sinus maxillaire qui à envahi l’orbite et les fosses nasales, sans prédictions particulières de son type anapath. Le diagnostic exclut, cependant un fibrome nasopharyngien qui débute dans la fissure ptérygo-maxillaire, libre ici.

Diagnostic concordant : on note en plus un apport d’informations complémentaires.

- =====
- 3. Dr Jean-Paul Vallée , MD, PhD Médecin responsable de l’Unité d’Imagerie Médicale, Division d’Informatique Médicale Hôpitaux Universitaires de Genève Division de Radiodiagnostic et de Radiologie Interventionnelle
 - 4. Dr D. Didier spécialisé en radiologie cardio-vasculaire
 - 5. Pr S. Jéquier spécialisée en radiologie pédiatrique
 - 6. Dr S. SIDIBE, Chef de service Radiologie HPG
 - 7. Dr Giraldi Spécialiste en Radiologie
 - 8. Dr DUBRULLE spécialiste ORL, Marseille



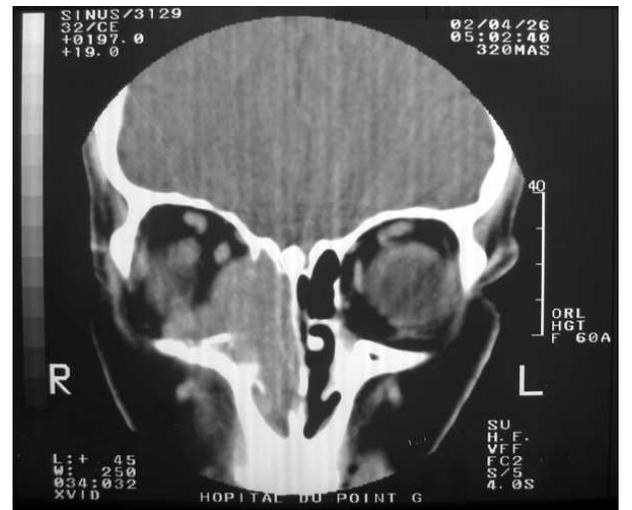
(a)



(b)



(c)



(d)

fig7. (a) et (c) Masse hémisinusienne droite avant injection de produit de contraste
 (b) et (d) Masse hémisinusienne droite après injection de produit de contraste

TABLEAU V : cinquième cas idem quatrième cas – interprétation d’un TDM des sinus

Date du transfert	27/04/2002	
N°anonymisation	DK.20020430174102-Mali	
Renseignements cliniques	Processus obstruant la fosse nasales gauche avec diplopie et légère exophtalmie.	
Examens	TDM des sinus	
Interprétation		
	HPG	HUG
Radiologues	Dr M. TOURE ⁽¹⁾	Dr Jean-Paul Vallée ⁽³⁾ Dr K.O. Lovblad ⁽⁹⁾
Description	Masse hemisinusienne droite.	
Diagnostic	Masse hemisinusienne droite dont l’aspect TDM est très évocateur d’une origine tumorale maligne. A confronter avec les données cytologiques.	Tumeur maligne en raison de la prise de contraste et de la destruction orbitaire. Le diagnostic étiologique le plus vraisemblable (par ordre de probabilité croissante) est : -Un carcinome des fosses nasales -Un lymphome -Une métastase -Eventuellement une sinusite mais cette présentation serait particulièrement agressive.

Diagnostic concordant : on note en plus un apport d’informations complémentaires.

=====
 ===== 9.Dr K.O.
 Lovblad spécialiste en neuro-radiologie

V. COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS

Pendant la période de notre étude, nous avons pu transmettre dix cas. Les cinq premiers n'ont pas été pris en compte car, pour la plupart, ils ont servi à établir, configurer et améliorer les principes de bases de nos transmissions radiologiques.

5.1. Intérêt diagnostique

5.1.1. consensus diagnostique

Le « cas 1 » représente le premier vrai cas de téléradiologie que nous avons pu effectuer avec DicomWork. Les radiologues extérieurs que nous avons consultés pour ce cas ont été ceux de Marseille.

Sur le plan diagnostique les experts du Point-G et ceux de Marseille sont tombés d'accord sur le même diagnostic.

En ce qui concerne le « cas 2 » nous avons aussi un consensus diagnostique. C'est le premier cas transféré aux experts en radiologie des Hôpitaux Universitaires de Genève.

Dans le cas des consensus le bénéfice direct est qu'un médecin généraliste ou spécialiste localisé dans les régions voit non seulement son isolement brisé mais en plus est conforté quant à ses aptitudes médicales.

Dans le cas précis du « cas 2 » le transfert s'est fait directement en fichier attaché à un e-mail au Dr J. P. Vallée de Genève. Ce qui démontre que la réalisation d'un transfert d'images radiologiques ne demande pas forcément tout une panoplie de logiciels dédiés. Une simple connexion Internet par ligne téléphonique ordinaire (accès RTC) et un compte de messagerie électronique(14) suffisent

amplement. Nous avons à ce niveau aussi, eu la confirmation que la qualité des images transmises est au moins égale à celle des films(9,26).

5.1.2. Apport d'expertise

Les cas 4 et 5, représentent ici l'exemple même de l'apport d'expertise. En effet nous avons eu la chance de voir les meilleurs spécialistes de Marseille (Dr DUBRULLE ⁽⁸⁾) et de Genève (Dr J. P Vallée et Dr K.O. Lovblad ⁽⁹⁾), se pencher sur nos cas. Il en est résulté une interprétation riche en enseignement dévoilant tout un pan non exploré de notre cas clinique. Leur analyse non seulement nous conforte dans notre diagnostic mais en plus nous éclaire sur certains aspects que nous n'avions pas pris en compte.

Cet exemple de collaboration révèle le côté télé éducation de la téléradiologie, qui permet aux différents spécialistes de bénéficier de l'expertise de leurs confrères d'ailleurs. C'est un exercice qui pourrait entrer dans le processus des EPU (Enseignements Post Universitaires). On peut aussi devant l'éclairage apporté au diagnostic, prendre en compte certains aspects de l'hypothèse diagnostique qui n'avaient pas été considérés. Ce qui devient d'un intérêt primordial pour le patient qui bénéficie de facto quel que soit l'endroit où il se trouve de l'avis diagnostique des meilleurs spécialistes disponibles. Cela remet sur la sellette le problème de l'égal accès à la qualité de soin(20). Les riches résidents dans les villes où les pays développés ont-il plus droit à une meilleure qualité de soin que les pauvres paysans, fonctionnaires ou travailleurs de campagnes ?

Nous pensons pour notre part que la téléradiologie ici pourrait apporter une solution notable à la qualité de la couverture sanitaire du Mali, et des régions des pays pauvres Africains.

5.1.3. Divergence diagnostique

Nous avons considéré dans notre étude pour des modalités pratiques d'interprétation et d'analyse que toute divergence de diagnostic correspondrait à une erreur de diagnostic.

Le « cas 3 » a été présenté dans des conditions particulières, lors d'un congrès de radiologie, devant 300 personnes. Nous avons transféré le cas depuis Bamako jusqu'à Marseille via Internet en utilisant DicomWork. Il a été reçu, Interprété séance tenante par plusieurs experts radiologues et le résultat transféré à l'Hôpital du Point G à Bamako. Une discussion s'est engagée, devant une divergence de point de vue diagnostique via un logiciel de messagerie instantanée (24,25). Cette discussion a donné lieu à une nouvelle analyse du cas par quatre radiologues de Marseille dont la synthèse diagnostique nous a été communiquée. C'est cette version définitive que nous avons mentionné dans le tableau du cas 3. Ce qu'il est intéressant de noter c'est que malgré les multiples discussions, nous ne sommes arrivés qu'à un consensus partiel. Ce cas très intéressant nous a conduit à faire une recherche sur les erreurs en radiologie.

Dans notre étude nous n'avons pas pris en compte un grand nombre de cas, qui nous aurait permis de faire une étude statistique du taux d'erreurs d'interprétation, mais nous constatons

cependant que sur les cinq cas étudiés nous avons une erreur diagnostique (le cas 3).

Nous, nous sommes donc tourné vers la littérature où une étude menée par I. GODDARD, A. LESLIE et A. JONES(20), nous révèle un taux d'erreur d'interprétation en radiologie qui surprendrait bien des radiologues.

Le résultat de leur étude est présenté dans le tableau 6 (Page 75). L'étude révèle une amélioration de la sensibilité de 79% à 85% dans le cadre de l'interprétation de scanner abdominal et pelvien lorsqu'on demande un second avis médical, bien que la spécificité ne soit pas significativement modifiée. La précision diagnostique passe de 84% à 88,5% et les erreurs chutent de 16% à 11,5%. Il n'est pas possible dans cette étude de démontrer de combien le pourcentage des erreurs restantes est réductible, mais l'étude a cependant montré que le second avis réduit clairement les erreurs évitables de 4,5%.

La mauvaise interprétation d'éléments reconnaissables pourrait être due à un certain nombre de facteurs dont :

- les variations individuelles, incluant les variations de compte rendu entre le normal et le subnormal ;
- les facteurs techniques ;
- les coopérations variables ;
- les fausses localisations ;
- les diagnostics différentiels imprécis et les renseignements cliniques incorrects.

Les erreurs d'interprétation peuvent être réduites à la fois par les améliorations au niveau des connaissances et du système.

L'amélioration des connaissances et de l'habileté peut inclure :

- la connaissance de l'histoire et des symptômes cliniques ;
- la comparaison avec les études précédentes ;
- l'analyse systématique de tous les compartiments anatomiques ;
- la sélection soigneuse des investigations radiologiques ou cliniques initiales et ultérieures ;

Les changements du système comprennent :

- l'amélioration des conditions de travail et du temps disponible pour l'interprétation ;
- l'altération des équipements pour prévenir les erreurs accidentelles ;
- le second avis ;
- l'enregistrement régulier des discussions entre cliniciens et radiologues.

Nous nous rendons compte à travers cette étude, de la nécessité du second avis en radiologie non seulement en ce qui concerne les spécialistes en radiologie mais aussi et surtout en ce qui concerne les médecins généralistes. Dans notre contexte, dans les régions du Mali, ce sont les médecins généralistes qui interprètent les examens radiologiques dans les régions. Au vu de ce qui précède, nous conviendrons ensemble qu'un système de téléradiologie, même basique est plus que nécessaire pour éviter les conséquences d'un nombre non négligeable d'erreurs diagnostiques qui peuvent se révéler préjudiciable pour la santé de la population.

Pour nous il est donc nécessaire de mettre en place des coopérations que nous qualifierons de « téléradiologiques », entre les

radiologues spécialistes des différents centres du monde entier, mais aussi et surtout entre les centres de référence des capitales et les centres ruraux dépourvus de spécialistes.

Tableau 6. Error rates in general radiological reporting

	Agreement	Error		
<i>Chest radiology</i>				
Chest radiographs of 139 children with solid tumours or leukaemia [2]	Agreement with consensus	Error		
Radiologist	91%	9%		
Physician 1	62%	38%		
Physician 2	46%	54%		
Frequent errors in the interpretation of chest radiographs [3]		False negative 20–30%	False positive 2–5%	
<i>CT</i>				
Preliminary reports of 289 cranial CT examinations by residents [4]		Moderate or major errors 2%		
CT of abdomen and pelvis in 98 patients with ovarian carcinoma and 49 women who were disease free [5]	Accuracy	Total error		
For single reading	84%	16%		
For replicated reading	88.5%	11.5%		
General CT reporting in 50 cases, two readers [6]	Both readers agreed with consensus	Divergence	Mean error of individual reading	
Double or replicated reading	60%	40%	20% ^a	
CT of abdomen in 694 consecutive patients [7] by five faculty radiologists		Error of individual reading 3.6–16.1%		
<i>Barium studies</i>				
Double contrast barium enema: effect of multiple reading [8]	Individual agreement with consensus	Total error		
One reader	70.2%	29.8%		
Two readers	83.3%	16.7%		
Three readers	89%	11%		
A negative double contrast barium meal: 441 patients [9]		False negative 5.2%	Major error 2%	
<i>MRI</i>				
MRI of the knee [10, 11]		Error 6–20%		
General MRI, 100 consecutive examinations reviewed by two radiologists [12]	Both readers agreed with consensus	Mean error of individual reading: minor error	Mean error of individual reading: major error	Mean error of individual reading: total
	61%	8% ^a	11.5% ^a	19.5% ^a

^aMean average for the two radiologists.

(20)

5.2. Evaluation du bénéfice d'un système de téléradiologie

Dans notre étude nous avons utilisé un système basique de téléradiologie(14) que nous avons monté nous même pour les besoins de l'étude. Nous avons bénéficié, il est vrai de la connexion Internet gracieusement offerte à l'Hôpital du point-G par le projet pilote de Télémédecine « Keneya Blown »(27), d'un ordinateur pentium 3 équipé de 64 Méga octets de mémoire RAM et de 20 Giga octets de Disque Dur dont le coût peut être estimé à environ 750.000 F cfa (sept cents cinquante milles francs cfa), d'un scanner à plat, pouvant être estimé à environ 150.000 F cfa et d'un appareil photo numérique dont la valeur est d'environ 700.000 F CFA (sept cents milles francs) mais qui peut être aisément remplacé par un scanner de film, plus facile d'utilisation et moins coûteux (environ 400.000 F cfa).

Nous pensons d'après notre expérience et d'après la littérature(14) qu'un système basé sur un ordinateur doté d'un logiciel d'archivage et de transmission d'image et d'un logiciel de retouche d'image, associé à un scanner de film, donc un matériel d'un coût approximativement égal à 1.500.000 F cfa (Un million cinq cent milles francs cfa), serait suffisant pour faire de la téléradiologie sous nos cieux, dans des conditions acceptables.

Cette somme nous le pensons contrairement à l'étude menée par Peder Andreas Halvorsen (28)qui affirme que l'implémentation d'un système de téléradiologie revient plus cher que le fait de transférer tous les patients vers un centre de référence ou de faire tous les examens dans la localité rurale concernée, que le coût d'un tel

système pourra vite être amorti par les bénéfices engendrés sur les économies de coût liées aux transferts non nécessaires de patients, aux coûts supplémentaires engendrés par un mauvais traitement induit par un mauvais diagnostic et sur les économies réalisées sur les prises en charge faites sur place sous surveillance d'un expert distant. Il ne faut pas non plus perdre de vue qu'un système de téléradiologie peut servir aussi à transférer des images d'anatomie-pathologie, de pièces opératoires, de dermatologie ou servir de canal pour une prise en charge diabétologique.

Nous le pensons, même si nous n'avons pas pu réaliser d'enquête à ce sujet, que les patients seraient prêts à payer des frais supplémentaires à l'hôpital pour bénéficier des services offerts par la téléradiologie. Pour finir notons que sur le terrain du transfert interhospitalier de patients neurochirurgicaux, la téléradiologie se révèle totalement indispensable sur le terrain de la gestion de la prise en charge, comme l'ont si bien démontré WS Poon et KYC Goh(9), et sur celui de l'égal accès à la qualité de soin.

V. RECOMMENDATIONS

RECOMMANDATIONS

6.1. Aux autorités :

- ✓ Elaborer une politique nationale de télémédecine qui posera les bases de toutes les activités dans ce secteur. Ceci permettra un développement harmonieux et pertinent des applications de télémédecine au Mali et garantira à la population d'être toujours la bénéficiaire.
- ✓ Etablir un véritable système d'enseignement post-universitaire basé sur la télémédecine.
- ✓ Elaborer un projet pilote de télémédecine mettant en œuvre les principales applications immédiatement accessibles, utiles et peu coûteuses de la télémédecine, en tenant compte des structures et projets déjà existants.

6.2. Aux structures hospitalières :

- ✓ Evoluer vers l'informatisation du système de gestion hospitalière
- ✓ Investir dans un PACS pour les hôpitaux nationaux ce qui permettra d'évoluer vers une base de données structurée des patients qui pourra à la longue servir dans le cadre d'un dossier patient informatisé.

6.3. Aux spécialistes de la santé :

- ✓ Investir dans la formation personnelle d'initiation à l'Internet
- ✓ Profiter des nouvelles technologies de l'informations pour se former sur les nouveautés dans le domaine de la santé

VI. CONCLUSION

CONCLUSION

Tout au long de notre étude nous avons démontré l'importance et la nécessité de l'implémentation de la télémédecine en général et de la téléradiologie en particulier dans notre système de santé.

Il est nécessaire de nous défaire des préjugés selon lesquels la télémédecine n'est pas pour l'Afrique, parce que trop pauvre pour se payer le matériel nécessaire. Nous disons plutôt que l'Afrique doit s'approprier la télémédecine de façon réaliste en implémentant en priorité les applications les plus adaptées et si possibles les moins coûteuses. La télémédecine est l'opportunité qui nous est offerte pour, d'un bond équivalent à plusieurs décennies d'évolutions, atteindre un taux de couverture sanitaire acceptable pour nos populations. Cette couverture sanitaire se fera à la fois sur le plan qualitatif, par la mise à niveau de tous les professionnels de la santé quel que soit leur localisation dans le pays et sur le plan quantitatif, par la couverture du territoire national.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'évolution vers un tel système se révélera très vite plus rentable et plus bénéfique que les systèmes existants.

Nous espérons que cette étude pourra contribuer à la marche du continent tout entier vers la médecine moderne.

Bibliographie

- 1 Pr. Guy Frija. Radiologie et Cybermédecine. Le Medecin Electro-Radiologiste Qualifié de France octobre2000, p7.
- 2 MeSH (Medical Subject Headings), <http://www.nlm.nih.gov/mesh/> .
- 3 Patrick RAMPAL Doyen de la Faculté de Médecine de Nice UNSA Infos - Février 1997, http://wwwmed.unice.fr/index_edito_html - Juin 2002.
- 4 Fleur de MONTBEL, Carine MARTAGEIX et Bruno SAILLE - Juin 1998 <http://www.esse-metz.fr/metz/eleves/themes/imagerie/>
- 5 Caducee.net -juin 2002
<http://www.caducee.net/Dossierspecialises/grandsite/telemedecine.asp?>
- 6 American College of Radiology, ACR Standard for Teleradiology, 1994, p3.
- 7 Y. Gandon et JF. Heautot. Faut-il developper les PACS? Journal de Radiologie 1998 :1445-1446
- 8 Seong K. Mun and Jeanine W. Turner. TELEMEDECINE: Emerging e-medicine Annu. Rev Biomed. Eng. 1999. 01:593-597
- 9 Poon WS, Goh KY. The impact of teleradiology on the inter-hospital transfer of neurosurgical patients and their outcome Hong Kong Med J. 1998 Sep;4(3):293-295. PMID: 11830685 [PubMed - as supplied by publisher]
- 10 Lee T, Lathman J, Kerr RS, et al. Effect of new computed tomographic image transfert system on management of referrals to a regional service. Lancet 1990;336:101-3
- 11 Gray WP, Somers J, Buckley TF. Report of notional neurosurgical teleradiology system. J Telemed Telecare 1997;3(1 Suppl):36-7.
- 12 Sheng OR, Hu PJ, Au G, Higa K, Wei CP. Urban teleradiology in Hong Kong. J Telemed Telecare 1997;3:71-7.
- 13 Oguchi K, Murase S, Kaneko T, Takizawa M, Kadoya M. [Preliminary experience of wireless teleradiology system using Personal Handyphone System]
- 14 Richard Wright, Claire Loughrey. Teleradiology. BMJ 1995;310:1392-1393 (27 May)
- 15 James J. A. McAleer, Desmond O'Loan, Donal P. Hollywood. Broadcast Quality Teleconferencing for oncology. The Oncologist 2001;6:459-462.
- 16 Jaakko Niinimäki, Arto Holopainen, Jari Kerttula, Jarno Reponen. Security Development of a pocket-Size Teleradiology Consultation System. MEDINFO 2001;1266-1270
- 17 Vuletic S. Teleradiology in Croatia. J Telemed Telecare. 2001;7 Suppl 1:73-5. PMID: 11576501 [PubMed - indexed for MEDLINE]

- 18 Crowe BL. A review of the experience with teleradiology in Australia. J Telemed Telecare. 2001;7 Suppl 2:53-4. Review. PMID: 11747659 [PubMed - indexed for MEDLINE]
- 19 H C Mulholland, F Casey, D Brown, N Corrigan, M Quinn, B McCord, J Rogers, B G Craig. Application of low cost telemedicine link to the diagnosis of neonatal congenital heart defects by remote consultation. BMJ 25 January 1999
- 20 P GODDARD, MD, FRCR, A LESLIE, MRCP, FRCR, A JONES, MRCP, FRCR, C WAKELEY, FRCS, FRCR and J KABALA, MRCP, FRCR. Error in radiology. The British Journal of Radiology, October 2001;949:951
- 21 Penn States Radiology. Physician Ressources - DICOM. <http://www.xray.hmc.psu.edu/physresources/dicom/index.html>, June 2002
- 22 <http://www.dicomworks.com>, Juin 2002.
- 23 <http://www.adobe.com>, Juin 2002.
- 24 <http://messenger.yahoo.com/>, Juin 2002
- 25 <http://messenger.msn.fr/>, Juin 2002
- 26 Goldberg MA, Rosental DI, Chew FS, Blickman JG, Miller SW, Mueller PR. New high-resolution teleradiology system: prospective study of diagnostic accuracy in 685 transmitted clinical cases. Radiology 1993;186:429-34.
- 27 Ousmane Ly, étude de faisabilité technique de la télémédecine au Mali : Cas du projet pilote de Télémédecine « Kènèya blown = le vestibule de la santé » et de la Télépathologie au laboratoire de biologie clinique de la FMPOS. 2002 ;2-50.
- 28 Peder Andreas Halvorsen. Radiology service for remote communities: cost minimisation study of telemedicine. BMJ 1996;312:1333-1336 (25 May)

Fiche signalétique

Nom : TOHOURI

Prénoms : Romain-Rolland François Charlemagne Golly Kobrissa

Année de soutenance : 2001 - 2002

Titre de la Thèse : 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.

Ville de Soutenance : Bamako

Pays d'origine : Côte d'Ivoire

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la faculté de médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie de Bamako au Mali.

Secteurs d'intérêt :

Télémédecine, téléradiologie, radiologie, informatique médicale, Santé Publique, développement logiciels.

RESUME :

Objectif : Démontrer que la téléradiologie présente un intérêt certain pour l'amélioration des soins de santé au Mali.

Matériel et méthode : Notre étude c'est déroulé entre le service de Radiologie de l'Hôpital du Point G, le service de Radiologie de l'Hôpital de Marseille et le service de Radiologie des Hôpitaux Universitaires de Genève.

Nous avons réalisé une étude prospective portant sur cinq cas, réalisée entre le 15 février et le 15 juin 2002.

Le matériel utilisé était composé d'un ordinateur connecté à Internet, d'un scanner, d'une camera web et d'un appareil photo numérique.

Résultats :

Sur le cinq cas ayant fait l'objet de notre étude sur la téléradiologie, deux ont fait l'objet d'un consensus diagnostique, deux autres d'un consensus diagnostique avec en plus un apport d'informations importantes pour le diagnostic et une erreur diagnostique.

Ces résultats nous ont permis de mettre en évidence plusieurs apports de la téléradiologie, notamment :

- rupture de l'isolement clinique ;
- confirmation des aptitudes diagnostiques ;
- enseignements post-universitaires
- amélioration de la précision diagnostique
- amélioration de la prise en charge et du transfert des patients à distance
- diminution des erreurs diagnostiques de 16% à 11,5% lors de la demande d'un second avis

Il a été aussi mis en évidence que le rapport coût /efficacité est en faveur de la téléradiologie.

il est donc nécessaire de mettre en place des coopérations que nous qualifierons de « téléradiologiques », entre les radiologues spécialistes des différents centres du monde entier, mais aussi et surtout entre les centres de référence des capitales et les centres ruraux dépourvus de spécialistes via un système simple de téléradiologie.

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