



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Spécialité : Télémédecine

Présenté par : **BRAHMI Sarah** et **BENZIANE Zahra**

**La compression des images médicales sous un
Smartphone Android**

Soutenu le 20 Septembre 2017 devant le Jury

Mme	ZIANI CHERIF Souhila	MC	Université de Tlemcen	Président
Mr	MERZOUGUI Rachid	MC	Université de Tlemcen	Encadreur
Mme	MEZIANI Fadia	MA	Université de Tlemcen	Examineur

Année universitaire 2016-2017

Dédicace

À mes chers parents,

Et toute ma famille,

Sans lesquels, je ne serai pas ici aujourd'hui.

À mes très chères sœurs

Et mes frères

Que Dieu leurs pardonne et leurs accorde sa miséricorde.

À tous ceux qui m'ont soutenu et m'ont encouragé depuis mes premiers pas dans cette vie.

Je leurs dédie ce modeste travail, en espérant qu'il soit à la hauteur de leurs attentes.



Merci

BRAHMI Sarah



Merci

BENZIANE Amira Djihad

Dédicace

Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions.

Je dédie ce travail :

A Mon très cher père

*L'homme qui a tellement sacrifié pour moi et qui mérite toute ma reconnaissance
Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que vous méritez.*

Ma très chère mère

*Je n'oublie pas ses sacrifices : l'amour qu'elle m'a donné et Pour ces encouragements,
je te souhaite la joie et de bonne santé.*

A mon très cher frère Mohamed

*Mon cher frère qui m'est le père et la mère, les mots ne suffisent
guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.*

A ma très chère sœur Kheira

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence.
Je dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

A ma très chère sœur Amina Djihad

*En témoignage de mon amour éternel que Dieu te garde,
vous protège et vous offre une vie pleine de joie et je vous souhaite la réussite.*

A mon très cher petit frère Abdelkader

*Mon cher petit frère, Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.
Je t'exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour.*

Merci
BENZIANE Zahra

Dédicace

A toute ma famille

BENZIANE et ma deuxième famille BOUZIANI

A ma chère binôme

« Brahmi Sarah » et à toute sa famille

A mes chères ami (e)s

Benabdelkarim F., Benlaaradj H., Derbal S.,

Eloudi H. et leurs familles.

A tous les GBMistes « promotion 2012 ».

A Tous ceux Que j'aime



Merci

BENZIANE Zahra

Remerciements

On arrivant a la fin d'un travail après des efforts et attentions, en réalité ce n'est pas un travail qui a vraiment de la valeur, mais des choses plus importantes que nous venons de subir durant la réalisation, tout le bonheur dans l'environnement qui nous entour, des aimables gens souriants qui nous donnent leurs soutien et leurs confiance, s'est bien sa le vrai gain.

A la lumière de ces dires nous tenons à exprimer nos remerciements

Les plus vifs et les plus sincères à :

A Mr. MERZOUGUI RACHID

Notre encadreur, Professeur à l'Université ABOUBEKR BELKAID. Nous le remercions pour ses précieux conseils, qui nous a permis une progression concrète dans ce projet.

Nous tenons à remercier Mme ZIANI CHERIF Souhila d'avoir accepté d'être président du jury.

Nous remercions également tous les membres du jury d'avoir accepté d'assister à la présentation de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Merci
BENZIANE Zahra
BRAHMI Sarah

Résumé

Résumé

La transmission des images médicales sur de grandes distances (la télé-imagerie) est un sujet en plein développement, du fait de la « révolution numérique » que connaît le monde médical actuellement. La contrepartie de ce rapport réside à la compression des images médicales qui doit généralement être effectuée sans détérioration de l'image originale. L'état de l'art se focalise donc sur les techniques n'introduisant aucune perte (le cas d'une compression réversible).

L'objectif de notre étude consiste justement de développer une application médicale mobile de télé-imagerie sous Android pour le transfert des images médicales. L'algorithme implémenté permet de coder les images médicales au format JPEG afin de palier la saturation des dispositifs de stockage et la bande passante lors de la transmission de ces données, et par conséquent d'accélérer le débit de la transmission.

Un tel progrès nécessite un gros moyen ainsi qu'une grosse infrastructure aujourd'hui un simple Smartphone doté de l'Android peut suffire.

Mots clés : Télé-imagerie, Compression, Compression réversible, Stockage, Android, JPEG, Transmission.

Résumé

Abstract

The transmission of the medical images on great distances (the tele-imaging) is a subject in full development, because of the "digital revolution» which knows the medical world at present. The compensation of this report is in the compression of the medical images which must be generally made without deterioration of the original image. The state of the art thus focuses on techniques introducing no loss (the case of a reversible compression).

The objective of our study consists exactly in developing a mobile medical application of tele-imaging under Android for the transfer of the medical images. The implemented algorithm allows to code the medical images in the JPEG format to landing the saturation of the devices of storage and bandwidths during the transmission of these data, and consequently to accelerate the flow of the transmission.

Such a progress requires a big way as well as a big infrastructure today a simple Smartphone of endowed with Android can be enough.

Keywords : Tele-imaging, Compression, Reversible compression, Storage, Android, JPEG, Transmission.

Table des matières

Remerciement.....	I
Résumé	II
Abstract	III
Table des matières	IV
Liste des figures	VIII
Liste des tableaux	X
Glossaire.....	XI
Introduction générale.....	XIV

<p style="text-align: center;">Chapitre I : <i>Le contexte médical</i></p>
--

I.1. Introduction	1
I.2.M-health	1
I.2.1. Avantages de M-health.....	3
A. Pour les patients	3
B. Pour les médecins	3
I.2.2.Smartphone	3
A. Références et bases de données médicamenteuses	4
B. Calculateurs médicales	5
I.3.Télémédecine	6
I.3.1. Définition.....	7
I.3.2.les actes de télémédecine.....	7
A. La téléconsultation	7
B. La télé-expertise	8
C. La télésurveillance	8
D. La téléassistance	9
I.3.3.Avantages de la télémédecine	9
I.3.4.Freins au développement	10
I.4. La télé-imagerie	10
I.4.1.Avantages	12

Table des matières

I.4.2.Inconvénients	12
I.5.Conclusion	12

<p style="text-align: center;">Chapitre II : Généralités sur les techniques de la compression d'images</p>
--

II.1. Introduction	13
II.2. Concepts généraux sur l'image.....	13
II.2.1.Image.....	13
II.2.2. Image numérique.....	13
a. Image Bitmap (BMP ou matricielle)	13
b. Image vectorielle	14
II.2.2.1.Caractéristiques d'une image numérique.....	14
II.2.3.Image volumique	16
II.2.3.1.Tomodensitométrie	16
II.2.3.2.Imagerie par résonance magnétique	17
II.2.4. Formats d'images	17
II.3. DICOM.....	18
II.4.Compression	19
II.4.1. Evaluation de la qualité d'une compression	20
II.4.1.1. Taux de compression.....	20
II.4.1.2. Entropie	20
II.4.1.3 Mesures de distorsion.....	21
II.4.2. Méthodes de compression.....	21
II.4.2.1. Compression sans perte.....	21
A. Codage RLE.....	22
B. Codage de Huffman	23
C. Codage LZW	24
II.4.2.2. Compression avec perte	25
A. Codage par quantification	25

Table des matières

B. Codage par prédiction	25
C. Codage par transformation.....	25
II.5. Norme JPEG	26
II.5.1. Mode sans perte	28
II.5.2. Mode avec perte	29
II.5.3. Inconvénients de l’algorithme JPEG.....	30
II.5.4. JPEG 2000 sans pertes	31
II.6. Conclusion	31

Chapitre III :

Développement de l’application Sous Android

III.1. Objectif	32
III.2. Bilan d’analyse	32
III.2.1. Technologie d’accès mobile	32
A. GSM (2G)	32
B. UMTS (3G)	33
III.2.2. Communication via internet	33
A. Protocole http	33
B. Protocole HTTPS	33
III.2.3. Système d’exploitation Android	34
A. Définition	34
B. Versions d’Android	34
C. Statistiques sur le marché	35
III.2. 4. Outils de développement	37
A. Environnement Eclipse	37
B. SDK	37
C. Android Développement Tools ADT	38
III.3. Application réalisée	39
III.3.1. Déroulement des opérations comme suit	40
III.3.2. Présentation d’application	44
III.3.3. Autre exemple de notre application	41

Table des matières

A. Image Radiologie.....	46
B. Image IRM.....	47
III.4. Résultats et discussion	48
III.5. Conclusion	48
Conclusion Générale	49
Bibliographie.....	50

Chapitre I :
Le contexte médical

Figure (I.1) : Plateforme M-Health	1
Figure (I.2) : Suivre L'état de sante avec un Smartphone	2
Figure (I.3) : Smartphone	3
Figure (I.4) : Divers bases de données médicamenteuses (Lexicomp ,Epocrates, iKomp)..	4
Figure (I.5) : calculateur Médical (Medcal)	5
Figure (I.6) : Téléconsultation	7
Figure (I.7) :Télé-expertise	8
Figure (I.8) : Télésurveillance	9
Figure (I.9) : Téléassistance	9
Figure (I.10) : Image radiologie (PNG)	11
Figure (I.11) : Image scanner (JPEG)	11
Figure (II.12) : Image TEP (JPEG).....	11
Figure (I.13) : Image IRM (PNG)	11
Figure (I.14) : Image TEMP (JPG)	11

Chapitre II :
Généralités sur les techniques de la compression d'images

Figure (II.1) : Image Bitmap avec agrandissement successif.	14
Figure (II.2): Image vectorielle	14
Figure (II.3): Variation du nombre de niveaux de gris.	16
Figure (II.4) : Exemple de coupe TDM.....	16
Figure (II.5) : Exemple de coupe IRM	17
Figure(II.6) : Schéma général de la compression.....	19
Figure (II.7): Principe général de la compression/décompression JPEG.....	28
Figure (II.8) : Principe de la Compression JPEG sans pertes	29

Figure (II.9): JPEG sans perte	29
Figure (II.10) : Principe de la Compression JPEG avec pertes.....	30
Figure (II.11) : Principe général de la codage/décodage JPEG2000.....	31

Chapitre III :

Développement de l'application Sous Android

Figure (III.1): Système d'exploitation Android	34
Figure (III.2): Slogans des versions Andriod	35
Figure(III.3): Partition du marché des Smartphones par système d'exploitation	36
Figure(III.4): Livraison mondiales des Smartphone	36
Figure(III.5): Environnement Eclipse.....	37
Figure(III.6): SDK manager	38
Figure(III.7): Outils de développement d'Android	39
Figure(III.8) : Plateforme de notre application.....	40
Figure (III.9) : Interface principale de notre application	41
Figure (III.10) : Photo capturée par la caméra émulée	42
Figure (III.11) : Photo sélectionnée en Galerie	42
Figure (III.12) : Compression d'une photo émulée.....	43
Figure (III.13) : Compression d'une image médicale.....	43
Figure (III.14) : Image compressée et enregistrée dans la Galerie.....	43
Figure (III.15) : Image médicale compressée et enregistrée dans la Galerie	44
Figure(III.16) : image original	44
Figure(III.17) : image compressée.....	44
Figure (III.18) : Transfert d'images entre le Mobile et le Serveur.....	45
Figure (III.19) : Compression d'une image de radiologie avec notre application	46
Figure (III.20) : Compression d'une image IRM à l'aide de notre application	47

Liste des tableaux

Tableau (III.1) : Versions d'Android..... 35

Glossaire

A

AVC : Accidents Vasculaires Cérébraux.

ASCII: American Standard Code for Information Exchange.

B

BMP: Batch Message program Processing.

C

CD-ROMS: Compressed Disc – Read Only Memory.

D

D.T.E: Data Terminal Equipment.

D.C.E: Data Communication Equipment.

DICOM: Digital Imaging and Communication in Medicine.

DPCM: Differential Pulse Code Modulation.

DCT: Discrete Cosine Transform.

E

E-Health: Electronique-Health.

EPS : Encapsulated Postscript (file extension).

G

GIF : CompuServe Graphics Interchange Format.

H

HTTP: HyperText Transfer Protocole.

HTTPS : HyperText Transfer Protocole Secured.

I

IRM: Imagerie par résonance magnétique.

IDE : Environnement de Développement Intégré.

iOS : iPhone OS.

Glossaire

J

JPEG: Joint Photographic Expert Group.

JPEG-LS: Joint Photographic Expert Group Lossless.

L

LZW: Lempel Ziv Welch.

M

MCU : Minimal Coded Unit.

MSE: Mean Squared Error.

N

NTIC: Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication.

P

PIM: Personal Information Management.

PDA : Pocket Digital Assistants.

PDF : Portable Document Format.

PACS: Picture Archiving Communication System.

PCX :Private Communications Exchange.

T

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication.

TIFF: Tagged Image File Format.

TDM: Tomodensitomètre.

TCP : Transport Control Protocol.

R

RLE : Run-Lenght Encoding.

Glossaire

S

SDK : Software Development Kit

SIGFU : Système d'Information de Gestion Financière et d'Utilisation hospitalière.

Introduction Générale

Depuis quelques années, de nombreuses évolutions réalisées dans les environnements mobiles et les réseaux sans fil suscitent un intérêt croissant pour l'informatique mobile, et avec ces évolutions technologiques, nous sommes amenés à manipuler des données de plus en plus importantes, à les stocker et les échanger. Bien que les capacités de stockage augmentent, trouvé comment diminuer efficacement le volume prise par ces données reste d'un intérêt majeur. C'est notamment le cas des images.

La société actuelle produit un nombre croissant des images qui proviennent de différents secteurs tels que : la physique, la biologie, l'industrie, la culture, le tourisme, la finance et la médecine.

La représentation numérique de ces images médicales crée ainsi des problèmes de stockage et de transmission. La solution à ces problèmes nécessite de faire appel à des algorithmes de compression. Cette opération devient plus que nécessaire vu le volume important d'information mis en œuvre lors de l'utilisation des images numériques. De plus, la compression présente un intérêt évident pour la transmission rapide des images qui peut s'avérer délicate du fait des bandes passantes existantes limitées. C'est notre but de notre projet de fin d'étude.

Dans ce contexte, l'application proposée n'a pas nécessité de gros moyens ainsi qu'une grosse infrastructure, puisque aujourd'hui un simple Smartphone Android peut suffire en exploitant un nouvel outil de simulation Android. L'application consiste à compresser les images médicales (Galerie ou caméra) sur Smartphone Android en exploitant le codage JPEG, puis de les stocker et de les transmettre à un serveur distant.

L'organisation générale du mémoire est décrite ci-dessous :

Le premier chapitre est consacré à une étude générale sur les aspects du M-health, de la télémédecine et la télé-imagerie en particulier, en mettant clairement l'utilité et l'importance des Smartphones dans le domaine des applications mobiles de santé.

Introduction Générale

Dans le deuxième chapitre nous présentons quelques concepts généraux sur l'image, en précisant les différents formats d'images. Il expose par la suite les principales méthodes de compression en précisant la norme JPEG et ses caractéristiques.

Finalement, le troisième chapitre aborde notre simulation. Il s'agit d'implémenter le codage JPEG sous Android afin de réduire le volume à transmettre.

I.1. Introduction

La dernière décennie a été marquée par l'évolution technologique dans le secteur de l'information et des communications (TIC) qui permet d'envisager de nouvelles façons d'exercer la télémédecine. En effet, le grand succès commercial des Smartphones, a motivé le développement industriel ainsi que la mise sur le marché de nombreuses solutions technologiques visant à offrir plus de services avec un maximum de confort à l'homme du 21ème siècle. Ces développements permettent désormais aux professionnels de santé d'effectuer des examens, de poser des diagnostics ou encore de partager à distance des données avec leurs patients

Ce chapitre a pour objectif principal de situer le contexte médical de notre travail, en mettant en évidence la diversité des TIC appliqué actuellement en médecine et en plus particulièrement en télé-imagerie.

I.2. M-health

Le terme m-health (mobile health) ou santé mobile signifiant l'utilisation des appareils de communication mobiles, comme les téléphones mobiles, les Smartphones, les tablettes dans les services de santé [1]. Le domaine m-health intègre une partie de la télémédecine et des (TIC). Les applications m-health comprennent l'utilisation d'appareils mobiles dans la collecte des données médicales, la prestation des soins de santé et le suivi en temps réel des signes vitaux des patients (**figure I.1**).



Figure (I.1) : Plateforme M-health.

On trouve trois grands types d'applications m-health:

- Les applications destinées à rendre le malade autonome en lui permettant de contrôler par lui-même et à domicile son état de santé (balance communicante, application mobile permettant de mesurer la glycémie, ...).
- Les applications destinées aux professionnels de santé (applications permettant de consulter des radiographies de patients ou des reconstitutions d'images 3D d'organes depuis sa tablette tactile,...).
- Les applications dédiées au grand public (application mobile prodiguant des conseils de bien-être, hotline santé, ...) [2].

En optimisant nos terminaux mobiles, ils seraient en mesure de contrôler notre température corporelle, de suivre de nombreux symptômes grâce aux mesures biométriques, de diagnostiquer une maladie et de prescrire le traitement le plus efficace (**figure I.2**).



Figure (I.2) : Suivre l'état de santé avec un Smartphone.

À l'heure d'aujourd'hui, plus de 100000 applications dans le domaine de la santé et du bien-être sont déjà disponibles. En voici quelques-unes :

- **Diabet TEAM** : Application qui aide les patients souffrant du diabète de type 1 à mieux gérer leur alimentation. Elle permet également de connaître la dose d'insuline à s'injecter.
- **Skin Scan** : Application qui analyse la peau et détecte de potentiel développement de mélanome.

- **Cardio test** : Outil de prévention et de sensibilisation aux affections cardio-vasculaires, il indique notamment comment réagir face à des situations d'urgence.

I.2.1. Avantages de M-health

A. Pour les patients

- Réduction de frais médicaux.
- Suivi médical autonome.
- Réactivité accrue en cas de problème de santé.

B. Pour les médecins

- Gain de temps car moins de visites.
- Meilleure gestion des patients et des urgences à traiter.
- Possibilité de gérer plus de patients à la fois.

I.2.2. Smartphones et quelques applications

Le terme «Smartphone» ou «téléphone intelligent» se réfère à une classe de nouveaux téléphones cellulaires facilitant l'accès aux données et le traitement (**figure I.3**) avec une puissance de calcul importante.



Figure (I.3) : Smartphone.

En plus des communications vocales classiques et de la fonctionnalité de messagerie, un Smartphone fournit habituellement des applications de gestion des informations personnelles

(PIM) et une certaine capacité de communication sans fil. On distingue quelques exemples d'applications médicales sur les Smartphones :

A. Références et bases de données médicamenteuses

Parmi les premiers outils disponibles lors de l'apparition des (PDA), le concept des bases de données médicamenteuses a relativement peu évolué, même si les processus de mise à jour permettent désormais d'avoir les informations les plus actuelles et qu'il existe désormais des outils pour évaluer le risque d'interactions médicamenteuses.

Les plus anciennes et probablement les mieux connues de ces bases de données sont celles mises à disposition par (LexiComp) et (Epocrates). Disponibles sur abonnement annuel (version light gratuite pour Epocrates), ces deux applications comprennent plusieurs outils, et, pour (LexiComp) par exemple, à côté de la base de données des médicaments standard (Lexi-Drugs), sont disponibles notamment une version pédiatrique (Pediatric Lexi-Drugs), une sur les examens de laboratoire et les procédures diagnostiques (Lab and Diagnostic Procedures), les maladies infectieuses (Infectious Diseases), la toxicologie (Lexi-Tox) et sur des informations pour les patients (Adult-Patient Education et Pediatric Patient Education) (**figure I.4**).



A) LexiComp.

B) Epocrates.

C) iKomp.

Figure (I.4) : Divers bases de données médicamenteuses (LexiComp, Epocrates, iKomp).

L'augmentation de la taille de la mémoire disponible dans les Smartphones et tablettes récents a également permis l'intégration d'outils d'identification visuelle de la plupart des comprimés de médicaments administrables par voie orale [3], [4].

B. Calculateurs médicales

Les calculateurs sont disponibles en nombre, selon les spécialités, et parmi ceux-ci mentionnons l'excellent Medcal (voir figure I.5). Cette application est certainement une à classer parmi les indispensables, et existe en une version light qui permet d'enregistrer, d'envoyer ou d'imprimer certaines variables sur Smartphone.



Figure (I.5) : Calculateur médical (Medcal).

Les possibilités, existantes ou à venir, que nous font miroiter l'utilisation des technologies mobiles sont donc enthousiasmantes, mais leur utilisation en pratique et en particulier l'informatisation de données cliniques ouvrent également la voie à toute une série de dérives et de dangers potentiels liés au respect de la confidentialité, à la protection de ces données et à l'apparition de nouveaux types d'erreurs dont l'ampleur peut théoriquement être d'une toute autre envergure qu'à l'âge du tout papier.

En effet, depuis plus d'une décennie le monde médical vit une véritable révolution dans les méthodes diagnostiques, thérapeutiques et pronostiques, cette révolution est due aux TIC conduisant à une nouvelle pratique appelée la télémédecine. Cette terminologie désigne l'utilisation des TIC pour permettre l'accès et la prestation des soins à distance, recueillir, organiser et partager les informations médicales requises afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic, un traitement ou un pronostic.

I.3. Télémédecine

La télémédecine s'inscrit dans ce cadre et consiste à partir de transferts électroniques (son, images statiques ou dynamiques, texte) en temps réel ou en différé, à pratiquer la médecine à distance, à augmenter les échanges scientifiques et à faciliter l'accès à l'expertise médicale.

On peut répartir les innovations réalisées dans les technologies de l'information en trois catégories principales, dont l'une est la télémédecine. Ces trois catégories 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, 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, systèmes d'information hospitaliers, SIGFU...
- La télémédecine ou technologies utilisées pour permettre des prestations de soins à distance, recueillir, organiser et partager les informations cliniques requises(entre les prestataires et les patients) afin d'évaluer l'état du patient, de poser un diagnostic et d'établir un traitement, comme les vidéos interactives, les systèmes de télé-radiologie, d'enregistrement et de retransmission, les aides à la décision informatisée et les dossiers patients informatisés.

Pour prendre en compte le fait que ces applications ne sont pas utilisées ou destinées uniquement aux médecins, le terme de " télé santé"(E-health) est fréquemment utilisé. Ces technologies sont en effet utilisées sur une plus large échelle par des professionnels ou non de la santé, pour des activités supplémentaires comme la recherche, l'administration et la surveillance des soins de santé.

I.3.1. Définition

Elle se définit comme l'union des télécommunications et de la médecine. La télémédecine représente l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) dans le secteur médical [5].

Elle médiatise l'acte médical en interposant un outil de communication entre les médecins ou entre un médecin et son patient.

La télémédecine ne remplacera jamais le contact immédiat médecin-malade mais vient s'ajouter aux outils du médecin au service du patient [6].

En général, la télémédecine a pour rôle l'accès aux soins à distance et l'échange de l'information médicale afin d'évaluer l'état du patient. Elle représente un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de soin et de vie de beaucoup de personnes. Elle permet d'établir un diagnostic, d'assurer, pour un patient à risque, un suivi à visée préventive ou un suivi post-thérapeutique, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits, de prescrire ou de réaliser des prestations ou des actes, ou d'effectuer une surveillance de l'état des patients.

I.3.2. Actes de télémédecine

A. Téléconsultation

C'est une consultation médicale à distance réalisée en présence du patient. Le patient, acteur à part entière, peut dialoguer avec le médecin requérant ou le médecin télé-consultant. Un professionnel de santé (un médecin, une infirmière, un kinésithérapeute, un manipulateur radiologue...) peut assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation (**figure I.6**).



Figure (I.6) : Téléconsultation.

B. Télé-expertise

C'est une aide à la décision médicale apportée à un médecin par un autre médecin situé à distance. Elle peut se réaliser en dehors de la présence du patient. C'est un échange entre deux ou plusieurs médecins qui arrêtent ensemble, en fonction de leur spécialité, un diagnostic et/ou une thérapie sur la base de données cliniques, radiologiques ou biologiques qui figurent dans le dossier médical (**figure I.7**).



Figure (I.7) : Télé-expertise.

C. Télésurveillance

C'est un acte médical qui permet de surveiller à distance un patient. Il découle de la transmission de données nécessaires au suivi médical d'un patient, permettant au médecin qui interprète ces données de prendre les décisions diagnostiques et/ou thérapeutiques adaptées. Ces données sont recueillies par un professionnel de santé qui peut être un paramédical qui agit sous la responsabilité d'un médecin. Ces données peuvent être transmises par le patient lui-même (**figure I.8**).



Figure (I.8) : Télésurveillance.

D. Téléassistance

Le médecin peut également assister un autre professionnel de santé qui réalise un acte de soins ou d'imagerie, voire dans le cadre de l'urgence, assister à distance un secouriste ou toute personne portant assistance à personne en danger en attendant l'arrivée d'un médecin (**figure I.9**).



Figure (I.9) : Téléassistance.

I.3.3. Avantages de la télémédecine

- Assurer une meilleure couverture médicale
- Garantir l'égalité d'accès aux soins
- La télémédecine s'avère être une réalité médicale
- Améliorer la qualité des soins, et donc de l'état de santé de la population

I.3.4. Freins au développement

Le développement des services de la télémédecine est confronté à des problèmes d'ordre culturel, juridique ou éthique, et à des réticences de la part des différents acteurs.

Les médecins et les patients craignent notamment qu'elle porte atteinte à la liberté d'exercice, au secret médical, et conduise finalement à une déshumanisation de la relation entre le médecin et son patient.

L'exploitation de l'outil informatique pour la détection, la consultation, le transfert et la sauvegarde des informations concernant les patients, ne doit pas nuire à leur confidentialité, leur efficacité et à leur fiabilité.

D'autre point important, la télé-pratique médicale n'est pas encore reconnue comme un acte médical à part entière. Le choix de la méthodologie et de la politique tarifaire de la télémédecine est également un problème à résoudre. La conception d'une telle technique des services de télémédecine en matière de sécurité et de protection doit être méthodique.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous proposons de développer une application qui permet de prendre en charge, et, à distance, le transfert d'une image médicale après l'étape de la compression JPEG à l'aide d'un Smartphone (**voir chapitre III**). Donc nous allons orienter tous notre travail vers cet acte de la télémédecine (la télé-imagerie) que nous développons dans la section suivante.

I.4. Télé-imagerie

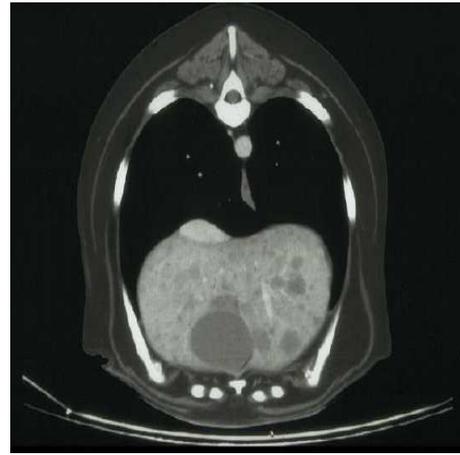
La télé-imagerie est l'une des catégories importante de la télémédecine. Elle recouvre la transmission d'images numériques médicales, elle intervient dans tous les domaines d'application de la télémédecine, télé-expertise, téléconsultation, téléenseignement et recherche [7].

La télé-imagerie est rendue possible grâce à la numérisation des images médicales. Deux éventualités sont à envisager: numérisation secondaire d'un cliché radiologique, analogique classique ou acquisition directe d'une image numérique.

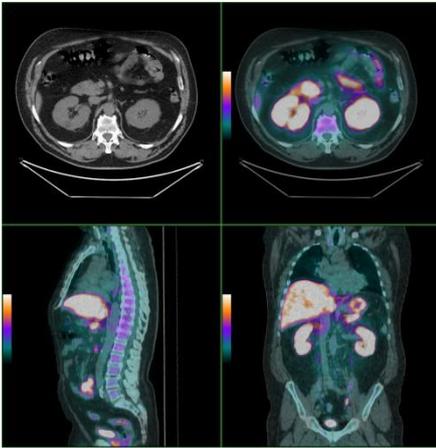
Les avancées scientifiques et technologiques permettent de mettre en place de nouvelles modalités d'imagerie (**voir les figures ci dessous**) souvent complémentaires aux existantes, mais aussi de progressivement améliorer leur précision. Il en résulte une progression, non seulement du nombre d'acquisitions pratiquées pour un même patient, mais également de la quantité d'information produite pour chaque examen. Ces images devant être conservées pour une certaine durée, l'espace de stockage requis pour l'archivage de toutes ces données est en constante évolution.



Figure(I.10) : Image radiologie(PNG).



Figure(I.11) : Image scanner (JPEG).



Figure(I.12): Image TEP (JPEG).



Figure(I.13) : Image IRM (PNG).



Figure(I.14) : Image TEMP (JPG).

I.4.1. Avantages

- Elle facilite la réponse à l'inégale répartition géographique de l'expertise en imagerie médicale.
- Elle permet d'optimiser la prise en charge des patients relevant de soins d'urgence et/ou de filières spécialisées (AVC, neurochirurgie, oncologie, pédiatrie...).
- Elle optimise les collaborations médicales nécessaires à l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies thérapeutiques complexes et adaptées à toutes sortes de pathologies.
- Elle est un vecteur indispensable à la recherche clinique.
- Elle est également un excellent outil de formation médicale initiale et continue et d'amélioration des pratiques professionnelles.

I.4.2. Inconvénients

La télé-imagerie médicale n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes juridiques, déontologiques, éthiques et économiques, tels ceux concernant le secret médical, le droit à réparation, l'obligation de moyens, la mise en cause du colloque singulier, l'information du patient.

- Manque d'ergonomie des consoles.
- Dégradation de la qualité de l'image.
- Perte de temps (numérisation).
- Investissement pour rendre l'appareil compatible (s'il ne l'est pas d'origine).
- Perte d'information variable selon le facteur de compression.

I.5. Conclusion

La première partie de ce chapitre, a pour but de situer le contexte médical de ce projet et ses enjeux. Elle met en évidence la diversité des nouvelles technologies de l'information et de la communication et plus précisément, le M-health qui signifiant l'utilisation des appareils de communication mobiles dans les services de santé, en mettant en évidence l'utilité et l'importance des Smartphones dans le domaine des applications mobiles en médecine.

En parallèle, nous avons présenté les notions de la télémédecine et ces différents actes ainsi que ses avantages et ses freins au développement. A la fin on a identifié la télé-imagerie médicale qui est rendue possible grâce à la numérisation des images médicales.

Le prochain chapitre décrit la technique de la compression et ses différents codages.

II.1.Introduction

La compression est l'action utilisée pour réduire la taille physique d'un bloc d'information en compressant des données, on peut placer plus d'informations dans le même espace de stockage, ou utiliser moins de temps pour le transfert via un réseau téléinformatique. Généralement, les images requièrent une place importante, à titre d'exemple la taille d'exams plus classiques comme l'IRM ou le scanner qui varie actuellement entre plusieurs dizaines et centaines de Méga octets. Pour un PACS (Picture Archiving Communication System), d'un service classique de radiologie, cette masse de données se chiffre à plusieurs Téra octets de données en une année. L'augmentation croissante et continue des capacités de stockage apporte une réponse partielle à ce problème mais demeure la plupart du temps insuffisante. La nécessité de compresser les images apparaît donc aujourd'hui incontournable.

Donc dans ce chapitre, nous avons présenté les notions de l'image numérique et ses différentes caractéristiques (pixel, dimension,...etc.) ainsi que les objectifs de la compression et les différentes solutions apportés, comme la compression sans perte d'informations (réversible) et avec perte d'informations (irréversible) ; ensuite nous avons rappelé les critères d'évaluation de la compression.

II.2.Concepts généraux sur l'image

II.2.1.Image

L'image est un ensemble d'information, qui après l'affichage sur l'écran en une signification pour l'œil humain.

II.2.2.Image numérique

L'image numérique est l'image dont la surface est divisée en éléments de tailles fixes appelés cellules ou pixels, ayant chacun comme caractéristique un niveau de gris ou de couleurs prélevé à l'emplacement correspondant dans l'image réelle, où calculé à partir d'une description interne de la scène à représenter.

a. Image Bitmap (BMP ou matricielle)

Elle est certainement celle la plus couramment utilisée. Elle est tout simplement constituée d'une grille de milliers de pixels représentant les points de couleur successifs de l'image [8].



Figure (II.1) : Image Bitmap avec agrandissement successif.

b. Image vectorielle

L'image Vectorielle utilise également la technique du Pixel, mais cette fois, leur position et leur couleur ne sont pas figées puisqu'elles sont calculées dynamiquement par le logiciel [8].

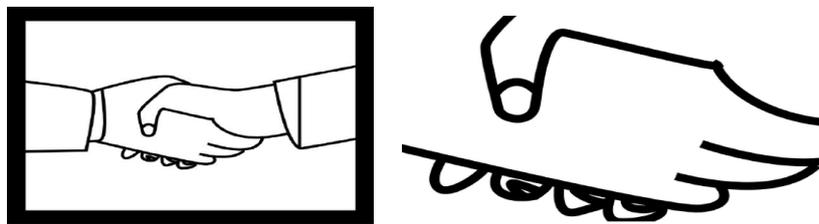


Figure (II.2):Image vectorielle

II.2.2.1. Caractéristiques d'une image numérique

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisées par les paramètres suivants:

a. Pixel

Le pixel est le plus petit point de l'image (contraction des mots anglais "Picture element", c'est à dire élément d'image) .La taille du pixel définit la résolution par rapport à l'image analogique originale, c'est-à-dire la finesse de la grille. Plus la résolution baisse, plus le nombre de pixels dans l'image diminue, et plus la qualité de l'image numérique se dégrade.

b. Dimension

C'est la taille de l'image. Cette dernière se présente sous forme de matrice dont les éléments sont des valeurs numériques représentatives des intensités lumineuses (pixels). Le nombre de lignes de cette matrice multiplié par le nombre de colonnes nous donne le nombre total de pixels dans une image [9].

c. Résolution

C'est la clarté ou la finesse de détails atteinte par un moniteur ou une imprimante dans la production d'images [9].

d. Bruit

Un bruit (parasite) dans une image est considéré comme un phénomène de brusque variation de l'intensité d'un pixel par rapport à ses voisins, il provient de l'éclairage des dispositifs optiques et électroniques du capteur.

e. Histogramme

L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui donne la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (couleur) dans l'image [9].

f. Contours et textures

- Les contours représentent la frontière entre les objets de l'image.
- Les textures décrivent la structure de ceux-ci.

g. Luminance

C'est le degré de luminosité des points de l'image.

h. Contraste

C'est l'opposition marquée entre deux régions d'une image, plus précisément entre les régions sombres et les régions claires de cette image.

i. Image de niveau de gris

Le niveau de gris est la valeur de l'intensité lumineuse en un point. La couleur du pixel peut prendre des valeurs allant du noir au blanc (**voir figure II.3**). Donc pour représenter les images à niveaux de gris, on peut attribuer à chaque pixel de l'image une valeur correspondant à la quantité de lumière renvoyée. Cette valeur peut être comprise par exemple entre 0 et 255.



16 niveaux de gris 8 niveaux de gris 4 niveaux de gris 2 niveaux de gris

Figure (II.3): Variation du nombre de niveaux de gris.

II.2.3. Image volumique

Dans le domaine médical, les deux modalités d'images volumiques les plus répandus et les plus couteuses en terme d'espace de stockage et d'archivage, et autour desquelles ce projet s'est orienté [10] :

La tomodensitométrie (TDM) ou plus simplement scanner ; et l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

II.2.3.1. Tomodensitométrie

Est un examen d'imagerie médicale délivrant des clichés particulièrement précis de l'organisme. En multipliant les images dans différents plans, il permet d'obtenir une vision détaillée des organes, de détecter certaines pathologies ou encore de suivre l'évolution de tumeurs. Il se déroule sans douleur, hormis l'éventuelle gêne ressentie lors de l'injection produit contrastant.



Figure (II.4) : Exemple de coupe TDM.

II.2.3.2. Imagerie par résonance magnétique

Est un examen qui permet d'obtenir des vues en deux ou trois dimensions de l'intérieur du corps. L'IRM donne des informations sur des lésions qui ne sont pas visibles sur les radiographies standards, l'échographie ou le scanner.



Figure (II.5) : Exemple de coupe IRM.

II.2.4. Formats d'images

Le choix d'un format de fichier dépend principalement de l'utilisation future des images. Afin que vous puissiez choisir ce qui vous convient le mieux, voici une présentation des principaux formats :

➤ **.BMP**

- Format ancien, souvent trouvé comme format d'arrière-plan de bureau Windows.
- Le format ouvert BMP, développé par Microsoft et IBM, n'utilise pas de compression, d'où des fichiers très lourds. Ce format n'est donc quasiment plus utilisé.

➤ **.JPG. JPEG**

- Le format JPEG, est conçu pour réduire la taille des fichiers qui sont transmis sur des réseaux (Internet notamment). La compression des données, qui peut atteindre 80%, diminue la qualité de l'image à chaque enregistrement.
- Ce format est très intéressant pour la publication d'image sur internet ou le stockage dans des bases de données. Autrement, il peut également servir pour l'archivage ou pour l'impression, à condition de choisir un taux de compression acceptable.
- Format très répandu qui permet des images de bonne qualité avec une taille de fichier réduite.

➤ **.GIF**

- C'est le format des images animées le plus répandu.

Autres formats :

➤ **.TIFF**

- Le format propriétaire TIFF, développé par Adobe, est extrêmement flexible.
- Il peut contenir des métadonnées telles que la date de la prise de vue, l'auteur, le lieu, etc.
- Il supporte plusieurs niveaux de compression: brut, PackBits, LZW, CCITT Fax 3 et 4, JPEG.

➤ **.PDF**

- Le format ouvert PDF, développé par Adobe et basé sur le langage PostScript.
- Permet d'enregistrer une mise en page complète, avec les polices, les images et la disposition telles que les a voulu l'auteur.
- Ce format est très avantageux pour la CAO/DAO car en mesure de sauvegarder des données vectorielles (moins lourdes que leur équivalent bitmap).

➤ **.EPS**

- Le format EPS, développé par Adobe, est utilisé par de nombreux programmes de dessin et de mise en page. .
- C'est un format lourd puisqu'il contient beaucoup d'informations.
- Il s'intègre parfaitement au monde de la PAO car il génère une image de prévisualisation TIFF basse résolution pour faciliter la mise en page.

➤ **.PICT**

- Le format PICT, développé par Apple, est utilisé pour le transfert d'image entre les applications de dessin vectoriel et de mise en page jusqu'à Mac OS 9.
- Depuis Mac OS X, ce format est remplacé en natif par le PDF.

II.3. DICOM

DICOM. (Digital Imaging and Communication in Medicine) désigne la norme pour les fichiers numériques créés lors d'examens d'imagerie médicale. Elle recouvre aussi les

spécifications concernant leur archivage et leur transmission en réseau (aspects particulièrement importants dans le milieu médical). Indépendant des technologies (scanner, IRM, etc.), et des constructeurs, elle permet de standardiser l'accès aux résultats d'imagerie médicale [11].

Outre les images numériques issues des examens médicaux, les fichiers DICOM véhiculent aussi nombre d'informations textuelles concernant le patient (état civil, âge, poids, etc.), l'examen réalisé (région explorée, technique d'imagerie utilisée, etc.), la date d'acquisition, le praticien etc. Ces informations sont perdues si le fichier n'est pas enregistré au en DICOM.

Dans ce chapitre nous avons abordé les deux modalités d'images médicales volumiques les plus répandus dans le domaine médical qui sont : la tomodensitométrie (TDM), et l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Ces images médicales créent ainsi des problèmes de stockage et de transmission. La solution à ces problèmes peut être la nécessité d'une compression efficace dans le but de réduire l'espace de stockage. De plus, la compression présente un intérêt évident pour la transmission rapide des images qui peut s'avérer délicate du fait des bandes passantes existantes limitées. C'est le but de notre projet de fin d'étude.

La section suivante est consacrée aux différentes méthodes de compression.

II.4. Compression

La compression est une réduction du nombre de bits nécessaires pour représenter les images. Compresser les images permet d'optimiser la capacité de stockage et la vitesse de transfert des fichiers.



Figure(II.6) : Schéma général de la compression.

II.4.1. Evaluation de la qualité d'une compression

Enfin la qualité de la compression des images médicales doit tenir compte d'éventuelles distorsions pouvant influencer l'interprétation qualitative des images et la valeur des paramètres anatomiques ou fonctionnels reflétant l'état de l'organe étudié. Dans ce chapitre nous allons passer en revue sur un état de l'art sur les différentes techniques de compression, sans perte et avec perte des images médicales, nous présentons les différents codeurs existants dans la littérature, leurs avantages et leurs inconvénients.

II.4.1.1. Taux de compression

En plus du débit R_c , une mesure courante pour déterminer le degré de compression obtenu est le taux de compression R_c (1). Il est défini par:

$$R_c = \frac{\text{nombre de bits de l'image originale}}{\text{nombre de bits de l'image compressée}} \quad (1)$$

Pour une même méthode de compression et un même R_c réalisés sur des images distinctes, la qualité obtenue peut être très variable d'une image à l'autre. Les propriétés statistiques des images originales jouent un rôle prépondérant dans le résultat obtenu. Par exemple avec une image sur-échantillonnée, donc très redondante, il est facile d'obtenir des taux élevés. La théorie de l'information donne une limite théorique au R_c maximal qu'il est possible d'obtenir sans distorsion pour toute méthode de compression une image donnée.

II.4.1.2. Entropie

Pour introduire cette notion d'entropie, il est nécessaire de noter la différence entre la qualité de l'information et la quantité d'information dans une image.

L'entropie est une grandeur qui caractérise la quantité d'information que contient une image. Par exemple une image dont tous les pixels ont la même valeur contient très peu d'information car elle est extrêmement redondante, son entropie est faible. En revanche, une image dont tous les pixels ont une valeur aléatoire contient beaucoup d'information, son entropie est forte. Ceci est comparable à l'entropie en thermodynamique qui croît avec le désordre.

La qualité de l'information est représentée par une grandeur appelée entropie (en bits) calculée par la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^{i=N} P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

II.4.1.3. Mesures de distorsion

La distorsion (D) est l'erreur introduite par l'opération de compression, due au fait qu'éventuellement l'image reconstruite n'est pas exactement identique à l'image originale. La mesure de distorsion utilisée généralement en compression d'image est l'erreur quadratique moyenne MSE.

- Si l'on note $Y(i,j)$, l'image originale de taille $M \times N$, $\hat{Y}(i,j)$, l'image de même taille obtenue après reconstruction, nous pouvons définir :

✚ L'erreur Moyenne Quadratique (MSE) :

$$MSE^2 = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^{i=N} \sum_{j=1}^{j=M} (I(i,j) - \hat{I}(i,j))^2 \quad (3)$$

✚ Le rapport signal sur bruit (PSNR)

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{\text{dynamique de l'image}}{MSE} \right)^2 \quad (4)$$

II.4.2. Méthodes de compression

Il existe deux méthodes de compression d'images :

- La compression sans pertes.
- La compression avec pertes.

II.4.2.1. Compression sans perte

La compression est dite sans perte lorsqu'il n'y a aucune perte de données sur l'information d'origine. Il y a autant d'information après la compression qu'avant. L'information à compresser est vue comme la sortie d'une source de symboles qui produit des textes finis selon certaines règles. Le but est de réduire la taille moyenne des textes obtenus après la compression tout en ayant la possibilité de retrouver exactement le message d'origine.

Il n'existe pas de technique de compression de données sans perte universelle, qui pourrait compresser n'importe quel fichier : si une technique sans perte compresses au moins un fichier, alors elle en « grossit » également au moins un. Les formats de fichier de compression sans perte sont connus grâce à l'extension ajoutée à la fin du nom de fichier (« nomdefichier.zip » par exemple), d'où leur dénomination très abrégée.

Il existe de nombreuses techniques de compression d'images sans perte. Voici les plus répandus :

A. Codage RLE

L'algorithme RLE est un algorithme extrêmement simple permettant de diminuer l'entropie de données [12]. Le principe consiste à détecter les répétitions et à les encoder différemment. En pratique, une chaîne répétée est encodée sur deux octets:

- Le premier annonce le nombre de répétitions.
- Le second indique le caractère à répéter.

Le codage RLE est notamment employé dans les formats d'image PCX ou BMP, ou bien avant un autre algorithme de compression (notamment HUFFMAN dans le cas de JPEG).

La compression RLE est très répandue dans les algorithmes de compression d'images. Elle demeure cependant facile à implémenter et peu coûteuse en temps de calcul. Il existe plusieurs variantes de la compression RLE. Une image est généralement codée ligne par ligne. Il est possible d'encoder cette image en colonne, de l'encoder par pavés de points ou bien encore en zigzag. Cette dernière méthode est utilisée dans des applications bien spécifiques.

• Avantages

Le principal avantage de l'encodage RLE est son immense simplicité. Comme illustré plus bas, son algorithme tient sur quelques lignes à peine autant au niveau de la compression que de la décompression. Il peut de plus être utilisé sur n'importe quel type de fichier ou après d'autres algorithmes de compression plus évolués pour gagner quelques octets de plus [13].

- **Inconvénients**

La compression RLE donne des taux entre 5% et 20% ce qui montre que cette méthode n'est pas vraiment exploitable malgré sa vitesse d'exécution très faible et sa consommation mémoire quasi-nulle [14].

Le gros inconvénient pour cet algorithme est que s'il y a beaucoup de changement dans une image, le fichier compressé se montrera plus gros que le fichier d'origine. Pour pallier à ce problème, l'algorithme RLE a été inventé [15].

B. Codage de Huffman

Le codage de Huffman permet de créer des codes à longueur variable sur un nombre entier de bits. La procédure pour construire l'arbre est simple et élégante. Les symboles sont disposés individuellement sous forme d'une chaîne de nœuds et de feuilles et sont connectés par un arbre binaire. Chaque nœud a un poids qui est la fréquence ou la probabilité d'apparition des symboles.

L'arbre est ensuite créé suivant les étapes suivantes [16] :

- Les deux nœuds libres de poids les plus faibles sont identifiés.
- Un nœud parent de ces deux nœuds est créé ; il obtient un poids égal à la somme de celui de ces deux fils.
- Le nœud parent est ajouté à la liste des nœuds libres, et les deux fils sont Enlevés.
- Un des deux nœuds fils est désigné comme le chemin pris à partir du nœud parent pour décoder un bit 0, l'autre nœud étant alors pris pour décoder un bit 1.
- Les étapes précédentes sont répétées tant qu'il reste plus d'un seul nœud libre. Ce nœud devient alors la racine de l'arbre.

- **Avantages**

- Grâce à sa relative facilité d'utilisation et ses performances honorables, l'algorithme de Huffman est devenu un grand standard dans le domaine de la compression de données, et il est souvent utilisé dans les formats d'images compressées et, avec quelques améliorations, dans les programmes de compression (Zip, Arj, etc...). Avec Huffman on est presque sûr et certain de diminuer la taille d'un fichier [17].
- Facile à implanter par programmation, et le temps d'exécution est plutôt rapide.

- Ce type de codage donne de bons taux de compressions, en particulier pour les images monochromes (les fax par exemple).

- **Inconvénients**

- Le modèle est difficilement adaptatif. Ceci nécessite un recalcul complet de l'alphabet de sortie ce qui est coûteux en temps de calcul.
- La méthode de Huffman ne peut coder les données que sur un nombre entier de bits.
- Difficiles à utiliser dans un système temps réel.

C. Codage LZW

Le codage de Lempel Ziv Welch est une adaptation du codage LZ78 d'Abraham Lempel et Jacob Ziv amélioré par Terry Welch. Les codages LempelZiv ont inventé et posé les bases du codage par dictionnaire et le codage LZW en est donc un lui aussi.

Un codage par dictionnaire (ou codage par facteur) est un codage basé sur un dictionnaire ou une liste de mot. Ici, l'objectif va être de remplacer un mot par sa position dans le dictionnaire. Le codage LZW est utilisé dans les formats GIF, TIFF et MOD. Avant de commencer à présenter la compression et la décompression du codage LZW, il faut connaître deux règles concernant le dictionnaire utilisé. Tout d'abord, celui-ci est créé et maintenu de façon à ce que pour un mot donné du dictionnaire, tous ses préfixes soient aussi présents. Ensuite, à l'initialisation, le dictionnaire contient tous les caractères ASCII [18].

- **Avantages**

- Un algorithme très rapide aussi bien en compression.
- L'algorithme comprime les informations au fur et à mesure du déplacement de la fenêtre.
- Consommation en mémoire très faible dépendant de la taille de la fenêtre.

- **Inconvénients**

Malgré les énormes avantages de cette méthode de compression il réside des inconvénients non négligeables qui vont faire évoluer cet algorithme

- La compression est très lente malgré l'utilisation d'un processeur puissant.
- Ce n'est pas un des algorithmes les plus rapides tant au niveau de la compression que de la décompression. Le taux de compression est directement proportionnel à la grosseur du

dictionnaire choisie, il faut donc s'assurer de faire le bon choix dépendamment du fichier à compresser.

II.4.2.2. Compression avec perte

Permet d'éliminer quelques informations pour avoir le meilleur taux de compression possible, tout en gardant un résultat qui soit le plus proche possible des données originales. C'est le cas par exemple de certaines compressions d'images ou de sons [19].

A. Codage par quantification

La quantification est l'une des sources de perte d'information dans le système de compression. Son rôle est en effet de réduire le nombre de bits nécessaire à la représentation de l'information. Elle est réalisée avec la prise en compte de l'aspect psycho visuel (l'œil humain), ce qui permet de déterminer la distorsion tolérable à apporter au signal à coder.

B. Codage par prédiction

C'est la technique de compression la plus ancienne. On prédit la valeur du pixel à partir de la valeur précédemment codée. La prédiction peut se faire au moyen de l'histogramme de l'image. Seul l'écart entre la valeur réelle et la valeur prédite est quantifié puis codé et envoyé au décodeur. On peut réaliser la prédiction, au sein de l'image elle-même ainsi qu'entre images d'une séquence. Cette dernière est connue sous le nom de prédiction par compensation de mouvement. Le codage par prédiction est utilisé dans le codage DPCM (Differential Pulse Code Modulation).

C. Codage par transformation

Les méthodes de compression par transformation n'agissent pas directement sur l'image numérique dans sa représentation canonique, mais dans le domaine de la transformée. Cette transformation pouvant être linéaire ou non. Il est bien connu qu'une transformation permet de mettre en évidence certaines propriétés de l'image que la représentation originale ou canonique ne laisse pas apparaître.

En partant d'un ensemble de valeurs numériques corrélées d'une image, le but est d'obtenir un autre ensemble de valeurs le moins corrélées possible dans l'espace transformée.

En général, les schémas de codage par transformation subdivisent l'image de taille $N \times N$ en sous images de taille plus petites avant de faire subir à ces sous images une transformation.

Nous privilégions les transformations unitaires et qui conservent l'énergie. La transformation consiste en la décomposition de l'image dans une base adéquate de fonctions telles que les coefficients de la transformation soient indépendants et qu'un nombre minimum de ces coefficients contienne une proportion importante de l'énergie de l'image. Ainsi, on pourra mettre à zéro certains d'entre eux sans nuire de manière significative ni à la quantité d'énergie, ni à l'aspect visuel de l'image reconstruite [20].

Une transformation adéquate pour la compression d'image devrait permettre la décorrélation des coefficients transformés, la conservation d'énergie ou sa condensation dans un nombre minimum de coefficients et enfin posséder un algorithme rapide. Les transformations linéaires sont les plus utilisées car ayant des expressions analytiques simples et s'implémentant assez vite. Pour satisfaire la contrainte de décorrélation, on utilise les bases orthogonales et les transformations utilisées en compression sont orthogonales. Autrement dit, ce sont des opérations séparables, c'est-à-dire que l'opération en deux dimensions est équivalente à deux opérations successives à une dimension, l'une horizontalement et l'autre verticalement [21].

Afin de satisfaire les besoins de notre plateforme proposée, nous avons choisi la méthode de compression JPEG en raison de sa meilleure adaptation aux contraintes imposés (ressources limitées, faible capacité...). Ce qui va être détaillé dans la section suivante.

II.5. Norme JPEG

Voté comme norme internationale en 1992 [22]. Travail avec la couleur et niveaux de gris, par exemple, par satellite, médical,... JPEG est une méthode de compression sophistiquée avec ou sans perte pour les images en niveaux de gris et en couleur. Elle ne gère pas bien la compression monochromatique. Elle marche aussi très bien pour des images en tons continus.

Un avantage du JPEG est qu'il utilise beaucoup de paramètres [23], laissant l'utilisateur ajuster le nombre de données perdues (et donc le niveau de compression). L'encodeur JPEG produit en sortie un fichier compressé qui inclut les paramètres, les marqueurs et les

données compressées. Les paramètres sont codés sur 4 bits. Les marqueurs servent à identifier les différentes parties du fichier. Les données compressées sont combinées dans les MCU (Minimal Coded Unit), où un MCU est une seule donnée ou trois données provenant des trois composantes de l'image. Entre les marqueurs, l'image est organisée en cadres.

En mode hiérarchique, il y a beaucoup de cadres et, dans tous les autres modes, il n'y a qu'un seul cadre. Il y a deux modes principaux : le mode avec perte et le mode sans perte. La plupart des implémentations ne supportent que le mode avec perte. Ce mode inclut un codage progressif et hiérarchique. Les principaux avantages de la compression JPEG sont :

- Haut niveau de compression, spécialement dans les cas où la qualité de l'image est jugée de très bonne à excellente.
- Utilisation de beaucoup de paramètres, ce qui permet aux utilisateurs avancés d'expérimenter la compression/qualité désirée.
- Obtenir de bons résultats avec n'importe quelle image en tons continus, quel que soit la dimension, la couleur, la résolution ou autres caractéristiques de l'image.
- Une méthode de compression sophistiquée mais pas trop complexe, ce qui autorise des implémentations.

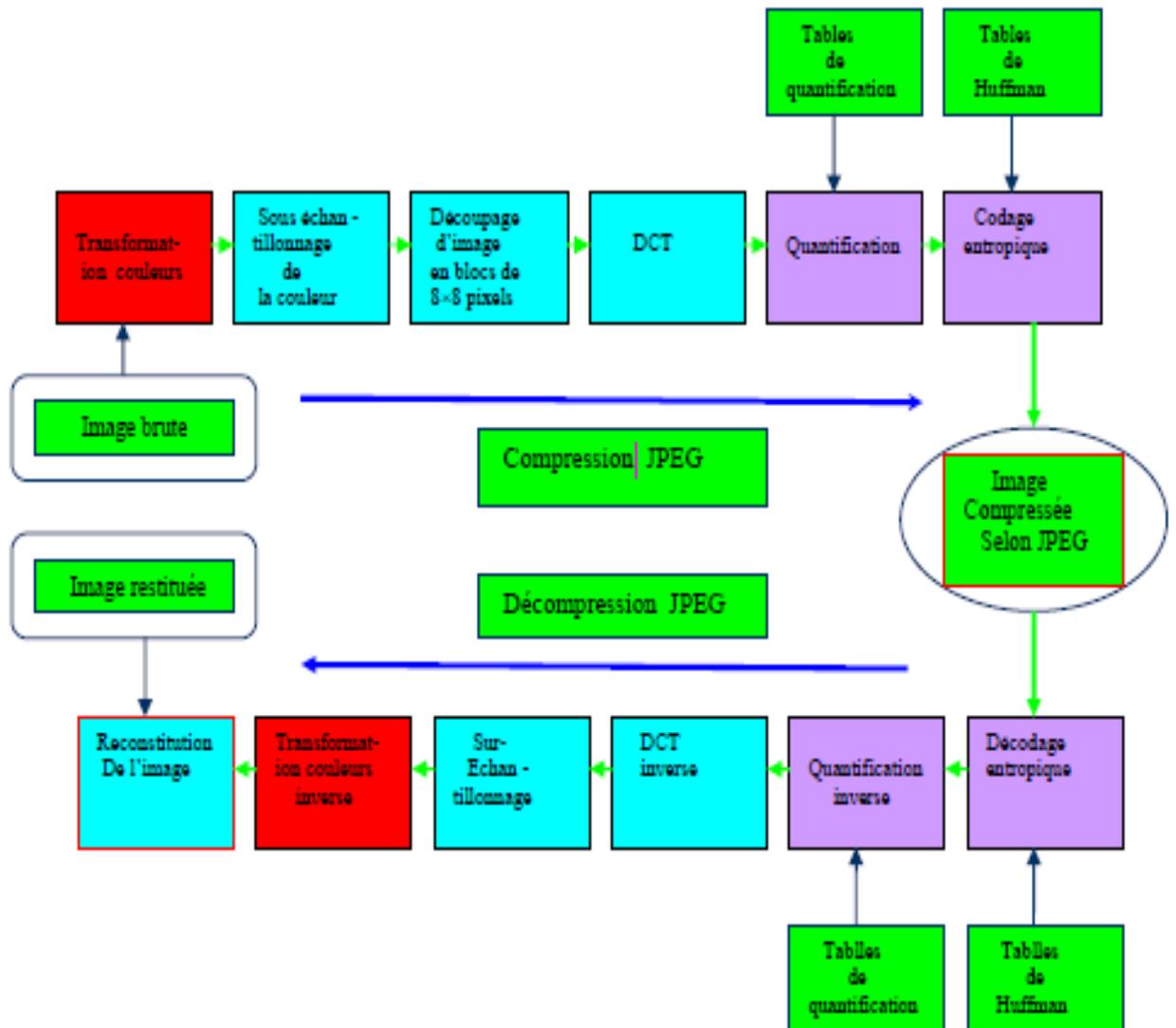


Figure (II.7): Principe général de la compression/décompression JPEG.

II.5.1. Mode sans perte

En plus d'être responsable de la création d'un des formats de compression d'images à perte les plus populaires, le JPEG a aussi mis au point quelques standards de compression sans perte, dont le Lossless JPEG (JPEG-LS).

Lorsque l'utilisateur décide qu'aucun pixel ne doit être perdu, la méthode sans perte du JPEG utilise la différenciation pour réduire la valeur des pixels avant qu'ils ne soient compressés, cette forme particulière de différenciation est appelée la prédiction.

La valeur des quelques proches pixels voisins est soustraite du pixel pour obtenir un petit nombre, qui est ensuite compressé en utilisant l'algorithme de Huffman.

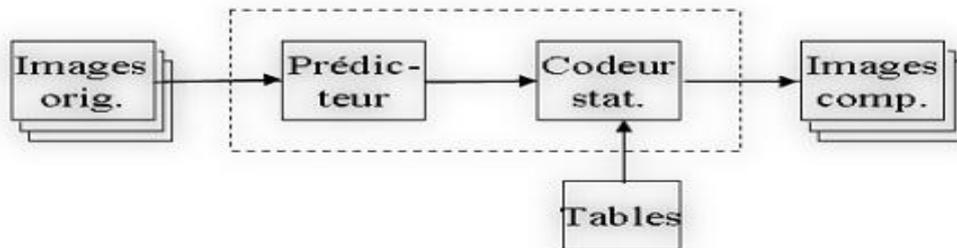


Figure (II.8) : Principe de la Compression JPEG sans pertes.

Lossless JPEG a été développé comme un ajout tardif au format JPEG, en 1993, en utilisant une technique complètement différente de la norme JPEG avec perte. Elle utilise un système de prévision basé sur les plus proches de trois voisins (en haut, à gauche et en haut à gauche), et un codage entropique est utilisé sur l'erreur de prédiction. Lossless JPEG a une certaine popularité dans l'imagerie médicale, et est utilisé dans certains appareils photo numériques pour compresser des images brutes, mais pour le reste n'a jamais été largement adopté [24].

✚ Un cas particulier de l'effet JPEG où il n'y a pas de perte.

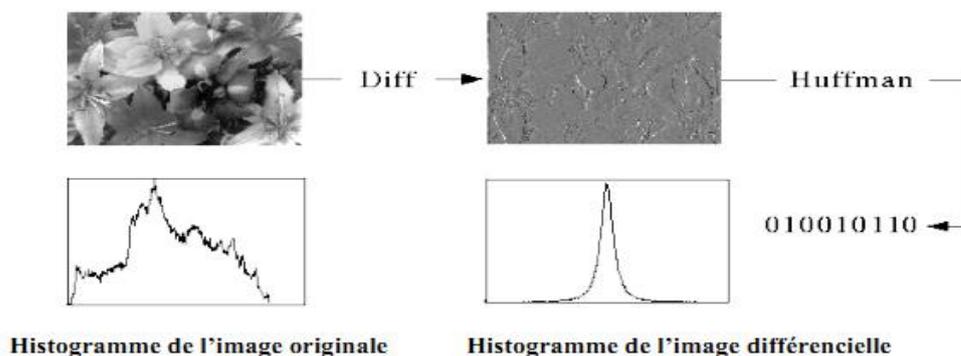


Figure (II.9): JPEG sans perte.

II.5.2. Mode avec perte

Mode Avec pertes: c'est le JPEG dit « classique ». Il utilise une méthode de compression des données dite « irréversible », qui consiste à ne retenir que les informations

clés de l'image suivant des algorithmes puissants et à supprimer les autres informations (taux de compression de 3 à 100%).

La répétition de compressions successives d'un fichier JPEG dégrade la qualité de l'image finale.

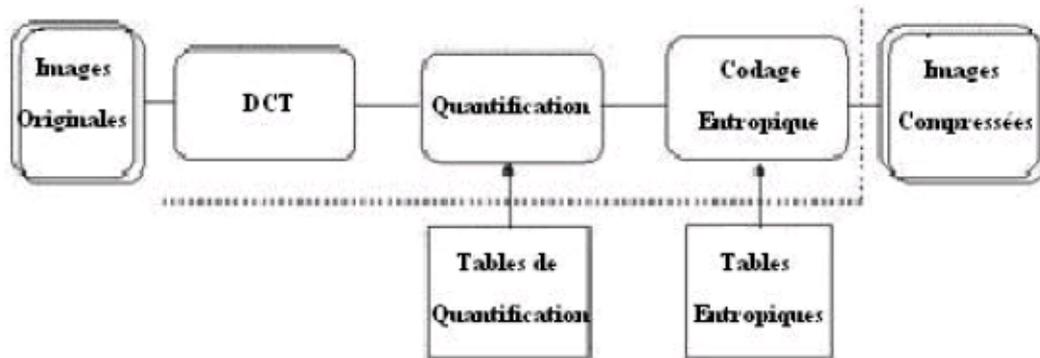


Figure (II.10): Principe de la Compression JPEG avec pertes.

II.5.3. Inconvénients de l'algorithme JPEG

Bien que JPEG est un format de fichier largement utilisé, en particulier dans le domaine de photos en ligne et celles prises par des caméras numériques, il dispose de certains inconvénients majeurs. La première chute au format JPEG, qui a été mentionné est que JPEG est un format «avec perte» et est donc sujette à de nombreux problèmes. Que les plans NASA d'utiliser le fichier compressé à des fins multiples, telles que l'analyse des images de spécifique anomalies, une perte de données de tout type seront causent les images soient inutilisables pour une analyse correcte.

Un autre problème avec le formatage JPEG est que si les pixels sont liés, comme un grand nombre de pixels sont tous de la même couleur, puis un flou peuvent se produire, ou plus la perte est en cours de prévu à l'origine. Dans certaines nouvelles versions de l'algorithme JPEG ces questions ont été compensées, mais il est encore un problème inhérent.

II.5.4. JPEG 2000 sans pertes

JPEG 2000 sans perte comprend un mode spécial sur la base d'un nombre entier d'ondelettes filtre . Le mode sans perte JPEG 2000 s'exécute plus lentement et a souvent pires taux de compression que JPEG-LS sur des images artificielles et composé. Le JPEG 2000 réussit mieux que la mise en œuvre de JPEG-LS sur les photos numériques.

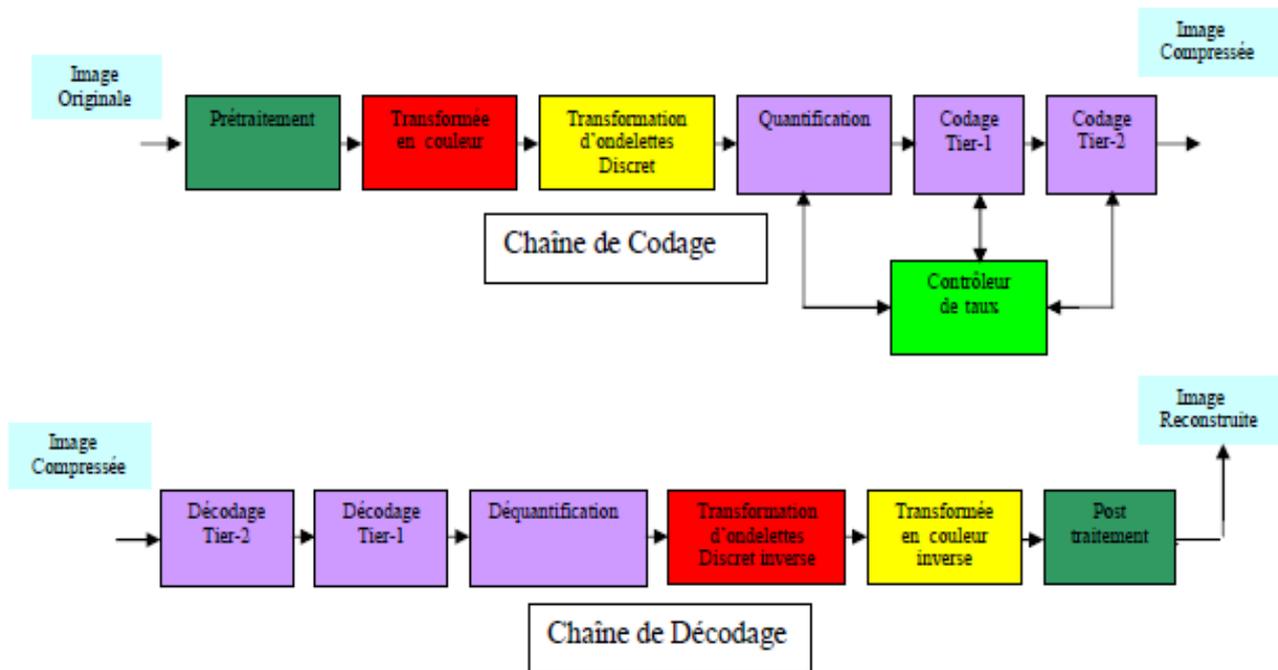


Figure (II.11) : Principe général de la codage/décodage JPEG 2000.

II.6. Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre les différentes méthodes de la compression et on distingue deux types une sans perte d'information et une avec perte d'information. Nous mettons en évidence la différence entre les algorithmes de même catégories afin d'assurer le bon choix. Dans le cadre de ce travail, nous avons implémenté le codage JPEG sur Smartphone pour la compression des images médicales avant leurs transmissions. Ce qui va être présenté dans le prochain chapitre.

III.1. Objectif

Notre objectif dans ce modeste travail, est d'implémenter un algorithme de compression JPEG sur un Smartphone Android avant la transmissions des images médicales tout en garantissant la fiabilité, la rapidité et l'efficacité dans le diagnostic effectué par le médecin.

III.2. Bilan d'analyse

L'analyse effectuée nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement des principaux standards, technologies et protocoles qui peuvent être ciblés dans le développement de notre application. Mais, cette analyse a surtout révélé certains choix effectués selon nos besoins, nos moyens et notre contexte. Ce qui nécessite la rédaction d'un bilan final justifiant le choix de telle ou telle technologie.

III.2.1. Technologie d'accès mobile

A. GSM (2G)

Le service le plus important dans les réseaux cellulaires GSM est le service de la voix. Cette technologie a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles et abonnés du réseau fixe (RTC). Le réseau GSM s'interface avec le réseau RTC et comprend des commutateurs.

La satisfaction de l'utilisateur final se traduit par trois contraintes de fonctionnement:

- L'abonné doit pouvoir joindre n'importe qui, n'importe quand et n'importe où.
- Après établissement de la communication, la conversation est audible et compréhensible par les deux interlocuteurs.
- La ligne téléphonique n'est pas coupée en cours de communication.
- Pour l'opérateur, ceci se traduit par trois contraintes techniques:
 - ✚ Une couverture nationale.
 - ✚ Un dimensionnement correct des liens radio et réseau (pour la disponibilité des ressources).

- ✚ La mise en place de mécanismes efficaces de gestion du lien radio (pour la minimisation du taux de coupure).

B. UMTS (3G)

La norme UMTS est une évolution de la deuxième génération à la troisième génération (3G). Elle constitue une voie royale pour le développement de produits et de services multimédias. Les technologies développées autour de cette norme conduisent à une amélioration significative des services et des vitesses de transfert avec des débits supérieurs à 144 Kbps et pouvant aller jusqu'à 2 Mbps. Cette amélioration des débits est rendue possible grâce à l'évolution des technologies radio qui autorisent une meilleure efficacité spectrale et l'exploitation de bandes de spectre de fréquences supérieures à celles utilisées par la technologie GSM

III.2.2. Communication via internet

A. Protocole http

HyperText Transfer Protocole (http) est un protocole de niveau application suffisamment léger et rapide pour une communication client-serveur. Ce protocole peut fonctionner sur n'importe quelle connexion fiable, dans les faits le protocole TCP (Transport Control Protocol) est implémenté dans la couche de transport. Le http utilise alors par défaut le port 80 (443 pour HTTPS) [25].

Le choix du protocole http est dicté par les caractéristiques suivantes:

- http est indépendant du réseau.
- Le port du protocole http est plus facilement ouvrable sur les pare-feu.
- Le protocole http est par défaut implémenté dans le paquetage J2ME. Les autres protocoles ne sont pas obligatoirement disponibles [26].

B. Protocole HTTPS

"HyperText Transfer Protocole Secured" (HTTPS) est un protocole de transfert hypertexte sécurisé qui a été développé par Netscape **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

L'idée principale de HTTPS est de créer un canal sécurisé sur un réseau non sécurisé et d'assurer une protection raisonnable contrôlée à condition que les suites de chiffrement adéquates soient utilisées et que le certificat de serveur soit vérifié et approuvé.

III.2.3. Système d'exploitation Android

A. Définition

Un système d'exploitation puissant et moderne, qui se caractérise par la simplicité et la flexibilité; cela signifie que le système est développé avec un simple langage java, et il s'adapte à beaucoup de structures différentes.

Il est présent sur plusieurs marques de Smartphones tels que Sony Ericsson, HTC, LG, Samsung et autres. Google propose pour développer des applications sous Android, un SDK gratuit et téléchargeable sur le site de Google.

En termes d'application, Android a intégré plusieurs services de Google pour accéder rapidement aux services d'internet comme Gmail, YouTube, Google Talk, Google Calencar et Google Maps.



Figure(III.1): Système d'exploitation Android.

B. Versions d'Android

Android a évoluée très rapidement. Voici quelques versions d'Android tel que chaque version porte un numéro et un nom gâteaux (américain) [28]:

Sortie	Version	Friandise	# API	Part de marché
09/2008	1.0		1	
02/2009	1.1	Petit four	2	
04/2009	1.5	Cupcake	3	
09/2009	1.6	Donut	4	0,2 %
01/2010	2.1	Eclair	7	2,4 %
05/2010	2.2	Froyo	8	9,0 %
12/2010	2.3 – 2.3.2	Gingerbread 1	9	0,2 %
02/2011	2.3.3 – 2.3.7	Gingerbread 2	10	47,4 %
05/2011	3.1	Honeycomb 1	12	0,4 %
07/2011	3.2	Honeycomb 2	13	1,1 %
12/2011	4.0	Ice Cream Sandwich	15	29,1 %
07/2012	4.1	Jelly Bean 1	16	9,0 %
11/2012	4.2	Jelly Bean 2	17	1,2 %

Tableau (III.1) : Versions d'Android.



Figure(III.2): Slogans des versions Android.

C. Statistiques sur le marché :

Selon le rapport du cabinet américain Gartner, publié sur les téléchargements d'applications mobiles dans le monde : le marché de l'application mobile représente 25 milliard de dollars comme chiffre d'affaire en 2013, et il estime qu'en 2014 il correspondrait à 58 milliard de dollar.

En moyenne, 102 milliards d'applications téléchargées en 2013 contre 64 milliards en 2012, le nombre de ces téléchargements pourrait atteindre 139 milliards en 2014, et près de 269 milliards en 2017. Android domine le marché des plateformes, en 2013 il dépasse les 80%, Apple chute à 12,1% et Microsoft à 3,6%, BlackBerry toujours plus bas en occupant seulement 1.7% [29].

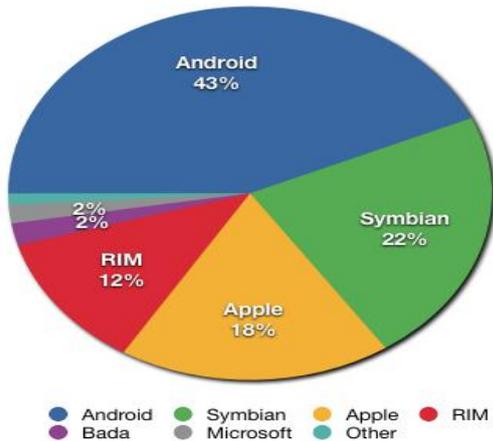


Figure (III.3): Partition du marché des Smartphones par systèmes d'exploitation.

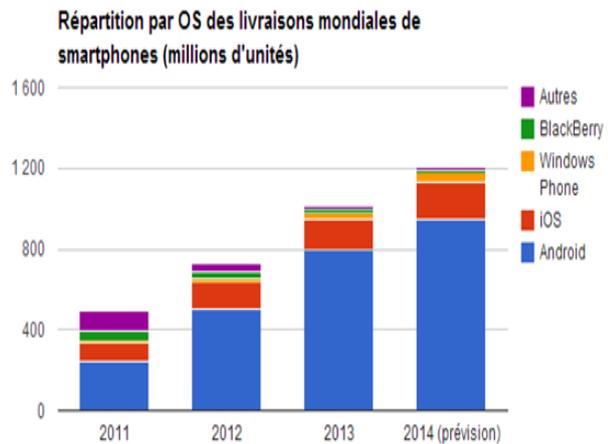


Figure (III.4): Livraison mondiale des Smartphones.

Le Jeu dans le mobile est toujours la première industrie culturelle mondiale, il génère 12 milliards de dollars dans le monde en 2013. De plus on compte 500 millions de joueurs sur téléphones/tablette.

III.2.4. Outils de développement :

Pour développer une application sur Android, nous utiliserons :

A. Environnement Eclipse :



Figure(III.5): Environnement Eclipse.

Pour créer une application, nous avons utilisé Eclipse qui est la version la plus récente du projet de niveau supérieur, et open source qui nous permet de créer des applications mobiles utilisant des API web standard pour les plates-formes qui nous intéressent.

Eclipse est l'Environnement de Développement Intégré (IDE), il trouve son origine au sein de la société IBM, qui a décidé en 2001 de mettre à disposition de la communauté Open Source l'ébauche d'une plate-forme de développement ouverte, entièrement écrite en Java, capable d'intégrer des extensions adaptées à diverses activités (débugage, modélisation, interfaces graphiques...).

B. SDK :

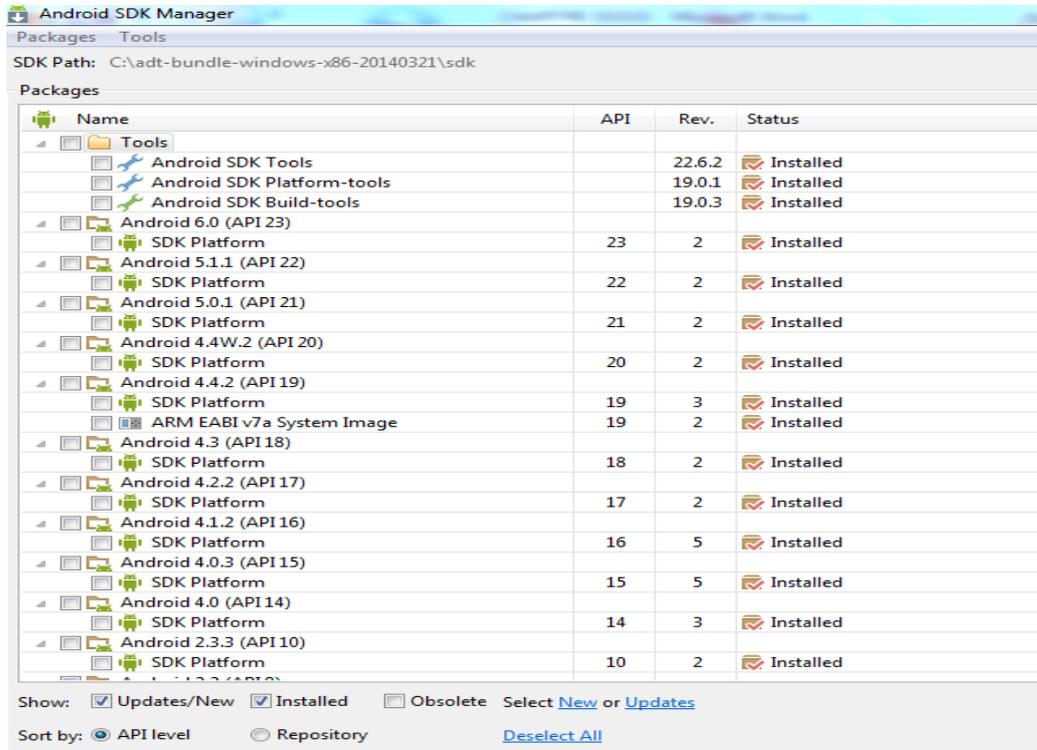
Le SDK est l'outil le plus important, un kit de développement (Software Development Toolkit ou SDK) est une collection d'APIs facile à installer qui fournit les procédures disponibles et les fonctions pour faciliter le processus du développement d'une application sur Android.

Il est disponible gratuitement sur le site de Google.

Le SDK Android est composé de plusieurs éléments afin d'aider les développeurs à créer et à maintenir des applications :

- ✚ Des outils.
- ✚ Des exemples de code.

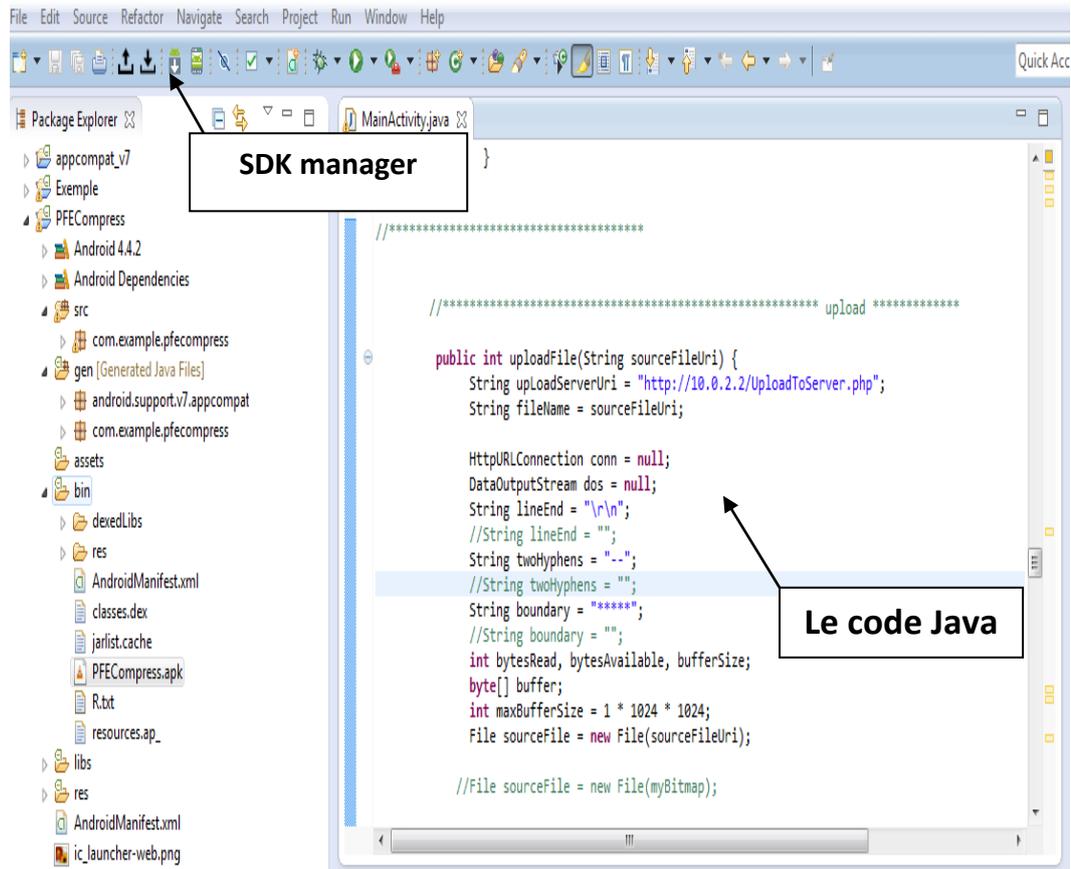
- ✚ De la documentation.
- ✚ Des API (interfaces de programme d'application).



Figure(III.6): SDK manager.

C. Android Développement Tools ADT :

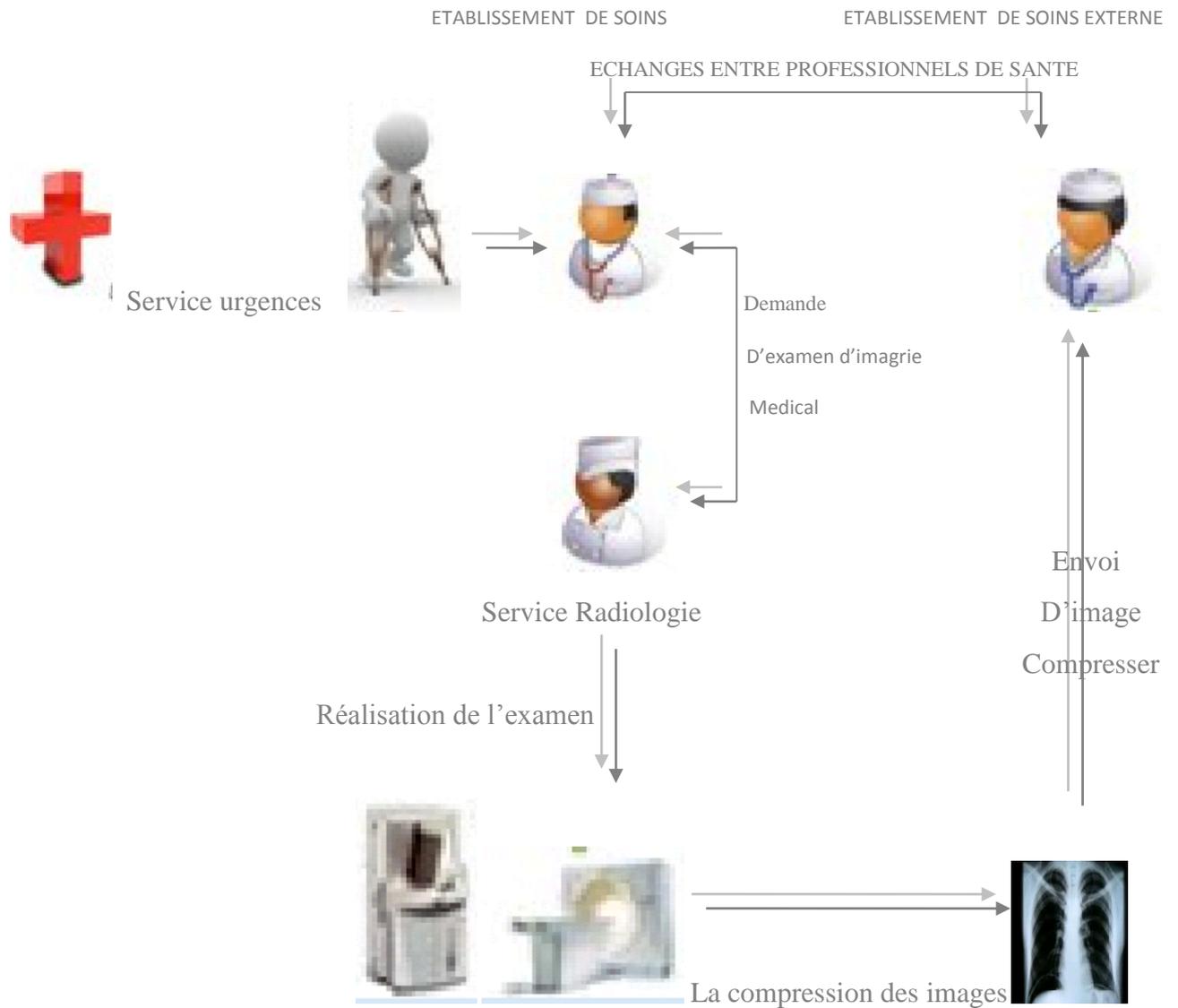
Permet la conception graphique d'interfaces utilisateur, debug distant sur un téléphone, gestion de l'architecture de fichiers d'une application, il permet d'exporter les projets au format APK [30].



Figure(III.7): Outils de développement d'Android.

III.3. Application réalisée :

L'application envisagée pour télé-imagerie est basée sur l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication NTIC dans le secteur médical. Elle médiatise l'acte médical en interposant un outil sans fil d'aide efficace au médecin dans son travail. Elle exerce une partie de la pratique médicale qui représente un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de soin et de vie des personnes.



Figure(III.8) : Plateforme de notre application.

III.3.1. Le déroulement des opérations comme suit

1. Un utilisateur (médecin) se servira d'un Smartphone doté d'un Système Androïde permettant d'exécuter deux modes : galerie des images ou des images issues de la cam dont le but de réaliser la compression.
2. Compression des images au niveau de Smartphone.
3. Le terminal mobile se connectera à un serveur distant.
4. Transfert immédiat des images entre le Mobile et le Serveur.

III.3.2. Présentation d'application:

Les Smartphones de nos jours sont équipés d'une mémoire limitée qui nous pose un problème de stockage des données acquises ou envoyées vers les Smartphones des médecins pour le suivi des actes thérapeutiques ou la télédiagnostic ou même pour former le dossier médicale du patient. Donc une solution est proposée dans ce contexte.

Présentation des étapes de notre Application

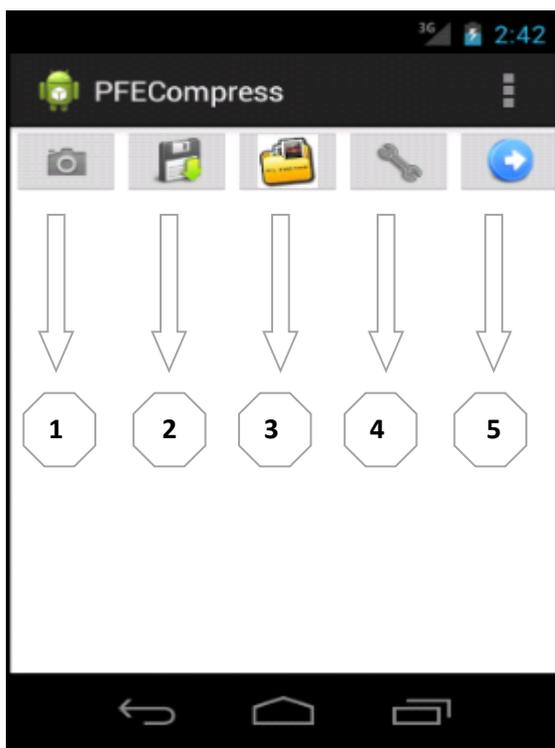


Figure (III.9) : Interface principale de notre application.

Le menu principal de notre application :

Cette interface contient cinq boutons :

- Caméra : Pour capturer une photo.
- Enregistrer : Pour l'enregistrement des photos compressées dans le Galerie.
- Galerie : Permet à l'utilisateur de sélectionner une photo enregistrée.
- Compresser : Ce bouton lance l'algorithme de compression basé sur la norme JPEG.
- Transmettre : Ce bouton pour transmettre l'image à un serveur distant.

❖ Voici une explication des différentes étapes de notre application en deux scénarios d'interface :

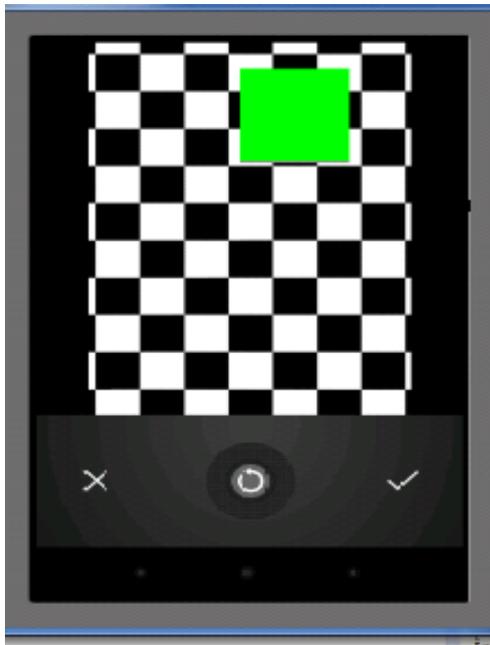


Figure (III.10) : Photo capturée par la caméra émulée. **Figure (III.11)** : Photo sélectionnée en Galerie.

✚ Dans cette étape on a le choix de choisir entre deux modes :

Le premier on capture une image à partir du caméra et l'autre de sélectionner une image en galerie.

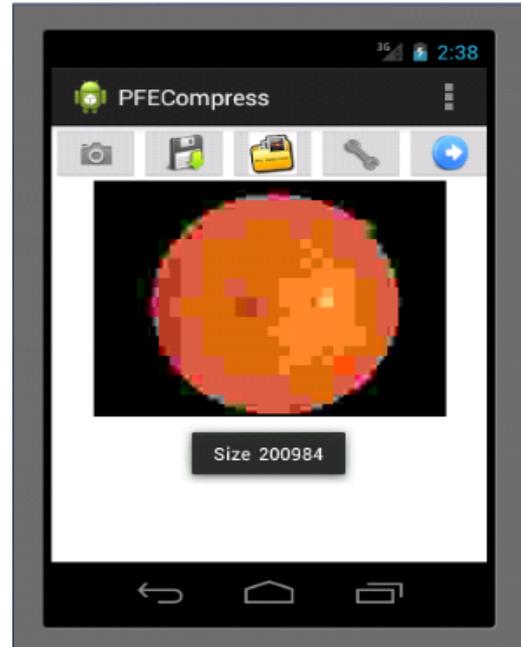


Figure (III.12) : Compression d'une photo émulée. **Figure (III.13) :** Compression d'une image médicale.

✚ Le but de cette étape est d'implémenter un algorithme de codage JPEG avec perte sur des Smartphones Android pour compresser les images.

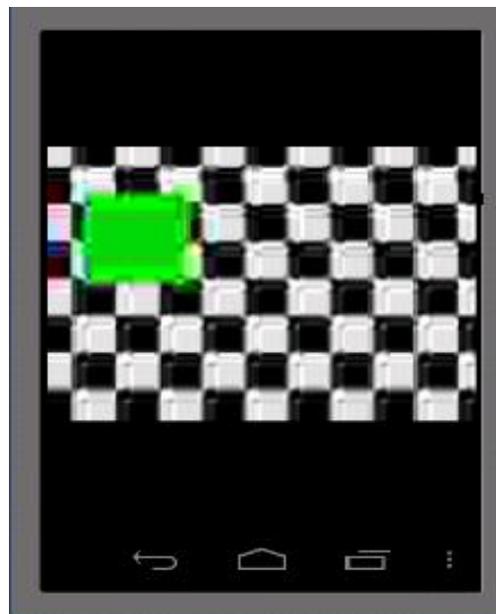
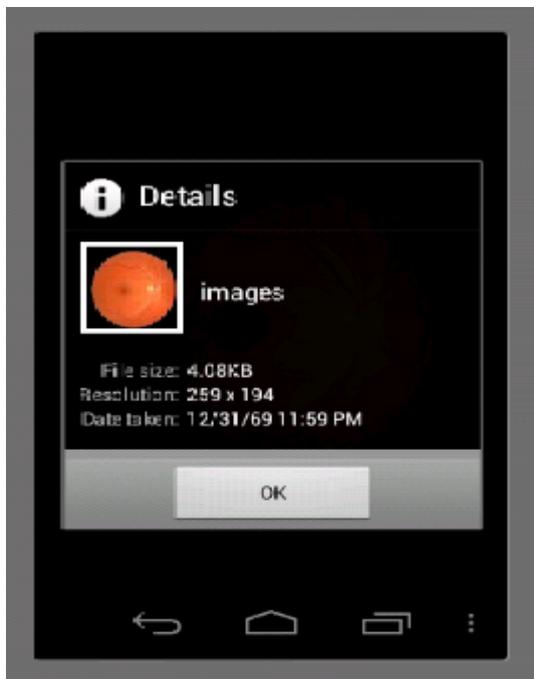


Figure (III.14) : Image compressée et enregistrée dans la Galerie.

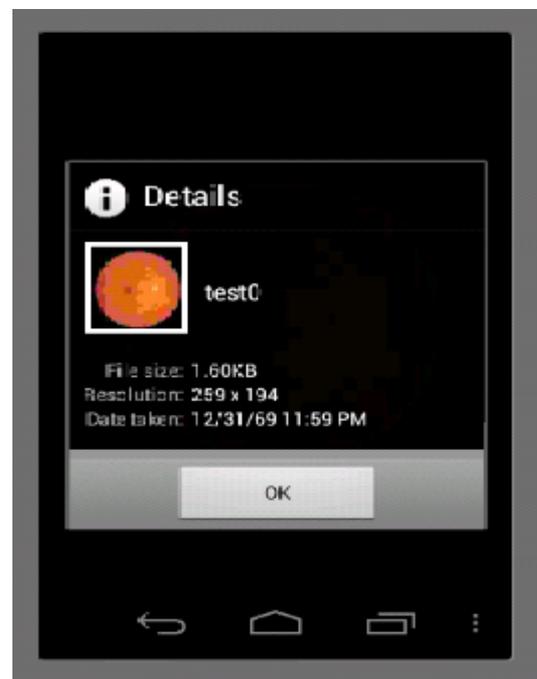


Figure (III.15) : Image médicale compressée et enregistrée dans la Galerie.

✚ L'image compressée par le bouton de compression sera enregistré dans mes fichiers sous le noms **test0.jpg**.



Figure(III.16) : image original (taille:4,08KB)



Figure(III.17) : image compressée (taille:1,60KB)

✚ la taille initiale de l'image insérée est plus grande que la taille d'images produite après la compression

✓ Donc on remarque que la méthode JPEG assez efficace et bien maîtrisée, on obtient de bons résultats avec n'importe quelle image, et le taux de compression très bonne à excellente.

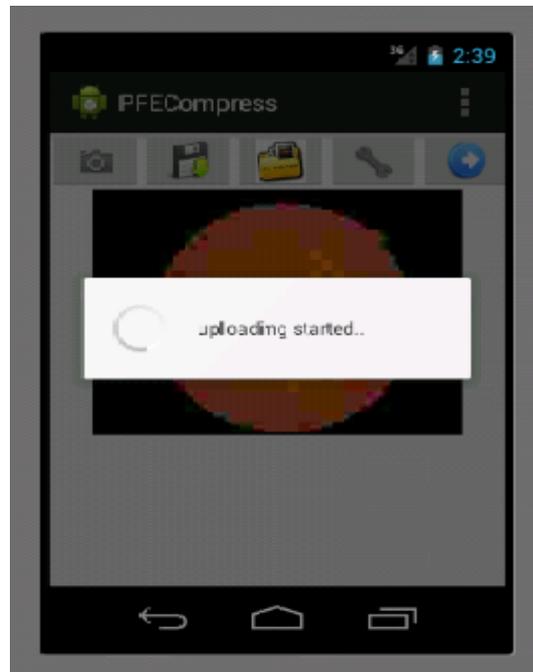


Figure (III.18) : Transfert d'images entre le Mobile et le Serveur.

✚ Le codage JPEG sert à la transmission d'images médicales pour éviter de confondre des artefacts (purement liés à l'image et à sa numérisation) avec de réels signes pathologiques.

III.3.3. Autre exemple de notre application

A : Image Radiologie

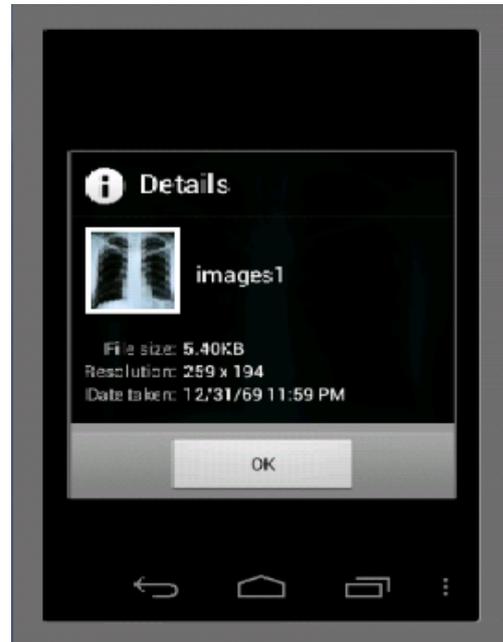


Image Originale (Taille Initiale : 5.40KB).

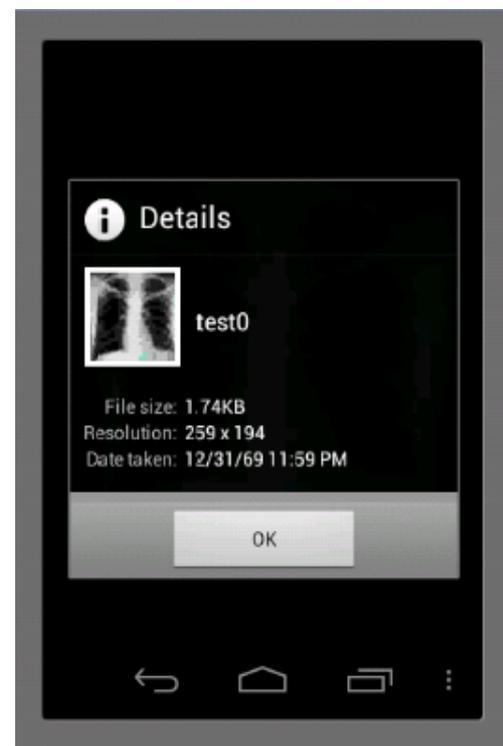
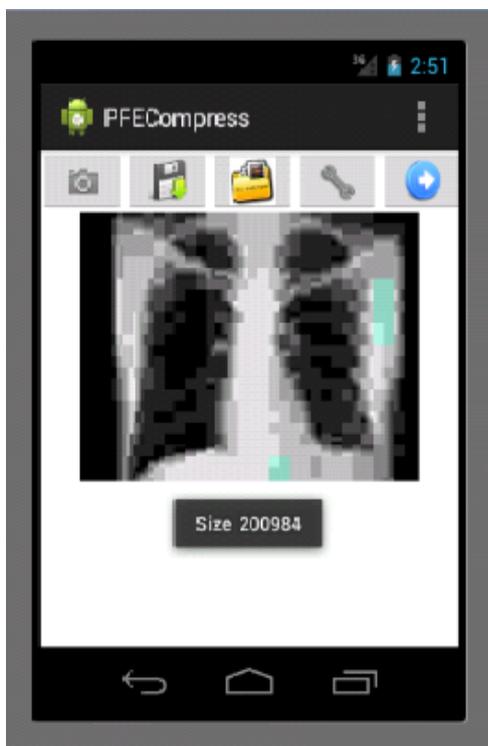


Image Compressée (Taille après la compression : 1.74KB).

Figure (III.19) : Compression d'une image de radiologie avec notre application.

B : Image IRM

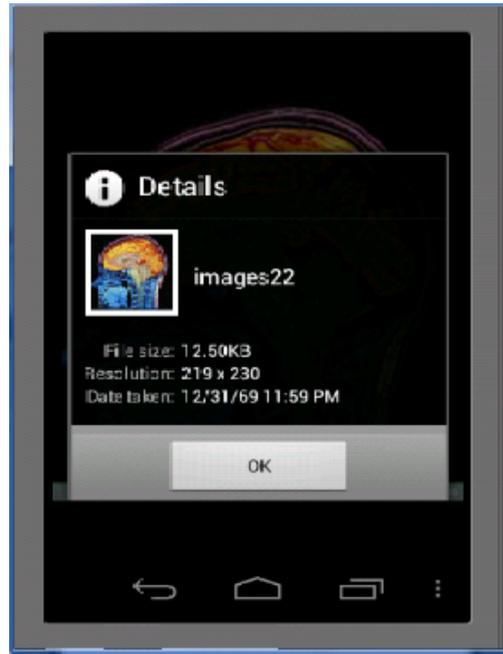


Image Originale (Taille Initiale : 12.50KB).

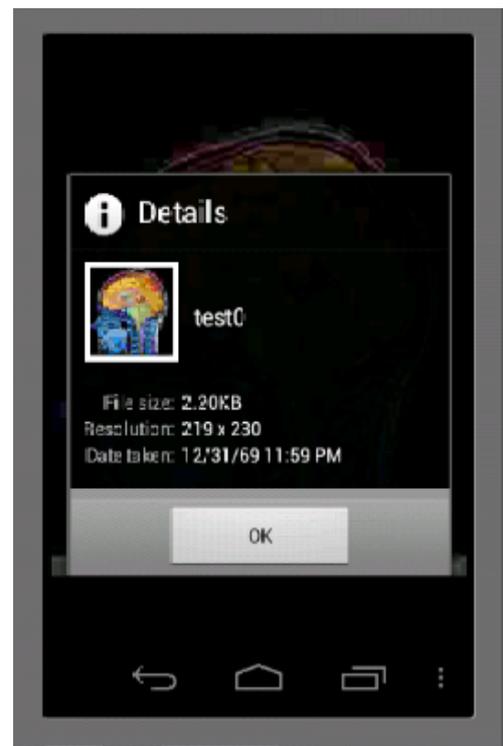
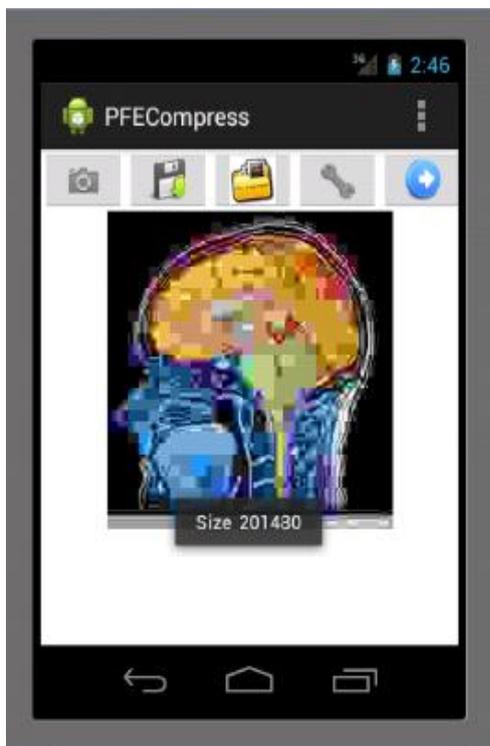


Image Compressée (Taille après la compression : 2.20KB).

Figure (III.20) : Compression d'une image IRM à l'aide de notre application.

III.4. Résultats et discussion

Interprétation de ces résultats

On remarque que la taille initiale de toutes les images traitée est plus grande que la taille des images produite après compression.

Notre algorithme de codage implémenté permet la réduction de la taille totale de l'image en cours. Comme montre les résultats on ne trouve pas une grande différence entre les images originales et les images après leurs compressions, c'est vrai on perd un peu la qualité de l'image mais sans perte de la grande quantité d'informations. Donc, c'est une solution optimale qui combine la qualité et le volume obtenu (un compromis entre la qualité et le volume du stockage). Dont le but est de gagner autant que possible le temps de leurs transferts et par conséquent offre un outil de diagnostic efficace et fiable au médecin traitant.

III.5. Conclusion

Ce chapitre est consacré pour montrer les différentes fonctionnalités et étapes de notre application dédiée à la télé-imagerie. Il s'agit d'un service mobile de compression des images médiales entre les acteurs médicaux.

Les résultats obtenus par l'algorithme implémenté sur le Smartphone ne présentent pas une grande distorsion. Ce qui les rend fiable au niveau de prises de décision médicale par les médecins et les professionnels de santé.

Conclusion Générale

Depuis des années se développe le concept général de la télémédecine et plus particulièrement le M-health qui répond de diverses façons (surveillance médicale, contrôle à distance, télé-imagerie...) aux besoins des plusieurs personnes.

Dans la famille des applications de la télémédecine, la télé-imagerie traite des images, des données informationnelles, l'échange entre les professionnels de santé, etc. La télé-imagerie possède des paramètres et des particularités liés aux volumes de données à transmettre et aux types d'images envoyées.

Après l'étude générale des techniques de la compression des images on a retenu que ça simple définition est qu'elle réduit le nombre moyen de bits par pixel nécessaire à sa représentation. Il est possible dans une certaine limite de réduire ce nombre sans perte d'information. Au-delà, il est nécessaire d'élaborer des algorithmes de compression irréversibles (avec pertes) induisant une distorsion pas ou peu visible dans les conditions normales d'observation des images.

Notre travail abouti à créer une application implémentée sous Android qui est en mesure de compresser les images médicales chargées sur un Smartphone au premier lieu dans le but de les sauvegarder et puis les transmettre vers un serveur Web pour les traités afin de réaliser des actes thérapeutiques, et les diagnostics et aussi pour l'archivage des dossiers médicales.

Cette expérience nous a permis de maîtriser les outils de développement Android, à savoir le SDK Android, et plus particulièrement les bibliothèques de traitement d'image et de connexion réseaux, dont le développement et l'intégration de ces méthodes n'a pas été une tâche facile pour nous, mais nous n'avons pas hésité à y participer, malgré qu'il y a peu de références. Elle est très enrichissante sur tous les domaines. Enfin, l'application que nous avons développée pourrait être enrichie par d'autres paramètres générés par l'algorithme caractérisant la qualité d'une compression tels que la redondance, l'entropie, la dimension, la luminance.

Bibliographie

- [1]. http://www.minkowska.com/article.php?id_article=145.
- [2]. I. Robert, L. Swamy, *M-Health: Emerging Mobile Health Systems*, Springer, ISBN 978-0-387-26558-2, 2005.
- [3]. Epocrates. Available from: www.epocrates.com.
- [4]. Scutsheet. Available from: <http://itunes.apple.com/us/app/scutsheet/id410326551?mt=8>.
- [5]. M. CAUVILLE, «Diagnostic, soins et prévention par la télémédecine», *Sciences et Technologies*, Vol. 2, pp. 32–34, 1999.
- [6]. A.FRANCO, «La télémédecine au service de l'autonomie », *La revue de médecine interne*, vol. 24(s.4), pp. 390– 393, ISBN : S0248-8663(03)80347-8, 2003.
- [7]. A. BONNIN; J.L BINET ; J.P GIROUD; M, J BOUREL. CIVATTE; DE GENNES J.-L. «Télé-imagerie médicale: une chance pour l'avenir. Medical teleimaging: a good chance for the future », *Académie nationale de médecine, Paris, FRANCE (1947) (Revue)*. 1999, vol. 183, n6, pp. 1123-1136 (20).
- [8]. [Http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/](http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/) La différence entre une image Bitmap et une image Vectorielle /lzw.html.
- [9]. CH. TAOUCHE, thèse de Magister «Implémentation d'un Environnement Parallèle pour la Compression d'Images à l'aide des Fractales», Université Mentouri de Constantine, Algérie, 2005.
- [10]. J.Taquet, C.Labit. «Une introduction à la compression d'images médicales volumiques», [Rapport de recherche] RR-7324, INRIA. 2010, pp.93. <inria-00494306>.
- [11]. S.Seda, «Introduction à la norme DICOM et l'extension DICOM-RT Introduction à Geant4», 14 septembre 2004.
- [12]. Robin champenois, «TIPE- Compression d'image», JUIN 2012.
- [13]. David Renaud, Rapport de recherche : «Compression de données sans perte».
- [14]. Article posté par serioussam « La compression RLE », http://www.tigen.org/pws_move/index.php?mod=articles&ac=commentaires&id=65
- [15]. Jonathan Taquet, Claude Labit, «Une introduction à la compression d'images médicales volumiques», Juin 2010.
- [16]. Mémoire fin d'étude « Compression d'image sans pertes par JPEG-LS » Mr Bellabidi adel mounir 06 Juin 2013.
- [17]. Article posté par serioussam « La compression de Huffman et ses variantes », http://www.tigen.org/pws_move/index.php?mod=articles&ac=commentaires&id=69.

Bibliographie

[18]. Le codage de Lempel Ziv Welch

http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/compression_de_donnees/lzw.htm

[19]. <http://www.commentcamarche.net/contents/119-compression-de-donnees>.

[20]. David A.Clunie, "Lossless Compression of GrayscaleMedical Images Effectiveness of Traditional and State of the Art Approaches", SPIE Medical Imaging, San Diego, Feb 2000.

[21]. DeneckerK, VanOverloop J, Lemahieu I, "An experimentalcomparison of severallossless image coders for medical images", Proc. 1997 IEEE Data Compression Conference.

[22]. Kivijärvi J, et al, "A comparison of lossless compression methods for medicalimages", ComputerizedMedical Imaging and Graphics, 22, pp 323-339, 1998.

[23]. W.Philips, S. Van Assche, D De Rycke et K Denecker, "State of-the-art for lossless compression of 3D medical images sets", ComputerizedMedical Imaging and Graphics, 2001.

[24]. X. Wu and J.-H. Chen, "Contextmodeling and entropycoding of waveletcoeficients for image compression", in Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal, pp. 3097-3100, New York, 1997.

[25]. Merzougui Rachid, Thèse de doctorat «Conception et développement d'applications et services dédiés à la santé sur des terminaux mobiles, Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, Juillet 2011.

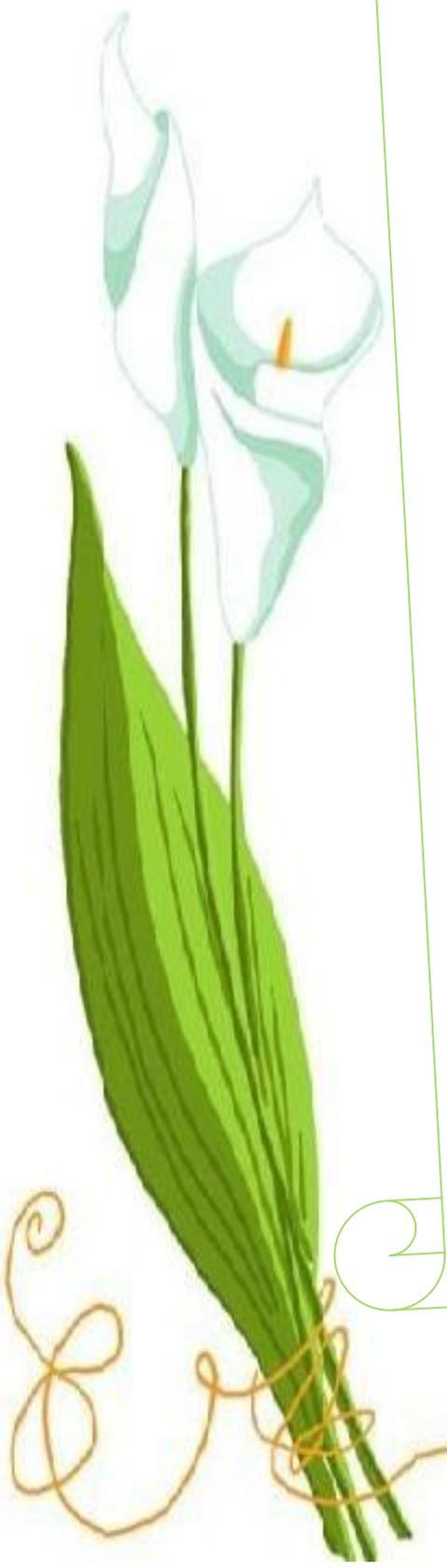
[26]. KRIM Selma, BENMANSOUR Yasmine, thèse de Master «Télé-imagerie médicale mobile », Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, 02 Juillet 2012.

[27]. [Fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org).

[28]. Michel Chilowicz , "Introduction a Android " , Sous licence Creative Commons By-NC-SA ,2012-2013.

[29]. REMACI Zineb Yasmina, GHITRI Salim, thèse de Licence "Développement d'une application mobile « Le jeu smile » ", Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, 10 Juin 2014.

[30]. REMACI Zineb Yasmina, GHITRI Salim, thèse de Licence "Développement d'une application mobile « Le jeu smile » ", Université ABOU BEKR BELKAID de Tlemcen, Algérie, 10 Juin 2014.



*A cœur vaillant rien d'impossible
A conscience tranquille tout est accessible
Quand il y a la soif d'apprendre
Tout vient à point à qui sait attendre
Quand il y a le souci de réaliser un dessein
Tout devient facile pour arriver à nos fins
Malgré les obstacles qui s'opposent
En dépit des difficultés qui s'interposent
Les études sont avant tout
Notre unique et seul atout
Ils représentent la lumière de notre existence
L'étoile brillante de notre réjouissance
Comme un vol de gerfauts hors du charnier natal
Nous partons ivres d'un rêve héroïque et brutal
Espérant des lendemains épiques
Un avenir glorieux et magique
Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis
Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri*

Merci
BENZIANE Zahra
BRAHMI Sarah