



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE
RABAT



Année: 2021

Thèse N°: 285

INTRODUCTION A LA DIGITAL HEALTH ET SES APPLICATIONS

THESE

Présentée et soutenue publiquement le : / /2021

PAR

Madame Zineb BOUHYA

Née le 16 Février 1994 à Ksar El Kebir

*Pour l'Obtention du Diplôme de
Docteur en Médecine*

Mots Clés : E-Santé; Domaines d'application; Limites; Aspects éthiques

Membres du Jury :

Monsieur Badre Eddine LMIMOUNI

Professeur de Parasitologie

Monsieur Azeddine IBRAHIMI

Professeur de Biologie moléculaire/Biotechnologie

Madame Mouna OUADGHIRI

Professeur de Microbiologie et Biologie

Monsieur Jawad HAFIDI

Professeur d'Anatomie

Président

Rapporteur

Juge

Juge

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



قالوا سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إننا أنت العليم الحكيم



سورة البقرة: الآية: 31

بِسْمِ اللَّهِ
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**UNIVERSITE MOHAMMED V
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIERABAT**

DOYENS HONORAIRES :

1962 - 1969: Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 - 1974: Professeur Abdellatif BERBICH
1974 - 1981: Professeur Bachir LAZRAK
1981 - 1989: Professeur Taieb CHKILI
1989 - 1997: Professeur Mohamed Tahar ALAOUI 1997 - 2003: Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 - 2013: Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen :

Professeur Mohamed ADNAOUI

Vice-Doyen chargé des Affaires Académiques et estudiantines

Professeur Brahim LEKEHAL

Vice-Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération

Professeur Taoufiq DAKKA

Vice-Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie

Professeur Younes RAHALI

Secrétaire Général

Mr. Mohamed KARRA

**Enseignant militaire*

1 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS ET PHARMACIENS

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne - [Clinique Royale](#)
Anesthésie - Réanimation
Pathologie Chirurgicale

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne - [Doyen de la EMPR](#)
Neurologie

Janvier et Novembre 1990

Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. TAZI Saoud Anas

Gynécologie - Obstétrique
Anesthésie Réanimation

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENSOUA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZAD Rachid
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique [Méd. Chef Maternité des Orangers](#)
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie- [Dir. du Centre National PV Rabat](#)
Chimie thérapeutique

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUA Adil
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Chirurgie Générale [Doyen de FMPT](#)
Anesthésie Réanimation
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Anatomie
Microbiologie

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Noureddine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika

Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques [Doyen de la FMPA](#)
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale - [Directeur du CHUIS](#)
Immunologie

**Enseignant militaire*

Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Chirurgie Pédiatrique
Chirurgie Générale
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Urologie [Inspecteur du SSM](#)
Pédiatrie
Traumatologie - Orthopédie
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. EL MESNAOUI Abbes
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Urologie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Décembre 1996

Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOVAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. OUZEDDOUN Naima

Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Néphrologie

Pr. ZBIR EL Mehdi*

Cardiologie [Directeur HMI Mohammed V](#)

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BIROUK Nazha
Pr. FELLAT Nadia
Pr. KADDOURI Noureddine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. TOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Gynécologie-Obstétrique
Neurologie
Cardiologie
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie [Directeur Hôp. Ar-razi Salé](#)
Gynécologie Obstétrique

Novembre 1998

Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan

Neurologie [Doyen de la FM Abulcassis](#)
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale

**Enseignant militaire*

Pr. BENKIRANE Majid*

Hématologie

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUAMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumo-phtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae

Neurologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie - [Directeur Hôp. Cheikh Zaid](#)
Urologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Pédiatrie

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOUACHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*

Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie-Pédiatrique [Directeur Hôp. Des Enfants Rabat](#)
Chirurgie Générale
Pédiatrie - [Directeur Hôp. Univ. International \(Cheikh Khalifa\)](#)
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale [Directeur Hôpital Ibn Sina](#)
Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique **V-D chargé Aff Acad. Est.**
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique

**Enseignant militaire*

Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBAH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Chirurgie Générale
Urologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie

Décembre 2002

Pr. AMEUR Ahmed*
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef*
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia
Pr. BERNOUSSI Zakiya
Pr. CHOHO Abdelkrim*
Pr. CHKIRATE Bouchra
Pr. EL ALAMI EL Fellous Sidi Zouhair
Pr. FILALI ADIB Abdelhai
Pr. HAJJI Zakia
Pr. KRIOUILE Yamina
Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RAISS Mohamed
Pr. SIAH Samir*
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Chirurgie Pédiatrique
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Pédiatrie
Oto-Rhino-Laryngologie
Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Pédiatrie
Chirurgie Générale

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOULAADAS Malik
Pr. BOURAZZA Ahmed*
Pr. CHAGAR Belkacem*
Pr. CHERRADI Nadia
Pr. EL FENNI Jamal*
Pr. EL HANCHI ZAKI
Pr. EL KHORASSANI Mohamed
Pr. HACHI Hafid
Pr. JABOUIRIK Fatima
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. MOUGHIL Said
Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

Ophtalmologie
Anatomie Pathologique
Oto-Rhino-Laryngologie
Gastro-Entérologie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Neurologie
Traumatologie Orthopédie
Anatomie Pathologique
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie

Janvier 2005

**Enseignant militaire*

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENYASS Aatif*
Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

AVRIL 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal
Pr. FELLAT Ibtissam
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. AMHAJJI Larbi*
Pr. AOUI Sarra
Pr. BAITE Abdelouahed*
Pr. BALOUCH Lhousaine*

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Rhumatologie
Ophtalmologie
Rhumatologie [Directeur Hôp. ALAyachi Salé](#)
Pédiatrie
Cardiologie
Biophysique
Cardiologie (mise en disponibilité)
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Rhumatologie
Hématologie
O.R.L
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio - Vasculaire. [Directeur Hôpital Ibn Sina Marr.](#)
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie - Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Pneumo - Phtisiologie
Biochimie
Pneumo - Phtisiologie

Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Traumatologie orthopédie
Parasitologie
Anesthésie réanimation
Biochimie-chimie

**Enseignant militaire*

Pr. BENZIANE Hamid*
Pr. BOUTIMZINE Nourdine
Pr. CHERKAOUI Naoual*
Pr. EL BEKKALI Youssef*
Pr. EL ABSI Mohamed
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
Pr. EL OMARI Fatima
Pr. GHARIB Nouredine
Pr. HADADI Khalid*
Pr. ICHOU Mohamed*
Pr. ISMAILI Nadia
Pr. KEBDANI Tayeb
Pr. LOUZI Lhoussain*
Pr. MADANI Naoufel
Pr. MARC Karima
Pr. MASRAR Azlarab
Pr. OUZZIF Ez zohra*
Pr. SEFFAR Myriame
Pr. SEKHSOKH Yessine*
Pr. SIFAT Hassan*
Pr. TACHFOUTI Samira
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
Pr. TANANE Mansour*
Pr. TLOGUI Houssain
Pr. TOUATI Zakia

Pharmacie clinique
Ophtalmologie
Pharmacie galénique
Chirurgie cardio-vasculaire
Chirurgie générale
Anesthésie réanimation
Psychiatrie
Chirurgie plastique et réparatrice
Radiothérapie
Oncologie médicale
Dermatologie
Radiothérapie
Microbiologie
Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Hématologie biologique
Biochimie-chimie
Microbiologie
Microbiologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Chirurgie générale
Traumatologie-orthopédie
Parasitologie
Cardiologie

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
Pr. AGADR Aomar*
Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
Pr. AKHADDAR Ali*
Pr. ALLALI Nazik
Pr. AMINE Bouchra
Pr. ARKHA Yassir
Pr. BELYAMANI Lahcen*
Pr. BJIJOU Younes
Pr. BOUHSAIN Sanae*
Pr. BOUI Mohammed*
Pr. BOUNAIM Ahmed*
Pr. BOUSSOUGA Mostapha*
Pr. CHTATA Hassan Toufik*
Pr. DOGHMI Kamal*
Pr. EL MALKI Hadj Omar
Pr. EL OUENNASS Mostapha*
Pr. ENNIBI Khalid*
Pr. FATHI Khalid
Pr. HASSIKOU Hasna*
Pr. KABBAJ Nawal
Pr. KABIRI Meryem

Médecine interne
Pédiatrie
Chirurgie Générale
Neuro-chirurgie
Radiologie
Rhumatologie
Neuro-chirurgie [Directeur Hôp.des Spécialités](#)
Anesthésie Réanimation
Anatomie
Biochimie-chimie
Dermatologie
Chirurgie Générale
Traumatologie-orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Hématologie clinique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Médecine interne
Gynécologie obstétrique
Rhumatologie
Gastro-entérologie
Pédiatrie

**Enseignant militaire*

Pr. KARBOUBI Lamya
Pr. LAMSAOURI Jamal*
Pr. MARMADE Lahcen
Pr. MESKINI Toufik
Pr. MESSAOUDI Nezha*
Pr. MSSROURI Rahal
Pr. NASSAR Ittimade
Pr. OUKERRAJ Latifa
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani*

Pédiatrie
Chimie Thérapeutique
Chirurgie Cardio-vasculaire
Pédiatrie
Hématologie biologique
Chirurgie Générale
Radiologie
Cardiologie
Pneumo-Phtisiologie

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
Pr. AMEZIANE Taoufiq*
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. CHADLI Mariama*
Pr. CHEMSI Mohamed*
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. DARBI Abdellatif*
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
Pr. EL MAZOUZ Samir
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. LAMALMI Najat
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anesthésie réanimation
Médecine Interne **Directeur ERSSM**
Physiologie
Microbiologie
Médecine Aéronautique
Biochimie- Chimie
Radiologie
Chirurgie Pédiatrique
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Plastique et Réparatrice
Urologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique

Decembre 2010

Pr. ZNATI Kaoutar

Anatomie Pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil*
Pr. BENCHEBBA Driss*
Pr. DRISSI Mohamed*
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed

Chirurgie pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Traumatologie-orthopédie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique

Février 2013

Pr. AHID Samir
Pr. AIT EL CADI Mina
Pr. AMRANI HANCHI Laila
Pr. AMOR Mourad
Pr. AWAB Almahdi
Pr. BELAYACHI Jihane

Pharmacologie
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Réanimation Médicale

**Enseignant militaire*

Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain	Anesthésie-Réanimation
Pr. BENCHEKROUN Laila	Biochimie-Chimie
Pr. BENKIRANE Souad	Hématologie
Pr. BENSGHIR Mustapha*	Anesthésie Réanimation
Pr. BENYAHIA Mohammed*	Néphrologie
Pr. BOUATIA Mustapha	Chimie Analytique et Bromatologie
Pr. BOUABID Ahmed Salim*	Traumatologie orthopédie
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba	Anatomie
Pr. CHAIB Ali*	Cardiologie
Pr. DENDANE Tarek	Réanimation Médicale
Pr. DINI Nouzha*	Pédiatrie
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali	Anesthésie Réanimation
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa	Radiologie
Pr. ELFATEMI NIZARE	Neuro-chirurgie
Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JAOUDI Rachid*	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologique
Pr. EL KHLouFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryem	Radiologie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique Vice-Doyen à la Pharmacie
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua*	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan*	Gastro-Entérologie

**Enseignant militaire*

Pr. ZERHOUNI Hicham
Pr. ZINE Ali*

Chirurgie Pédiatrique
Traumatologie Orthopédie

AVRIL 2013

Pr. EL KHATIB MOHAMED KARIM*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

MARS 2014

Pr. ACHIR Abdellah
Pr. BENCHAKROUN Mohammed*
Pr. BOUCHIKH Mohammed
Pr. EL KABBAJ Driss*
Pr. EL MACHTANI IDRISSE Samira*
Pr. HARDIZI Houyam
Pr. HASSANI Amale*
Pr. HERRAK Laila
Pr. JEAIDI Anass*
Pr. KOUACH Jaouad*
Pr. MAKRAM Sanaa*
Pr. RHISSASSI Mohamed Jaafar
Pr. SEKKACH Youssef*
Pr. TAZI MOUKHA Zakia

Chirurgie Thoracique
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Thoracique
Néphrologie
Biochimie-Chimie
Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pédiatrie
Pneumologie
Hématologie Biologique
Génécologie-Obstétrique
Pharmacologie
CCV
Médecine Interne
Généologie-Obstétrique

DECEMBRE 2014

Pr. ABILKACEM Rachid*
Pr. AIT BOUGHIMA Fadila
Pr. BEKKALI Hicham*
Pr. BENAZZOU Salma
Pr. BOUABDELLAH Mounya
Pr. BOUCHRIK Mourad*
Pr. DERRAJI Soufiane*
Pr. EL AYOUBI EL IDRISSE Ali
Pr. EL GHADBANE Abdedaim Hatim*
Pr. EL MARJANY Mohammed*
Pr. FEJJAL Nawfal
Pr. JAHIDI Mohamed*
Pr. LAKHAL Zouhair*
Pr. OUDGHIRI NEZHA
Pr. RAMI Mohamed
Pr. SABIR Maria
Pr. SBAI IDRISSE Karim*

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.

AOUT 2015

Pr. MEZIANE Meryem
Pr. TAHIRI Latifa

Dermatologie
Rhumatologie

**Enseignant militaire*

PROFESSEURS AGREGES :

JANVIER 2016

Pr. BENKABBOU Amine	Chirurgie Générale
Pr. EL ASRI Fouad*	Ophtalmologie
Pr. ERRAMI Nouredine*	O.R.L
Pr. NITASSI Sophia	O.R.L

JUIN 2017

Pr. ABI Rachid*	Microbiologie
Pr. ASFALOU Ilyasse*	Cardiologie
Pr. BOUAITI El Arbi*	Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pr. BOUTAYEB Saber	Oncologie Médicale
Pr. EL GHISSASSI Ibrahim	Oncologie Médicale
Pr. HAFIDI Jawad	Anatomie
Pr. MAJBAR Mohammed Anas	Chirurgie Générale
Pr. OURAINI Saloua*	O.R.L
Pr. RAZINE Rachid	Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pr. SOUADKA Amine	Chirurgie Générale
Pr. ZRARA Abdelhamid*	Immunologie

MAI 2018

Pr. AMMOURI Wafa	Médecine interne
Pr. BENTALHA Aziza	Anesthésie-Réanimation
Pr. EL AHMADI Brahim	Anesthésie-Réanimation
Pr. EL HARRECH Youness*	Urologie
Pr. EL KACEMI Hanan	Radiothérapie
Pr. EL MAJJAOUI Sanaa	Radiothérapie
Pr. FATIHI Jamal*	Médecine Interne
Pr. GHANNAM Abdel-Ilah	Anesthésie-Réanimation
Pr. JROUNDI Imane	Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pr. MOATASSIM BILLAH Nabil	Radiologie
Pr. TADILI Sidi Jawad	Anesthésie-Réanimation
Pr. TANZ Rachid*	Oncologie Médicale

NOVEMBRE 2018

Pr. AMELLAL Mina	Anatomie
Pr. SOULY Karim	Microbiologie
Pr. TAHRI Rajae	Histologie-Embryologie-Cytogénétique

NOVEMBRE 2019

Pr. AATIF Taoufiq*	Néphrologie
Pr. ACHBOUK Abdelhafid*	Chirurgie réparatrice et plastique
Pr. ANDALOUSSI SAGHIR Khalid	Radiothérapie
Pr. BABA HABIB Moulay Abdellah*	Gynécologie-Obstétrique
Pr. BASSIR RIDA ALLAH	Anatomie
Pr. BOUATTAR TARIK	Néphrologie
Pr. BOUFETTAL MONSEF	Anatomie
Pr. BOUCHENTOUF Sidi Mohammed*	Chirurgie-Générale

**Enseignant militaire*

Pr. BOUZELMAT HICHAM*	Cardiologie
Pr. BOUKHRIS JALAL*	Traumatologie-Orthopédie
Pr. CHAFRY BOUCHAIB*	Traumatologie-Orthopédie
Pr. CHAHDI HAFSA*	Anatomie pathologique
Pr. CHERIF EL ASRI ABAD*	Neuro-chirurgie
Pr. DAMIRI AMAL*	Anatomie Pathologique
Pr. DOGHMI NAWFAL*	Anesthésie-Réanimation
Pr. ELALAOUI SIDI-YASSIR	Pharmacie-Galénique
Pr. EL ANNAZ HICHAM*	Virologie
Pr. EL HASSANI MOULAY EL MEHDI*	Gynécologie-Obstétrique
Pr. EL HJOUJI ABDERRAHMAN*	Chirurgie Générale
Pr. EL KAOUI HAKIM*	Chirurgie Générale
Pr. EL WALI ABDERRAHMAN*	Anesthésie-Réanimation
Pr. EN-NAFAA ISSAM*	Radiologie
Pr. HAMAMA JALAL*	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Pr. HEMMAOUI BOUCHAIB*	O.R.L
Pr. HJIRA NAOUFAL*	Dermatologie
Pr. JIRA MOHAMED*	Médecine interne
Pr. JNIENE ASMAA	Physiologie
Pr. LARAQUI HICHAM*	Chirurgie-Générale
Pr. MAHFOUD TARIK*	Oncologie Médicale
Pr. MEZIANE MOHAMMED*	Anesthésie-Réanimation
Pr. MOUTAKI ALLAH YOUNES*	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. MOUZARI YASSINE*	Ophtalmologie
Pr. NAOUI HAFIDA*	Parasitologie-Mycologie
Pr. OBTEL MAJDOULINE	Médecine préventive, santé publique et Hyg.
Pr. OURRAI ABDELHAKIM*	Pédiatrie
Pr. SAOUAB RACHIDA*	Radiologie
Pr. SBITTI YASSIR*	Oncologie Médicale
Pr. ZADDOUG OMAR*	Traumatologie-Orthopédie
Pr. ZIDOUH SAAD*	Anesthésie-Réanimation

**Enseignant militaire*

2 - ENSEIGNANTS-CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR :

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	Biochimie-chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BARKIYOU Malika	Histologie-Embryologie
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie Vice-Doyen chargé de la Rech. et de la Coop.
Pr. FAOUZI Moulay El Abbas	Pharmacologie
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire/Biotechnologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Mohammed	Chimie Organique
Pr. RIDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie

PROFESSEURS HABILITES :

Pr. BENZEID Hanane	Chimie
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia	Biochimie-chimie
Pr. DOUKKALI Anass	Chimie Analytique
Pr. EL JASTIMI Jamila	Chimie
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Histologie-Embryologie
Pr. LYAHYAI Jaber	Génétique
Pr. OUADGHIRI Mouna	Microbiologie et Biologie
Pr. RAMLI Youssef	Chimie
Pr. SERRAGUI Samira	Pharmacologie
Pr. TAZI Ahnini	Génétique
Pr. YAGOUBI Maamar	Eau, Environnement

Mise à jour le 05/03/2021

KHALED Abdellah

Chef du Service des Ressources Humaines

FMPR

**Enseignant militaire*



Dédicaces



Je remercie Dieu d'avoir été toujours à mes côtés en me donnant le courage, la force et la patience pour aller jusqu'au bout de mes études. Louanges et remerciements à Dieu pour sa clémence et sa miséricorde.

A ma très chère mère

Je te remercie de tout mon cœur pour ton aide au quotidien et ton soutien constant, tu étais toujours présente pour moi, je ne te remercierai jamais assez pour tes sacrifices.

Merci maman d'avoir inculqué en nous les plus belles valeurs humaines tout en nous comblant d'amour. Tu es mon exemple et tu le seras pour toujours. Je serais toujours reconnaissante à ton égard, je prie Dieu pour que tu vives avec nous une longue vie car c'est toi notre lumière et sans toi on est perdu.

A mon très cher père

Merci pour toutes tes prières qui ont été pour moi d'un grand soutien au cours de ce long parcours. Merci pour ton soutien, ta compréhension et ta présence. J'espère réaliser ce jour un de tes rêves et être digne de ton nom. Que dieu, tout puissant, te garde, te procure santé, bonheur et longue vie.

A mes frères et sœurs

Je ne peux exprimer à travers ces lignes tous mes sentiments d'amour et de tendresse envers vous. Vous avez toujours été là pour moi, à partager les moments les plus difficiles, mais aussi les plus joyeux. Je vous remercie et je vous souhaite tout le bonheur du monde.

A tous mes chers ami(e)s

A tous les moments que nous avons passés ensemble à la faculté, à l'hôpital et ailleurs, à tous nos souvenirs ! Je vous souhaite à tous une longue vie pleine de bonheur et de prospérité. Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon respect.



Remerciements



A notre maitre et président de thèse,

Monsieur le Professeur LMIMOUNI BADRE EDDINE

*Professeur et chef de service du laboratoire de parasitologie à l'Hôpital
militaire d'instruction Mohamed V Rabat*

*Pour l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider notre jury
ainsi que pour votre enseignement. Nous vous sommes très reconnaissants
de bien vouloir porter intérêt à ce travail.*

*A mon directeur de thèse,
Monsieur le professeur IBRAHIMI AZEDDINE,
Professeur d'enseignement supérieur, directeur du laboratoire de
Biotechnologie Médicale (Medbiotech) à la faculté de médecine et de
pharmacie de Rabat*

Je souhaite exprimer toute ma gratitude pour m'avoir proposé ce sujet, pour le temps que vous m'avez consacré, et pour votre accueil et disponibilité à chaque instant. Veuillez trouver ici mes sincères remerciements.

A notre maitre, juge de thèse

Madame le professeur Pr OUADGHIRI MOUNA

*Professeur d'enseignement supérieur, microbiologiste et biologiste
moléculaire*

*Nous vous remercions de nous avoir honorés par votre présence
parmi les membres du jury, Veuillez trouver ici, cher Maitre,
le témoignage de notre grande estime et
de notre sincère reconnaissance.*

A notre maitre, juge de thèse

Monsieur le professeur Hafidi JAWAD

Professeur d'Anatomie et chirurgien plastique à l'hôpital Avicenne Rabat

*Votre présence au sein de notre jury constitue pour moi un grand honneur.
Qu'il me soit permis de vous présenter à travers ce travail le témoignage de
mon grand respect et l'expression de ma profonde reconnaissance.*



Liste des abréviations



Abréviations

ANAM	: Agence nationale de l'assurance maladie
ASG	: Auto-surveillance glycémique
CAO	: Chirurgie assistée par ordinateur
CEE	: Communauté économique européenne
CGM	: Glucose continuous monitoring
CNOM	: Collège national de l'ordre des médecins
CSI	: Cortico-stéroïdes inhalés
DMC	: Dispositifs médicaux connectés
DMDIV	: Dispositif médical de diagnostic in vitro
DPI	: Dossier patient informatisé
DSE	: Dossier de santé électronique
DT1	: Diabète de type 1
DT2	: Diabète de type 2
DTx	: Digital therapeutics
ECG	: Electrocardiogramme
ECR	: Essais contrôlés randomisés
ESH	: European Society of Hypertension
FDA	: Food and Drug Administration
FGM	: Flash glucose monitor
HTA	: Hypertension artérielle
IA	: Intelligence artificielle
IGR	: Institut Gustave Roussy

IMC	: Indice de masse corporelle
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
IUE	: Incontinence urinaire d'effort
MCG	: Mesure continue du glucose
NHS	: National health service
OCS	: Objets connectés de santé
OMS	: Organisation mondiale de la santé
OPS	: Organisation panaméricaine de la santé
PA	: Pression artérielle
RAMED	: Régime d'assistance médicale
RGPD	: Règlement général sur la protection des données
SAMU	: Service d'aide médicale d'urgence
SMS	: Short message service
TCC	: Thérapie cognitive et comportementale
TIC	: Technologies de l'information et de la communication



Liste des illustrations



Liste des figures

Figure 1 : La E-santé en 2015 selon le CNOM	3
Figure 2 : illustrations des 5 actes de télémédecine.....	5
Figure 3 : Dispositif iHealth Glucomètre BG5-kit et application mobile iHealth GlucoSmart (d'après www.ihealthlabs.eu)	10
Figure 4 : application Foodzy pour la nutrition.....	14
Figure 5 : HY-Result pour l'HTA	19
Figure 6 : fonctionnement de la plateforme ESH care pour le télé-suivi des patients hypertendus.....	22
Figure 7 : retentissement de l'insuffisance cardiaque sur la vie des patients	23
Figure 8 : l'application ELIPS IC pour l'insuffisance cardiaque.....	24
Figure 9 : Capteur et lecteur glycémique FreeStyle	25
Figure 10 : le dispositif Miao Miao	26
Figure 11 : K'Watch	27
Figure 12 : Complications du diabète	28
Figure 13 : Sirenssocks	29
Figure 14 : Illustration de l'appareil respiratoire SpiroGame, conçu comme un cornet de glace.	32
Figure 15 : Smartinhaler.....	33
Figure 16 : cycle de la télémédecine dans la gestion de l'asthme	34
Figure 17 : le robot américain Da Vinci	39
Figure 18 : le robot autonome cyberknife pour la radiothérapie.....	40

Figure 19: l'application marocaine « WIQAYTNA ».....	46
Figure 20: Plateforme marocaine gratuite de téléconsultation « tbib24 ».....	49
Figure 21: Aspect pratique de la vaccination anti Covid.....	50
Figure 22: la plateforme « yakadaliqah» de télé-suivi médical	52
Figure 23 : représentation du jeu vidéo OdySight.....	55
Figure 24: « Innovo » 1er dispositif de stimulation électrique transcutanée contre l'incontinence urinaire	57
Figure 25 : le programme « sleepio » pour combattre l'insomnie	59
Figure 26: la tomosynthèse mammaire numérique.....	65

Liste des tableaux

Tableau 1: Résumé des fonctions de documentation et de présentation des données .	42
Tableau 2: Résumé des fonctions d'aide au choix d'actes diagnostiques ou de médicaments et à la gestion de prise en charge.....	43
Tableau 3 : Résumé des fonctions d'accès aux informations de référence	44
Tableau 4: Résumé des fonctions d'alerte ou de rappel / aide mémoire non sollicités par le clinicien.....	44



Sommaire



I. Introduction	2
1. Définitions autour de la e-santé	3
1.1 E-santé = santé connectée = e-médecine	4
1.2 Télémédecine	4
1.3 M-santé ou « santé mobile »	6
1.3.1 Objets connectés de santé (OCS) et dispositifs médicaux connectés (DMC)	6
1.3.2 Applications mobiles	7
2. Concepts liés à la m-santé	9
2.1 Le quantified self	9
2.2 L'empowerment des patients	11
2.3 La médecine 5P	11
II. Domaines d'application de la e-santé	14
1. La prévention	14
2. La prise en charge optimisée des maladies chroniques	18
2.1 L'hypertension artérielle	18
2.2 L'insuffisance cardiaque	23
2.3 Le diabète	24
2.4 L'asthme	30
3. Le dossier patient informatisé	35
4. LA Chirurgie assistée par ordinateur (CAO)	36
5. Les systèmes d'aide à la décision médicale	41
III. Outils numériques développés par le Maroc pour faire face à la pandémie covid 19	46

1. WIQAYTNA	46
1.1 Définition	46
1.2 Objectifs de l'application	47
1.3 Fonctionnement	47
2. Tbib 24	48
3. Liqahcorona et Yakadaliqah	49
IV. Principales innovations en matière de l'e-santé	54
1. Les thérapies digitales	54
2. Place de l'intelligence artificielle dans les soins de santé	59
3. La modélisation prédictive dans les soins de santé	62
V. Principales limites de la e-santé	71
1. La sensibilité des données de santé	71
2. Le RGPD ou Le règlement général sur la protection des données	72
3. Les cyber-attaques	73
4. La blockchain	75
VI. Implications éthiques des technologies numériques de la santé	78
1. Confidentialité et sécurité des données personnelles de soins de santé	79
2. Égalité d'accès aux services de santé	80
3. Responsabilité	80
4. Efficacité de l'autonomisation des patients	81
5. Qualité des informations sur les soins de santé	82
VII. Conclusion	86
Résumés	87
Bibliographie	91



Introduction



I. Introduction :

De nos jours, la technologie numérique s'insère progressivement dans les pratiques de l'ensemble des industries, notamment celles des industries de santé. La santé digitale ou plus couramment appelée « e-santé » englobe l'ensemble des innovations s'appuyant sur les technologies de l'information et de la communication pour la santé afin de collecter et générer des données. Elle impacte le monde médical à plusieurs niveaux allant de la prévention jusqu'à la guérison des patients. Avec le vieillissement constant des populations et l'augmentation du nombre de patients atteints de maladies chroniques, la e-santé joue un rôle de plus en plus important. Dans une vision centrée sur le patient, la e-santé s'insère dans l'accompagnement des patients afin de permettre la réalisation de plusieurs objectifs : l'amélioration du suivi, la personnalisation et l'innovation des soins. Le but étant de diminuer les inefficacités des systèmes de soins et réduire les coûts.

Comme la e-santé est un terme assez large, nous essayerons dans cette thèse de donner des définitions assez claires sur ce terme ainsi que sur ses principales divisions ; à savoir la télémédecine et la m-santé, ensuite nous aborderons les principaux domaines d'application de cette santé numérique tout en donnant des exemples pratiques illustrant l'importance des outils digitaux dans l'amélioration de la prise en charge des patients.

Après nous exposerons certaines techniques de e-santé auxquelles a eu recours le Maroc pour faire face à la pandémie covid19, ainsi que les dernières innovations dans ce domaine, en l'occurrence : les thérapies digitales, l'intelligence artificielle et l'analyse prédictive dans les soins de santé.

Enfin nous évoquerons les principales limites de la e-santé, ainsi que ses préoccupations éthiques en matière de confidentialité et sécurité des données personnelles de santé.

1. Définitions autour de la e-santé :

Le terme e-santé (e-health en anglais), est apparu en 1999, lors du 7eme congrès international de télémédecine à Londres. John Mitchel, auteur de cette formulation, l'a définie comme « l'usage combiné de l'internet et des technologies de l'information à des fins cliniques, éducationnelles et administratives, à la fois localement et à distance » (1).

Le Conseil National de l'Ordre des Médecins (CNOM) a anticipé cette révolution numérique et a donc fait paraître en 2015 un livre blanc sur ce sujet : Santé connectée : De la e-santé à la santé connectée, dans lequel il dessine les contours du monde de la santé numérique au travers de l'organigramme ci après (2)

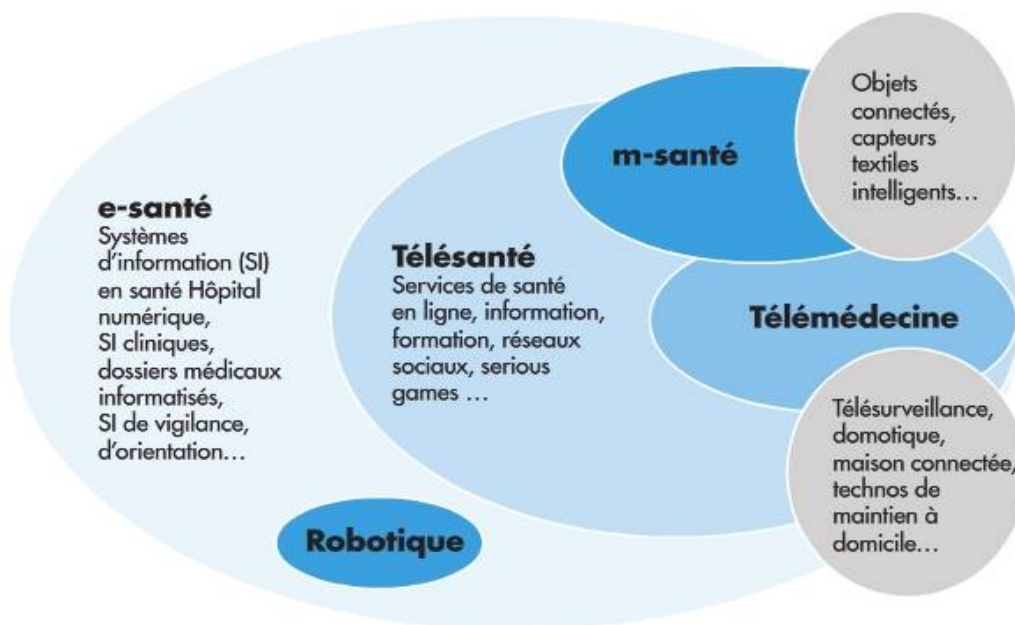


Figure 1 : La E-santé en 2015 selon le CNOM

On constate qu'il n'existe pas de limites nettes entre les différentes branches de la e-santé qui ont tendance à s'entrecouper. Afin de se familiariser avec le sujet il est nécessaire d'en connaître les définitions.

Au préalable, il convient de rappeler la définition du mot santé, défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1946 comme « un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité » (3).

1.1 E-santé = santé connectée = e-médecine:

Selon l'OMS, la e-santé : «consiste à utiliser les technologies de l'information et de la communication (TIC) à l'appui de l'action de santé et dans des domaines connexes, dont les services de soins de santé, la surveillance sanitaire, la littérature sanitaire et l'éducation, le savoir et la recherche en matière de santé. » (4).

Dans le langage courant, la e-santé englobe tout ce qui concerne de près ou de loin la numérisation de la santé.

1.2 Télémédecine :

Définie par l'article L6316 du Code de la Santé Publique (5), « la télémédecine est une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication. Elle met en rapport, entre eux ou avec un patient, un ou plusieurs professionnels de santé, parmi lesquels figure nécessairement un professionnel médical et, le cas échéant, d'autres professionnels apportant leurs soins au patient. »

Le ministère de la Santé en distingue à l'heure actuelle 5 sous-catégories

(6) :

- ✓ 1 : téléconsultation médicale (consultation d'un patient à distance) ;
- ✓ 2 : télé-expertise (un médecin sollicite un ou plusieurs confrères à distance) ;
- ✓ 3 : télésurveillance médicale (surveillance à distance de paramètres d'un patient atteint d'une maladie chronique) ;
- ✓ 4 : téléassistance médicale (un médecin assiste à distance un collègue) ;
- ✓ 5 : régulation médicale (le médecin du SAMU établit par téléphone un premier diagnostic et organise les soins en fonction des informations fournies).

5 ACTES DE TÉLÉMÉDECINE



Figure 2: illustrations des 5 actes de télémédecine

1.3 M-santé ou « santé mobile » :

Selon l’OMS, la m-santé recouvre « les pratiques médicales et de santé publique reposant sur des dispositifs mobiles tels les téléphones portables, les tablettes, les systèmes de surveillance des patients, les assistants numériques personnels et autres appareils sans fil»(7).

Elle constitue l’un des composants majeurs de la e-santé. Sa spécificité provient de l’usage de dispositifs mobiles pour enregistrer et transmettre des données de santé notamment pour l’aide au diagnostic, les consultations et la gestion de soins. Les médecins sont 65% à utiliser leur smartphone pour prescrire. Une utilisation en forte augmentation, puisque cet usage ne concernait que 35% des médecins en 2012 et 2013. (8).

Schématiquement, la m-santé est divisée en 2 grands secteurs : les objets connectés et dispositifs médicaux connectés (DMC), et les applications mobiles (dites apps).

1.3.1 Objets connectés de santé (OCS) et dispositifs médicaux connectés (DMC):

En matière d’appareils de santé connectés, il est nécessaire de différencier les DMC des OCS. Selon la Directive Européenne 93/42CEE (9) :

Est considéré comme dispositif médical tout instrument, appareil, équipement, logiciel, matière ou autre article, utilisé seul ou en association, y compris le logiciel destiné par le fabricant à être utilisé spécifiquement à des fins diagnostique et/ou thérapeutique, et nécessaire au bon fonctionnement de celui-ci. Le dispositif médical est destiné par le fabricant à être utilisé chez l'homme à des fins de :

- ✓ diagnostic, prévention, contrôle, traitement ou d'atténuation d'une maladie ;

- ✓ diagnostic, contrôle, traitement, d'atténuation ou de compensation d'une blessure ou d'un handicap ;
- ✓ d'étude ou de remplacement ou modification de l'anatomie ou d'un processus physiologique ;
- ✓ maîtrise de la conception, et dont l'action principale voulue dans ou sur le corps humain n'est pas obtenue par des moyens pharmacologiques ou immunologiques ni par métabolisme, mais dont la fonction peut être assistée par de tels moyens.

L'un des points important à souligner est que l'obtention du label « dispositif médical » est laissée au choix du fabricant sous réserve de répondre au cahier des charges.

Par ailleurs, la notion de « connecté » sous-entend que ce même DM va se voir ajouter une connexion (Wifi, Bluetooth, etc.) lui permettant de communiquer avec son environnement.

En conséquence, les OCS englobent tout appareil connecté n'ayant pas de finalité médicale déclarée et entrent dans le champ du bien-être.

1.3.2 Applications mobiles :

Il existe actuellement plus de 100 000 applications de sante destinées aux détenteurs de smartphones. Il est important de les distinguer en fonction de leurs objectifs :

- ✓ Solutions digitales à but de prévention ou maintien de la sante des utilisateurs « Wellbeing Apps ».
- ✓ Solutions digitales permettant le suivi de pathologies chroniques et/ou favorisant l'observance des patients.

✓ Solutions à but de prévention ou maintien de la santé :

Certaines de ces applications se basent sur des capteurs intégrés dans le smartphone : GPS et accéléromètre pour le suivi de l'activité physique, appareil photo pour la mesure du rythme cardiaque (par application du doigt sur l'objectif). Les données peuvent aussi être recueillies par des terminaux spécialisés, en général plus précis, qui communiquent par liaison bluetooth avec le smartphone.

Dans le domaine de la m-sante, il y a une multitude d'objets connectés tels que la balance

Connectée, dispositif le plus connu. Elle peut être complétée par de nombreux autres dispositifs : tensiomètre et cardio-fréquence-mètre, brosse à dents connectée. Ce domaine connaît un tel essor, que tout un écosystème de capteurs et applications se développent pour permettre à chacun de disposer de nouveaux moyens pour mesurer, surveiller sa santé ou l'évolution d'un comportement à risque avant d'aller consulter.

Exemple de montres connectées permettant actuellement d'enregistrer des ECG à n'importe quel moment. Un autre exemple celui du BPM core : il s'agit d'un tensiomètre permettant non seulement de prendre la tension artérielle mais aussi d'avoir une fonction de stéthoscope électronique et d'effectuer des électrocardiogrammes.

✓ Solutions permettant le suivi de pathologies chroniques et/ou favorisant l'observance :

« Observance : se dit de la concordance entre le comportement d'une personne – prise de médicaments, suivi d'un régime et/ou modification de comportement – et les recommandations d'un soignant ». (10)

Pour faire face à une observance insuffisante des patients, les acteurs du numérique et les industriels du médicament ont créé des dispositifs de rappel comme par exemple les piluliers connectés, c'est le cas de Medissimo qui connecte et digitalise ses piluliers, développés pour aider les patients dans sa prise en de médicaments quotidienne. Les données générées par le pilulier connecté Imedipac assurent un suivi du traitement centralisé dans l'application Medication permettant de faire des rappels au patient directement sur son smartphone.

2. Concepts liés à la m-santé :

2.1 Le quantified self

(mesure de soi en français) ou personal analytics est un mouvement qui regroupe les outils, les principes et les méthodes permettant à chacun de mesurer ses données personnelles, de les analyser et de les partager (11).

Les outils du quantified self peuvent être des objets connectés, des applications mobiles ou des applications Web.

Pour mieux comprendre, voici un exemple de dispositif de quantified-self :

Les lecteurs de glycémie permettent aux patients diabétiques de réaliser l'auto-surveillance glycémique (ASG) à leur domicile, et de contrôler ainsi leur taux de glucose sanguin, afin d'adapter leur traitement et d'éviter toute hyper- ou hypoglycémie, sources de complications. La marque iHealth a conçu et commercialisé un glucomètre connecté, lié à l'application iHealth GlucoSmart par Bluetooth, qui gère et traite automatiquement les mesures de glycémie transmises par le glucomètre (Figure 3). Il s'agit d'un dispositif médical de diagnostic in vitro (DMDIV). L'application une fois paramétrée crée des

graphiques, des moyennes (par semaine et par mois), et des historiques, dont les données sont stockées sur un cloud sécurisé, et accessibles en permanence par le patient. D'autres fonctionnalités permettent aux patients d'ajouter à ces relevés glycémiques leurs repas et teneurs glucidiques associées, leurs activités, leur traitement médicamenteux, et de partager l'ensemble de ces données avec leur médecin ou autre professionnel de santé. Enfin, des rappels peuvent être programmés pour la prise de repas et/ou de traitement afin d'optimiser la gestion du diabète, et d'éviter certaines complications liées au contrôle insuffisant de la glycémie.



Figure 3 : Dispositif iHealth Glucomètre BG5-kit et application mobile iHealth GlucoSmart (d'après www.ihealthlabs.eu)

2.2 L'empowerment des patients :

La e-santé a permis le passage d'une médecine dite paternaliste à une prise en charge autonome et responsable des patients (12). En effet, rendus plus autonomes par la quantité astronomique d'informations disponibles en ligne et de solutions disponibles ayant trait à la santé, les patients sont aujourd'hui plus actifs que jamais dans leur prise en charge, ils sont mieux informés, deviennent plus exigeants, et co-construisent avec les professionnels de santé les solutions pour leur santé. Jacques Lucas (CNOM) estime que « le patient a toujours été au centre de la chaîne de soin. Le fait nouveau est qu'il est devenu davantage acteur, sujet de soins et non pas objet de soins. Le numérique a facilité cette mutation, notamment par l'accès aux informations et à la connaissance scientifique, et aussi par le recueil personnel de données via l'utilisation des objets connectés. Cependant, un patient n'a pas de regard objectif et neutre sur ses données. Il les interprète nécessairement au travers de ses espoirs et de ses craintes » (13). Ce dernier point est important car si ce phénomène d'empowerment pourrait sembler conduire à la marginalisation du rôle du médecin et des autres professionnels de santé

(13), il s'avère, de manière paradoxale, que les professionnels de santé sont revalorisés car la quantité démesurée d'informations disponibles conduit aussi à la désinformation, limite dont les patients sont conscients.

2.3 La médecine 5P :

Conséquence du gain d'autonomie des patients face à leur propre prise en charge, le concept de médecine 5P englobe cinq grandes notions (14) :

- ✓ **Prédictive:** avec une meilleure connaissance des facteurs génétiques, comportementaux et environnementaux.

- ✓ **Personnalisée:** avec des traitements adaptés à chaque individu.
- ✓ **Participative:** avec le « nouveau patient qui participe entièrement à la prise en charge de sa santé, qui est « acteur » de sa santé et ne la subit plus.
- ✓ **Préventive:** avec l'analyse des risques de maladies en amont (prévention primaire), le dépistage précoce (prévention secondaire) et l'amélioration de la qualité de vie des personnes malades (prévention tertiaire) grâce à la masse de données récoltées.
- ✓ **Prouvée:** avec l'appui sur la santé connectée et la télémédecine : Elle est fondée sur des preuves du service médical rendu aux patients.

Nous venons de faire une approche globale de la e-santé et de ses principales divisions. Il apparaît clairement que l'environnement de la santé est en pleine mutation et que cette nouvelle approche offre aux patients comme aux professionnels de la santé de multiples possibilités que nous allons présenter dans le chapitre suivant.



Domaines d'application de la e-santé



II. Domaines d'applications de la e-santé :

La e-santé regroupe plusieurs domaines ayant pour vocation principale d'améliorer la gestion de la santé tant du côté du patient que du professionnel de la santé. A travers ce chapitre, nous donnerons des exemples d'intervention de cette santé numérique pour prévenir, diagnostiquer ou encore bien prendre en charge certaines maladies chroniques.

1. La prévention :

La nutrition est un facteur majeur influençant la survenue et l'évolution de pathologies chroniques, au même titre que le tabagisme, la consommation d'alcool ou l'activité physique, ce qui rend la prise en charge nutritionnelle primordiale en matière de prévention primaire. Les outils numériques sont efficaces pour favoriser les modifications de comportements de santé, notamment ceux liés à la nutrition :

Foodzy le serious game qui vous aide à équilibrer votre alimentation !



Figure 4: application Foodzy pour la nutrition

Foodzy est une application ludique disponible sur l'AppStore et le PlayStore dont l'objectif est de vous aider à surveiller votre alimentation au quotidien. Composée de différents programmes allant du simple suivi, à une proposition de régime spécifique, Foodzy enregistre chacun des apports de notre consommation alimentaire et propose des repas adaptés afin de manger équilibré (15).

D'autres serious game peuvent être utilisés, notamment dans la lutte contre le tabagisme : c'est l'exemple de smokitten : un serious game pour arrêter de fumer... ou ne jamais commencer !

En effet le tabac est un sujet extrêmement sensible et représente un véritable problème de santé publique. En France, c'est d'ailleurs la première **cause de mortalité évitable**, avec environ 66 000 décès chaque année. Et pourtant... parmi les 15 millions de fumeurs français, plus de la moitié déclarent avoir envie d'arrêter le tabac. Mais le sevrage tabagique est un processus compliqué et personnel, qui nécessite des outils, aides ou autres accompagnements. C'est ce que nous proposons avec Smokitten. Il a pour vocation d'aider les fumeurs à stopper la cigarette et sensibiliser les plus jeunes sur les dangers du tabac. Malgré son but pédagogique, **Smokitten** est avant tout un jeu vidéo, c'est-à-dire, un outil engageant, avec lequel le joueur s'amuse, et prend du plaisir à jouer et à rejouer. Smokitten fait donc partie des Games for Change, c'est à dire des jeux vidéo promouvant un changement social (16).

Les technologies de santé numérique proposent d'autres moyens de prendre en charge sa santé personnelle, c'est le cas d'interception : un programme inédit de prévention des cancers de l'Institut Gustave Roussy

A l'occasion de la journée mondiale de lutte contre le cancer du quatre février, l'Institut Gustave Roussy (IGR) l'un des principaux centres de lutte contre le cancer en Europe a annoncé le lancement d'Interception, un programme unique de prévention des cancers. Son objectif est d'identifier les personnes à risque accru de certains cancers par leur médecin traitant ou leur hôpital et de leur prodiguer les meilleurs soins (17).

Environ 30 à 40% des cancers surviennent chez des personnes qui auraient pu être identifiées comme présentant un risque accru des années plus tôt (17).

Le programme Interception se base sur :

- ✓ l'identification de risques spécifiques chez des personnes vues à l'hôpital ou en médecine de ville.
- ✓ Une "journée Interception" organisée à Gustave Roussy, sous forme de consultations et d'ateliers pour sensibiliser et éduquer les patients.
- ✓ Un suivi personnalisé et adapté de prévention et de dépistage, selon les choix de l'individu, qui sera au maximum réalisé en médecine de ville, en lien avec le médecin traitant et dans une collaboration ville-hôpital
- ✓ la mise à jour du plan de suivi en cas de nouvelle modalité de dépistage ou de prévention
- ✓ Un rapprochement des délais de prise en charge en cas de suspicion ou de diagnostic de cancer (18).



On estime qu'une personne a un risque élevé d'un cancer donné lorsque, en général, sa probabilité de développer ce cancer est au moins deux à trois fois supérieure à celle des autres personnes. Par exemple :

- ✓ En cas lésions précancéreuses ou d'exposition forte à certains toxiques, comme la cigarette.
- ✓ En cas d'antécédents familiaux importants et de prédisposition héréditaire.

Les scores de risque combinent plusieurs caractéristiques d'une personne pour mieux évaluer l'importance du sur-risque et comment tenter de le prévenir. L'identification des risques chez les personnes est évolutive, et nécessite une évaluation et une information adéquate : lors de consultations avec le médecin généraliste, ou plus rarement, lors de prises en charge spécialisées (génétique familiale, lésion histologique à risque) (18).

Quels sont les types de dépistage et de prévention proposés ?

Des mammographies plus fréquentes et des IRM annuelles pour les femmes à haut risque du cancer du sein. En cas de risque élevé du cancer du poumon, un scanner annuel peut être proposé, dans le cadre d'un programme européen.

Les médecins impliqués dans ce programme proposent de façon systématique des conseils personnalisés en nutrition et activité physique, ce qui peut avoir un impact direct sur le nombre de cancers. (18).

2. La prise en charge optimisée des maladies chroniques :

Plusieurs solutions e-santé ont été développées pour accompagner les patients chroniques au quotidien et faciliter leur suivi. Dans ce paragraphe, nous allons se concentrer sur certaines de ces solutions destinées aux maladies chroniques suivantes : l'HTA, l'insuffisance cardiaque, le diabète et l'asthme.

2.1 L'hypertension artérielle :

On estime que 1,13 milliard de personnes dans le monde souffrent d'hypertension, la plupart (les deux tiers) vivant dans des pays à revenu faible ou intermédiaire (19).

En 2015 : 1 homme sur 4 et 1 femme sur 5 souffraient d'hypertension (19).

L'un des objectifs mondiaux pour les maladies non transmissibles est de réduire la prévalence de l'hypertension de 25% entre 2010 et 2025 (19).

En effet, l'hypertension ou pression artérielle élevée est une maladie grave qui augmente considérablement les risques de maladies cardiaques, cérébrales, rénales et autres. Elle représente une cause majeure de décès prématuré dans le monde.

La réduction de l'hypertension prévient les crises cardiaques, les accidents vasculaires cérébraux et les lésions rénales, ainsi que d'autres problèmes de santé. Pour atteindre cet objectif, outre les mesures de prévention telles qu'une réduction de la consommation du sel à moins de 5 g par jour, une activité physique régulière et un arrêt du tabac, il faut aussi réduire et gérer son stress, ainsi qu'un contrôle régulier de la pression artérielle. Voici quelques outils validés en matière de suivi de l'HTA (20) :

Hy-Result : est un outil éducatif sur l'auto-mesure avec algorithme d'interprétation automatique des mesures de PA. C'est un tableau de bord offrant un suivi visuel des mesures d'hypertension ainsi que les objectifs tensionnels à atteindre sous traitement. C'est un outil informatisé d'aide à l'interprétation des résultats d'automesure de la pression artérielle.

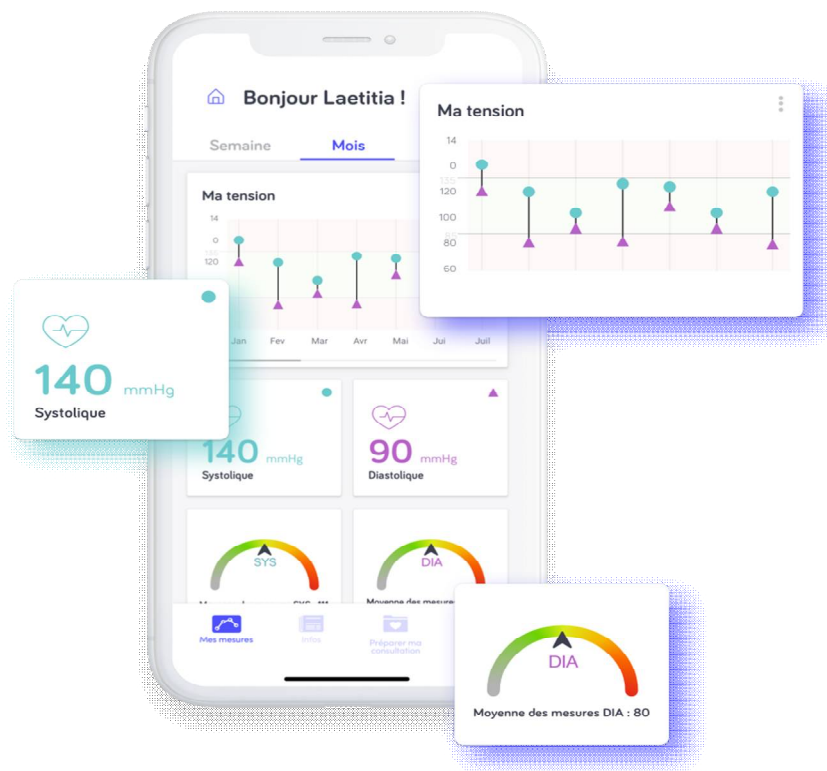


Figure 5 : HY-Result pour l'HTA

L'algorithme Hy-Result croise vos mesures de tension artérielle avec vos données de profil (âge, sexe, poids, traitements, consommation de tabac...) pour vous délivrer un rapport médical fiable et scientifiquement validé. En plus d'être un outil de suivi, l'algorithme Hy-Result génère automatiquement une interprétation des résultats d'auto-mesure de tension artérielle. Il permet de répondre aux objectifs suivants :

Analyser mes mesures : Visualiser vos mesures de pression systolique et diastolique et suivre dans le temps leurs évolutions. Si votre tension artérielle est bien contrôlée, vos mesures seront classées « dans le vert ».

Adapter mon traitement : Hy-Result permet de vérifier l'efficacité de votre traitement contre l'hypertension. En cas de contrôle insuffisant, Hy-Result vous aide à préparer la consultation avec votre médecin.

Mesurer ma tension : L'auto-mesure respecte des modalités précises. Mesurez votre tension régulièrement et au bon moment par rapport à la prise de vos médicaments, avec un tensiomètre classique ou un tensiomètre connecté.

Comprendre mes résultats : Grâce au protocole et à l'algorithme Hy-Result, vous disposez d'un rapport personnalisé sur votre état de tension artérielle et de la conduite à tenir en cas d'évolution de votre hypertension.

Hy-Quest est un questionnaire à remplir à son domicile par le patient pour préparer sa consultation d'HTA (ce qui ne consomme pas de temps médical) puis apporté à la consultation pour être pris en compte par le médecin. Son contenu (133 questions fermées avec questions ouvertes additionnelles) est basé sur les éléments devant figurer dans le dossier médical des sujets hypertendus

reçus en centre spécialisé. L'article décrivant Hy-Quest illustre la bonne acceptabilité de l'auto-questionnaire par les patients, la grande faisabilité de son remplissage et la bonne concordance des réponses du patient avec celle du médecin. L'utilisation de Hy-Quest contribue à structurer l'interrogatoire du patient afin de limiter les omissions dans les antécédents personnels et familiaux, le mode de vie, les intolérances au traitement, les examens complémentaires et les traitements en cours.

Hy-Quest n'a pas vocation à servir d'outil d'auto-dépistage, d'auto-évaluation du risque ou d'aide au diagnostic, mais vise à dégager du temps pour un dialogue personnalisé avec le patient sur son histoire, son projet de prise en charge ou son niveau d'information.

ESH Care : est une plateforme de télé-suivi mise au point par la société européenne d'hypertension artérielle (ESH).

Comment fonctionne-elle ? : (21)

1. Le patient reçoit son kit.
2. Le médecin traitant transmet les données principales du dossier patient et détermine les seuils de déclenchement des alertes.
3. Le patient prend ses mesures et répond à des questions. Génération Care lui envoie des conseils personnalisés.
4. L'équipe médicale visualise l'évolution des constantes, le dossier médical et les alertes.
5. Les proches peuvent recevoir des SMS pour garder le contact.

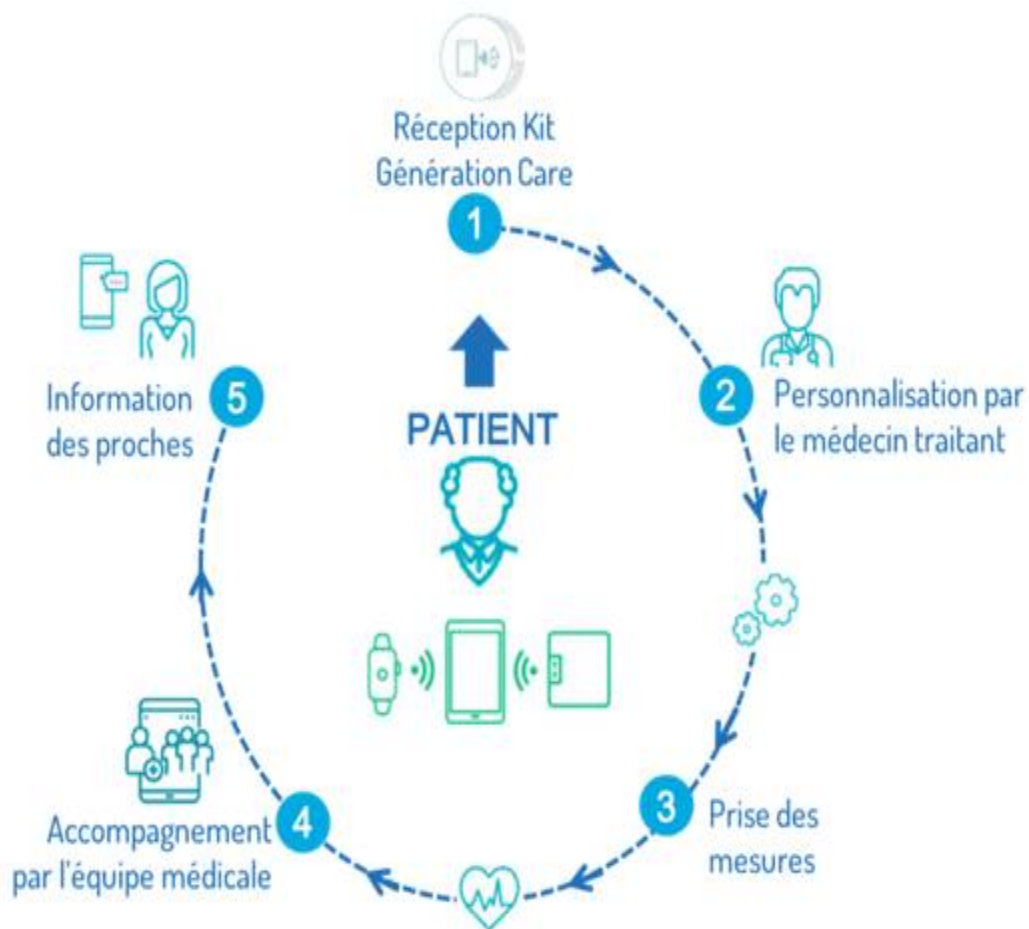


Figure 6 : fonctionnement de la plateforme ESH care pour le télé-suivi des patients hypertendus

2.2 L'insuffisance cardiaque :

L'insuffisance cardiaque (IC) est une maladie chronique grave avec un taux de morbi-mortalité élevé, et de ré-hospitalisations fréquentes, ceux qui réduit la qualité de vie de ces patients, comme la montre la figure suivante :

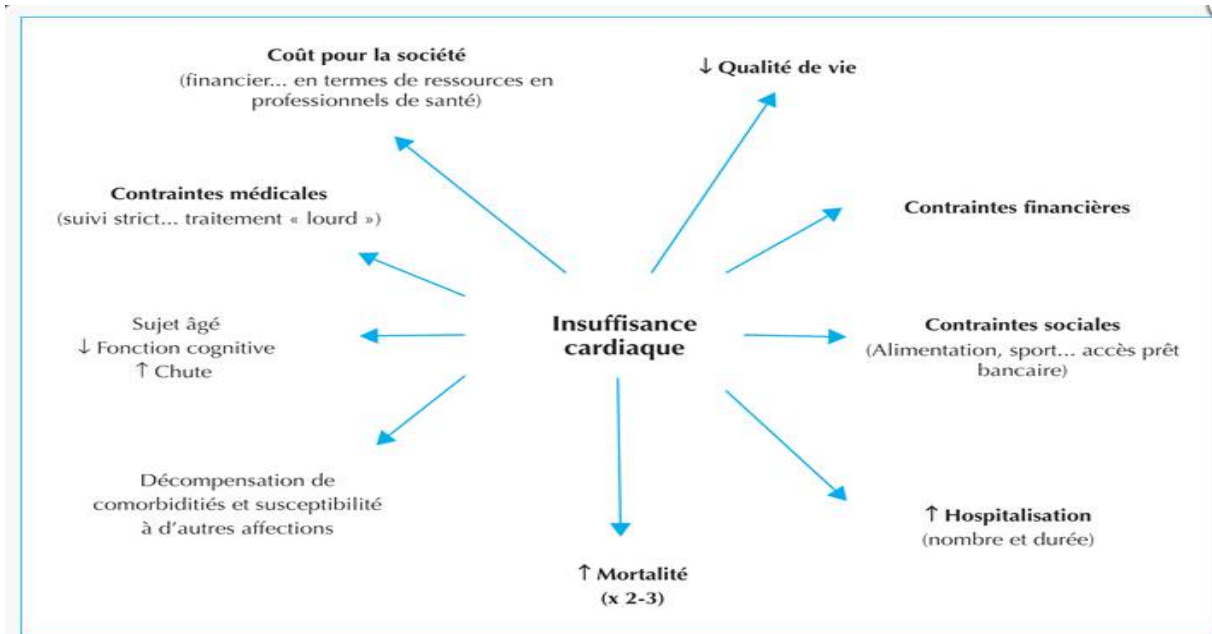


Figure 7: retentissement de l'insuffisance cardiaque sur la vie des patients

Pour aider ces patients à mieux vivre avec cette pathologie, il existe une application mobile appelée « **ELIPS IC** » qui permet : (22)

- ✓ De mieux comprendre cette maladie.
- ✓ De connaître et surveiller les signes d'aggravation.
- ✓ De comprendre et suivre le traitement.
- ✓ D'apprendre à vivre mieux avec cette maladie.



Figure 8: l'application ELIPS IC pour l'insuffisance cardiaque

2.3 Le diabète :

Le diabète est une pathologie chronique qui touche de plus en plus de personnes dans le monde.

425 millions, c'est le nombre de personnes atteintes de diabète dans le monde en 2017 : 10% de diabétiques de type 1 (DT1) et 90% de diabétiques de type 2 (DT2). Dans la même année cette pathologie chronique a causé 4 millions de morts. Ces chiffres alarmants ne sont pas près de décroître puisqu'en 2045, le nombre de personnes diabétiques est estimé à 628,8 millions ce qui correspondra à 1 personne sur 10 dans le monde (23).

L'avènement du digital a permis la création de nombreux outils digitaux facilitant la prise en charge de cette pathologie. Parmi ces outils, on trouve :

Ceux qui permettent de mesurer les constantes clinico-biologiques :

-FreeStyle :

Le FreeStyle Libre commercialisé par Abbott appartient à la catégorie des FGM (Flash Glucose Monitor) une sous-catégorie des CGM (Glucose Continuous Monitoring) ou MCG (Mesure Continue du Glucose). Un capteur est fixé sur la peau pour une durée de 14 jours, et mesure le taux de glucose grâce à la glucose oxydase. Lorsque ce capteur est appliqué, un microfilament souple et stérile de 5 mm est inséré sous la peau. Il n'y a pas d'aiguille. Les mesures sont collectées sur un appareil, le FGM (Flash Glucose Monitoring), et sont disponibles en temps réel. Il suffit d'approcher le FGM du capteur pour récupérer les mesures. Les données sont téléchargeables grâce à un logiciel. Les avantages pour les patients sont nombreux ; ils n'ont plus besoin de se piquer le doigt et d'exposer leur maladie, le capteur n'est à changer que toutes les deux semaines. Ainsi, les contrôles sont plus faciles et permettent une meilleure adaptation du patient. Cependant le capteur reste visible, ce qui peut provoquer une gêne pour les utilisateurs (24)



Figure 9 : Capteur et lecteur glycémique FreeStyle

L'utilisation des CGM a montré son efficacité dans la réduction du taux d'HbA1C ainsi que la réduction d'apparition d'hypoglycémies (25).

- Miao Miao :

Le Miao Miao est un dispositif qui se fixe sur le capteur FreeStyle. Il permet d'envoyer la mesure de glucose prise par le Free Style sur le smartphone du patient via une application compatible. Il n'y a plus besoin de scanner le FreeStyle®. L'information est délivrée toutes les cinq minutes, de plus des alertes sont envoyées sur le smartphone en cas d'hypoglycémies ou d'hyperglycémies. Le dispositif est étanche et nécessite une charge toutes les deux semaines.



Figure 10 : le dispositif Miao Miao

-K'Watch :

La K'Watch permet de mesurer la glycémie juste au contact de la peau. Contrairement aux nombreux dispositifs existants, elle utilise un objet du quotidien pour mesurer la glycémie qui est la montre. Elle est équipée de micro-aiguilles (<0,5mm) qui collectent et analysent la composition chimique du liquide interstitiel qui se trouve juste sous la surface de la peau. L'utilisation de la montre est discrète et favorise un meilleur contrôle de la glycémie (26)



Figure 11: K'Watch

Ceux permettant d'identifier les complications :

Le diabète de type 2 et le diabète de type 1 sont des pathologies sujettes à de nombreuses complications qui peuvent engager le pronostic vital du patient.

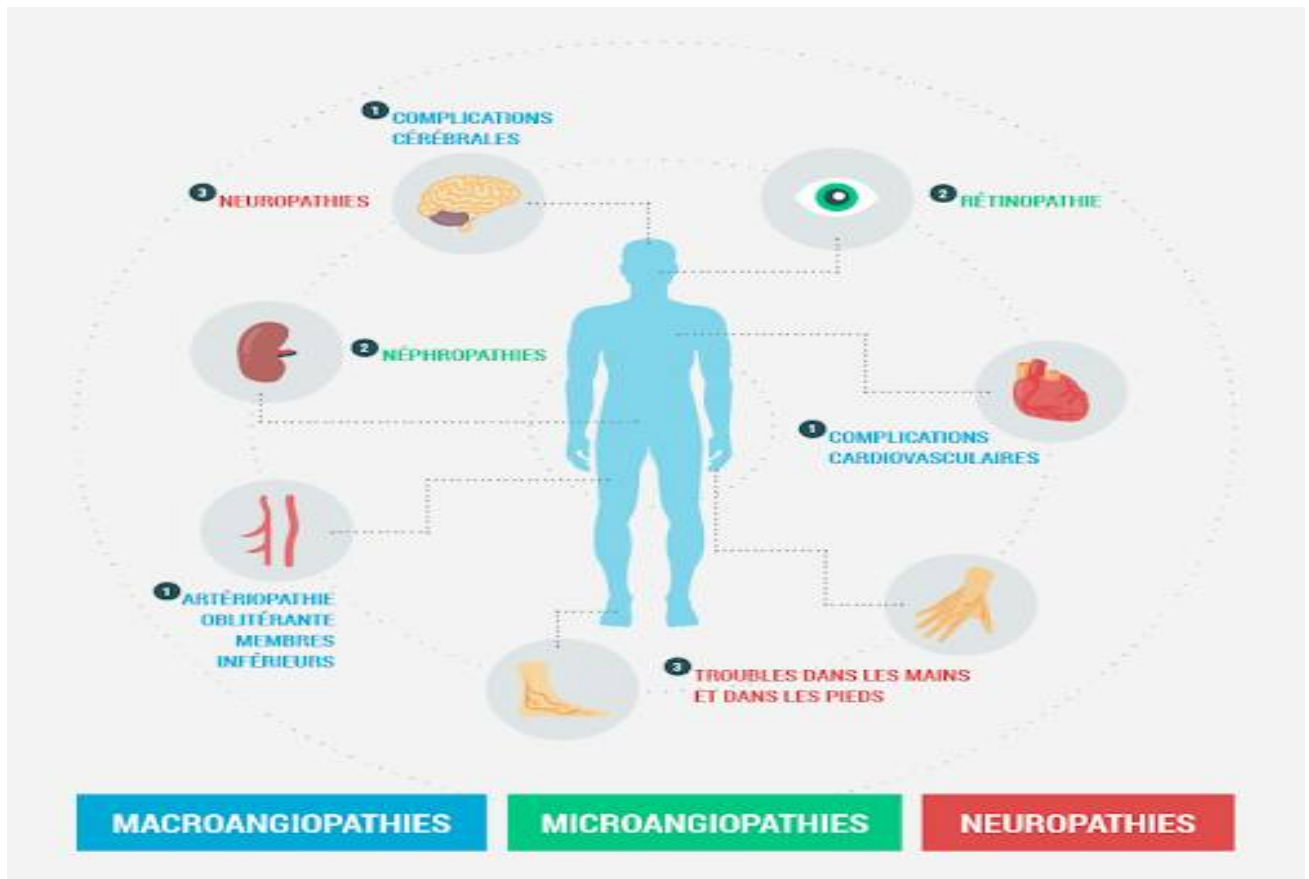


Figure 12: Complications du diabète

- des chaussettes connectées pour détecter le pied diabétique :

Grâce aux chaussettes connectées : les SirenSocks™, il est possible de détecter les signes d'inflammation potentiels au niveau plantaire, grâce à un contrôle de la température. Les informations collectées par ces chaussettes sont envoyées aux médecins par le biais d'une application ou des sms, ce qui permet une prise en charge précoce avant la survenue de complications graves nécessitant l'amputation (27).



Figure 13: Sirensocks

- Une montre connectée :

Pour mesurer quotidiennement leur pression artérielle et avoir une vision de leur ECG, des outils numériques sont à la disposition des patients afin d'éviter les complications cardiaque. Par exemple, ces mesures peuvent se faire par le biais d'une montre connectée équipée de l'application correspondante avec l'iWatch d'Apple et l'application ECG.

- Les pèse-personnes :

Il existe des pèse-personnes qui permettent de contrôler l'IMC, le pourcentage de graisses. Les informations sont transmises par bluetooth sur le smartphone de l'utilisateur. Contrôler le poids et le pourcentage de graisse est important pour les diabétiques (et la population générale), un IMC trop élevé est un facteur de risque favorisant la survenue de complications.

2.4 L'asthme :

L'asthme est une maladie chronique courante dans l'enfance, affectant environ 10 % des enfants dans le monde (28). La prise en charge de la maladie vise principalement à maintenir le contrôle des symptômes et à réduire le risque d'exacerbations (29). Bien que la plupart des enfants parviennent à un bon contrôle avec les thérapies standard, telles que les corticostéroïdes inhalés (CSI), l'asthme reste toujours un problème de santé publique, en particulier chez les enfants présentant des symptômes non contrôlés.^{3, 4} Une cause majeure d'asthme non contrôlé est une mauvaise adhésion au traitement, qui a été décrite dans 49 % des cas, ce qui entraîne un risque accru de jours d'école manqués, de déclin de la fonction pulmonaire, de visites aux services d'urgence, d'hospitalisations et même de décès (30-31).

Au cours des dernières années, la santé numérique est devenue un domaine de recherche prometteur pour parvenir à une gestion optimale et personnalisée de l'asthme. Les solutions dites de santé électronique (e-santé) englobent divers outils d'auto-surveillance des symptômes, des plans d'action d'autogestion et du matériel d'éducation des patients pour améliorer l'observance du traitement et le contrôle de la maladie (32). Elles incluent des technologies émergentes qui offrent l'avantage de suivre les symptômes et les médicaments de l'asthme, de

définir des rappels de médicaments, d'améliorer la technique d'inhalation et de dispenser une éducation sur l'asthme, tels que des jeux sérieux (jeux vidéo conçus à des fins médicales ou liées à la santé), des dispositifs de surveillance électronique, des appels de reconnaissance vocale, des SMS, Applications (m-santé) et sites Web interactifs (33). Il est à noter qu'en période de pandémie, la télémédecine permettrait un contact rapide et maintiendrait la continuité des soins, en particulier pour les patients atteints de maladies chroniques.

Nous citons dans ce chapitre quelques exemples de ces outils numériques :

Les Serious games : une approche innovante pour les enfants asthmatiques :

-« SpiroGame » est un jeu respiratoire interactif développé pour enseigner la spirométrie (34).

Grâce à un programme animé par ordinateur, les enfants sont aidés à effectuer des manœuvres de spirométrie forcée en utilisant plusieurs cibles de manière étape par étape. Dans la première étape, le jeu apprend à l'enfant à faire la différence entre l'inspiration et l'expiration en simulant une chenille rampant sur une fenêtre jusqu'à une pomme pendant 30s de respiration. Dans la deuxième étape, le jeu enseigne la performance de la capacité vitale forcée en simulant une abeille volant de fleur en fleur (35). Cette approche a été évaluée à la fois chez des enfants en bonne santé et chez des enfants asthmatiques. De nombreux enfants ont effectué des courbes débit-volume expiratoires forcés fiables, avec un taux de réussite global augmentant avec l'âge. Ceux-ci étaient cohérents avec la plupart des critères établis par l'American Thoracic Society/ European Respiratory Society (35). L'éducation dispensée par les SG peut faciliter les tâches spécifiques des professionnels de la santé.



Figure 14 : Illustration de l'appareil respiratoire SpiroGame, conçu comme un cornet de glace.

Outils de santé numérique disponibles pour surveiller l'observance :

Dispositifs de surveillance électronique : Ils sont utiles pour identifier les enfants ayant un mauvais contrôle des symptômes, et leur utilisation pourrait être particulièrement pertinente chez les personnes souffrant d'asthme sévère et/ou difficile à traiter (36). Parmi les outils disponibles dans le commerce il y a ce qu'on appelle des Smartinhalers ; ils peuvent être installés sur de nombreux types d'inhalateurs différents et contiennent une micropuce qui détecte et mémorise objectivement la date et l'heure de chaque dose utilisée, révélant si le patient vide les doses. Les nouvelles versions de Smartinhaler sont compatibles avec Bluetooth afin que les patients et leurs médecins puissent télécharger une application pour surveiller l'adhésion à la thérapie (37).



Figure 15: Smartinhaler

L'utilisation généralisée des smartphones a contribué aux récents progrès de la m-santé. Plus de 500 applications liées à l'asthme ont été signalées en 2019, fournissant principalement une éducation à la santé, l'observance des thérapies, le suivi des symptômes et des alertes environnementales. Cependant, malgré le nombre important d'applications mobiles disponibles pour l'asthme, leur utilisation en milieu clinique n'est pas encore validée (38).

Le rôle potentiel de la télémédecine dans la prise en charge de l'asthme pédiatrique :

Des données antérieures sur la télémédecine dans la gestion de l'asthme pédiatrique sont disponibles. Les essais d'interventions de télémédecine ont été principalement appliqués en milieu scolaire, fournissant des services de conseil et gérant les exacerbations. Son impact sur les résultats cliniques liés à l'asthme, tels que les symptômes, la fonction pulmonaire, l'utilisation des soins de santé et l'utilisation des médicaments, a également été étudié, ainsi que la satisfaction des patients/parents et la qualité de vie (figure 1). (39-40).

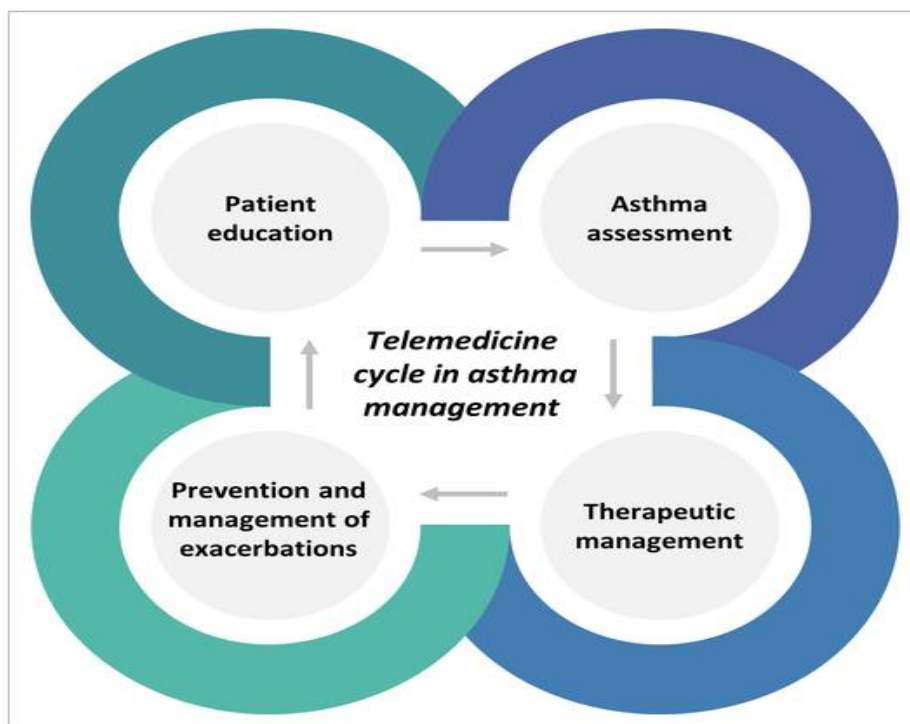


Figure 16: cycle de la télémédecine dans la gestion de l'asthme

3. Le dossier patient informatisé :

La portée d'un dossier médical électronique dépasse de loin la notion de simple enregistrement de dossier clinique que le nom de la technologie évoque (41). Un dossier patient informatisé (DPI), est à la fois plus lisible et plus précis qu'un dossier papier (42-43). Les soins de santé peuvent considérablement être améliorés si des informations précises sont recueillies et communiquées (41).

La mise en œuvre d'un DPI permet d'éviter des erreurs de ressaisie d'information. Les données sont saisies à la source, par exemple au lit du patient, puis sont mutualisées et réutilisées tout le long du processus de soins (42).

L'informatisation du DP contribue à remplir les objectifs suivants (42):

Diminution du temps d'accès, d'acheminement et de partage des données.

Besoin de sécurité et de traçabilité.

Aide à la décision et évitement des erreurs médicales.

Evaluation et recherche en santé.

Mise en place du Dossier Patient Informatisé dans les centres d'oncologie publics du Maroc :

Consciente de l'intérêt de la dématérialisation du dossier de soins du patient, la Fondation Lalla Salma a démarré la mise en place du Système d'Information Hospitalier dans l'Institut National d'Oncologie de Rabat le 25 août 2017 et dans le Centre Mohammed VI pour le traitement des cancers de Casablanca le 31 novembre 2018. En réorganisant les processus existants et en utilisant des identifiants de patients uniques, le circuit des patients atteints de

cancer peut être contrôlé et simplifié. Désormais, chaque patient reçoit une carte de patient, ce qui l'aide à passer divers services de soins et à minimiser leurs allers-retours (44).

La solution informatique choisie est une solution full web, intégrée et agile. Il s'agit d'une application centrée sur le patient et développée avec les dernières technologies par des équipes marocaines permettant ainsi une adéquation parfaite au contexte de santé marocain (44).

La solution est modulaire et permet de (44) :

-Gérer les identifiants uniques des patients (les identités des RAMEDistes sont importées via l'interface de l'ANAM : Système d'Information de l'Agence Nationale de l'Assurance Maladie)

-Gérer les dossiers administratifs et médicaux des patients

-Gérer et utiliser les données via des tableaux de bord pour analyser les activités de l'hôpital, évaluer la qualité des soins aux patients et fournir des indicateurs de performance clés en temps réel nécessaires à la prise de décision.

4. LA Chirurgie assistée par ordinateur (CAO) :

La chirurgie assistée par ordinateur (ou CAO) regroupe un ensemble d'outils informatiques destinés à aider les chirurgiens à préparer et à réaliser une intervention chirurgicale (45).

Logiciels de simulation, de planification et d'entraînement aux opérations, aide à la navigation dans la zone chirurgicale, dispositifs de réalité augmentée, robots chirurgicaux, interventions à distance sont des moyens pour la réalisation de gestes chirurgicaux plus précis et plus efficaces et le moins invasif possible. (45)

La chirurgie assistée par ordinateur est un domaine en plein essor, dont le dynamisme révolutionne les blocs opératoires.

Cardiologie, Neurologie, gastroentérologie, urologie, orthopédie, chirurgie dentaire, cancérologie... De plus en plus de domaines utilisent la CAO, qui peut être étendue à tout type d'intervention.

La CAO intervient bien sûr pendant l'opération, mais aussi avant et après (45) :

En amont, la chirurgie assistée par ordinateur vise principalement à mieux planifier les opérations. Généralement, les patients subissent des examens d'imagerie médicale (scanner, IRM, rayons X, ultrasons...). Le but est alors d'obtenir des images 3D ultra-détaillées de la zone anatomique à opérer. Ces images sont criblées par des logiciels d'analyse spécifiques. Certains peuvent créer une version virtuelle de la zone, fidèle dans les moindres détails. Il devient même possible de distinguer à l'écran les divers composants de cette zone : types de tissus, squelette, système artériel, zone nécrosée, tumeurs...

En explorant cette copie virtuelle sous tous les angles et à toutes les profondeurs possibles, le chirurgien peut améliorer le diagnostic et, surtout, planifier avec précision les gestes à réaliser pendant l'opération. Des logiciels de réalité virtuelle peuvent même simuler des opérations en 3D, et certains peuvent même retranscrire les sensations tactiles provoquées par les appareils au contact de différents types de tissus (os, vaisseaux sanguins...).

Vient ensuite l'étape centrale : l'opération chirurgicale proprement dite. Ici, la CAO peut intervenir de différentes manières. Tout d'abord, des informations recueillies pendant la phase de planification peuvent être intégrées sur l'écran de

contrôle utilisé par le chirurgien : limites précises entre les différentes structures anatomiques, repères anatomiques, objectifs à atteindre... On parle alors de réalité augmentée. Mais il est aussi possible d'utiliser les informations collectées en amont de l'opération pour programmer des robots chirurgicaux.

Au-delà de l'opération, la chirurgie assistée par ordinateur fournit également aux chirurgiens des outils interactifs pour se former et s'entraîner sur des patients virtuels. Dans ce domaine, les solutions apportées sont plus ou moins sophistiquées ; simples interfaces web avec fonctionnement par scénarios, logiciels de simulation 2D pilotés à la souris... jusqu'à des interfaces de réalité virtuelle 3D.

Les robots chirurgicaux :

En plus des systèmes d'aide à la localisation et à la navigation, la chirurgie assistée par ordinateur peut également utiliser différents types de robots chirurgicaux. Leur tâche principale est d'améliorer la précision des gestes et de mieux contrôler la performance des actes interventionnels. (45).

Certains de ces robots fonctionnent en mode esclave (ou à distance). Munis de pinces, ciseaux et autres mini-caméras, leurs bras articulés effectuent les gestes chirurgicaux... Mais le maître reste le chirurgien qui le contrôle à distance, installé devant une console équipée de manettes.

Le plus célèbre de ces robots est sans doute le robot américain Da Vinci , notamment pour le traitement du cancer de la prostate en urologie. Il dispose de quatre bras articulés, qui peuvent maîtriser les gestes du chirurgien pour améliorer la précision, des systèmes anti-tremblements, et des caméras qui offrent une vision 3D haute définition, avec la possibilité de zoomer. (45).



Figure 17: le robot américain Da Vinci

Dans le développement futur, le système pourra fonctionner en coordination avec le chirurgien. Le robot contrôlera certaines actions comme par exemple : contraindre certains mouvements, pour empêcher l'humain de contrevenir au programme pré-planifié (45).

Il existe également des robots autonomes. Une fois programmés, ils réaliseront eux-mêmes l'intervention. Par exemple, les robots de radiothérapie cyberknife sont utilisés pour cibler précisément les tumeurs avec des faisceaux de rayonnement. Equipé d'un puissant logiciel de traitement d'images pour s'adapter en temps réel aux mouvements involontaires des patients. Des centaines de cyberknife sont déjà utilisés aux États-Unis, au Japon et en Europe (45).



Figure 18: le robot autonome cyberknife pour la radiothérapie

5. Les systèmes d'aide à la décision médicale :

Les systèmes d'aide à la décision médicale (SADM) sont des outils informatiques capables de traiter l'ensemble des caractéristiques d'un patient donné afin de générer les diagnostics probables de son état clinique (aide au diagnostic) ou les traitements qui lui seraient adaptés (aide à la thérapeutique). Le terme SADM recouvre aujourd'hui un ensemble d'outils variés, plus ou moins complexes.

Les modalités d'intervention des SADM peuvent être classées comme suit (46) :

- ✓ Aide à la documentation des soins.
- ✓ Présentation des données pertinentes lors des différentes activités diagnostiques et thérapeutiques.
- ✓ Alertes ou rappels automatisés non sollicités par l'utilisateur.
- ✓ Prescription d'examens ou de médicaments.
- ✓ Accès en ligne aux informations de référence.
- ✓ Gestion de protocoles ou processus complexes.

Ces modalités d'interventions sont résumées dans les tableaux qui suivent (46) :

1. Documentation des soins	
Objectifs : Faciliter le recueil et la complétude des données pour la qualité et la continuité des soins, fournir des données codées pour les SAD et les mesures de la qualité	
Exemples	<ul style="list-style-type: none"> • Formulaires pour le recueil des antécédents, allergies, les symptômes et signes cliniques relatifs à un problème spécifique • Génération automatique d'une demande d'examen spécialisé • Fiche de suivi d'une affection chronique
2. Présentation des données pertinentes	
Objectifs : Faciliter la décision en présentant et en organisant l'ensemble des données nécessaires à l'évaluation de la situation Mettre en évidence les actions appropriées	
Exemples Données pertinentes pour la prescription	<ul style="list-style-type: none"> • Affichage des allergies et résultats de laboratoire au moment de la prescription d'un médicament
Listes de choix	<ul style="list-style-type: none"> • Affichage des médicaments présents sur le livret thérapeutique • Liste des doses suggérées en fonction de l'âge ou de la fonction rénale
Filtrage ou génération de rapports a posteriori	<ul style="list-style-type: none"> • Liste de patients présentant des résultats d'examens anormaux • Liste des patients pour lesquels des examens de prévention sont en retard • Tableaux de bord qualité par patient ou groupe de patients

Tableau 1: Résumé des fonctions de documentation et de présentation des données

1. Prescription des actes diagnostiques	
Objectifs : Promouvoir l'adhésion aux recommandations de pratique et de bon usage des soins Faciliter le choix de traitements appropriés en présentant soit la liste des actes ou des médicaments associés à une affection soit une liste spécifiquement adaptée à la situation spécifique du patient	
Exemples	
Bilans types	<ul style="list-style-type: none"> • Bilans généraux (examens à l'admission en hospitalisation) • Bilans types spécifiques d'un problème (douleur abdominale aiguë) ou d'une maladie (cancer du sein limité) • Bilans pré ou post opératoires
Protocoles de traitement	<ul style="list-style-type: none"> • Protocoles de prescription médicamenteuse ou produits sanguins et des examens ou traitements associés (dosage des médicaments, surveillance des effets secondaires etc. ; prémédications, antiémétiques, etc.)
Outils pour prescriptions complexes	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul de dose en fonction de paramètres biologiques, de la surface corporelle ou de l'âge du patient
2. Gestion de protocoles ou chemins cliniques	
Objectifs : Aider à la gestion des protocoles de soins comportant de multiples étapes et se déroulant sur des périodes prolongées	
Protocoles complexes	<ul style="list-style-type: none"> • Protocoles d'administration de chimiothérapie • Protocole de prise en charge des hyperlipidémies, du diabète etc.
Filtrage ou génération de rapports a posteriori	<ul style="list-style-type: none"> • Liste de patients présentant des résultats d'examens anormaux • Liste des patients pour lesquels des examens de préventifs sont en retard • Tableau de bord de suivi • Tableaux de bord qualité par groupes de patients

Tableau 2: Résumé des fonctions d'aide au choix d'actes diagnostiques ou de médicaments et à la gestion de prise en charge



***Outils numériques développés
par le Maroc pour faire face
à la pandémie covid 19***



III. Outils numériques développés par le Maroc pour faire face à la pandémie covid 19 :

A la fin de décembre 2019, la Chine a identifié un nouveau coronavirus responsable du syndrome respiratoire aigu sévère ou SRAS-CoV-2, la maladie est alors appelée COVID-19. Après la déclaration de l'état de pandémie, le Maroc a rapidement mis en œuvre des mesures pour réduire la propagation du virus, c'est l'exemple de l'application « WIQAYTNA » :

1. WIQAYTNA :

1.1 Définition :

Application marocaine gratuite d'installation et d'utilisation volontaire, permettant la notification d'exposition au Coronavirus. Elle s'inscrit dans la stratégie nationale de lutte contre la pandémie du Coronavirus « COVID-19 » (47). Elle permet de notifier son utilisateur si un autre utilisateur qui se trouvait à proximité durant les 21 derniers jours est confirmé positif au « COVID-19 ».



Figure 19: l'application marocaine « WIQAYTNA ».

1.2 Objectifs de l'application :

- ✓ Faciliter l'identification des rencontres des personnes confirmées positives au « COVID-19 »
- ✓ Renforcer la capacité d'intervention des équipes sanitaires de suivi ;
- ✓ Optimiser l'utilisation des tests de dépistage.

1.3 Fonctionnement :

Wiqaytna est basée sur une approche collaborative où les appareils utilisant l'application enregistrent une rencontre lorsqu'ils sont à proximité les uns des autres. L'application échange des signaux Bluetooth avec les téléphones d'autres utilisateurs qui se trouvent à proximité de vous. À chaque rencontre un code unique aléatoire et anonyme est enregistré. Ces échanges restent sur votre téléphone. Cela vous permet d'être informé par la suite si vous étiez à proximité physique prolongée avec une personne infectée.

Les données Bluetooth (durée de la connexion) sont stockées uniquement sur votre téléphone pour une durée de 21 jours glissants. Au-delà des 21 derniers jours, les données seront automatiquement supprimées.

Si un utilisateur est confirmé positif au « COVID-19 », les codes anonymes échangés des personnes qui se seraient trouvées à proximité de lui seront récupérés pour pouvoir notifier les autres utilisateurs exposés.

En aucun cas, l'identité de la personne contaminée, le lieu de la rencontre et l'heure de la rencontre ne sont révélés.

2. Tbib 24

Parmi les autres mesures préventives contre l'épidémie du Covid-19, et en vue de réduire les déplacements à des fins de consultations médicales dans les secteurs privé et public, le Ministère de la santé a lancé un service gratuit de téléconsultation. Tenu en partenariat avec le Conseil national de l'Ordre des médecins (CNOM), ce service permettra aux citoyens de bénéficier d'une consultation professionnelle via le site www.tbib24.com.

Assuré par plusieurs médecins bénévoles, cette plateforme en ligne couvre gratuitement de larges spécialités de la médecine. Grâce au télé-conseil médical, les médecins généralistes et spécialistes répondent à toutes les questions 24h/7, par chat, appels vocaux et vidéos. Ceci permet d'apporter un avis médical personnalisé, accompagné de recommandations pertinentes. Il est également possible d'envoyer une copie du dossier médical du patient au besoin. Ce service contribuera inévitablement à limiter la sortie des citoyens des foyers d'une part, et à mettre en évidence le rôle de la solidarité dans le renforcement de la coopération entre les différents groupes sociaux. Sans oublier que la réduction de la propagation de cette épidémie reste la préoccupation majeure (48).



Figure 20: Plateforme marocaine gratuite de téléconsultation « tbib24 »

3. Liqahcorona et Yakadaliqah

Dans le même cadre du respect des gestes barrières et des mesures de prévention, La campagne de vaccination nationale a démarré le vendredi 29 janvier 2021 après son lancement par Sa Majesté le Roi Mohammed VI jeudi 28 janvier.(49)

Pour accompagner cette opération, les ministères de l'intérieur et de la santé ont mis en place deux plateformes :

La première est « Liqahcorona » pour l'enregistrement et la prise de rendez-vous de vaccination.

Cette plateforme servira également à diffuser des capsules vidéos explicatives sur les procédures à suivre. Ces capsules sont par ailleurs relayées sur différents canaux médiatiques dans le cadre d'une large campagne de communication pour toucher le grand public. La même plateforme permet de contacter des médecins dédiés pour se renseigner, y compris au sujet d'éventuels effets indésirables après la vaccination. Elle vous permettra également de recevoir votre pass vaccinal (49)

Enfin, un **numéro vert est mis à la disposition du public** : 0800 000 147. Il sera accessible du lundi au samedi, de 08H à 18H et répondra à toutes les questions de la population.

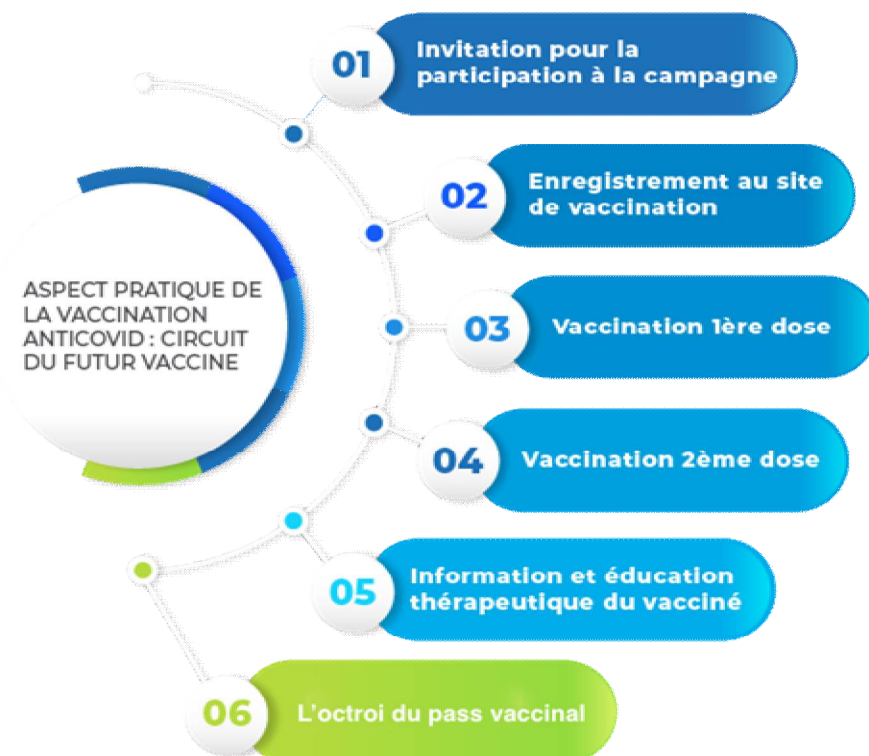


Figure 21: Aspect pratique de la vaccination anti Covid

La seconde est « Yakadaliqah » : Une plateforme de télésuivi médical qui permet de déclarer les événements indésirables à la suite de la vaccination. Elle ne s'activera qu'après le passage au centre de vaccination de la personne à vacciner, et son accord pour le télésuivi. Si la personne vaccinée constate des effets secondaires, elle doit se connecter sur la plateforme, cliquer sur « Auto-évaluation » puis sur « Évènements indésirables après vaccination » pour répondre à un questionnaire (50).

Un médecin reçoit alors les événements indésirables déclarés et les demandes d'avis médical. Une réponse sera adressée par le biais de la messagerie de l'application.

Pour se connecter à la plateforme Yakadaliqah, deux possibilités:

- ✓ par l'application Jawaz-asseha disponible gratuitement sur Google Play et App Store;
- ✓ sur le portail Liqah corona, rubrique «Je déclare un événement indésirable suite à ma vaccination» puis je clique sur le lien en bas de page.

Jawaz-Asseha est une application gratuite disponible sur Google Play et App Store. C'est un carnet de santé numérique interfacé à la plateforme de télésuivi Yakadaliqah qui simplifie l'accès au télésuivi de la personne vaccinée contre le coronavirus (50).

دخول منصة التتبع الطبي عن بعد
SE CONNECTER AU TELE SUIVI
MEDICAL

دخول المنصة
CONNECTEZ-VOUS
A VOTRE ESPACE

Connexion par téléphone دخول عبر رقم الهاتف

Connexion par email دخول عبر البريد الإلكتروني

Enregistrement تسجيل

yakadaliqah.ma

Figure 22: la plateforme « yakadaliqah» de télé-suivi médical



***Principales innovations
en matière de l'e-santé***



IV. Principales innovations en matière de l'e-santé :

La pandémie Covid 19 a généré en 2020 un formidable élan pour les acteurs de la e-santé dans le monde entier avec l'émergence de nouvelles solutions, la création ou l'accélération de la digitalisation des pratiques et des interactions. Cette accélération de la numérisation de la santé se poursuit en 2021. Voici une projection avec les principales tendances qui vont toucher l'e-santé :

1. Les thérapies digitales :

Les thérapies digitales ou DTx offre aux patients des interventions thérapeutiques fondées sur des **preuves** qui sont pilotées par des logiciels de haute qualité pour prévenir, gérer ou traiter un trouble médical ou une maladie. Ils sont utilisés indépendamment ou de concert avec des médicaments, des appareils ou d'autres thérapies pour optimiser les soins aux patients et les résultats de santé .Les produits DTx intègrent les meilleures pratiques technologiques avancées concernant la conception, la validation clinique, la convivialité et la sécurité des données. Ils sont validés par les organismes de réglementation comme requis pour étayer les allégations du produit concernant le risque, l'efficacité et l'utilisation prévue. Les thérapies numériques permettent aux patients, aux prestataires de soins de santé et aux payeurs d'utiliser des outils intelligents et accessibles pour traiter un large éventail de conditions grâce à des interventions de haute qualité, sûres et efficaces fondées sur des données(51).

Voici quelques exemples de thérapies digitales déjà sur le marché :

« **OdySight** » est un jeu vidéo médical mobile disponible sur smartphone ou tablette uniquement sur ordonnance. Il contient un jeu de réflexion ainsi que des modules médicaux pour tester la vision monoculaire (acuité visuelle de près, sensibilité aux contrastes, et détection de métamorphopsie et scotome via une grille numérique d'Amsler). Une technologie unique et brevetée utilisant la caméra frontale du smartphone garantit que les tests sont effectués à une distance normalisée et avec une lumière ambiante adéquate, telle que mesurée par l'appareil (note: ces fonctionnalités n'ont pas été utilisées lors de cette étude). Les résultats des tests visuels sont envoyés via un serveur sécurisé à un tableau de bord en ligne auquel le médecin peut accéder en temps réel (Fig. 1). Des alertes sont envoyées à la fois au participant et au médecin lorsqu'il y a une baisse significative de la vision. Une recommandation est faite au participant pour planifier une visite chez le médecin (52).



OdySight. **a** Visual test, **b** game, **c** physician's dashboard. Patients play the game and perform the tests. Physicians can follow their patients using the online dashboard

Figure 23 : représentation du jeu vidéo OdySight

La validation clinique des modules d'OdySight a donc été entreprise auprès de 122 yeux (88 patients) en France en 2018. Les résultats de l'étude TIL-001 démontrent un bon accord, dans l'ensemble, entre les mesures prises par le module d'acuité visuelle de près et le module de grille Amsler d'OdySight par rapport aux étalons or actuellement utilisés. Le module de sensibilité au contraste d'OdySight nécessitera une enquête supplémentaire (53).

OdySight a été validé pour être une bonne alternative aux tests cliniques traditionnels et un outil puissant pour la surveillance à distance de la vision entre les visites à la clinique, et pourrait potentiellement aider à la planification du suivi (53).

« **INNOVO** » est le premier dispositif de stimulation électrique transcutanée de continence à être autorisé par la FDA, à la suite des résultats de deux essais contrôlés randomisés (ECR) démontrant qu'il s'agit d'un dispositif efficace et à faible risque pour le traitement de l'incontinence urinaire d'effort (IUE) chez les femmes (54).

Atlantic Therapeutics a présenté des données clés de son essai pivot américain montrant que 87,2 % des patients étaient secs ou légers après une période de traitement de 12 semaines¹, avec 93 % des patients connaissant une amélioration en seulement 4 semaines¹. Ceci fait suite à la présentation des données d'un précédent ECR contrôlé simulé mené en Europe qui a démontré une amélioration significative pour tous les critères d'évaluation de l'étude (54).



Figure 24: « Innovo » 1er dispositif de stimulation électrique transcutanée contre l'incontinence urinaire

« La thérapie INNOVO » est une option de traitement convaincante pour toutes ces femmes qui souffrent aujourd'hui simplement en silence d'incontinence urinaire d'effort (54).

Avec les récents rapports largement répandus sur les complications de la chirurgie du treillis, c'est le moment idéal pour offrir une option non invasive. INNOVO® a un excellent dossier de sécurité à ce jour, avec plus de 1,5 million de séances de thérapie délivrées par INNOVO® en Europe et aucune complication liée au dispositif signalée (54).

« **Sleepio** » est un programme d'amélioration du sommeil de six semaines. Il a été conçu par le professeur Colin Espie, expert du sommeil, et comprend les dernières techniques de thérapie cognitive et comportementale (TCC). Il est cliniquement prouvé qu'il vous aide à vous endormir plus rapidement, à rester endormi toute la nuit et à vous sentir mieux pendant la journée, que vous ayez

mal dormi pendant des semaines, des mois ou même des années. L'ensemble du cours se déroule en ligne via un ordinateur personnel ou un iPad, mais vous pouvez également le suivre à l'aide de l'application iPhone. Si vous possédez un smartphone Android ou Windows, vous pouvez accéder à l'aide en déplacement via le site mobile à l'adresse sleepio.com/mobile (55).

Il a été testé dans un essai clinique randomisé avec groupe placebo en 2012 (56). Dans un commentaire sur cette recherche publié par The Lancet, Sleepio a été décrit comme "une intervention éprouvée pour les troubles du sommeil en utilisant Internet". La revue Nature a l'a décrit comme "à peu près aussi efficace que la TCC délivrée en personne" (57).

Comment ça fonctionne ?

Le programme de base se compose de six séances hebdomadaires au cours desquelles votre expert virtuel du sommeil, « The Prof », vous présente des techniques personnalisées. Chaque séance dure environ 20 minutes et est adaptée à vos progrès et à vos problèmes. Entre les sessions, vous remplissez un simple journal du sommeil en ligne pour suivre vos progrès et recevez des rappels pour vous aider à suivre le cours. Tout au long du cours, vous êtes soutenu par une communauté d'autres utilisateurs, dix puissants outils en ligne (y compris des audio de relaxation) et une bibliothèque de plus de 100 articles d'experts (55).

Une étude de 2020 impliquant plus de 7 000 patients du NHS (national health service) a révélé qu'un traitement Sleepio de six semaines était plus efficace qu'une thérapie en personne, avec un taux de réussite de 56% contre 50%, et un gain de près de six heures de sommeil par semaine (58).

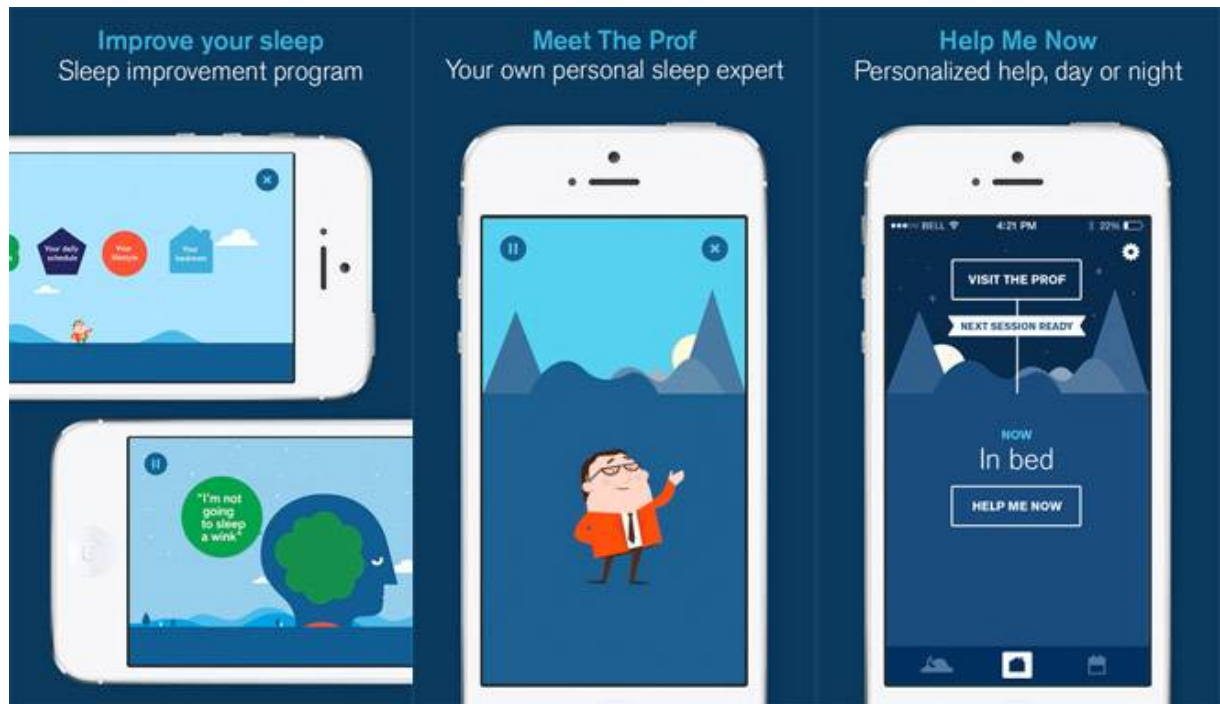


Figure 25 : le programme « sleepio » pour combattre l'insomnie

2. Place de l'intelligence artificielle dans les soins de santé :

L'intelligence artificielle est un domaine interdisciplinaire couvrant l'informatique, la psychologie, la linguistique et la philosophie, entre autres. Selon sa définition la plus simple, l'intelligence artificielle (IA) est l'intelligence démontrée par les machines. Il est parfois également décrit comme « des machines qui imitent les fonctions cognitives que les humains associent à l'esprit humain, telles que l'apprentissage et la résolution de problèmes » (59).

Quelques exemples de la façon dont les soins de santé pourraient bénéficier de l'IA :

En bref, les tâches hautement répétitives et impliquant l'analyse de données quantifiables pourraient bénéficier le plus de l'utilisation de l'IA. Nous présentons quelques exemples qui donnent une image de l'ensemble des opportunités.

Améliorer les consultations en ligne :

Babylon Health a lancé une application qui offre une consultation basée sur l'IA. Il utilise les antécédents médicaux du patient et les connaissances médicales courantes. Les patients signalent leurs symptômes via l'application qui les vérifie dans une base de données de maladies à l'aide de la reconnaissance vocale. Après cela, il propose un plan d'action (60).

Aide à la santé et gestion des médicaments :

La start-up médicale Sense.ly a développé Molly, une infirmière virtuelle conçue pour avoir un visage souriant couplé à une voix agréable. Son objectif est d'aider les patients à surveiller leur santé ou la gestion de leur maladie entre les visites chez le médecin à l'aide de ML. Il assure également un suivi personnalisé, avec un focus sur les maladies chroniques (61). Une approche similaire a été utilisée par l'application AiCure qui utilise l'appareil photo d'un smartphone et l'IA pour confirmer que les patients respectent leurs prescriptions (62). Cela pourrait être utile pour les personnes souffrant de problèmes médicaux graves ou les participants à des essais cliniques.

Diagnostics pilotés par l'IA :

En 2020, la FDA a approuvé un logiciel de la société Caption Health qui permet aux professionnels de la santé d'effectuer une échographie cardiaque sans formation spécialisée. Il utilise l'IA pour fournir des conseils en temps réel et

également la possibilité d'enregistrer des images de qualité diagnostique. Il agit comme un « copilote » pour ceux qui effectuent une échographie, car il a été conçu pour imiter les conseils qu'un échographiste expert fournirait pour optimiser l'image. Il donne des instructions sur la façon de manipuler le transducteur et fournit un retour automatisé sur la qualité des images diagnostiques (63).

Dossiers médicaux et IA:

La collecte, le stockage, la normalisation et le suivi des dossiers médicaux sont une étape évidente pour l'IA. À titre d'exemple, Google Deepmind Health coopère avec le Moorfields Eye Hospital pour améliorer le traitement des yeux en analysant les scans de la rétine. Les images sont analysées par les algorithmes de DeepMind résultant en un diagnostic détaillé et un « score d'urgence » en 30 secondes environ. Le système prototype peut détecter la rétinopathie diabétique, le glaucome et la dégénérescence maculaire liée à l'âge (64).

Médecine de précision :

La société DeepGenomics vise à identifier des modèles dans les données génétiques et les dossiers médicaux des patients essayant de lier des mutations à des conditions médicales. Oncompass Medicine utilise des algorithmes basés sur l'IA pour faire correspondre les mutations génétiques trouvées dans les échantillons de tumeurs des patients avec les essais cliniques en cours dans le monde entier. De cette façon, les patients peuvent recevoir des traitements ciblés avec précision, spécifiques au type de tissu cancéreux dont ils disposent.

Conception de plans de traitement :

IBM Watson a développé un logiciel qui fournit des options de traitement fondées sur des preuves pour les oncologues. Il a été conçu pour analyser les données structurées et non structurées dans les dossiers médicaux qui peuvent contribuer à la prise de décision concernant les voies de traitement. Le logiciel combine les données du dossier médical du patient avec une expertise clinique et des documents de recherche pour suggérer des plans de traitement prometteurs (65). Il existe de nombreux exemples similaires dans d'autres spécialités. La création d'un plan de prestation de radiothérapie optimisé prend généralement des jours. Les technologies basées sur l'IA aident à accélérer ce processus, en le complétant en quelques minutes (66-67).

3. La modélisation prédictive dans les soins de santé :

La modélisation prédictive (parfois appelée analyse prédictive) traite des méthodes statistiques, de l'exploration de données et de la théorie des jeux pour analyser les données actuelles et historiques collectées dans l'établissement médical. Ces données contribuent à améliorer les soins aux patients et à garantir des résultats de santé favorables. Sur la base des informations du dossier médical, de l'âge, des caractéristiques sociales et économiques, de l'anatomie individuelle et de nombreux autres facteurs, l'analyse prédictive peut révéler la susceptibilité des patients à des maladies telles que le diabète, l'asthme et d'autres conditions liées au mode de vie. Lors de la construction d'un modèle prédictif, l'analyse des données est utilisée pour trouver des modèles de comportement similaires et prévoir les réponses ou les actions des personnes aux événements qui se produisent. Les plus grandes organisations médicales du monde sont en passe d'intégrer des pratiques avancées telles que l'analyse

prédictive, la simulation et la modélisation de variables. L'objectif final de l'utilisation de ces pratiques est l'optimisation de la prise de décision, la résolution de problèmes, l'identification des opportunités d'amélioration du système de santé (68).

La modélisation prédictive comprend plusieurs étapes qui impliquent l'utilisation de techniques spécifiques. Ces dernières permettent de travailler avec des modèles de prévision de la manière la plus efficace pour le secteur de la santé. Certains des plus notables sont (68) :

Nettoyage des données : La scène sur laquelle les spécialistes affinent les données des valeurs aberrantes pour préparer uniquement les données nécessaires à la modélisation.

Régression logistique : Méthode statistique qui vise à définir les paramètres d'un modèle logistique sur la base de l'examen préalable d'ensembles de données.

Arbres de décision : Cette technique permet de créer des graphiques arborescents qui montrent les relations cartographiques entre les éléments et les conséquences potentielles des événements prédits.

Analyse des séries chronologiques : Cette étape comprend l'analyse des actifs de données au fur et à mesure qu'ils changent au fil du temps pour fournir des prévisions précieuses dans la période indiquée.

Exemples d'utilisation de prédictions en médecine :

Il existe diverses applications des modèles prédictifs dans les hôpitaux et les entreprises de soins de santé, mais nous soulignerons les cinq plus importantes d'entre elles à ce stade du développement de la science médicale.

Notre liste couvre le domaine de l'assurance maladie et d'autres branches de la médecine qui reposent actuellement le plus sur les technologies de prévision.

L'assurance maladie :

La modélisation prédictive en assurance maladie vous permet de calculer le coût précis de l'assurance pour un individu spécifique. Il est possible de définir dans quelle mesure il serait raisonnable de fournir un régime d'assurance médicale particulier au demandeur, en tenant compte de paramètres tels que les antécédents d'assurance, l'âge, le sexe, la région, les antécédents médicaux, l'hérédité, les mauvaises habitudes, etc. (68)

L'imagerie médicale :

La radiologie est un autre domaine qui montre la grande efficacité des modèles d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique. L'un des exemples les plus marquants ici est le Centre hospitalier de l'Université de Montréal. Il utilise la solution d'IA qui détecte les changements anatomiques chez les patients individuels et identifie les marqueurs spécifiques à la maladie sur la base de photographies aux rayons X. Cette solution permet également de préparer les patients aux interventions chirurgicales basées sur des prédictions. L'utilisation de logiciels de pronostic en radiologie est particulièrement pertinente pour le dépistage pulmonaire et le diagnostic du cancer du sein. Les données radiographiques sont utilisées pour prédire l'exposition du patient aux maladies virales affectant les poumons et aider les médecins à se concentrer principalement sur les catégories de patients les plus vulnérables. Les modèles pronostiques et la tomosynthèse mammaire numérique (DBT) fournissent une image complète de l'anatomie du sein et permettent de détecter précocement les maladies du sein (68).



Figure 26: la tomosynthèse mammaire numérique

Les soins palliatifs :

Penn Medicine est l'un des centres médicaux universitaires les plus réputés qui utilisent des modèles prédictifs basés sur les dossiers de santé électroniques (DSE). Ces modèles permettent aux médecins de prévoir les risques pour la santé des patients atteints de maladies potentiellement mortelles. Ce modèle a été nommé Palliative Connect et basé sur 30 facteurs pour prédire l'état du patient. Palliative Connect peut faire des prédictions sur un patient pour les six prochains mois après son admission à l'hôpital. Les algorithmes d'apprentissage automatique aident les médecins à se concentrer sur les personnes à haut risque de mortalité pour améliorer les consultations palliatives. La recherche de Penn Medicine vise à obtenir des résultats favorables pour les patients et à réduire le taux de mortalité de la population (68).

La santé mentale :

Selon l'OMS, près de 800 000 personnes se suicident et plus de 20 millions font des tentatives d'automutilation chaque année. De nombreux facteurs font que la plupart des gens souffrent de stress chronique, dont les pires conséquences peuvent être une grave dépression, l'auto-agression et le suicide. Pour maintenir les personnes en bonne santé mentale, diverses organisations médicales et scientifiques mettent en œuvre des solutions prédictives basées sur le DSE et les visites de santé mentale d'un patient spécifique. Le système basé sur la prédiction analyse les données sur les personnes qui se sont suicidées et les patients vivants. De cette façon, il identifie les personnes à haut risque de se suicider ou de tenter de se suicider. En conséquence, il est possible de fournir à ces personnes un soutien en temps opportun grâce à des applications d'aide et des thérapeutes qualifiés, réduisant ainsi considérablement le pourcentage d'automutilation dans le monde (68).

Avantages de cette modélisation prédictive :

L'industrie médicale doit son développement rapide à la transformation numérique, qui a apporté de nombreux avantages aux prestataires de soins de santé, aux médecins et aux patients. Dans cette partie, nous décrirons les avantages que l'analyse prédictive des soins de santé offre aux prestataires de soins de santé.

Diagnosics améliorés

Certaines maladies ont des symptômes typiques, et des médecins qualifiés peuvent facilement les définir et les soigner selon le plan de traitement prédéfini. Cependant, chaque patient peut présenter des symptômes individuels ou, pour

ainsi dire, atypiques qui peuvent indiquer une maladie spécifique, mais compliquer le diagnostic. La présence de symptômes atypiques incite les spécialistes à se fier aux données individuelles des patients et aux antécédents familiaux pour déterminer si une personne a besoin d'être hospitalisée pour guérir une maladie. Les tests de laboratoire et les procédures de diagnostic comme la tomodensitométrie, les rayons X, l'IRM, etc. combinés à l'analyse prédictive ont plus de valeur pour un diagnostic plus approfondi et un choix de plan de traitement (68).

Rentabilité élevée :

L'une des raisons essentielles pour lesquelles les organisations de soins de santé choisissent de mettre en œuvre l'analyse prédictive est la capacité à réduire considérablement les coûts. Avec une grande quantité de données disponibles sur les patients, le personnel, l'équipement, les fournitures, les tâches administratives et la planification, vous pouvez générer des informations détaillées sur la gestion des coûts et des risques pour les patients. Sur la base de ces informations, il devient clair quelles dépenses vous pouvez réduire sans rien sacrifier d'important. La gestion des approvisionnements est l'un des processus complexes nécessitant des dépenses considérables. Les prédictions sur l'état des patients, le personnel, les appareils, les sous-traitants, etc. peuvent réduire le nombre de fournisseurs pour les mêmes articles. Ils peuvent également vous aider à économiser de l'argent en incitant les médecins à utiliser des équipements plus économiques et à éviter la mauvaise gestion au sein de la chaîne d'approvisionnement (68).

Efficacité opérationnelle améliorée :

Lorsqu'ils sont surchargés, les hôpitaux sont confrontés à une pénurie de personnel médical qui affecte souvent gravement la qualité des soins aux patients. En mettant en œuvre des modèles prédictifs, votre organisation peut allouer des ressources administratives et de gestion pour connaître à l'avance les problèmes de dotation. Dans ce cas, un spécialiste du logiciel peut construire un modèle après l'analyse de prédictions tels que le nombre de personnel médical disponible, les changements saisonniers affectant la santé de la population, les vacances, les épidémies, etc. Les organisations médicales peuvent également gérer les rendez-vous manqués et ajuster le flux de patients de la manière la plus pratique pour les médecins et les patients. Les spécialistes peuvent inclure des données sur les patients qui ne se présentent souvent pas et signaler à l'avance qu'ils sautent des rendez-vous afin de prévoir les lacunes dans les horaires des médecins et de les ajuster plus efficacement, éliminant ainsi la perte de temps (68).

Diminution des taux de réadmission :

Le taux de réadmission est un facteur indiquant la qualité des soins prodigués dans un hôpital particulier. Selon les réglementations applicables dans de nombreux pays européens et partout aux États-Unis, les hôpitaux doivent payer la pénalité pour les réadmissions des patients en cas de rechute de la maladie. Lorsque les patients sont réadmis à l'hôpital 30 jours après leur admission initiale avec les mêmes plaintes, cela indique que le traitement n'était pas assez efficace la fois précédente. Les modèles prédictifs aident votre organisation à éviter cela en calculant la probabilité de réadmission lors de l'évaluation du premier patient, sur la base des données de santé actuelles et historiques (68).

Soins médicaux personnalisés

Les établissements de santé ont tendance à accroître leur efficacité en utilisant les opportunités de la médecine de précision. La modélisation prédictive aide à améliorer les soins centrés sur le patient sur la base des dossiers de santé personnels et contribue à la création des plans de traitement les plus efficaces et adaptés à chaque patient. Les modèles pronostiques sont efficaces pour le traitement des patients hospitalisés aux urgences lorsque des décisions rapides doivent être prises. Toutes les données disponibles dans l'organisation permettent de prédire l'efficacité des procédures, des manipulations, des tests de laboratoire et des médicaments en fonction des spécificités de l'anatomie et des gènes d'une personne (68).



Principales limites de la e-santé



V. Principales limites de la e-santé :

Dans les chapitres précédents qui portent sur les domaines d'application, ainsi que sur les dernières innovations en matière de l'e-santé, nous avons pu constater que la digitalisation de la santé est en marche, que ces nouvelles technologies prenaient une part grandissante dans le monde médical. Cependant, nous identifierons également un certain nombre de point d'amélioration à travailler afin que cette nouvelle approche de la santé soit complètement maîtrisée.

1. La sensibilité des données de santé :

Face à l'expansion de la e-santé, et notamment de la m-santé via les multiples applications développées ces dernières années, des défauts de protection de données ont été rapportés. De nombreuses applications mobiles ne respectent pas la confidentialité des données collectées pour les besoins de l'application, et utilisent même des données diverses contenues dans le smartphone (agenda, carnet d'adresses). Ainsi, certains programmes d'accréditation des applications de m-santé mettent en œuvre des processus qui permettent de garantir la qualité des applications mais il est apparu que ces processus n'intégraient pas le contrôle des risques en termes de protection des données. Une étude a été faite sur les applications recommandées par le NHS (National Health Service) au Royaume Uni, et sur les 79 applis certifiées fiables sur le plan médical, il a été montré que 89% d'entre elles transmettaient des données à des services tiers. Aucune ne disposait d'un système de cryptage des données enregistrées sur le smartphone, 66% envoyaient des informations sensibles non cryptées sur le net, et 20% n'avaient aucune politique de protection des données. (69)

C'est dans ce climat flou, qu'un réel besoin de contrôle s'est créé et a permis de faire émerger LE RGPD.

2. Le RGPD ou Le règlement général sur la protection des données :

Le règlement général sur la protection des données 2016/679 (RGPD) est un règlement sur la protection des données et la vie privée dans l'Union européenne (UE) et dans l'Espace économique européen (EEE). Il traite également du transfert de données personnelles en dehors des zones de l'UE et de l'EEE. L'objectif principal du RGPD est de donner aux individus le contrôle de leurs données personnelles (70).

Ce règlement s'articule autour de 7 principes de protection des données (71):

- ✓ Licéité, équité et transparence : Le traitement doit être licite, loyal et transparent pour la personne concernée.
- ✓ Limitation de la finalité : Vous devez traiter les données aux fins légitimes spécifiées explicitement à la personne concernée lorsque vous les avez collectées.
- ✓ Minimisation des données : Vous ne devez collecter et traiter que la quantité de données absolument nécessaire aux fins spécifiées.
- ✓ Exactitude : Vous devez garder les données personnelles exactes et à jour.
- ✓ Limitation de stockage : Vous ne pouvez stocker des données d'identification personnelle que le temps nécessaire aux fins spécifiées.

- ✓ Intégrité et confidentialité : Le traitement doit être effectué de manière à garantir une sécurité, une intégrité et une confidentialité appropriées (par exemple en utilisant le cryptage).
- ✓ Responsabilité : Le RGPD stipule que les responsables du traitement des données doivent être en mesure de démontrer qu'ils sont conformes au RGPD.

Cette réglementation permet d'avoir un cadre législatif de contrôle vis-à-vis de la e-santé, ce qui représente un grand pas vers la digitalisation des ressources.

3. Les cyber-attaques :

Les technologies numériques sont devenues un levier essentiel pour développer des services et des résultats centrés sur le patient, tout en contribuant à fournir des soins de haute qualité, à améliorer les pratiques et à soutenir les stratégies de gestion et de suivi de la santé de la population. Cependant, ces technologies numériques impliquent certains dangers. Les récentes cyber-attaques qui ont affecté et perturbé de nombreuses organisations et systèmes de santé dans le monde en sont une des illustrations :

Les cyber-attaques « WannaCry » ont abouti à la fermeture de plusieurs hôpitaux du National Health Service du Royaume-Uni (UK), ce qui a provoqué l'annulation d'environ 600 chirurgies et plus de 19,0 00 rendez-vous (72). De telles attaques peuvent entraîner des coûts directs importants (par exemple, le paiement de rançons importantes aux pirates, le paiement de réparations pour les patients affectés, l'arrêt de l'activité) ou des coûts indirects par une altération de l'image et de la réputation de l'organisation qui pourraient également avoir un impact négatif sur son attractivité et son activité par la suite. En outre, selon une étude britannique menée après ces cyber-attaques et divers scandales de

violation de données de consommateurs, un total de 79% des personnes interrogées demanderaient à leurs familles et amis de boycotter les organisations qui ne sont pas en mesure de protéger leurs données personnelles (73). Dans le même ordre d'idées, l'Association canadienne de protection médicale a signalé que l'activité de plusieurs cliniques médicales avait été perturbée par les cyber-attaques de WannaCry. Après chaque incident, la restauration du système TIC prendrait entre deux et trois jours. Pendant ce temps, les cliniciens n'ont pas pu accéder aux dossiers électroniques pour assurer les soins et le suivi des patients. Ces événements ont conduit à l'annulation ou à la suspension de consultations ou de chirurgies, comme c'était le cas au Royaume-Uni (74-75).

Avec la prolifération des objets connectés, les fournisseurs de dispositifs médicaux sont également confrontés au même problème. Certains dispositifs médicaux connectés (par exemple, stimulateurs cardiaques et défibrillateurs, pompes à médicaments) peuvent transmettre des informations et des données cliniques susceptibles d'être vulnérables aux cyber-attaques (76). Ces technologies dites auxiliaires connectées continuent de recevoir peu d'attention dans les plans et stratégies de cyber-sécurité (77). L'utilisation croissante des applications mobiles et des objets connectés à des fins de surveillance ou de soins nécessite de recentrer les stratégies de cyber-sécurité sur les consommateurs et les cliniciens, et pas seulement sur les structures. À cet égard, dans certains pays (par exemple, le Canada), les cliniciens peuvent déjà prescrire des applications mobiles à leurs patients (par exemple, éducation sanitaire, surveillance) (78). Cependant, selon une étude européenne, environ 80% des applications de santé mobiles les plus utilisées disponibles sur Android présentent des risques liés à l'utilisation abusive et à la diffusion des données des consommateurs (79).

Ces événements montrent que la question de la cyber-sécurité est primordiale, d'où la naissance d'une protection innovante qui est la Blockchain.

4. La blockchain :

La blockchain ou « chaîne de blocs, en français » est une technologie qui permet de stocker et transmettre des informations de manière transparente, sécurisée et sans organe central de contrôle.

Par extension, une blockchain constitue une base de données qui contient l'historique de tous les échanges effectués entre ses utilisateurs depuis sa création. Cette base de données est sécurisée et distribuée : elle est partagée par ses différents utilisateurs, sans intermédiaire, ce qui permet à chacun de vérifier la validité de la chaîne.

Pour comprendre de façon intelligible les bénéfices d'une blockchain pour un environnement informatique plus sûr contre les cyberattaques, il faut s'imaginer que la blockchain fonctionne comme une photographie. Elle garde des traces de chaque action, chaque modification et chaque connexion produites dans son environnement. La consultation rétrospective et la vérification sont des armes imparables contre les cyberattaques. Car la blockchain est avant tout une technologie collective de données très efficace, en plus d'être un système extrêmement bien sécurisé; bien plus qu'on ne l'imagine. Il est à nouveau très compliqué de manipuler des données au sein d'un système blockchain bien conçu. Il est également ardu de cacher l'évidence qu'une attaque s'est produite avec la blockchain, son rôle de validation des données entrantes pouvant être une option supplémentaire (82).

La validation humaine permet d'interdire des actions prises si elles sont jugées dangereuses. Même si une intrusion peut intervenir, des hackers auront peu de chance d'effectuer des modifications sans être repérés et identifiés. Pour rendre un système blockchain toujours plus sûr aux yeux de certains réfractaires, la mise en place d'un système de blockchain privé peut renforcer cette part essentielle de confiance qui viendrait à manquer. Seules les connexions autorisées sont possibles. Des degrés d'implication pour chaque intervenant viennent alors garantir de la viabilité d'un système hautement sécurisé (82).

Une autre application des blockchains comprend la gestion de la chaîne d'approvisionnement des médicaments. La gestion de l'offre est un enjeu crucial à sauvegarder dans tous les secteurs, mais elle a une plus grande importance dans la santé, en raison de sa complexité croissante. En effet, tout compromis dans la chaîne d'approvisionnement des soins de santé affecte le bien-être d'un patient (83). Les chaînes d'approvisionnement sont vulnérables et se composent de trous pour les attaques frauduleuses car elles impliquent un certain nombre de pièces mobiles et de personnes. Les blockchains fournissent une plate-forme sûre et sécurisée pour éliminer ce problème et, dans certains cas, prévenir les fraudes également, en introduisant une plus grande transparence des données et une meilleure traçabilité des produits. Puisqu'un enregistrement dans la blockchain ne peut être validé et mis à jour que via un contrat intelligent, manipuler la blockchain n'est pas facile (84).



***Implications éthiques
des technologies numériques
de la santé***



VI. Implications éthiques des technologies numériques de la santé :

Avant de parler des implications éthiques, nous devons d'abord définir ce que sont «l'éthique» et «l'éthique médicale de l'internet» :

L'éthique fait référence aux «normes de conduite qui distinguent les comportements acceptables et inacceptables» (85).

L'éthique médicale de l'Internet est un domaine interdisciplinaire émergent qui considère les implications des connaissances médicales utilisées via Internet et tente de déterminer les directives éthiques en vertu desquelles les participants éthiques pratiqueront la médecine ou la thérapie en ligne, mèneront des recherches en ligne, et contribuer à des sites Web médicaux (86). Même si la plupart des sociétés utilisent la loi pour appliquer des normes morales largement acceptées et que les règles éthiques et juridiques utilisent des concepts similaires, l'éthique et la loi ne sont pas les mêmes (85). Les normes éthiques ont tendance à être plus larges et plus informelles que la loi (85).

Bien que les technologies et les applications de santé numériques ont le potentiel de résoudre les problèmes de santé, d'améliorer les résultats de santé et de réduire les coûts des soins de santé, l'accès accru aux services de santé et de soins sociaux et à l'information suscite également de nouvelles préoccupations. Ces préoccupations comprennent la confidentialité et la sécurité des données de santé personnelles, l'égalité d'accès aux services de santé, la responsabilité, l'efficacité de l'autonomisation des patients et la qualité des informations sur les soins de santé. Les sections suivantes fournissent une brève description de chaque aspect éthique :

1. Confidentialité et sécurité des données personnelles de soins de santé :

La confidentialité et la sécurité sont la principale préoccupation concernant le volume élevé de données de santé personnelles circulant entre différents appareils et différents systèmes d'information de santé. Le type de média qui circule entre les appareils et les systèmes est également en expansion. Les dossiers des patients peuvent inclure des images diagnostiques, de la vidéo, du son et des courriels. Bien que l'anonymisation des données telles que la suppression des noms et des adresses offre un certain degré de protection, le DSE présente des risques de sécurité et la possibilité de ré-identifier les patients par des méthodes non autorisées. Par conséquent, tous les patients ne sont pas prêts à accepter le consentement général pour partager automatiquement leurs informations sur les soins de santé dans le DSE (87). Les informations de santé personnelles peuvent également être collectées indirectement sans connaissance et préalables à l'aide d'un sondage en ligne, les cookies intégrés et les balises Web (88). Il est important que les organisations appliquent les mêmes critères qui régissent le stockage, l'utilisation et le transfert du papier médical les enregistrements aux enregistrements électroniques. Les prestataires de soins de santé et les développeurs ont la responsabilité de recueillir les données méticuleusement et de conserver les dossiers de santé personnels avec des niveaux élevés de protection de la vie privée sans oublier d'obtenir le consentement des patients.

2. Égalité d'accès aux services de santé :

Un autre problème éthique lié aux technologies et applications numériques de la santé est l'égalité d'accès aux services de santé parmi les populations économiquement défavorisées et vulnérables (89). Les personnes économiquement défavorisées peuvent avoir un faible niveau d'éducation, un faible savoir en matière de santé, peuvent résider en zone rurale, peuvent être issues de groupes raciaux et ethniques minoritaires ou peuvent être des migrants. Les patients vulnérables comprennent ceux qui souffrent de maladies chroniques complexes et / ou multiples, les handicapés, les malades mentaux et les très jeunes enfants. Certaines personnes n'ont pas les moyens financiers, les connaissances techniques pour utiliser l'internet, les appareils de communication, les technologies et applications numériques de santé. Ces technologies et applications de santé numérique devraient faire partie des services de santé universels pour améliorer la santé de la population.

3. Responsabilité :

Alors que les organisations de soins de santé utilisent de plus en plus les technologies numériques de la santé, l'importance de la responsabilité ne peut être ignorée. La santé numérique a modifié la relation traditionnelle entre les patients et les médecins en termes de distance et de temps de communication et de mode de prestation des soins médicaux. Lorsque les médecins communiquent avec leurs patients de manière technologique, il existe un risque de manque de compréhension entre eux (87). De plus, lorsque les compétences diagnostiques de base telles que l'observation ne peuvent pas être effectuées avec précision en ligne, les médecins peuvent manquer des informations importantes pour fournir le bon diagnostic (90). Il est nécessaire d'aborder la question de savoir si les

médecins virtuels doivent demander une licence pour pratiquer la médecine en ligne et seront-ils tenus de fournir le même niveau de soins que les visites médicales en personne. Le consentement éclairé, la vie privée, la sécurité, l'équité et la protection des populations vulnérables sont des défis et des problèmes éthiques qui sont apparus à la suite de la nouvelle forme de relation patient-médecin. L'établissement d'une véritable relation patient-médecin exigera des connaissances et des compétences (91).

4. Efficacité de l'autonomisation des patients :

Même si l'autonomisation peut être un avantage majeur de la santé numérique, une trop grande importance peut être préjudiciable aux patients (92). Des résultats insuffisants en matière de santé peuvent conduire à l'insatisfaction, à l'insécurité et à la dépression. Dedding et coll (90) soulignent comment le transfert des tâches et des responsabilités aux patients en tant que consommateurs peut devenir une responsabilité et un fardeau supplémentaires dans la vie quotidienne. Certains patients peuvent résister à leur nouveau rôle, ne pas avoir les ressources ou manquer de soutien pour développer leur autonomisation (91) Le risque de non-observance et la probabilité que les patients modifient leurs plans de traitement ne doivent pas être ignorés. Les patients doivent être placés au centre du processus d'autonomisation en les encourageant à assumer une responsabilité plus active dans l'autogestion de leur santé avec le soutien des technologies numériques de la santé (92). Bien que les technologies d'assistance telles que les dispositifs de suivi offrent l'autonomisation et d'autres avantages potentiels aux personnes âgées et à leurs aidants, tels qu'une indépendance accrue, elles soulèvent d'importantes questions éthiques telles que la perte de la vie privée et de la liberté. De nombreuses

personnes âgées nécessitant des soins souffrent de multi-morbidité et certaines peuvent avoir une dépendance physique importante et une déficience mentale. Cela soulève la question de savoir dans quelle mesure pouvons-nous équilibrer les avantages et les risques lors de l'évaluation de l'adéquation, de la qualité et de l'efficacité des technologies numériques de santé (93).

5. Qualité des informations sur les soins de santé :

Parmi les principaux obstacles à l'information médicale en ligne, citons la quantité impressionnante d'informations ainsi que sa mauvaise qualité (94). Un site Web auquel on accède via un nom de domaine utilisant le nom d'une organisation intergouvernementale internationale telle que l'OMS ne conduit pas nécessairement les utilisateurs au site Web officiel de l'organisation. De plus, de nombreuses personnes n'ont pas les connaissances et les compétences nécessaires pour évaluer la fiabilité et les références de l'information. Certaines personnes n'ont pas les connaissances médicales nécessaires pour évaluer si les informations sur les thérapies et les interventions sont scientifiquement prouvées. De nombreuses applications de santé numérique fournissent des liens sociaux mais avec risque accru d'atteinte à la vie privée des patients. Les patients sont réticents ou peu disposés à partager des informations et leurs sentiments avec d'autres en ligne en raison du manque de mesures de sécurité raisonnables et appropriées. Un autre problème potentiel des forums en ligne est la qualité et la fiabilité des informations partagées (91). Les gens peuvent devenir de plus en plus confus quant à savoir à qui et à quelles technologies de santé numérique se fier pour obtenir des conseils et un soutien. Bien que le secteur de la santé soit fortement réglementé au niveau national, il est difficile de faire appliquer les lois nationales régissant le comportement en ligne (95). L'établissement de codes d'éthique, de normes et de lignes directrices peut aider à surmonter certaines des

difficultés et défis posés par ces technologies numériques de la santé et l'information en ligne sur la santé.

Le Code éthique de l'e-santé :

Au cours du sommet organisé par l'Internet Healthcare et accueilli par l'Organisation mondiale de la santé / Organisation panaméricaine de la santé (OMS / OPS) en 2000, un groupe d'experts du monde entier a produit un code d'éthique de l'e-santé pour s'assurer que les gens réalisent le potentiel et la compréhension des risques liés à l'utilisation d'Internet dans l'autogestion de leur propre santé ainsi que de ceux dont ils ont la charge. Ce code d'éthique se concentre principalement sur les informations de santé concernant les produits de santé et les services de santé (par exemple les soins médicaux personnels ou les conseils et la gestion des dossiers médicaux) fournies par les organisations et les individus via Internet.

Le code de déontologie de l'e-santé comprend huit principes directeurs:

- 1- La franchise: les informations et les services fournis doivent être crédibles et dignes de confiance. Tout conflit d'intérêts (tel qu'un gain financier) doit être déclaré.
- 2- Honnêteté: tout le contenu doit être présenté honnêtement.
- 3- Qualité: les informations sur la santé doivent être exactes, à jour, faciles à comprendre et rédigées dans un langage adapté aux utilisateurs visés. Des soins ou des conseils médicaux personnalisés doivent être prodigués par un praticien qualifié.

- 4- Consentement éclairé: les utilisateurs ont le droit d'être informés quand, quoi et comment les données personnelles peuvent être collectées, utilisées ou partagées.
- 5- Confidentialité: la confidentialité des utilisateurs doit être protégée en supprimant tout identifiant personnel.
- 6- Professionnalisme dans les soins de santé en ligne: les médecins, les infirmières, les pharmaciens, les thérapeutes et les autres professionnels de la santé doivent respecter les codes d'éthique qui régissent leurs professions.
- 7- Partenariat responsable: les sponsors, partenaires et autres affiliés doivent respecter la loi applicable et respecter les normes d'éthique.
- 8- Responsabilité: les utilisateurs ont la possibilité et la confiance de soulever toute préoccupation et de faire part de leurs commentaires au fournisseur de contenu.



Conclusion



VII. Conclusion :

Comme nous l'avons pu constater, la révolution numérique modifie sans aucun doute la façon dont nous développons et pratiquons l'art médical. Ce changement de paradigme influencera directement l'évolution des systèmes de santé. L'intérêt de la e-santé avec tous ces atouts et outils permet une organisation, une prise en charge, un diagnostic et un traitement plus personnalisé, plus rapide et plus économique tout en mettant les patients au cœur du système de santé, ainsi les technologies qui profitent à long terme au patient seront acceptées. La relation humaine et l'empathie restent toujours essentielles, ce qui permet de replacer le médecin au centre de son métier en tant que soignant.



Résumés



Résumé

Titre : Introduction à la digital health et ses applications

Auteur : Zineb BOUHYA

Directeur : Pr.IBRAHIMI AZEDDINE

Mots clés : e-santé, domaines d'application, limites, aspects éthiques

L'objectif de notre travail est de faire une mise au point sur la santé digitale et ses applications.

La santé digitale englobe une variété de technologies allant de la télémédecine et de la santé mobile au dossier patient informatisé et aux systèmes d'aide à la décision médicale dont l'objectif final est d'améliorer l'état de santé des patients, et surtout de faciliter leurs prise en charge.

L'année 2020 a été marquée par la diffusion du COVID-19 sur tous les continents, ce qui a déclenché le besoin de solutions rapides et efficaces pour gérer cette pandémie. Dans ce contexte, nous exposerons les outils digitaux développés par le Maroc pour réduire la propagation de ce virus.

Cette même crise a été une opportunité pour l'émergence de nouvelles solutions numériques telles que les thérapies digitales et l'analyse prédictive dans les soins de santé.

Les principales limites, notamment la sensibilité des données de santé et les cyber-attaques, ainsi que les principaux aspects éthiques tels que la responsabilité, l'égalité d'accès aux soins, la confidentialité et la sécurité des données de santé seront aussi traités dans cette thèse.

Abstract

Title : Introduction to digital health and its applications

Author : Zineb BOUHYA

Director : Pr.IBRAHIMI AZEDDINE

Keywords : E-health, applications, limits, ethical aspects

The objective of our work is to focus on e-health and its applications.

Digital health encompasses a variety of technologies ranging from telemedicine and mobile health to computerized patient records and medical decision support systems whose ultimate goal is to improve the state of health of patients, and especially to facilitate their support.

The year 2020 was marked by the spread of COVID-19 on all continents, which triggered the need for quick and effective solutions to manage this pandemic. In this context, we will present the digital tools developed by Morocco to reduce the spread of this virus.

This same crisis has been an opportunity for the emergence of new digital solutions such as digital therapies and predictive analytics in healthcare.

The main limits, particularly the sensitivity of health data and cyber-attacks, as well as the main ethical aspects such as responsibility, equal access to care, confidentiality and security of health data will also be addressed in this thesis.

ملخص

العنوان: مقدمة عن الصحة الرقمية و تطبيقاتها

المؤلفة: زينب بوحى

المشرف: الأستاذ الإبراهيمي عز الدين

الكلمات الأساسية: الصحة الرقمية، مجالات التطبيق، الحدود، الجوانب الأخلاقية.

الهدف من عملنا هو تقديم لمحة عامة عن الصحة الرقمية وتطبيقاتها

تشمل الصحة الإلكترونية مجموعة متنوعة من التقنيات التي تتراوح من التطبيب عن بعد والصحة المتنقلة إلى سجلات المرضى المحوسبة وأنظمة دعم القرارات الطبية بحيث أن هدفها النهائي هو تحسين الحالة الصحية للمرضى، وخاصة تسهيل رعايتهم.

تميزت سنة 2020 بانتشار فيروس كورونا المستجد في جميع القارات، مما أدى إلى البحث عن إيجاد حلول سريعة و فعالة للإدارة هذا الوباء. في هذا السياق سوف نقدم الأدوات الرقمية التي طورها المغرب للحد من انتشار هذا الفيروس.

هذه الأزمة نفسها مثلت فرصة لظهور حلول رقمية جديدة، مثل العلاجات الرقمية و التحليلات التنبؤية في مجال الرعاية الصحية.

سيتم أيضا في هذه الأطروحة تناول الحدود الأساسية، خاصة حساسية البيانات الصحية و الهجمات الإلكترونية، بالإضافة إلى الجوانب الأخلاقية الرئيسية مثل المسؤولية، المساواة في الوصول إلى الرعاية و سرية و أمن البيانات الصحية.



Bibliographie



- [1] Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): a systematic review of published definitions. *J Med Internet Res*. 2005 Feb 24;7(1):e1.
- [2] Conseil National de l'Ordre des Médecins. (C.N.O.M.). Paris. FRA. Livre blanc : De la e-santé à la santé connectée. Paris: Conseil National de l'Ordre des médecins; 2015 Feb p. 34p.
- [3] OMS : définition santé [Internet]. WHO. [cited 2017 Sep 21]. Available from :<http://www.who.int/about/mission/fr/>
- [4] OMS : CINQUANTE-HUITIÈME ASSEMBLÉE MONDIALE DE LA SANTÉ [Internet]. [cited 2017 Oct 11]. Available from: http://www.who.int/ihr/training/laboratory_quality/cd_rom_ihr_revisions_58th_wha_pages_8-66_fr.pdf
- [5] Simon P, Lucas J. La télémédecine n'est pas du e-commerce mais de la médecine clinique. *Eur Res Telemed Rech Eur En Télémédecine*. 2014 Mar;3(1):27–34.
- [6] Code de la santé publique | Legifrance [Internet]. [cited 2018 Mar 14]. Available from: https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=B1F5F57353772895089C8C3F5B876A_64.tpdjo07v_3?cidTexte=LEGITEXT000006072665&idSectionTA=LEGISCTA000020891704&date Texte=20150206&categorieLien=cid#LEGISCTA000020891704
- [7] [goe_mhealth_web.pdf](http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf) [Internet]. [cited 2018 Mar 14]. Available from: http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf

- [8] Barometre_Mobile-VIDAL-CNOM-2016.pdf [Internet]. [cited 2017 Sep 22]. Available from: http://www.vidalfrance.com/wp-content/download/info/Barometre_Mobile-VIDAL-CNOM-2016.pdf
- [9] Glossaire - ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé [Internet]. [cited 2018 Mar 14]. Available from: [http://ansm.sante.fr/Glossaire/\(filter\)/D#term_16195](http://ansm.sante.fr/Glossaire/(filter)/D#term_16195)
- [10] L'observance thérapeutique, des leviers pour agir, [Internet], Disponible sur : https://lecrip.org/wp-content/uploads/2017/04/brochureobservance_2017_web.pdf.
- [11] Emmanuel Gadenne, Le guide pratique du Quantified Self. Mieux gérer sa vie, sa santé, sa productivité, Fyp éditions, 2012
- [12] Perroy A-C. La m-santé, à l'ère de la e-santé. Promesses, enjeux et responsabilités. Ann Pharm Fr. 2016;(74):421 - 30.
- [13] Sebban E. Santé connectée: Demain, tous médecins ? Hermann. Vol. 1. 2015. 214 p.
- [14] <http://www.telemedaction.org/424107696>
- [15] <https://www.serious-game.fr/foodzy-le-serious-game-qui-surveille-votre-alimentation/>
- [16] <https://www.smokitten.com/fr/>
- [17] <https://www.innovation-mutuelle.fr/actualite/interception-un-programme-inedit-de-prevention-des-cancers-de-linstitut-gustave-roussey/>

- [18] <https://www.gustaveroussy.fr/fr/interception>
- [19] <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>
- [20] <http://www.automesure.com/library/pdf/HTA-e-sante-Rev-Prat-final2019.pdf>
- [21] <https://www.lifeplus.io/generation-care/>
- [22] <https://www.tlmfmc.com/application/elips-ic.html>,899
- [23] « 8940_IDF_Atlas_2017_French_Interactive », consulté le 13 août 2019,
https://diabetesatlas.org/IDF_Diabetes_Atlas_8e_interactive_FR/.
- [24] « Digital Diabetes ».
- [25] Roy W Beck et al., « Advances in Technology for Management of Type 1 Diabetes », *The Lancet* 394, no 10205 (octobre 2019): 1265-73,
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31142-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31142-0).
- [26] « K'Watch Glucose : La montre qui mesure la glycémie », *Diabète Infos* (blog), 6 juillet 2017, <https://diabete-infos.fr/ktrack-glucose-montre-qui-mesure-la-glycemie/>.
- [27] « Siren Socks & Foot Monitoring System », consulté le 26 novembre 2019, <https://siren.care/>.
- [28] Ferrante G, La Grutta S. The burden of pediatric asthma. *Front Pediatr.* 2018; 6: 186.

- [29] Pocket Guide for Asthma Management and Prevention. Global Initiative for Asthma; 2019. Available at: <https://ginasthma.org> /Google Scholar
- [30] Desager K, Vermeulen F, Bodart E. Adherence to asthma treatment in childhood and adolescence – a narrative literature review. *Acta Clin Belg.* 2018; 73: 348- 355. / PubMed
- [31] Suissa S, Ernst P, Benayoun S, Baltzan M, Cai B. Low-dose inhaled corticosteroids and the prevention of death from asthma. *N Engl J Med.* 2000; 343: 332- 336 / pubmed
- [32] Bonini M. Electronic health (e-Health): emerging role in asthma. *Curr Opin Pulm Med.* 2017; 23: 21- 26. / google scholar
- [33] Bonini M, Usmani OS. Novel methods for device and adherence monitoring in asthma. *Curr Opin Pulm Med.* 2018; 24: 63- 69. / google scholar
- [34] Vilozni D, Barak A, Efrati O, et al. The role of computer games in measuring spirometry in healthy and "asthmatic" preschool children. *Chest.* 2005; 128: 1146- 1155. / pubmed
- [35] Vilozni D, Barker M, Jellouschek H, et al. An interactive computer-animated system (SpiroGame) facilitates spirometry in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 164: 2200- 2205. / pubmed

- [36] Simmons MS, Nides MA, Kleerup EC, et al. Validation of the Doser, a new device for monitoring metered-dose inhaler use. *J Allergy Clin Immunol.* 1998; 102: 409- 413. / pubmed
- [37] Pearce CJ, Fleming L. Adherence to medication in children and adolescents with asthma: methods for monitoring and intervention. *Expert Rev Clin Immunol.* 2018; 14: 1055- 1063. / google scholar
- [38] Jaimini U, Thirunarayan K, Kalra M, et al. "How Is My Child's Asthma?" Digital Phenotype and Actionable Insights for Pediatric Asthma. *JMIR Pediatr Parent.* 2018; 1:e11988 / pubmed
- [39] Kim CH, Lieng MK, Rylee TL, et al. School-based telemedicine interventions for asthma: a systematic review. *Acad Pediatr.* 2020; S1876–2859(20): 30186- 30188 / google scholar
- [40] Culmer N, Smith T, Stager C, et al. Telemedical asthma education and health care outcomes for school-age children: a systematic review. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2020; 8: 1908- 1918. /google scholar
- [41] Sprague L. Electronic health records: How close? How far to go? *NHPF Issue Brief.*2004 ;(800):1-17.
- [42] Venot A, Brgun A, Quantin C. *Informatique Médicale, e-Santé – Fondements et applications.* Springs France, 2013.
- [43] Degoulet P, Fieschi M. *Informatique médicale.* 3-ème edition. Paris: MASSON; 1998

- [44] <https://www.contrelecancer.ma/fr/media/2019/03/05/la-fondation-lance-un-projet-de-mise-en-place-du-dossier-patient-informatise-dans-les-centres-doncologie-publics-du-maroc/>
- [45] <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/chirurgie-assistee-par-ordinateur-cao>
- [46] https://www.hasante.fr/upload/docs/application/pdf/201101/etude_sadm_etat_des_lieux_1.pdf
- [47] <https://www.wiqaytna.ma/>
- [48] https://www.lopinion.ma/Teleconsultation-le-Ministere-de-la-sante-lance-la-plateforme-tbib-24_a2743.html
- [49] <https://www.medias24.com/2021/01/22/covid-voici-la-procedure-a-suivre-pour-se-faire-vacciner/>
- [50] <https://www.h24info.ma/maroc/covid-19-inscription-au-vaccin-comment-ca-marche/>
- [51] <https://www.digital.health/digital-therapeutics>
- [52] <https://link.springer.com/article/10.1007/s40123-019-0203-9>
- [53] <https://www.opthalmolscience.com/articles/odysight-real-world-data-analysis-of-a-mobile-medical-application-for-ophthalmology.html>
- [54] <https://www.businesswire.com/news/home/20181113005690/en/FDA-Grants-DeNovo-Clearance-to-Atlantic-Therapeutics-for-INNOVO%C2%AE-Therapy-Device-to-Treat-Stress-Urinary-Incontinence>

- [55] <https://www.sleepio.com/faqs/>
- [56] Colin A. Espie, Simon D. Kyle, Chris Williams, Jason C. Ong, Neil J. Douglas, Peter Hames, June S. L. Brown, "A randomized, placebo-controlled trial of online cognitive behavioral therapy for chronic insomnia disorder delivered via an automated media-rich web application
- [57] Crow, James Mitchell (2013). "Insomnia: Chasing the dream". *Nature*. 497 (7450): S16–S18. doi:10.1038/497S16a
- [58] Denis Campbell (30 July 2020). "UK study finds digital treatment for insomnia more effective than face-to-face therapy"
- [59] Russell, S. & Norvig, P. *Artificial intelligence a modern approach* third edition (Pearson, 2010).
- [60] Lunden, I. Babylon Health is building an integrated, AI-based health app to serve a city of 300K in England. *Techcrunch*. <https://techcrunch.com/2020/01/22/babylon-health-is-building-an-integrated-ai-based-health-app-to-serve-a-city-of-300k-in-england> (2020).
- [61] Ricci, M. Sensely and Mayo Clinic take virtual nurse one step further. *Pharmaphorum*. <https://pharmaphorum.com/news/sensely-mayo-clinic-develop-virtual-doctor/> (2017).
- [62] Belciug, S. & Gorunescu, F. *Intelligent decision support systems—a journey to smarter healthcare*. (Springer International Publishing, 2020).

- [63] Staines, R. FDA approves Caption Health's AI-driven cardiac ultrasound software. Pharmaphorum. <https://pharmaphorum.com/news/fda-approves-caption-healths-ai-driven-cardiac-imaging-software/> (2020).
- [64] Moorfields announces research partnership. <http://www.moorfields.nhs.uk/news/moorfields-announces-research-partnership>.
- [65] Zauderer, M. G. et al. Piloting IBM Watson Oncology within Memorial Sloan Kettering's regional network. *J. Clin. Oncol.* 32, https://ascopubs.org/doi/abs/10.1200/jco.2014.32.15_suppl.e17653 (2014).
- [66] Fornell, D. Artificial intelligence greatly speeds radiation therapy treatment planning. *itnonline.com*. <https://www.itnonline.com/article/artificial-intelligence-greatly-speeds-radiation-therapy-treatment-planning> (2020).
- [67] AI treatment plans used in patients. *uhnresearch.ca*. <https://www.uhnresearch.ca/news/ai-treatment-plans-used-patients>.
- [68] <https://light-it.net/blog/use-of-predictive-modeling-in-healthcare/>
- [69] Kit Huckvale, Jose Tomas Prieto, Myra Tilney, Pierre-Jean Benghozi and Josip Car. Unaddressed privacy risks in accredited health and wellness apps: a cross-sectional systematic assessment. *BMC Medicine*,2015 [Ouvrage].

- [70] https://en.wikipedia.org/wiki/General_Data_Protection_Regulation#cite_note-1
- [71] <https://gdpr.eu/what-is-gdpr/>
- [72] The Comptroller and Auditor General of the National Audit Office (UK). Investigation: WannaCry cyber-attack and the NHS. UK Department of Health; 2017 [https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2017/10/ Investigation-WannaCry-cyber-attack-and-the-NHS.pdf](https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2017/10/Investigation-WannaCry-cyber-attack-and-the-NHS.pdf) [verified on august]; 2018 .
- [73] Miliard M. Interoperability also posing big challenges in the UK. 2018. < <http://k6.re/orJox> >
- [74] Canadian Medical Protective Association. The ransomware threat: are you prepared? 2017. < <https://www.cmpa-acpm.ca/en/advice-publications/browse-articles/2017/the-ransomware-threat-are-you-prepared> >
- [75] Boisvert T. ‘Vulnerable’ Canadian hospitals may struggle to fend off cyber- attacks. 2017. < <https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/vulnerable-canadian-hospitals-may-struggle-to-fend-off-cyberattacks-1.4116976> >
- [76] Abdollah T, Perrone M. Hackers could remotely control defibrillator or pacemaker, U.S. warns. 2017. < <https://www.cbc.ca/news/world/cybersecurity-heart-devices-implantable-1.3930997> >

- [77] Pratt N. 2018: Shifting healthcare's mindset to the mobile patient. 2017. < <https://mobilehealthmatters.com/2017/12/04/2018-shifting-healthcares-mindset-to-the-mobile-patient/> >
- [78] Gheorghiu B. Myth: digital health apps are not evidence-based and do not work. Canada Health Infoway; 2017 <https://www.infoway-inforoute.ca/en/what-we-do/blog/consumer-health/7544-myth-digital-health-apps-are-not-evidence-based-and-do-not-work>
- [79] Papageorgiou A , Strigkos M , Politou E , Alepis E , Solanas A , Patsakis C . Security and privacy analysis of mobile health applications: the alarming state of practice. IEEE Access 2018;6:9390–403 .
- [80] <https://blockchainfrance.net/decouvrir-la-blockchain/c-est-quoi-la-blockchain/>
- [81] <https://www.frenchweb.fr/comment-la-blockchain-peut-aider-contre-les-cyberattaques/287611>
- [82] <https://www.frenchweb.fr/comment-la-blockchain-peut-aider-contre-les-cyberattaques/287611>
- [83] Kevin. A.C.; Breeden, E.A.; Davidson, C.; Mackey, T.K. Leveraging Blockchain Technology to Enhance Supply Chain Management in Healthcare: An exploration of challenges and opportunities in the health supply chain. Blockchain Healthc. Today 2018.

- [84] Mauri, R. Blockchain for Fraud Prevention: Industry Use Cases. July 2017. Available online: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2017/07/blockchain-for-fraud-prevention-industry-use-cases/>
- [85] Resnik DB (2011) What is ethics in research and why is it important? <http://www.niehs.nih.gov/research/resources/bioethics/whatis/>.
- [86] Dyer KA (2001) Ethical challenges of medicine and health on the Internet: a review. *Journal of Medical Internet Research (JMIR)* 3(2):e23. doi: 10.2196/jmir.3.2.e23
- [87] Reidl C, Wagner I, Rauhala M (2005) Examining ethical issues of IT in health care. Action for health. Institute of Technology Assessment & Design. Vienna University of Technology. <http://www.sfu.ca/act4hlth/pub/working/Ethical-Issues.pdf>.
- [88] Maddox P (November 21, 2002). Ethics column: ethics and the brave new world of e-health. *Online Journal of Issues in Nursing* 8(1): 6. www.nursingworld.org/MainMenuCategories/ANAMarketplace/ANAPeriodicals/OJIN/Columns/Ethics/Ethicsandehealth.aspx.
- [89] Oliver A, Mossialos E (2004) Equality of access to health care: outlining the foundations for action. *Journal of Epidemiology Community Health* 58:655–658. doi: 10.1136/jech.2003.017731
- [90] Dedding C, van Doorn R, Winkler L, Reis R (2011) How will e-health affect patient participation in the clinic? A review of e-health studies and the current evidence for changes in the relationship between medical professionals and patients. *Social Science & Medicine* 72(1):49–53

- [91] Townsend A, Adam P, Li LC, McDonald M, Backman CL (2013) Exploring eHealth ethics and multi-morbidity: protocol for an interview and focus group of patients and health care provider views and experiences of using digital media for health purposes. *Journal of Medical Internet Research (JMIR) Research Protocol* 2(2):e38
- [92] Alpay LL, Henkemans OB, Ottens W, Rövekamp TAJM, Dumay ACM (2010) E-health applications and services for patient empowerment: directions for best practices in the Netherlands. *Telemedicine and e-Health* 16(7):787–791
- [93] United Kingdom Alzheimer’s Society (2014) Position statement on safer walking technology. http://www.alzheimers.org.uk/site/scripts/documents_info.php?documentID=579 .
- [94] Health on the Net Foundation, HoNCode (2013) The commitment to reliable health and medical information on the internet. <http://www.hon.ch/HONcode/Webmasters/Visitor/visitor.html> .
- [95] World Health Organisation, WHO (2013) eHealth and health internet domain names. World Health Organisation Sixth-Sixth World Health Assembly, A66/26, Provision agenda item 17.5, 14 May 2013. http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA66/A66_26-en.pdf?ua=1 .

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- ◀ بأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
- ◀ وأن أمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول .
- ◀ وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- ◀ وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- ◀ وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- ◀ وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- ◀ وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- ◀ وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطرق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- ◀ بكل هذا أتعهد عن كامل اختياري ومقسما بالله .

والله على ما أقول شهيد .



المملكة المغربية
جامعة محمد الخامس بالرباط
كلية الطب والصيدلة
الرباط



أطروحة رقم: 285

سنة : 2021

مقدمة عن الصحة الرقمية وتطبيقاتها

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : / / 2021

من طرفه

السيدة زينب بوحبي

المزادة في 16 فبراير 1994 بالقصر الكبير

لنيل شهادة

دكتور في الطب

الكلمات الأساسية : الصحة الرقمية؛ مجالات التطبيق؛ الحدود؛ الجوانب الأخلاقية

أعضاء لجنة التحكيم:

رئيس	السيد بدر الدين الميموني أستاذ في علم الطفيليات
مشرف	السيد عز الدين ابراهيمي أستاذ في البيولوجيا الجزيئية والتكنولوجيا الحيوية
عضو	السيدة منى أودغيري أستاذة في علم الأحياء الدقيقة والبيولوجيا
عضو	السيد جواد حفيظي أستاذ في علم التشريح