



HAL
open science

La télé-expertise appliquée à l'orthodontie : enjeux et possibilités

Sacha Job

► **To cite this version:**

Sacha Job. La télé-expertise appliquée à l'orthodontie : enjeux et possibilités. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-04160238

HAL Id: dumas-04160238

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04160238v1>

Submitted on 12 Jul 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.



Université
de Paris

UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ DE SANTÉ
UFR D'ODONTOLOGIE - MONTROUGE

Année 2021

N° M043

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 11 mai 2021

Par

Sacha JOB

La télé-expertise appliquée à l'orthodontie : enjeux et possibilités

Dirigée par Mme le Professeur Agnès Kamoun

JURY

Mme le Professeur Elvire Le Norcy

Président

Mme le Professeur Agnès Kamoun

Assesseur

M le Professeur Pascal Garrec

Assesseur

M le Docteur Justin Oosthoek

Assesseur



Tableau des enseignants de l'UFR (Montrouge)

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DURSUN Mme VITAL	Mme BONNET M. COURSON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE	Mme LE NORCY	Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	M. PIRNAY	Mme GERMA Mme SMAIL-FAUGERON
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. BRUN (MCU associé) M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOÏ	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD (PR)	Mme ANDRIQUE (MCU associée) M. ARRETO Mme BARDET (MCF) M. BOUCHET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE Mme GORIN M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	Mme WULFMAN	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. DUPAGNE (MCU associé) M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAÏD Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION Mme FOLLIGUET M. LASFARGUES M. LAUTROU	M. LEVY M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Liste mise à jour le 25 mars 2021

Remerciements

À Mme le Professeur Elvire Le Norcy ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Docteur de l'Université Sorbonne Paris Cité ; Habilitée à Diriger des Recherches, Professeur des Universités, UFR d'Odontologie – Montrouge ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris.

Je vous remercie beaucoup d'avoir accepté de siéger dans ce jury de thèse d'exercice. Je suis honoré d'avoir pu bénéficier de votre enseignement durant mon internat. Veuillez trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance et de mon respect le plus profond.

À Mme le Professeur Agnès Kamoun ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Spécialiste qualifié en Orthopédie dento-faciale ; Docteur de l'Université Paris-Descartes ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'odontologie - Montrouge ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris.

Je vous remercie sincèrement d'avoir accepté de diriger cette thèse notamment pour le jugement que vous avez apporté à ce travail. Je vous remercie pour l'enseignement que vous nous avez dispensé au sein de l'hôpital Bretonneau. Veuillez trouver l'expression de mes remerciements les plus sincères.

À M. le Professeur Pascal Garrec ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Spécialiste qualifié en Orthopédie dento-faciale ; Docteur de l'Université Paris Diderot ; Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie - Garancière ; Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris.

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en participant à ce jury.
Veuillez trouver ici le témoignage de ma gratitude.

À M. le Docteur Justin Oosthoek ; Docteur en Chirurgie dentaire ; Assistant Hospitalo-Universitaire, UFR d'Odontologie – Montrouge.

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de siéger dans mon jury. Je te remercie pour ta bienveillance, ton écoute et ta disponibilité à l'hôpital. Trouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Résumé et indexation en français et anglais

Résumé :

Cette thèse a pour but d'introduire le concept de télémédecine, d'établir un bilan des solutions existantes dans le domaine de la télé-expertise et de la collaboration à distance en médecine et en dentisterie, et d'évaluer l'intérêt de ces services dans la pratique de l'orthodontie.

Discipline ou spécialité :

Orthopédie dento-faciale

Mots clés français (fMeSH et Rameau) :

FMeSH : Consultation à distance ; Orthodontie

Rameau : Télédiagnostic ; Télémédecine

Forme ou Genre :

FMeSH : Dissertation universitaire

Rameau : Thèses et écrits académiques

Abstract:

The main goals of this thesis are to provide an overview of all existing online medical services applied to tele-expertise (in which a doctor seeks the opinion of a dentist colleague and vice versa) and to analyze their respective Pros and Cons with regards to potential developments in the field of orthodontics.

Branches or specialty:

Orthodontics

English keywords (MeSH):

Remote Consultation ; Orthodontics

Publication type (MeSH):

Academic Dissertation

Liste des abréviations

- ANAP : Agence nationale d'appui à la performance
- ARS : Agence régionale de santé
- Asip santé : Agence pour les systèmes partagés de santé
- ATM: Articulation temporo mandibulaire
- AVC: Accident Vasculaire Cérébral
- Cad-Cam: Computer aided design-Computer aided manufacturing, Conception Assistée et Fabriquée par Ordinateur
- CATEL : Club des acteurs de télésanté
- CBCT : Cone beam computed tomography, Tomographie volumique à faisceau conique
- CNIL : Commission nationale de l'informatique et des libertés
- COFRAC: Comité français d'accréditation
- COVID : Coronavirus disease 2019, Maladie au Coronavirus 2019
- DDM: Dysharmonie dentomaxillaire
- DES: Diplôme d'études spécialisées
- DU-DIU : Diplôme universitaire Diplôme inter-universitaire
- EHPAD : Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
- GSM-GPRS : Global system for mobile-General packet radio service, Téléphone Mobile-Système de Transmission de Téléphonie mobile base sur la norme GSM.
- HDS : Hébergement des données de santé
- HPST : Hôpital, Patients, Santé, Territoire
- IA: Intelligence Artificielle
- IAH: Indice d'Apnée Hypopnée
- IOTN: Index of Orthodontic Treatment Need, index du besoin de traitement orthodontique
- IDE : Infirmière Diplômée d'État
- LIL : Loi Informatique et Liberté
- ODF : Orthopédie Dento Faciale
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé

- ORL: Otorhinolaryngologue
- PDA : Personal Digital Assistant, Assistan Digital Personnel
- PRS-PSRS : Plan regional de santé-Plan Stratégique Régional de Santé
- PRT : Plan regional de développement des activités de Télémedecine
- PSM : Professionnel de santé médical
- RGPD : Règlement Général sur la Protection des Données
- RME: Rapid Maxillary Expansion, Expansio Maxillaire Rapide
- SADM : Systèmes d'Aide à la Décision Médicale
- SAFARI : Système Automatisé pour les Fichiers Administratifs et le Répertoire des Individus
- SAHOS : Syndrome d'Apnée et Hypopnée Obstructive du Sommeil
- SFR : Société Française de Radiologie
- SMS: Short Message Service, Service de Messages Courts
- STL : Stéréolitographie
- TIC : Technologies de L'information et de la Communication
- UMD : Université Médicale Digitale
- UNV : Unité Neuro-vasculaire
- 2D : bidimensionnel, bidimensionnelle, en 2 dimensions
- 3D : tridimensionnel, tridimensionnelle, en 3 dimensions

Table des matières

Introduction	3
1 : Qu'est-ce que la télémédecine ?.....	4
1.1 Définition	4
1.2 Les applications de la télémédecine clinique	6
1.3 Interrelation entre télémédecine et technologies de l'information et de la communication (TIC)	7
1.4 Organisation et mise en place	9
1.4.1 cadre législatif	9
1.4.2 modalités organisationnelles.....	10
1.4.3 Les perspectives : « Ma santé 2022 ».....	13
1.5 Les applications concrètes de télémédecine clinique.....	14
1.5.1 La télé-AVC	14
1.5.2 La télédentisterie : le projet E-dent.....	16
2 : Des réseaux numériques d'échanges entre praticiens	18
2.1 Fondement des réseaux numériques d'échanges entre professionnels de santé	18
2.1.1 Contexte de la formation initiale.....	18
2.1.2 Contexte de la formation continue en médecine.....	19
2.1.3 Contexte démographique.....	19
2.2 Exemples de plateformes médicales de communications inter-professionnelles	22
2.2.1 Kitmédical	23
2.2.2 Medpics	24
2.2.3 Omnidoc	25
2.3 L'orthodontie terrain favorable à l'interaction à distance entre les acteurs du domaine	26
2.3.1 La numérisation du patient	26
2.3.2 La nouvelle compétence du praticien	29
2.3.3 L'apport de l'intelligence artificielle	30
2.4 Les différentes formes de coopération possible en odf.....	34
2.4.1 La télé-expertise	34
2.4.2 Base de connaissances à la demande.....	36
2.4.3 Un réseau social	36
2.4.4 Un réseau professionnel pluridisciplinaire	38

2.4.5 Le E-learning	39
2.5 <i>Faisabilité et défis de la collaboration à distance pour les orthodontistes</i>	43
2.5.1 Résultats du mémoire	43
2.5.2 les défis	46
2.6. <i>Sécurité des données de santé numérique</i>	50
2.6.1 Définitions	50
2.6.2 Contexte législatif	51
CONCLUSION	57
BIBLIOGRAPHIE	58
TABLE DES FIGURES	65

Introduction

L'évolution majeure des technologies numériques et digitales transforme en profondeur notre société dans tous les domaines. La médecine dentaire dont l'histoire s'est souvent confondue avec celle de la médecine n'est pas exempte d'une telle évolution. La faible quantité de spécialistes, leur inégale répartition sur le territoire français, l'explosion de la demande chez l'adulte obligent à réfléchir à de nouveaux modèles de soins. Dans ce contexte, quels rôles les plateformes digitales d'échanges entre praticiens peuvent jouer ?

La télé-orthodontie, c'est-à-dire la possibilité de mettre en rapport les praticiens entre eux et/ou avec les patients via les technologies de l'information et de la communication répond quant à elle à un véritable besoin : elle renforce la place de l'orthodontiste au cœur de la chaîne de soins en favorisant son implantation au sein d'un écosystème numérique. Les progrès dans les domaines tels que l'informatique (IA, puissance de calcul), les télécommunications (5g, fibre, réseaux sociaux), l'imagerie médicale (caméras optiques, imprimantes 3d) et la robotique (robots plieurs, setups virtuels) bénéficient à « l'orthodontie à distance ». Les champs couverts le sont sous forme de télé-diagnostic, télé-expertise, télésurveillance, e-learning, télé-information entre autres. La télé-expertise qui, comme indiqué ci-dessus, est l'une des facettes de la télé-orthodontie constitue le champ dans lequel plusieurs confrères peuvent se concerter à distance sur l'examen d'une situation clinique ou d'une problématique donnée. L'objectif de cette thèse est d'évaluer l'intérêt de la télé-expertise et des autres formes de collaborations numériques en orthodontie et d'en apprécier les possibilités actuelles et les limites.

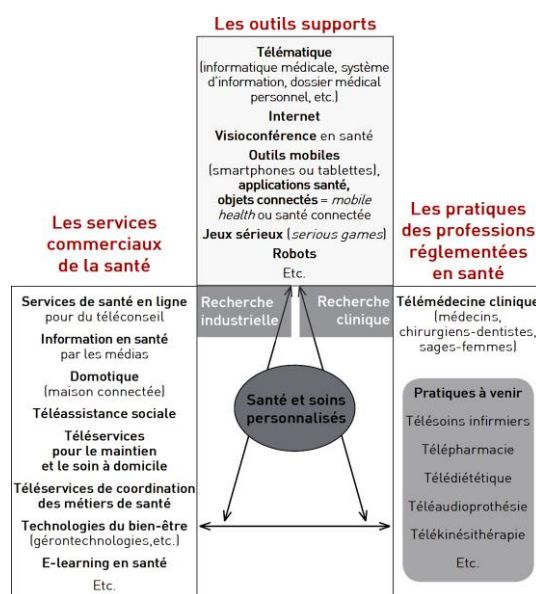
1 : Qu'est-ce que la télémédecine ?

1.1 Définition

La télémédecine au sens large ou santé numérique représente « tous les domaines où les technologies de l'information et de la communication sont mises au service de la santé telle qu'elle est définie par l'OMS en 1945 »¹. Trois champs répondant à des finalités différentes peuvent être définis (cf. figure 1) :

1. Les services commerciaux de la santé (e-santé) dans lesquels on retrouve notamment les sites d'information et de promotion de la santé (comme par exemple le site santé.fr lancé par le ministère de la santé),
2. Les outils supports comme les objets connectés, la télématique (internet, GPS, satellites, serveurs informatiques, systèmes de visio-conférence)
3. Et enfin les pratiques des professions réglementées de santé (médecins, chirurgiens dentistes, sages-femmes, kinési-thérapeutes).

Figure 1 : Les 3 champs de la télémédecine



Source : Simon, *Télémédecine enjeux et pratiques*, 2015.

¹ Simon, *télémédecine, enjeux et pratiques*.

La télémédecine clinique qui en est l'une des applications s'inscrit dans la pratique clinique ², et est à ce titre compatible avec le principe d'égalité d'accès à des soins de qualité.

Elle est définie par la loi HPST de juillet 2009³ comme « une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication », qui consiste en la mise en rapport, entre eux ou avec un patient, d'un ou plusieurs professionnels de santé, parmi lesquels figure nécessairement celui en charge de soigner le patient.

Régie par le code de déontologie médicale, elle répond au principe d'interdiction de sa pratique comme un commerce, qui prohibe notamment le téléconseil tarifé à l'acte ainsi que toute forme d'abandon par le praticien de son indépendance professionnelle au profit par exemple d'un organisme à but commercial⁴.

La télémédecine clinique représente un acte médical à part entière dans tous ses aspects, comprenant notamment la démarche médicale basée sur l'ensemble des examens nécessaires au diagnostic, l'analyse suffisamment fiable des données nécessaires à l'expertise et à la prise de décision thérapeutique, l'information et le consentement du patient et doit rester dans le champ des actes possibles et autorisés. En cela, la télémédecine clinique est à différencier formellement de la télésanté ou télémédecine informative qui est une forme de service commercial de santé visant à améliorer le bien-être des patients. Elle participe également à la diffusion du savoir médical et d'informations au travers de la captation de données médicales et de leur mise à disposition sur des plateformes d'accès et d'échanges dédiées à leur hébergement. Les services de la télésanté s'intègrent dans le vaste marché prometteur de la santé numérique comprenant le 'quantified-self' et le 'm-health'⁵ qui s'appuient sur l'essor des smartphones, ordinateurs, tablettes, objets connectés.

Le quantified-self correspond selon la CNIL à « un ensemble de pratiques variées qui ont toutes pour point commun, de mesurer et comparer avec d'autres personnes des variables relatives à son mode de vie ». Ces variables ont un large champ : poids, régime alimentaire, activité physique. C'est la communication des données qui caractérise le quantified-self.

Le m-santé quant à lui est défini par l'OMS comme « des pratiques médicales et de santé publique supportées par des appareils mobiles, tels que les téléphones mobiles, les dispositifs de surveillance des patients, les PDA et autres appareils sans fil ». Les applications de m-santé sont nombreuses, elles vont de l'application de conseil de bien être (alimentation, sport, sommeil) en passant par des dispositifs médicaux connectés et par les réseaux sociaux pour médecin par exemple. Le m-santé ne nécessite pas forcément un professionnel de santé et n'est donc pas une activité de télémédecine. De

² Simon.

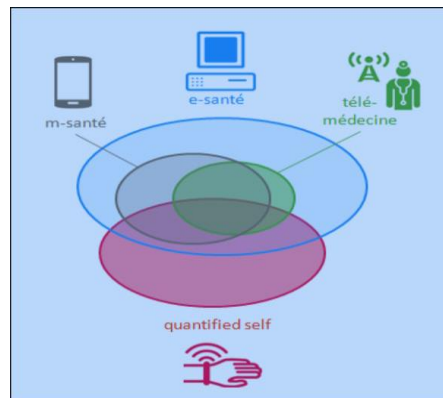
³ Loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires - Article 78.

⁴ Simon et Lucas, « La télémédecine ce n'est pas du e-commerce ».

⁵ Promé, « e-santé, m-santé, quantified self, télémédecine : les définitions ».

même le quantified-self peut sortir du cadre de la télésanté et du m-santé du fait de sa finalité très souvent ludique ou sportive.

Figure 2 : Les services de santé numérique



Source : Promé, « La télémédecine : les définitions », 2015.

1.2 Les applications de la télémédecine clinique

5 actes de télémédecine clinique sont définis dans le décret numéro 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine⁶:

1. La téléconsultation : elle permet au professionnel de santé médical (PSM) (médecin, dentiste, sage femme) de réaliser une consultation à distance c'est-à-dire d'évaluer l'état du patient et de définir la démarche à suivre. Elle est considérée comme un acte médical et elle est réalisée de façon synchrone avec le patient. Un professionnel de santé peut être présent auprès du patient et éventuellement assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation.
2. La téléexpertise^{7 8}: elle permet à un « PSM requérant » de solliciter l'aide/avis d'un confrère dit « PSM requis » en raison de sa compétence/formation particulière, sur la base d'informations ou d'éléments médicaux liés à la prise en charge d'un patient et ce, hors de la présence de ce dernier. Elle peut être réalisée de façon synchrone (échange direct) ou asynchrone (en différé) via une messagerie sécurisée de santé.
3. La télésurveillance médicale : elle permet à un PSM d'interpréter à distance les données médicales nécessaire au suivi d'un patient et d'adapter la démarche en conséquence. La récolte et la transmission des données peuvent être automatisées ou réalisées par le patient lui-même ou par un professionnel de santé via les services commerciaux de la télémédecine

⁶ Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine.

⁷ Caisse nationale de l'assurance maladie, « Téléexpertise ».

⁸ Caisse nationale de l'assurance maladie.

informatives (capteurs intelligents, applications smartphone). Son objectif principal est d'éviter l'hospitalisation du patient ou de limiter ses déplacements et d'optimiser ainsi son suivi.

4. La téléassistance : elle permet à un PSM d'assister un autre PSM au cours de la réalisation d'un acte. La pratique inclut un vaste panel d'activités comme l'éducation du patient, le diagnostic, le dépistage, la réalisation d'actes techniques (guidage d'un manipulateur d'électroradiologie pour la réalisation d'un examen de radiologie par un radiologue à distance) et la prescription d'actes médicaux ou le renouvellement/adaptation de prescriptions⁹.
5. La réponse médicale dans le cadre de la régulation médicale : la régulation médicale est un acte pratiqué par un médecin régulateur essentiellement au moyen d'un téléphone (un autre moyen de télécommunication peut être utilisé). S'inscrivant dans le cadre de l'urgence ou dans la demande de soins non programmés, elle a comme objectif d'assurer au patient le juste soin et de ne pas lui faire perdre de chance en déterminant et en déclenchant la réponse médicale la plus adaptée à la situation dans les meilleurs délais (ex : conseils médicaux, orientation vers un centre de consultations médicales non programmées, envoi de médecins secouristes etc...)

¹⁰.

1.3 Interrelation entre télémédecine et technologies de l'information et de la communication (TIC)

La télémédecine est un acte médical sous la responsabilité d'un professionnel de santé médical. Elle n'est pas en soi une technologie, elle repose cependant sur l'utilisation des TIC. Son développement au cours du temps a été étroitement lié à celui des TIC, 2 mondes qui se doivent de collaborer étroitement. La transmission de données/informations médicales qui visait à s'affranchir de la rencontre physique entre un soignant et un soigné et à diminuer le délai de prise en charge ne date pas d'hier.

Déjà il y a 40000 ans, parmi les peuples aborigènes d'Australie les informations se rapportant aux morts et maladies étaient transmises par des coureurs qui parcouraient parfois plus de 115 km pour rejoindre des rassemblements tribaux. Au 17^e siècle, il n'était pas rare de transmettre des échantillons d'urine à des médecins éloignés qui à leur tour fournissaient des diagnostics à la suite desquels les patients recevaient « une ordonnance par la poste » contenant des instructions d'hygiène de vie (régime alimentaire notamment).

⁹ Direction générale de l'offre de soins, « La télémédecine ».

¹⁰ Loureiro, « Télésanté, télémédecine en pharmacie et télépharmacie: les nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de la santé ».

Le développement de la télémédecine s'accélère au 19^e siècle avec l'arrivée du téléphone. On rapporte le 1^{er} rapport de cas de diagnostic à distance basé sur l'écoute de la toux d'un nourrisson en 1879. Dès 1920, l'on assiste au premier acte de télé surveillance basé sur la transmission d'un électrocardiogramme par le hollandais Willem Einthoven¹¹.

Figure 3 : Couverture du magazine Radio news illustrant les débuts de la Télémédecine



Source : « Radio news » magazine, 1924.

Mais c'est dans les années 70 face aux défis que représentait la conquête spatiale et donc l'accès à l'état de santé des astronautes que la télémédecine prend une autre dimension grâce à une mutualisation des technologies informatiques, de communications et électroniques au service de la médecine et de l'accès aux soins à distance. Puis en 2001, on assiste à la première chirurgie réalisée à distance : il s'agit du projet « Lindbergh » faisant référence à l'aviateur Charles Lindbergh qui réalisa une traversée de l'atlantique en solitaire entre Paris et New York. Mettant en relation un chirurgien présent à Manhattan et une patiente traitée dans l'hôpital universitaire de Strasbourg séparés tout deux par une distance de 7500 km, cette opération fut couronnée de succès. Cela fut possible grâce à une transmission d'informations constante et de qualité à un débit de 10 Mbit/s, de délai de transmission inférieur à 200 ms/s, par la précision du geste chirurgicale lié au robot et à la transmission de données, par la communication entre les différents protagonistes via la téléphonie en réseau IP, par l'accès visuel via une caméra endoscopique, par un moniteur vidéo et un système de visioconférence et par un système de contrôle des données transmises par 2 micro-ordinateurs¹². C'est donc l'évolution constante des moyens de communication (GSM, GPRS, Edge, 3G, 4G, bientôt 5G, satellite, fibre optique) associée à une miniaturisation et une augmentation exponentielle de puissance des composants électroniques qui permet d'envoyer aujourd'hui des données de plus en plus complexes et exhaustives sans contrainte de distance¹³.

¹¹ Bashshur, Shannon, et Smith, « The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management ».

¹² France telecom, « Opération Lindbergh ».

¹³ Petitet, « Il était une fois la télémédecine ».

1.4 Organisation et mise en place

1.4.1 cadre législatif

La télémédecine même si elle représente un nouveau mode d'exercice, reste un acte médical à part entière. Elle doit s'exercer dans le respect des règles de déontologie médicale, des normes de pratique clinique, et dans les conditions d'exercice nécessaires au bon déroulement des soins dans le respect le plus strict des droits et libertés du patient. C'est un ensemble de lois et décrets successifs qui ont permis de poser petit à petit le cadre nécessaire à la mise en place de projets de télémédecine.

C'est tout d'abord la loi n 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés qui permit de réguler le phénomène informatique pour endiguer les abus possibles face au scandale que représentait le projet SAFARI (système automatisé pour les fichiers administratifs et répertoires des individus) à l'époque et qui permettait à l'administration via un identifiant unique de disposer de toutes les informations enregistrées sur une même personne : la commission information et liberté (CNIL) voit alors le jour¹⁴.

Puis la loi n 2002-303 du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de soin donna la possibilité aux professionnels de santé d'héberger les données de santé de leurs patients sur un support informatique plutôt que sur papier. Il en revient alors de la responsabilité des acteurs participant à l'acte de télémédecine d'utiliser des moyens techniques conformes aux conditions établies par la loi afin d'assurer la sécurité dans l'échange et le partage des données de santé à caractère personnel, la formalisation de la réalisation de l'acte dans le dossier médical, la conservation de ces informations, la traçabilité des actions de chaque intervenant participant à l'acte pour toutes les étapes de la réalisation. Ces mêmes acteurs doivent mettre en place des fonctionnalités permettant de garantir l'identification du patient, l'authentification des professionnels de santé intervenant dans l'acte par des moyens d'authentification forts et enfin la restriction des droits d'accès aux seules données médicales nécessaire à la réalisation de l'acte pour le patient concerné.

C'est en 2004 que le cadre déontologique de la télémédecine est posé avec la loi sur l'assurance maladie qui rappelle via son article 32 que « la télémédecine permet entre autres, d'effectuer des actes médicaux dans le strict respect des règles de déontologie mais à distance, sous le contrôle et la responsabilité d'un médecin en contact avec le patient par des moyens de communication appropriés « à la réalisation de l'acte médical ». S'appuyant sur cet article, le conseil national de l'ordre des médecins émet en 2009 12 principes qui posent certaines conditions absolues de mise en œuvre comme l'information du patient, son consentement libre et éclairé, la garantie du secret médical, la

¹⁴ Nouvelle loi informatique et liberté.

mise en place d'un protocole de télémédecine permettant de bien discriminer les tâches et compétences de chaque médecin et professionnels de santé, la responsabilité médicale qui incombe au médecin impliqué dans l'acte de télémédecine, la nécessité d'une couverture par une assurance en responsabilité civile pour le professionnel de santé traitant. Le conseil rappelle aussi via son 12^{ème} principe l'objectif premier de la télémédecine en ce sens qu'elle ne se justifie que par l'absence dans la proximité géographique du patient d'une offre de soin similaire de même qualité.¹⁵ Mais il faudra attendre la loi portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires du 21 juillet 2009 (loi HPST) pour avoir un véritable statut juridique de la télémédecine en inscrivant sa définition au code de la santé publique. Le décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine tout en rappelant la définition, édictera les différents actes de télémédecine (télédiagnostic, téléexpertise, télésurveillance, téléassistance, télérégulation), leurs conditions de mise en œuvre ainsi que l'organisation nécessaire¹⁶.

1.4.2 modalités organisationnelles

« La télémédecine clinique n'est pas une innovation thérapeutique mais une innovation dans l'organisation des soins » Pierre Simon (ancien président-fondateur de la société française de télémédecine).

Un projet de télémédecine clinique ou informative ne peut se réduire que à l'utilisation d'une technique innovante, c'est l'organisation du projet qui est à l'origine du succès. Ce projet met en relation de nombreux acteurs et moyens d'actions :

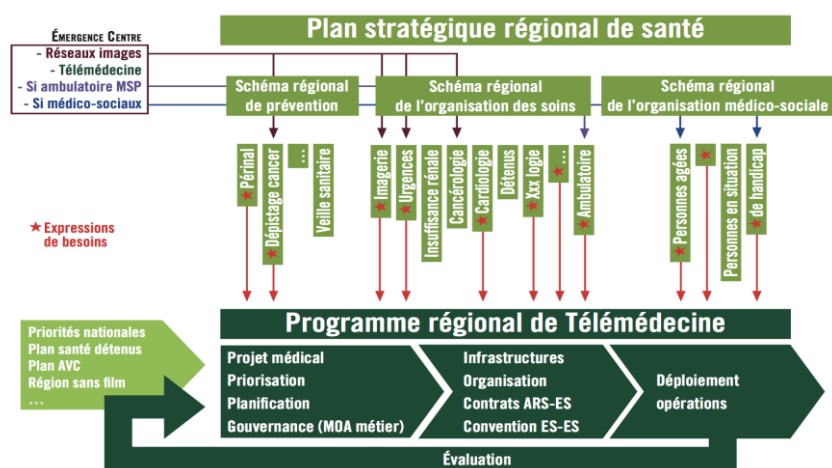
L'ARS (Agence Régionale de Santé) : Partant du constat que les projets de télémédecine émergent au niveau local et que leur organisation n'est souvent pas quelque chose de duplicable dans un autre contexte, il a été logique de placer l'ARS au cœur du dispositif. L'ARS assure le pilotage stratégique via une démarche transversale, elle valide et encadre le projet de télémédecine, garantissant qu'il est conforme aux conditions réglementaires de mise en œuvre selon le programme régional de santé mise en place par chaque région. Le programme régional de santé (PRS) constitue l'application quinquennale de la politique régionale de santé (il est réévalué tous les 5 ans). Le PRS a 3 objectifs : améliorer l'espérance de vie en bonne santé, promouvoir l'égalité devant la santé, et développer un système de santé de qualité, accessible et efficient. Le plan stratégique régional de santé (PSRS) fait parti du plan regional de santé, il fixe les orientations, objectifs et priorités de l'ARS vis-à-vis de sa politique de santé. Il se décline sous la forme de 3 schémas régionaux à savoir le schéma régional de

¹⁵ Loureiro, « Télésanté, télémédecine en pharmacie et télépharmacie: les nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de la santé ».

¹⁶ Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 Relatif à la Télémédecine.

prévention, le schéma régional et interrégional d'organisation des soins et le schéma régional d'organisation médico-sociale. Les programmes de santé sont issus de ces schémas et notamment le programme régional de développement des activités de télémédecine (PRT)¹⁷. Ce programme est commun à tous les acteurs de la santé, des secteurs sanitaires et médico-sociaux. Il fait partie des moyens attribués aux ARS pour structurer l'offre sanitaire et médico-sociale en réponse aux besoins de santé des populations et des territoires. C'est un outil stratégique et opérationnel qui détaille les grands axes et les modalités de déploiement et de régulation des activités de télémédecine sur un territoire de santé donné toujours en accord avec avec les objectifs du PSRS¹⁸.

Figure 4 : Le plan stratégique régional de santé



Source : Agence régionale de santé, « Projet régional de santé », 2015.

1. La CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) : elle veille à ce que les activités de télémédecine respectent un haut niveau de sécurité des échanges, assurent la confidentialité, la traçabilité et l'archivage des données et l'authentification forte des professionnels de santé. Depuis l'entrée en vigueur du RGPD (règlement général sur la protection des données), texte de référence de l'union européenne en matière de protection des données à caractère personnel le traitement des données ne fait plus l'objet de formalités préalables. Néanmoins, chaque acteur doit documenter sa conformité et doit être capable de la démontrer à tout moment¹⁹.

¹⁷ Loureiro, « Télésanté, télémédecine en pharmacie et télépharmacie: les nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de la santé ».

¹⁸ Agence régionale de santé Provence Alpes Cote d'Azur, « Programme régional de télémédecine ».

¹⁹ Commission nationale de l'informatique et des libertés, « Rgpd ».

2. L'agence du numérique en santé : créée le 20 décembre 2019 pour remplacer l'agence pour les systèmes partagés de santé (ASIP-Santé), elle a comme objectifs de favoriser le développement des systèmes d'information dans les domaines de la santé et du secteur médico-social auprès des professionnels de santé et des usagers, d'améliorer l'accès au soins en accompagnant l'émergence des technologies du numérique (développement, régulation) et en assistant les pouvoirs publics dans la conduite de projets numériques d'intérêt national²⁰. Exemples de missions : réalisation et déploiement du dossier médical personnel, la maîtrise de son ouvrage et son hébergement. L'agence du numérique en santé a réalisé une étude nationale pour accompagner le déploiement de la télémédecine (état des lieux des plateformes régionales de télémédecine, mise en place d'un référentiel fonctionnel de télémédecine outil permettant d'accompagner les acteurs qui démarrent un projet de télémédecine.

3. L'agence nationale d'appui à la performance (ANAP) : Créée par loi HPST de 2009, elle a pour objectif d'aider les professionnels de santé des établissements et services sanitaires et médico-sociaux à améliorer le service rendu aux usagers en participant à l'évolution de leur organisation²¹.
Dans le domaine de la télésanté, elle appuie les porteurs d'un projet de télémédecine et les ARS pour en favoriser la pratique via l'élaboration et la diffusion de recommandations et d'outils. Elle analyse les expériences de télémédecine afin de faire émerger les facteurs prépondérants nécessaires à la réussite d'un projet de télémédecine. On peut parler notamment de la monographie émise sur l'organisation de la prise en charge de l'AVC afin d'aider les régions à définir leur propre organisation. Elle a d'ailleurs mis en exergue un processus type de réalisation d'un acte de télémédecine permettant de monter de nouveaux projets²² sous la forme de fiches pratiques disponibles sur le site de l'agence.

4. La société française de santé digitale²³ : société savante, pluridisciplinaire et pluriprofessionnelle régie par la loi dite « association » de 1901, elle a comme objectif d'accompagner et de promouvoir l'utilisation des technologies numériques dans la santé auprès des professionnels de santé, des patients et des pouvoirs publics, via la diffusion de recommandations et de réflexions cliniques, scientifiques, éthiques et via une la mise en place

²⁰ Prévot, « L'agence française de la santé numérique ».

²¹ Agence nationale d'appui à la performance des établissements de santé et médico-sociaux, « Qui sommes-nous ? »

²² Martin, Lehericey, et Lemoine, « La télémédecine en action : construire un projet de télémédecine ».

²³ Société française de santé digitale, « Mot du Président de la Société Française de Télémédecine ».

de formations en e-santé reconnues, par l'intermédiaire de son centre de formation au numérique : l'université de la santé digitale (UMD). Ces formations s'adressent à toutes les parties prenantes (professionnels de santé, ingénieurs, algorithmistes, spécialistes en communication, spécialistes en éthique, philosophes et patients), elles se déroulent à distance et s'inscrivent dans le cadre de DU, DIU, ou masters.

5. Le club des acteurs de la télésanté (CATEL)²⁴ : association à but non lucratif, régie par la loi de 1901 et fondée en 1997 elle a développé un réseau pluridisciplinaire et multidimensionnel regroupant des institutionnels, des professionnels de santé, para-médicaux, médicaux-sociaux, des industriels, des chercheurs des représentants de patients avec les objectifs d'accompagner les acteurs de projets de télésanté, de promouvoir ce type de pratique et de transformer les organisations de santé.

1.4.3 Les perspectives : « Ma santé 2022 »

Annoncée fin 2018 par le président de la république, « Ma santé 2022 » est une réforme du système de santé français qui se concrétise le 26 juillet 2019 par l'adoption de la loi relative à l'organisation et la transformation du système de santé. Son but est de répondre aux problèmes rencontrés par le patient dans son accès aux soins (notamment disponibilité rapide d'un médecin) et par le professionnel de santé dans sa pratique (contraintes administratives, temps pour soigner les patients, manque de coopération inter-professionnels, formation au long cours).

Parmi les nombreux axes du projet, la réforme propose de faire « du numérique un atout pour le partage de l'information en santé et l'évolution des pratiques ».

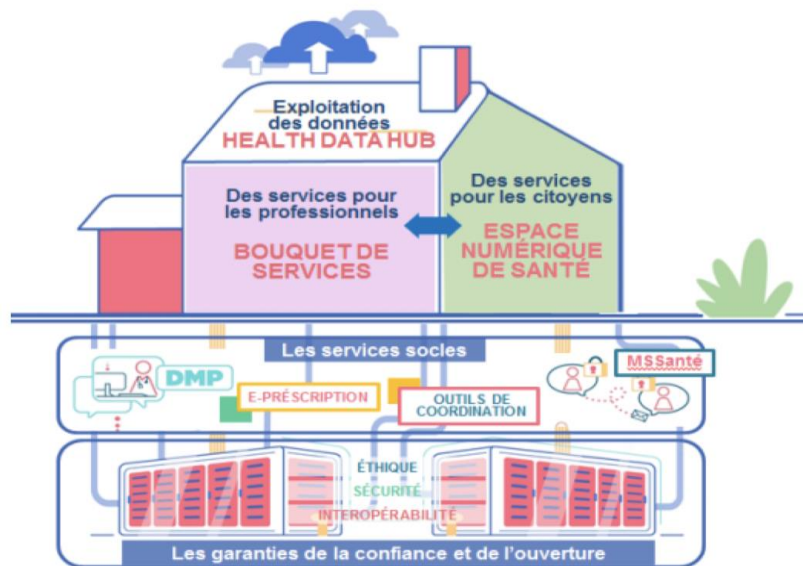
Elle présente à ce sujet plusieurs mesures clés :

- Ouvrir un espace numérique de santé pour chaque français d'ici janvier 2022.
- Déployer la télémédecine et le télésoin : désormais remboursée par l'assurance maladie, elle complète le soin en présentiel par des consultations à distance. Elle assure également un meilleur accès aux spécialistes. Elle permettra également à d'autres professions médicales d'exercer à distance (pharmaciens, infirmiers, orthophonistes entre autres). Il s'agit d'un outil intéressant selon les acteurs du projet pour lutter contre la désertification médicale de certains territoires.
- S'appuyer sur le numérique pour optimiser l'organisation, dégager du temps médical et proposer un panel de services numériques pour le professionnel de santé.

²⁴ Traineau, « L'histoire du Catel, Centre de ressources et d'expertise en e-santé ».

- Mise en place de 2 programmes d'investissement (HOP'EN et e-PARCOURS) pour d'une part faciliter et sécuriser la collaboration entre les établissements, les professionnels de ville et les patients, et d'autre part renforcer les échanges entre les professionnels de tous secteurs.
- Favoriser la production et l'utilisation des données de santé : la future plateforme de données de santé « Health data hub » fait partie des outils qui moderniseront l'exploitation des données à des fins de recherche et d'innovation.
- Constituer une commission de l'éthique numérique en santé
- Encourager l'innovation en e-santé

Figure 5 : Stratégie du numérique du projet "Ma santé 2022"



Source : Ministère des solidarités et de la santé, « Le numérique au service des usages avec les programmes Hop'en et e-parcours », 2019.

1.5 Les applications concrètes de télémédecine clinique

1.5.1 La télé-AVC

L'Accident Vasculaire Cérébral constitue une cause majeure de décès en France (seconde cause chez la femme et troisième cause chez l'homme), et la première cause d'handicaps acquis non traumatiques (30000 patients avec des séquelles lourdes). La gravité dépend bien entendu de l'étendue et de la sévérité des zones cérébrales touchées mais aussi de la précocité du diagnostic, de la rapidité de la

prise en charge notamment dans une unité neuro vasculaire et du traitement instauré²⁵. Sa prise en charge est une course contre la montre nécessitant la mise en place d'un traitement par thrombolyse (fibrinolyse) dans les 4 h 30 qui suivent les premiers signes neurologiques selon les recommandations de la commission européenne du médicament. Cependant, l'expertise neuro-vasculaire reste confinée à quelques unités pourvues en spécialistes (135 unités neuro-vasculaires spécialisées dans la prise en charge des AVC réparties sur le territoire) et en effectifs suffisants pour assurer 24h sur 24 la prise en charge de l'attaque cérébrale au meilleur niveau. Partant du constat en 2003 que sur les 6000 patients éligibles au traitement par thrombolyse, seule une partie infime avait recours au traitement recommandé et que ces gardes neurovasculaires pouvaient être optimisées (pas de situation d'urgence aiguë ou de thrombolyse à chaque garde), il devenait évident que la télémédecine pouvait faire office de moyen de mutualisation de la matière grise et des ressources médicales afin d'assurer la permanence des soins et donc la prise en charge à distance de la thrombolyse dans le service d'urgence de l'établissement de proximité²⁶. C'est ainsi que le neurologue de garde de l'UNV réalise une consultation du patient à distance (téléconsultation), prend un second avis auprès d'un radiologue et/ou discute avec le médecin urgentiste (téléexpertise), assiste à distance l'infirmière qui réalise la thrombolyse (télé-assistance) et assure le suivi de l'état neurologique du patient après le traitement d'urgence (télé-surveillance)²⁷. Il s'agit d'un bon exemple d'utilisation de la télémédecine comme moyen transversal d'attribution des tâches et comme moyen d'optimisation de la prise en charge. La télé-AVC s'appuie sur des outils technologiques comme une connexion informatique sécurisée, un équipement de télé-envoi (internet sans fil, console de télé expertise), un dossier télé-AVC partagé, des caméras mobiles et un réseau couvrant les différents sites en fibre optique²⁸. Né d'une initiative locale (étude télé-avc en île de France entre 2006 et 2010) et de ses résultats concluants, le dispositif s'étend dans de nombreuses régions (Alsace, Lorraine, Bourgogne, Rhône-Alpes etc ...). Il est intéressant de noter que sa généralisation aux territoires dans le besoin se base sur ces retours d'expériences locales permettant à des organismes cités précédemment (ANAP, HAS) d'élaborer des programmes pilotes de mise en place (macroprocessus socle, modèles types, identification des risques, impact clinique etc ...) afin de systématiser la démarche.

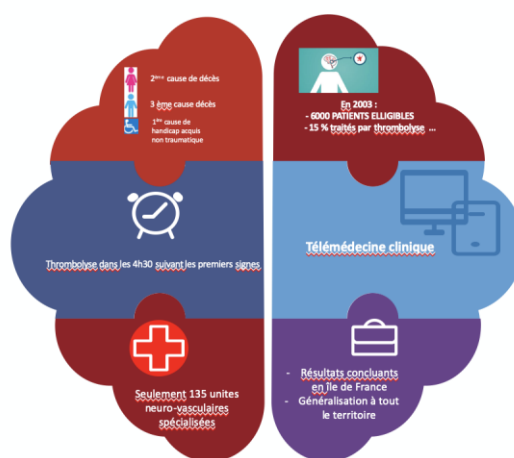
²⁵ Morichon, Mauget, et Herengt, « La télémédecine en action : prise en charge de l'AVC - support d'aide au déploiement régional ».

²⁶ Amarenco, « Télé-avc ».

²⁷ Simon, *télémédecine, enjeux et pratiques*.

²⁸ Girardbutta et Mounier-Vehier, « Télé-avc : simple ou compliqué ».

Figure 6 : le concept de "télé-AVC"

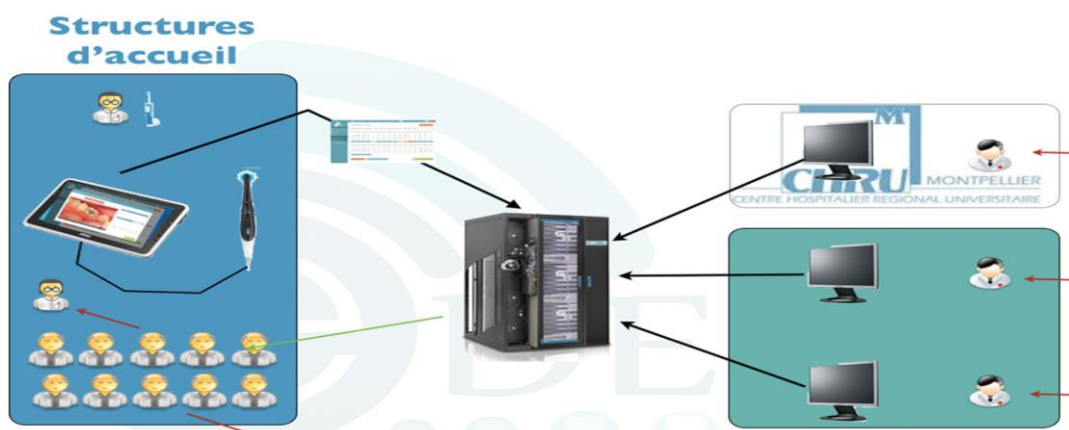


Source : Auteur, 2021.

1.5.2 La télédentisterie : le projet E-dent

La santé orale dans les établissements médicaux sociaux est un réel problème de santé publique. En effet, des études montrent que dans les établissements hébergeant des personnes âgées dépendantes, près de 50 % de ces personnes institutionnalisées n'avaient pas eu une consultation réalisée par un chirurgien dentiste depuis plus de 5ans. Ce sont pourtant des personnes fragiles exposées à des pathologies générales dont le lien avec l'état de santé bucco-dentaire n'est plus à démontrer. C'est face à ce besoin que le projet de téléconsultation E-dent voit le jour en 2014. Via une téléconsultation asynchrone réalisée au moyen d'une camera optique utilisant une lumière fluorescente manipulée par une infirmière diplômée d'état (IDE) elle permet à un chirurgien dentiste (étudiant en dernière année de l'université Montpellier 1) après transmission des données (vidéos, photos, signes diagnostics, radios etc ...) sur un serveur sécurisé, de poser un diagnostic accompagné d'un plan de traitement et de proposer une prise en charge adaptée aux besoins de santé bucco-dentaire, à l'état de santé général et cognitif.

Figure 7 : Le projet E-dent



Source : Giraudeau et al., « Projet e-dent : téléconsultation bucco-dentaire en ephad » 2014.

Cette téléconsultation bucco-dentaire présente plusieurs avantages. Elle permet pour le patient d'avoir un bilan-buccodentaire à son entrée dans l'établissement (dépistage, interception, mise en évidence d'une urgence), de le remettre au centre du système de santé bucco-dentaire, de renforcer les manœuvres de prévention (toilette bucco-dentaire, fluoruration) par une sensibilisation du personnel soignant et notamment de l'IDE, et d'économiser les déplacements. Pour le dentiste, la téléconsultation permet également d'économiser les déplacements et donc de favoriser la prise en charge de la population des EHPAD sans imposer des visites physiques du dentiste (adéquation de la téléconsultation avec le système actuel). Par ailleurs, le temps d'une téléconsultation est bien plus court qu'une consultation classique. Notamment sur un patient en perte d'autonomie, elle permet d'identifier les besoins peut être plus facilement et d'assurer le suivi des interventions (télé-suivi). On peut imaginer que ce système nous amène à plus d'échanges entre spécialistes (télé-expertise) grâce au partage de données qu'il permet.

2 : Des réseaux numériques d'échanges entre praticiens

2.1 Fondement des réseaux numériques d'échanges entre professionnels de santé

2.1.1 Contexte de la formation initiale

Au cours des dernières années, l'évolution de la médecine s'est considérablement accélérée. L'acquisition du raisonnement clinique, fondement de la pratique médicale demande pour le médecin du 21^e siècle d'acquérir des compétences dans un nombre considérable de domaines : connaissances des sciences générales et cliniques, réactualisation de la connaissance face aux données acquises de la science, développement de savoir-faire techniques, savoir collaborer au sein d'équipes pluridisciplinaires et développement de compétences de communication. L'environnement clinique est certes le lieu privilégié pour l'enrichissement de la formation mais il présente de nombreux inconvénients : activité très intense, patients polymorbides et pathologies complexes limitant l'apprentissage par étape, tâches cliniques et administratives très intenses limitant le temps de formation, variabilité et imprédictibilité de la nature des pathologies rencontrées. L'ensemble de ces écueils ne permet pas d'assurer qu'à la fin de son cursus, le praticien ait bénéficié d'une formation suffisamment efficiente et qu'il ait été confronté directement ou indirectement à l'ensemble des situations cliniques prévues dans sa formation. La spécialité en ODF est confrontée aux mêmes problèmes (tâches administratives et gardes dentaires diminuant le temps consacré à la formation de la discipline, activité soutenue limitant la sérénité nécessaire à l'apprentissage, échantillon des dysmorphoses et des traitements appliqués pas assez diversifié selon les internes, encadrement hospitalier des élèves mise à mal par un faible nombre de titulaires hospitaliers). Le contexte clinique ne permet pas toujours d'obtenir l'avis d'un confrère et/ou encadrant dans le délai imparti (contexte du mercredi après midi pour l'orthodontiste). Par ailleurs, le staff médical présentiel, cette réunion décisionnelle participant à la discussion des cas cliniques et à l'apprentissage des étudiants présente des contraintes organisationnelles limitant son utilisation au quotidien (présence physique simultanée de l'ensemble des participants, consommation de temps normalement consacré aux tâches cliniques ou administratives).

2.1.2 Contexte de la formation continue en médecine

La médecine a atteint un niveau de complexité scientifique qui explique en grande partie le phénomène de spécialisation voire même d'hyperspécialisation : on trouve en 2018, 30 DES médicaux avec 17 options, 13 DES chirurgicaux avec 6 options et un DES de biologie avec 5 options. La radiologie par exemple connaît des évolutions majeures²⁹ : sous l'effet d'évolutions technologiques permanentes, les images sont de plus en plus nombreuses et complexes et dans des contextes de plus en plus variés (diagnostic, suivi, dépistage, quantification des lésions, prédiction d'évolution, planification de traitement). La société française de radiologie (SFR) propose en conséquence de nombreux moyens pour la réactualisation des connaissances et des pratiques et notamment la mise en relation avec des plateformes de E-learning : C-FIM³⁰ (17 formations actuellement en E-learning), le SFR e-learning³¹ (14 formations présentielle ou à distance). De nombreuses études montrent d'ailleurs l'intérêt et l'efficacité (sous certaines conditions) du e-learning en médecine. L'orthodontie tout comme la radiologie connaît des transformations importantes : place grandissante du flux numérique et de ses applications, développement de l'imagerie 3d avec la profusion de données qu'elle apporte, évolution des techniques et des matériaux (aligneurs, ancrages osseux entre autres), décloisonnement de la spécialité (médicalité renforcée, pluridisciplinarité), intelligence artificielle. Les initiatives pour les accès à la formation continue se développent depuis quelques années en orthodontie : accès à l'ensemble des conférences en rediffusion des journées de l'orthodontie sur ces 10 dernières années, initiation de la technique « Win » en ligne (formation initiale depuis 2013 et formation avancée depuis 2019), formation e-learning d'initiation au flux numérique (Orthotech 3d³²). La multiplication depuis la crise du covid-19 des webinars proposés par des sociétés de produits orthodontiques, par des sociétés savantes ou plus localement par le cadre hospitalo-universitaire témoigne aussi du besoin pour les orthodontistes d'enrichir leurs connaissances et de faire évoluer leurs pratiques par des modes de formations pluriels et innovants.

2.1.3 Contexte démographique

L'orthodontie présente des similitudes avec de nombreuses spécialités médicales dont la dermatologie. La discipline connaît en effet un manque de spécialistes (seulement 3000 dermatologues), une répartition inégale sur le territoire (1 dermatologue pour 400 000 habitants dans les régions les plus reculées) et une prévision démographique en forte baisse (diminution de 30 % des

²⁹ Leclét, « L'imagerie médicale dans dix ans ».

³⁰ Société française de radiologie, « Nos formations en e-learning Centre de Formation en imagerie médicale ».

³¹ Société française de radiologie, « Formation en imagerie médicale ».

³² Orthotech, « Orthotech3D : e-learning et orthodontie numérique 3D ».

dermatologues en exercice d'ici 2030). Les besoins croissants de la population (incidence croissante des pathologies inflammatoires ou tumorales telles que les mélanomes, augmentation de l'espérance de vie), le tarissement de l'offre et les enjeux de santé publique associés ont participé à la recherche de nouvelles solutions. La télémedecine et particulièrement la télé-expertise sont parfaitement adaptées à la dermatologie du fait de l'importance de l'examen visuel. Son utilisation s'est d'ailleurs largement développée dans le monde ces dernières années³³. Les retours de projets locaux montrent de nombreux intérêts³⁴ à la fois pour le médecin généraliste (accès plus rapide à l'avis d'un spécialiste, échanges facilités, outil pédagogique et de sensibilisation), pour le dermatologue (outil de tri) et pour le patient (accès aux soins facilités, diminution des délais, qualité des soins). Sans se placer en concurrence de la consultation physique qui présente de meilleurs résultats dans le diagnostic³⁵, il s'agit d'un outil complémentaire pour répondre à l'urgence du besoin dans certaines situations bien définies³⁶. L'orthodontie présente comme la dermatologie (et bien d'autres domaines de la santé) un faible nombre de spécialistes (2391 spécialistes), une répartition inégale sur le territoire (517 ODF pour l'île de France contre 1 spécialiste pour le cantal et 0 pour la lozère)³⁷ et une prévision démographique incertaine³⁸. L'incidence des dysmorphoses sur la santé est un enjeu de santé publique. Plusieurs arguments viennent étayer ce propos :

2.1.3.1 Nature des problèmes orthodontiques ^{39 40}

L'impact du SAHOS sur la croissance générale et oro-faciale, sur la fonction cardiaque et métaboliques est démontrée. La présomption scientifique (grade B) sur le lien entre fracture dentaire et surplomb, la relation entre certaines dysmorphoses (diastèmes, encombrements, recouvrement) et la qualité de vie et estime de soi (grade C), des corrélations observées entre certaines malocclusions et croissance ainsi que le cycle masticatoire (grade C) viennent appuyer notre ressenti clinique. Le terrain favorable représenté par certaines malocclusions sur la carie dentaire (encombrement sévère,) sur des anomalies parodontales (supraclusion) et troubles des ATM (occlusion croisée postérieure entre autres) accèdent un peu plus l'influence incarnée par les anomalies orthodontiques.

³³ Mahendran, « An evaluation of the role of a store-and-forward teledermatology system in skin cancer diagnosis and management ».

³⁴ Union régionale des professionnels de santé, « Téléexpertise en dermatologie ».

³⁵ Remillieux, « La télémedecine ».

³⁶ Remillieux.

³⁷ Ordre national des chirurgiens dentistes, « Cartographie publique ONCD ».

³⁸ Fontenelle, « La tranquille démographie professionnelle des odf ».

³⁹ Fédération française d'orthodontie, « Pertinence et indications des actes d'orthodontie ».

⁴⁰ Haute autorité de santé, « Indications de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et l'adolescent ».

2.1.3.2 L'influence positive de l'orthodontie

Le protocole orthodontico-chirurgical dans les SAHOS adulte est efficace (grade B). Dans le SAHOS de l'enfant, des études de grade C attribuent à l'orthodontie des résultats intéressants sur l'indice d'apnée hypopnée (diminution de 70 % de l'IAH avec de l'expansion maxillaire par RME, et de 50 % avec de la propulsion). Le traitement orthodontique joue par ailleurs un rôle évident dans les anomalies de nombre, inclusions dentaires, dans les thérapeutiques pré-prothétiques (aménagement des espaces prothétiques, répartition des piliers dentaires, modification des axes dentaires). Le panel de thérapeutiques qu'elle offre permet d'offrir des stratégies variées, en prévention primaire (correction des dysfonctions, suppression des para-fonctions), secondaire (traitement interceptif, optimisation de la réponse de croissance) et tertiaire (correction des malocclusion installées). Le rôle du traitement orthodontique ne se réduit pas aux quelques preuves apportées par la recherche, son influence est d'ailleurs bien plus large. Le caractère pluri-factoriel des problèmes qu'il tente de résoudre ne permet pas de dégager facilement des preuves, son utilisation nécessite donc l'analyse fine du rapport coût-efficacité pour chaque situation rencontrée.

2.1.3.3 La quantité du besoin orthodontique^{41 42 43 44 45}

En 2015, 2 millions d'assurés ont eu recours à un acte d'orthodontie en France soit 1,8 millions d'individus dans la tranche d'âge 12-16 ans. Mais le besoin de traitement est-il suffisamment couvert par l'offre existante ?

Il n'existe pas à l'heure actuelle d'indice universel permettant d'analyser dans sa globalité le besoin orthodontique. De nombreuses études sur le sujet couplent un indice occlusal et un indice esthétique (comme l'IOTN) pour mieux apprécier ce besoin. Les études basées sur l'indice IOTN montrent un besoin élevé de traitement orthodontique (grade 4 et 5 de l'indice) chez des individus pour 21,7 % des enfants français de la catégorie 9-12ans, pour 37 % des adolescents suédois et pour 34 % des enfants jordaniens de 12 à 14 ans. Malgré toute l'imprécision de ces indices, on peut supposer que le besoin non pris en charge est conséquent, car les études en question n'incluent pas de patients en cours de traitement orthodontique. D'autres arguments viennent appuyer cette hypothèse d'un besoin élevé dans la population : ces études ne prennent pas en compte la perception individuelle du besoin de

⁴¹ Charpy, « Les comptes de la sécurité sociale ».

⁴² Souames et al., « Orthodontic treatment need in french schoolchildren : an epidemiological study using the Index of orthodontic treatment need ».

⁴³ Alhaja, « Orthodontic treatment need and demand in 12-14-year-old north Jordanian school children ».

⁴⁴ Josefsson, Bjerklin, et Lindsten, « Malocclusion frequency in swedish and immigrant adolescents - influence of origin on orthodontic treatment need ».

⁴⁵ Laurore, « Malocclusions et mastication : revue bibliographique ».

traitement et donc l'impact de la malocclusion sur la qualité de vie, (ainsi 2/3 des patients consultant un dentiste ont une demande esthétique). L'analyse de la fréquence des malocclusions dans la population générale est aussi un témoin de ce besoin quantitatif : dans le sens sagittal (classification d'Angle) on note 30 % de classe II, 10 % de classe III, 4 % d'occlusion antérieure inversé, 30 % de proalvéolies dont 7 % de formes sévères. Dans le sens vertical, on objective 35 % de supraclusions chez l'enfant, 12 % avec recouvrement total chez l'adulte, 3 % de béances dans la population totale. Enfin dans le sens transversal on observe 12 % d'occlusion inversée postérieure et 3 % d'occlusion exagérée.

2.2 Exemples de plateformes médicales de communications inter-professionnelles

Les professionnels de santé s'ouvrent de plus en plus aux technologies de l'information et de la communication (TIC). Les systèmes d'aide à la décision médicale (SADM)⁴⁶ dont la vocation est de fournir au soignant un soutien lors de la décision clinique se sont multipliées. D'ailleurs, leur utilisation apporterait un bénéfice sur la qualité des soins⁴⁷.

Figure 8 : 3 applications de communications inter-professionnelles



Source : Auteur, 2021.

⁴⁶ Renaud-Salis, « Sadm : état des lieux ».

⁴⁷ Renaud-Salis.

2.2.1 Kitmédical

Le site Kitmédical.fr⁴⁸ par exemple, est conçu comme « une trousse à outils » du web médical permettant aux médecins généralistes d'accéder à l'ensemble des services numériques pour les aider dans leur pratique. Il regroupe plusieurs rubriques :

- Les pratiques médicales réunissant l'ensemble des SADM. Les SADM sont conçus pour :
 - Rappeler aux cliniciens des choses qu'ils ont l'intention de faire mais qu'ils risquent d'oublier
 - Pour fournir des informations lorsque les cliniciens ne savent pas quoi faire
 - Corriger des erreurs de ces mêmes protagonistes.

L'efficacité de leur utilisation repose sur de nombreux critères : fiabilité de l'information (qualité, niveau de preuve), format (données claires et concises, facilement et rapidement exploitables), par le bon moyen (ordinateur, tablette, smartphone) au bon moment (à savoir lorsque l'information est nécessaire). Kitmédical se charge donc de compiler les SADM existants. En d'autres termes, cette rubrique donne accès à l'ensemble des informations pratiques et utiles sur des problématiques récurrentes de la médecine générale, elle permet de soulager le clinicien dans son travail de recherche et de filtrage de l'information. L'icône par exemple KIT-COVID-19 référence l'ensemble des sites internet pertinents permettant de mieux apprécier les modalités de la prise en charge du covid-19 sur le plan médical (éléments diagnostiques, indications des tests sérologiques, critères de gravité, organisation du parcours de soins, rôle de la télé-consultation et du télé-suivi, durée de contagiosité etc ...), sur le plan administratif (arrêt de travail, certificat d'isolement), sur le plan pratique (techniques de prélèvements naso-pharyngés), épidémiologique et sur les informations actualisées sur le sujet.

- La « vie professionnelle » : cette rubrique donne accès à de nombreuses revues médicales et des applications utiles (réseaux sociaux de médecins, formations, applications de comptabilité etc...).
- Les « équipements » : cette catégorie met en lumière des applications de référencement de logiciels médicaux (comptabilité, agenda web, télé-transmission-carte bancaire etc ...), des sites internet de vente de matériel médical, applications de cotation des actes médicaux.

A terme, Kitmédical a pour vocation de devenir un véritable site collaboratif entre médecins en leur proposant les sites et applications qu'ils utilisent.

⁴⁸ Kitmédical, « Le kit numérique des médecins généralistes ».

2.2.2 Medpics

Medpics⁴⁹ est la première application de partage de photos médicales et de discussions entre professionnels de santé. Elle comporte actuellement 40 000 membres dont 60 % d'étudiants en médecine et 12000 cas partagés. Elle a comme objectifs de :

- Développer la compétence médicale des utilisateurs grâce à l'accès aux cas de toute la communauté.
- Répondre aux problématiques cliniques rencontrées au quotidien grâce à la discussion avec des cliniciens aguerris.
- Augmenter l'esprit de réflexion par l'interaction entre les utilisateurs.
- Optimiser le temps des cliniciens en s'affranchissant des barrières géographiques et temporelles
- Faciliter la communication, la coopération, l'engagement au sein d'équipes médicales, de services hospitaliers, d'un réseau universitaire ou de confrères autour d'un staff digital (partage de cas cliniques), d'un thème ou d'une formation.
- Faciliter le développement professionnel continu via la création de modules ludiques (quizz, conférences, débats, diaporamas, simulation de situations réelles) et par le référencement de formations en e-learning.
- Le schéma organisationnel de l'application se décline en différentes branches : Le fil d'actualité permet d'avoir accès aux cas cliniques sur l'application selon leur chronologie de transmission par l'utilisateur. Ces cas sont aussi répartis selon la discipline ou la région anatomique qu'ils concernent. La chirurgie buccale et l'odontologie font parties des domaines référencés mais les cas présentés sont peu nombreux (1 à 2 cas tous les 4 mois) et il s'agit principalement de médecins qui exposent des situations cliniques rencontrées en urgence (traumas, cellulite, polycaries de l'enfant).
- La rubrique « groupe privé » offre la possibilité à différents utilisateurs de s'organiser en réseau sous la forme d'un espace de travail partagé.
- La fonction « formation continue » en cours d'élaboration réunit des formations en e-learning (homologuées par l'agence nationale du développement professionnel continu). Ces heures de formation agréées sont créées par l'équipe medpics en partenariat avec des spécialistes de chaque domaine thérapeutique concerné. Elles ont pour vocation de se concentrer sur des problématiques de terrain.

⁴⁹ Slimani, « Partage de cas cliniques ».

L'application comporte des outils de retouche photos pour améliorer la qualité du document (rogné les bords), mieux situer l'image par rapport à la problématique (une flèche par exemple pour désigner une zone en particulier) et respecter l'anonymat du patient (floutage des yeux par exemple). Le consentement du patient est bien sûr recueilli par l'application : un formulaire de consentement (à faire signer par le patient) est envoyé par medpics automatiquement et en temps réel au praticien qui souhaite déposer des photographies sur le site.

L'intérêt des professionnels de santé pour medpics semble important au regard du nombre d'utilisateurs et des récompenses décernées par les organismes d'innovation en santé (trophée 2017 de l'application décernée aux professionnels de santé) mais le flux de cas est faible à l'heure actuelle (1 à 2 cas par semaine) et les formations de e-learning sont peu nombreuses. Par ailleurs, il n'existe pas à priori de réseaux de dentistes ou orthodontistes qui échangent autour d'un cas clinique sur medpics : une prise en compte des besoins/demandes des utilisateurs en fonction de la discipline pourrait favoriser l'utilisation au quotidien de l'application par les dentistes et orthodontistes.

2.2.3 Omnidoc

- Omnidoc⁵⁰ est une application de télé-expertise créée dans le cadre de l'accord conventionnel entre l'assurance maladie et les représentants des médecins libéraux. Elle permet aux médecins d'échanger en toute sécurité des avis médicaux avec leurs correspondants ou dans le cadre d'organisations territoriales. L'application présente de nombreux intérêts :
 - Pour le médecin requérant, elle facilite l'accès à l'expertise via la sollicitation des réseaux d'experts ou les correspondants habituels.
 - Pour le patient elle accélère à la fois l'élaboration d'un diagnostic et son éventuelle orientation.
 - Pour le médecin requis, c'est la possibilité de mieux trier et prioriser les demandes de prise en charge.
 - Elle permet aussi de faciliter la création d'un réseau de télé-expertise en valorisant les échanges ville-hôpital et en diffusant l'expertise de centres de référence.
 - Omnidoc assure le respect des conditions réglementaires (sécurité, traçabilité) et gère la partie administrative (facturations, compte-rendus).
 - La collaboration médicale est valorisée : les avis échangés sur Omnidoc sont rémunérés par l'assurance maladie à la fois pour le médecin requérant et le médecin requis.

⁵⁰ Truchot, *Omnidoc plateforme digitale de téléexpertise*.

En résumé, l'application Omnidoc permet de fluidifier le parcours de soin du patient. NeuroCOVID⁵¹ est un exemple de réseau de téléexpertise créé par l'application Omnidoc. Cette structure numérique s'adresse à tous les professionnels de santé (médecins libéraux ou hospitaliers, généraux ou spécialistes, infirmières intervenant à domiciles) amenés à prendre en charge un patient atteint d'une pathologie neurologique aiguë ou chronique dans le contexte de la pandémie COVID-19. Elle leur permet de demander un avis à un réseau d'experts d'île-de-France (neurologues hospitaliers représentés par la collégiale de neurologie). La nouveauté est d'avoir accès à des avis collégiaux, le médecin expert pouvant lui-même solliciter d'autres experts pour conforter son avis (experts des syndromes Parkinsoniens, pathologies neuro-musculaires, onco-neurologie, radio-neurologie, pathologies cérébro-vasculaires etc...).

2.3 L'orthodontie terrain favorable à l'interaction à distance entre les acteurs du domaine

2.3.1 La numérisation du patient

La quantité de données collectées et stockées est vaste et en pleine expansion. Depuis la naissance de l'orthodontie, les orthodontistes établissent leur diagnostic sur un ensemble d'informations collectées auprès du patient. L'histoire médicale, les photographies, les modèles en plâtre, les radiographies panoramiques et téléradiographies, associés à un examen clinique approfondi participent à la constitution du dossier orthodontique du patient. De nombreuses études ont d'ailleurs confirmé l'utilité et la validité de ces moyens pour le diagnostic et la planification du traitement. Avec les progrès technologiques, les orthodontistes convertissent rapidement leurs dossiers au format numérique. Mais quels sont ces moyens utilisés pour traduire l'information clinique en données numériques ?

- La photographie numérique^{52 53 54}: la photographie numérique 2D est un standard depuis de nombreuses années. Elle est utilisée au quotidien par 90 % des praticiens. La numérisation photographique a fait évoluer la discipline sur de nombreux points : accès instantané aux photos, stockage, diffusion facile, communication avec le patient, qualité du rendu, aide précieuse au diagnostic et au suivi de traitement, articulation possible avec l'imagerie 2D (superposition tissus mous et durs). La photographie étant un élément de référence majeur du dossier médical (sur le plan scientifique et médico-légal), elle doit donc être le fruit d'une

⁵¹ Aiintense, « Neurocovid ».

⁵² Luce, « Le diagnostic en orthopédie dento-faciale à l'épreuve de la télé-médecine ».

⁵³ Terrasse, « Contribution à l'utilisation de la photographie en orthodontie ».

⁵⁴ Marçon, « La photographie en orthopédie dento-faciale quelques règles essentielles ».

action réfléchiée avec un protocole bien établi (normes de prise de vue notamment) pour assurer la reproductibilité et la fiabilité dans l'analyse. L'appareil photographique numérique est susceptible d'enregistrer aussi de courtes séquences filmées présentant de nombreux intérêts : l'enregistrement des dysfonctions ou parafunctions en rapport avec la malocclusion ou la dysmorphose, des comportements faciaux et de « l'attitude » permettant de mieux apprécier l'impact esthétique éventuel dans le contexte du patient. La vidéo joue bien entendu aussi un rôle dans la communication (patients, praticiens).

- L'empreinte numérique⁵⁵: le principe de cette empreinte repose sur une numérisation optique sans contact des surfaces dentaires et des tissus mous adjacents par balayage d'un faisceau lumineux à l'aide d'une caméra optique. Le contrôle du flux numérique par le praticien nécessite d'avoir accès à des fichiers de format libre type.stl afin de les exploiter avec les logiciels 3D. La démocratisation de cet outil, élément essentiel avec la photo dans la pénétration grandissante du flux numérique repose sur de nombreux avantages :
 - Enregistrement très rapide pour les plus récentes (quelques minutes pour la capture des 2 arcades),
 - Précision (<2um),
 - Ergonomie améliorée,
 - Reproductibilité,
 - Confort pour le praticien et le patient (diminution de l'âge de la prise en charge),
 - Communication avec le patient (positif de l'empreinte visible immédiatement, set up)
 - Diminution de la gestion des flux sortants,
 - Séance plus efficiente,
 - Augmentation du champ des possibles.

Ces débouchés sont nombreux. Elle est ainsi utilisée dans :

- Le diagnostic (modèles numériques archivés, set-up),
- La thérapeutique (appareillages amovibles, set-up et collage indirect, aligneurs),
- La réévaluation,
- Le suivi,
- La contention (réalisation d'un fil de contention sur mesure à l'aide cette empreinte),
- La recherche médicale et industrielle (méthode des éléments finis, base de données pour l'apprentissage profond).

⁵⁵ Lecocq, « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ».

- Les radiographies numériques^{56 57 58}: si initialement les radiographies dentaires utilisaient un procédé argentique, la profession a progressivement et massivement basculé vers le numérique. Outre ses nombreux avantages techniques et organisationnels (élimination du procédé chimique couteux et contraignant, gain de temps, doses d'irradiation réduite, post traitement possible, stockage, stabilité), la radiographie numérique est un bon outil de communication avec le patient grâce à la réduction du temps d'attente dans le développement du cliché et c'est un moyen de partage avec les autres praticiens (télédentisterie). La transition de la radiographie 2D vers l'imagerie 3D fait aussi partie des évolutions majeures de la discipline. Le (C)one (B)eam (C)omputerized (T)omography ou tomographie volumique à faisceau conique devient progressivement un outil essentiel. La transition du concept de « as low as reasonably achievable » (aussi bas que raisonnablement possible) à celui de « as low as diagnostically acceptable » (aussi bas que diagnostiquement acceptable) associé à l'évolution de la technologie (diminution de la dose reçue par le patient sans réduction statistique de la qualité de l'image selon les études) accélèrent son utilisation. Le CBCT apporte par ailleurs un avantage clinique indéniable par rapport aux radiographies 2D conventionnelles (panoramique, téléradiographe de profil ou face). Sur les plans diagnostiques et thérapeutiques, les informations qu'il dévoile deviennent indispensables : aperçu précis des voies aériennes (ORL), visibilité des obstacles anatomiques pour la chirurgie orthognatique, anomalies de dentition (dents incluses, surnuméraires, rhizalyse, ankylose), épaisseur de l'os cortical, densité de la suture médiane palatine, analyse des structures (dysmorphose en 3d, asymétrie basale, bascule du plan d'occlusion, asymétrie des ATM), limites dento alvéolaires (axe des dents, position des apex). Il est un outil d'aide à la chirurgie (guides pour mini-vis, direction de traction) de personnalisation et de prévisualisation (set-up dentaire et squelettique). Grâce aux superpositions 3D qu'il permet, il devient aussi un moyen d'apprentissage et de progression pour le praticien. L'imagerie 3d participe à l'évolution de la spécialité sur plusieurs aspects tant au niveau de l'efficacité de la prise en charge que de la communication praticien-patient ou interpraticien.
- Le scan facial 3D : un scanner tridimensionnel est un appareil permettant d'analyser un objet, sa forme et éventuellement son apparence (couleur et texture). Avec les récents progrès technologiques (amélioration de la qualité des équipements, réduction des coûts), certaines des méthodes de numérisation optique comme la photogrammétrie⁵⁹ se sont popularisées et

⁵⁶ Zarate, « Avènement et évolution de la radiologie en odontologie de la fin du XIX siècle jusqu'à aujourd'hui ».

⁵⁷ Felizardo, Thomas, et Foucart, « Techniques radiographiques utiles en orthodontie ».

⁵⁸ Planmeca, *Webinar: utilisation majeure du Cone Beam en orthodontie numérique 3D*.

⁵⁹ Quarré, Faudi, et Etienne, « Le projet esthétique 3D : la voie du futur ».

permettent à quiconque disposant d'un ordinateur, d'un smartphone ou d'une tablette de numériser un objet. La photogrammétrie présente de nombreux avantages : la qualité de la numérisation notamment pour la face⁶⁰, la numérisation sans contact et non ionisante, la portabilité, le contrôle du flux numérique (données facilement transférées, compressées et encodées). Bellus 3D, start-up américaine de la Silicon Valley fait partie des pionnières dans le domaine. Avec ses différentes offres « bellus 3Dfaceapp » (application du système IOS) et « Bellus 3D ARC system » (premier système de capture 3D mobile, multi-caméras sans besoin d'aide d'opérateurs), elle s'adresse à la fois au grand public et au marché professionnel (dentaire notamment) et ajoute une pierre supplémentaire à l'édifice de la médecine personnalisée. Elle trouve d'ailleurs de nombreuses applications en dentisterie esthétique, en orthodontie, en chirurgie maxillo-faciale et orthognathique. Dans le diagnostic, la numérisation cranio-faciale des tissus mous permet d'approfondir l'analyse esthétique avec la multiplication des angles de vue. C'est aussi un outil d'aide à la décision thérapeutique et de planification du projet : via son couplage avec l'imagerie des tissus durs (arcades dentaires, bases osseuses, complexe cranio-facial, ATM) et l'utilisation de méthodes ou logiciels informatiques de simulation (« dolphin imaging », « proplan CMF », méthodes des éléments finis, modules spécifiques de certains scanners ou cbct), l'ensemble permet d'obtenir une prévisualisation du résultat esthétique en fonction d'un modèle de prédiction topologique des tissus mous et de la position souhaitée des tissus durs⁶¹. Ce dispositif joue aussi un rôle important dans la communication avec le patient, avec l'équipe pluridisciplinaire (explication de la chirurgie, des objectifs esthétiques de traitement par exemple) et dans l'apprentissage (comparaison des résultats réels et attendus).

2.3.2 La nouvelle compétence du praticien

La potentialité donnée par les technologies numériques modifie profondément l'identité et le rôle du praticien orthodontique. Cette nouvelle interface favorise la perception, l'analyse cognitive de la situation clinique, la stratégie de traitement et la personnalisation dans les choix. C'est donc toute la valeur ajoutée du praticien qui se modifie progressivement. Cette nouvelle manière de procéder doit lui être accessible, compréhensible et utilisable avec un minimum de contraintes, qu'il puisse en

⁶⁰ Wong, Hunt, et Rogers, « Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3d digital photogrammetric images ».

⁶¹ Knoops et al., « Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery : a clinical comparison of dolphin, proplan cmf, and probabilistic finite element modelling ».

résumer s'approprier ces technologies. L'intégration du spécialiste comme pièce centrale du projet thérapeutique passe donc par :

- la validité et la réactualisation de l'analyse et du raisonnement clinique : florilège d'informations issues des nouveaux moyens diagnostiques associé à de nouveaux modèles d'apprentissage.
- sa capacité à manipuler, traduire, transmettre et articuler les données ensemble : la maîtrise du flux de travail (procédé CAD-CAM) passe par des compétences dans le stockage et la réunion des données, l'import-export des fichiers numériques 3D, la traduction des données cliniques (processus de reconnaissance des dents par le logiciel par exemple), l'exploitation et la superposition des données issues du scanner numérique et/ou du CBCT, l'utilisation des logiciels et des outils de conception (Orthoanalyzer, Onyxceph, Meshmixer, Blender etc...). La réalisation de set-up, de collages numériques, la superposition et l'analyse cephalométrique 3D, l'intégration des modèles numériques au complexe maxillo-faciale, les coupes ATM, les simulations de chirurgie, la mise en place des mini-vis virtuelles pour la création de guides chirurgicaux, sont des exemples d'applications de ce flux numérique et les témoins des compétences à acquérir.
- la faculté du praticien à faire correspondre son schéma thérapeutique intérieur et celui de la « machine »⁶² qui résulte de la rencontre entre la potentialité de la machine, les rouages de la réalité clinique et l'interprétation du clinicien. La représentation mentale qui s'appuie sur le sens clinique de l'orthodontiste (sensibilité thérapeutique, expériences cliniques, perception individuelle) peut rentrer en conflit avec son exécution virtuelle notamment si l'effort intellectuel et l'implication du praticien ne sont pas suffisantes et si le logiciel n'autorise pas toutes les libertés nécessaires⁶³ (Des logiciels « open source » comme Blender offrent la possibilité via leur liberté d'action de créer des modules spécifique pour la conception orthodontique, à condition d'avoir des connaissances poussées en programmation).

2.3.3 L'apport de l'intelligence artificielle

Dans ce chapitre, nous essaierons d'appréhender comment l'intelligence artificielle et ses applications pourraient favoriser l'interaction des praticiens entre eux.

- L'intelligence artificielle peut être définie comme un outil construit par l'homme, capable d'effectuer des tâches de manière « intelligente » c'est-à-dire en s'adaptant aux situations⁶⁴.
Si l'intelligence artificielle est pour certains l'outil du concept de singularité qui prévoit

⁶² Makaremi, « Apport des sciences cognitives à l'optimisation de l'interface entre le praticien et les nouvelles technologies en orthodontie ».

⁶³ Onlineredaktion, « Kieferorthopädie ».

⁶⁴ Haziza, « Intelligence artificielle dans le domaine médical : bilan et perspectives ».

l'avènement d'une intelligence suprahumaine disposant des capacités autonomes pour s'améliorer (intelligence artificielle forte), les leaders d'opinion du domaine réfutent cette prédiction fantasmée digne à l'heure actuelle de la science fiction. A l'opposé, l'intelligence artificielle serait un moyen technologique de faire progresser l'être humain, de mieux exprimer ses caractéristiques propres, en d'autres termes de permettre aux individus de s'intéresser aux possibilités du seul esprit humain. C'est d'ailleurs ce qu'indique le rapport de la mission Villani qui n'hésite pas à affirmer que ces technologies « déterminent notre capacité à organiser la connaissance, à leur donner un sens, à augmenter nos prises de décision et de contrôle des systèmes ». Alimentée par les bases de données qui constituent le carburant nécessaire à l'accomplissement des tâches qui lui incombent, l'intelligence artificielle et son fer de lance le deep learning (ou « apprentissage profond ») pourraient augmenter notre compétence en tant qu'orthodontiste à travers l'accomplissement de tâches substituables définies comme les règles explicites d'un programme et par la mise à disposition d'informations profuses participant à augmenter notre capacité d'analyse. Comme l'explique le Dr Masrour Makarem⁶⁵, l'enjeu pour l'orthodontiste est alors d'établir une monnaie commune entre les différents paramètres qui affèrent dans la prise de décision. Finalement, face à l'abondance des données qu'il aura en sa possession, il lui faudra alors apprendre à articuler ces données dans une finalité particulière pour optimiser l'outil diagnostique, prédictif et thérapeutique. Les plus grandes évolutions en orthodontie que l'on peut rattacher à l'intelligence artificielle concernent à l'heure actuelle les domaines de la radiographie, des logiciels de modèles dentaires et de la photographie⁶⁶. L'intelligence artificielle dite faible permet actuellement dans le domaine radiographique : de réaliser une analyse céphalométrique automatique à partir d'une téléradiographie de profil avec une précision et une reproductibilité impressionnante dans la plus grande autonomie (Cephx, Orcadental et CS model+, Carestream Dental).

- D'obtenir la détection, la segmentation et l'identification des dents et des structures osseuses à l'aide d'un CBCT toujours de manière automatique et sous la forme d'un fichier stl (Cephx, Orcadental et CS model+, Carestream Dental)
- De réaliser la segmentation des voies aériennes supérieures pour évaluer les risques de SAHOS. L'approche ludique associée permet de mieux compléter le diagnostic fonctionnel.

Toujours dans le domaine du radio-diagnostic, le logiciel de la société AIDOC vient assister le radiologue dans la détection d'images suspectes dans la multitude de coupes à analyser. Son utilité dans le

⁶⁵ Foucart, Chavanne, et Bourriau, « Intelligence artificielle : le futur de l'orthodontie ? »

⁶⁶ Dagonne et Assier, « Intelligence artificielle et diagnostic en odf ».

domaine de l'orthodontie pourrait être double. La première serait d'affranchir l'orthodontiste de la crainte de passer à côté d'informations dont il est responsable (tumeur de la base du crâne visible sur un CBCT grand champs). Il permettrait par ailleurs l'amélioration du diagnostic radiographique et donc de notre thérapeutique (pathologies condyliennes évolutives affectant le pronostic de notre traitement par exemple).

L'intelligence artificielle permet la segmentation, l'identification des dents et les mesures associées (surplomb, recouvrement, mesures M-D, distance inter-canine etc ...) à partir de modèles issus de l'empreinte numérique avec une précision et une bonne reproductibilité⁶⁷. La réalisation automatique et en temps réel de set-up basés sur les prescriptions du praticien (expansion, vestibulo-version, stripping, extraction, coordination des arcades, angulations incisives, conservations d'espaces, nivellement de la courbe de Spee) fait partie de ses fonctions (CS model+, carestream dental). Elle pourrait alors aider l'orthodontiste à s'affranchir d'un processus fastidieux, long en apprentissage et qui ne relève pas de sa compétence directe. Au regard des progrès réalisés par l'intelligence artificielle dans le domaine de la reconnaissance d'images⁶⁸, il est facile d'imaginer la potentialité de cette fonction dans le bilan photo orthodontique. Elle pourrait être un moyen d'analyse rapide et automatique du visage (proportions, symétries, épaisseur et compétence labiale, type de profil etc ...) et un mode de contrôle de la fiabilité de notre protocole photographique. Ainsi seraient éliminés les biais dans l'analyse de nos dossiers orthodontiques numériques comme l'interprétation dans la position du point-interincisif maxillaire par rapport plan sagittal médian en cas d'inclinaison de la tête du patient. La donnée photographique est actuellement utilisée dans la télésurveillance via notamment l'application Dental Monitoring⁶⁹. Son principe repose sur l'examen à distance de photos prises par le patient au moyen d'écarte-joues et d'une application mobile entre le patient, le praticien et l'équipe de cliniciens de la société. Cette solution de contrôle à distance est un tryptique composé d'un service de communication patient/praticien/correspondants, d'un programme d'évaluation de la situation par photographies et outils de mesure des mouvements dentaires et par la transmission de notifications au praticien sur le déroulement des événements cliniques en cours. L'algorithme joue apparemment plusieurs rôles dans les services de l'application :

- L'analyse des informations issues des séries de photographies envoyées par l'application mobile d'une part et de la mesure morphologique des dents issues du modèle numérique initial des arcades dentaires en occlusion.

⁶⁷ Foucart, Chavanne, et Bourriau, « Intelligence artificielle : le futur de l'orthodontie ? »

⁶⁸ Becquart, « La reconnaissance d'image ».

⁶⁹ Roisin, Brézulier, et Sorel, « Contrôle à distance en orthodontie : fondements et description de la solution dental monitoring™ ».

- Le calcul d'une version réactualisée du modèle 3D des arcades (précision de 0,05mm pour les dents antérieures et 0,07 mm pour les dents postérieures selon Dental Monitoring).
- L'élaboration de courbes d'activité globale et détaillées (dent par dent) des mouvements dentaires dans les 3 sens de l'espace et d'un outil de visualisation 3D des mouvements réels, le 3D matching.
- L'analyse de l'hygiène bucco-dentaire, du jeu éventuel dents-aligneurs, d'un décollement de brackets.

Face à l'ensemble des solutions évoquées ci-dessus (logiciels de set-ups, radiographiques et photographiques), comment l'intelligence artificielle pourrait-elle favoriser l'interaction des praticiens entre eux ?

Plusieurs pistes sont à évoquer :

- Pour l'orthodontiste désireux de solliciter l'aide fréquente de ses confrères, la constitution d'un dossier orthodontique numérique peut être chronophage et fastidieuse surtout dans le contexte du cabinet dentaire. Le recadrage et l'inversement des photos/radios, l'analyse cephalométrique, les superpositions éventuelles si elles étaient réalisées de manière automatique encourageraient peut-être les praticiens aux partages professionnels autour de situations cliniques.
- La fiabilité et la reproductibilité des données numériques du patient (protocole photographique contrôlé par l'IA, mesures fiables des indices dentaires par l'algorithme des modèles numériques par exemple) pourraient augmenter notre confiance dans le diagnostic à distance et favoriser par conséquent les réseaux de télé-expertise et d'échanges entre praticiens.
- L'intelligence artificielle nous apportera à l'avenir une « check-list » de l'ensemble des éléments diagnostiques et pronostiques constitutifs du dossier orthodontique, se substituant alors à l'orthodontiste dans la récolte des données. Face à la profusion de ces informations, il lui faudra apprendre à les replacer à leur juste valeur dans le contexte du patient et à ouvrir tous « les tiroirs » associés. Prenons l'exemple d'un patient adulte présentant une endognathie associée à une DDM. La réalisation d'un set-up automatique avec expansion latérale conjugué à l'imagerie 3D(via l'IA) nous montre l'impossibilité de cette thérapeutique (risque majeur de déhiscences osseuses). Il lui faudra alors envisager une thérapeutique orthopédique avec ancrages osseux ou chirurgicale. La mise en relation avec des orthodontistes et des chirurgiens permettra au praticien d'en apprendre plus sur les caractéristiques de ces thérapeutiques (retour du terrain : quel type de candidat pour cette thérapeutique, moyens diagnostiques associés, possibilité d'expansion, impacts esthétiques, risques, contraintes, appareils associés). L'introduction de nouvelles alternatives

thérapeutiques l'inciteront à se former aux nouvelles technologies (e-learning : analyse d'un CBCT pour la pose de mini-vis bi-corticales, création éventuelle d'un guide chirurgical, réalisation d'un appareillage à ancrage osseux).

Le « deep learning » via ses capacités de reconnaissance de forme pourrait identifier des caractéristiques communes à des cas cliniques pour permettre de connecter entre eux des praticiens confrontés à des situations cliniques similaires⁷⁰.

2.4 Les différentes formes de coopération possible en odf

2.4.1 La télé-expertise

Pour rappel, la télé-expertise a pour objectif de permettre à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis d'un ou plusieurs professionnels de santé aux formations ou compétences particulières sur la base d'informations médicales du patient. Son utilisation en orthodontie nécessite de bien analyser les facteurs influençant son adoption et sa mise en œuvre.

- Facteur clinique⁷¹ : un réseau numérique de télé-expertise pourrait être un outil efficace de dépistage, de tri des patients, d'augmentation d'accès aux soins et d'optimisation de la communication entre les professionnels de santé. L'orthodontiste qui dispense un diagnostic à distance identifie les patients nécessitant une prise en charge ou tout du moins un examen physique plus approfondi. Ce système de tri permet de mieux sélectionner les candidats à un potentiel traitement orthodontique, diminuant par conséquent le temps d'attente pour les patients dont la prise en charge est prioritaire. Son utilisation prend alors tout son sens dans les régions où la densité d'orthodontistes est faible et dans les services hospitaliers dont la liste d'attente est très importante. En donnant aux dentistes omni-praticiens la capacité d'avoir accès à un avis spécialisé, les plateformes de télé-expertises facilitent la sélection des patients pour l'orthodontiste, favorisent la sensibilisation du dentiste aux affections orthodontiques et améliorent la prise en charge par le dentiste généraliste lorsqu'il réalise le traitement orthodontique et que l'assistance à distance est suffisante pour assurer la bonne réalisation des soins. Au-delà des avantages du système énumérés ci-dessus, l'efficacité de la télé-expertise ainsi que le bénéfice pour l'ensemble des protagonistes reposent sur la fiabilité des données numériques transmises. Les études comparant la différence entre le diagnostic conventionnel et numérique divergent dans leurs conclusions : l'utilisation du modèle numérique au détriment du

⁷⁰ Makaremi, « Les enjeux d'une nouvelle Interface ».

⁷¹ Mandall et al., « Teledentistry for screening new patient orthodontic referrals. Part 2: gdp perception of the referral system ».

modèle en plâtre ne modifierait pas nos décisions pour certains⁷²⁷³. Pour d'autres, l'usage de photographies intra-orales, d'un scanner du visage par stéréophotogrammétrie et de modèles dentaires virtuels en 3 dimensions seraient associées à des différences significatives par rapport à un diagnostic conventionnel, toutefois apparemment sans variation majeure⁷⁴. L'augmentation de la précision des technologies et l'amélioration des interfaces praticiens/environnement numérique au cours des dernières années s'accompagnent probablement d'une amélioration de la fiabilité des documents transmis et de leurs interprétations. Néanmoins le contact physique avec le patient s'avère nécessaire dans certaines situations pour poser un diagnostic précis⁷⁵, les expériences en science cognitive montrant d'ailleurs une activité cérébrale différentielle entre la perception virtuelle et réelle⁷⁶. Par ailleurs, la télé-expertise n'a pas pour vocation de remplacer la consultation physique mais bien de venir renforcer le système de santé dans des situations où l'offre existante est insuffisante. L'enjeu pour de prochaines études sur le sujet est donc d'évaluer la pertinence de la télé-expertise (appréciation à distance du degré de difficulté des cas rencontrés, fiabilité du procédé de priorisation des patients en fonction de critères établis, impacts dans la pratique clinique de l'omnipraticien) et ses limites notamment cliniques (identifier les situations où l'interprétation à distance est aléatoire). L'efficacité d'un réseau de télé-expertise réside aussi dans la qualité et la variété des interactions entre ses membres : asynchrone via des services de messagerie en ligne et via le stockage sur l'application du dossier du patient (photographies, radios, modèles) et synchrone par l'intermédiaire de systèmes de communication audio, de visioconférences⁷⁷, et de messagerie instantanée. Son utilisation pourrait s'élargir au-delà du trinome (orthodontiste-dentiste-patient) et inclure l'ensemble des acteurs du parcours de soin : parodontologue, dentiste esthétique, chirurgien maxillo-faciale, ORL, chirurgien oral, orthophoniste, kinésithérapeute, prothésiste dentaire entre autres. La sur-spécialisation de la discipline (apport du numérique, évolution des techniques, ancrages osseux etc..) pourrait inciter aussi les orthodontistes à demander l'avis de confrères experts d'un domaine précis (set-ups pour aligneurs, appareils d'expansion à appuis osseux par exemple).

- Facteur patient : de nombreuses études rapportent que les patients acceptent généralement très bien les applications de télémédecine. Les consultations par visioconférence ne diffèrent pas beaucoup des consultations conventionnelles en termes de communication. L'usage de la télémédecine diminue le temps passé dans les transports et les coûts associés notamment dans les zones rurales où la densité

⁷² Whetten, Williamson, et Heo, « Variations in orthodontic treatment planning decisions of class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models ».

⁷³ Mayers et al., « Comparison of peer assessment rating (par) index scores of plaster and computer-based digital models ».

⁷⁴ Dunbar, Bearn, et McIntyre, « The influence of using digital diagnostic information on orthodontic treatment planning : a pilot study ».

⁷⁵ Finch et al., « Integrating service development with evaluation in telehealthcare : an ethnographic study ».

⁷⁶ Makaremi, « Les enjeux d'une nouvelle Interface ».

⁷⁷ Cook, Austen, et Stephens, « Videoconferencing : what are the benefits for dental practice ? »

des professionnels de santé est faible. Elle permet de diminuer les délais d'attente et facilite l'accès aux services locaux (optimisation du tri des patients).

- Facteur organisationnel : Le succès dans la mise en œuvre de nouvelles technologies nécessite une bonne adéquation entre la nature de la technologie, les ressources disponibles et les attentes des différents acteurs. Les objectifs de l'organisation en question doivent être corrélés aux objectifs de télémédecine. Du point de vue du gestionnaire d'une structure de santé (hôpital par exemple), une meilleure rentabilité et une plus grande efficacité de la prestation de services conditionne la bonne intégration d'un service de télémédecine.

2.4.2 Base de connaissances à la demande

Une autre approche est de développer un référentiel de connaissance centralisé sur le web à l'image des wikis. Le wiki est un site web collaboratif, au développement duquel les visiteurs peuvent participer par l'écriture de pages web et la création de liens après avoir reçu l'autorisation de l'administrateur de la plateforme en question. L'application permet l'identification des auteurs, l'archivage des versions et le suivi des modifications. A l'image d'oncologik⁷⁸, outil consacré à l'édition collaborative de référentiels de prise en charge en oncologie, « un wiki orthodontique » permettrait de gérer des groupes de travail et de mettre à disposition des participants la version du travail du référentiel avant sa publication. 2 niveaux de participants pourraient être définis : les lecteurs qui peuvent visualiser la version du travail et annoter chaque chapitre et les rédacteurs qui peuvent conjointement modifier le contenu de chaque chapitre afin d'aboutir à une nouvelle version du référentiel. Son utilisation pourrait être intéressante dans le cadre de la formation initiale et continue. Elle permettrait de soulager l'utilisateur dans la recherche et le tri des données pertinentes. Dans le cadre de la formation initiale, son utilisation viendrait renforcer l'enseignement théorique, fluidifier la pratique clinique hospitalière grâce à la mise en place de fiches d'aide à la pratique (recommandations, référentiels, arbres décisionnels, schémas explicatifs, mémos). Dans le contexte de la formation au long cours, l'utilisation d'un système d'information à la demande permet de réactualiser et de mettre à jour les connaissances.

2.4.3 Un réseau social

La création d'un réseau social comme outil de collaboration entre orthodontistes pourrait être un outil valable d'amélioration de la pratique et des compétences cliniques. La présence sur les réseaux sociaux de nombreux groupes de partage de cas en dentisterie comme « French Kiss » qui réuni plus

⁷⁸ AZZi, « Utiliser oncologik ».

d'1/3 des dentistes français ou « discutons entre spécialistes » qui intègre 40 % des spécialistes en orthodontie témoignent de l'intérêt des praticiens pour la collaboration et la communication entre professionnels. Le fil d'activité qui dévoile les publications des intervenants selon un ordre chronologique est un révélateur de l'évolution des centres d'intérêt des professionnels. A l'instar du site Kitmédical pour les médecins généralistes, l'ensemble des sujets de conversations de ces forums pourraient être répartis en 3 grandes rubriques :

- « Pratique médicale » qui contient les conduites à tenir pour des situations pratiques (adaptation du protocole de soin dans le contexte du covid-19 par exemple, recommandations de bonne pratique),
- « La vie professionnelle » qui correspond aux partages de situations cliniques, d'astuces, de bibliographies, de formulaires d'inscription ou de liens pour des webinars et à la transmission d'offres d'emploi pour les orthodontistes.
- Les différentes publications sur le forum autour des logiciels (agendas en ligne, retouche photo, superposition, signature électroniques etc...), de matériel orthodontique notamment font écho au contenu de la rubrique « équipement » que l'on retrouve sur l'application kitmédical.

Si les forums pour spécialistes sont des outils intéressants pour la communication et l'entraide entre spécialistes, ils présentent quelques lacunes. Les sujets de conversation sont nombreux mais les questions publiées ne sont pas suivies systématiquement d'une réponse du moins dans un délai utile pour les utilisateurs requérants. Pour les cas cliniques, les réponses données permettent d'orienter l'orthodontiste dans les grandes lignes mais les conversations écrites sont souvent trop succinctes, impersonnelles, éloignées du contexte. Par ailleurs, la diversité dans les techniques et les philosophies de traitement ne permettent pas facilement de créer un système d'aide suivi d'actions concrètes dans la pratique clinique. Le partage de cas cliniques sur les forums constitue finalement plus un exercice pratique d'entraînement pour les membres désireux de confronter leurs visions des choses avec les différents intervenants qu'un moyen d'aide concret. Le renforcement des réseaux entre praticiens passe peut-être par la constitution d'une base d'archives numériques de cas cliniques. Les idées véhiculées par l'image sont souvent plus évocatrices qu'un texte construit, il s'agit en quelque sorte d'un langage universel. En outre, nous accordons au visuel un pouvoir de vérité. L'accès à l'iconographie complète de cas cliniques, des succès comme des échecs, pourrait donc être un moyen de progression rapide pour les praticiens et un outil efficace d'interactions. La plateforme Orthoscience⁷⁹ créée en 2017 a pour ambition de constituer cet écosystème de connaissances. Les objectifs de la plateforme sont multiples :

⁷⁹ Orthoscience, « Orthoscience : orthodontists grow better together ».

- Créer un réseau social permettant aux orthodontistes de rechercher, examiner des cas et partager de nouvelles idées.
- Permettre un accès facile à l'information par la centralisation des moyens et du contenu d'enseignement et par la mise en place d'un moteur de recherche orthodontique.
- Proposer un nouveau modèle d'enseignement par la création d'une « salle de classe numérique » où chaque clinicien devient un enseignant potentiel par le partage d'expériences et d'informations.
- Constituer une base de données mondiale permettant de mettre en place une recherche en orthodontie à haut niveau de preuve.
- Donner accès à tous les produits orthodontiques du marché mises en avant ou non par les cas cliniques transmis et par les résultats de la recherche.

Pour Orthoscience, les possibilités données par l'imagerie 3d conjuguées au jugement clinique du praticien améliorent notre pratique et la qualité de la prise en charge.

L'application souhaite donc utiliser les données 3D acquises par l'intermédiaire du CBCT et du scanner intra-oral comme base commune pour tous les cas transmis.

2.4.4 Un réseau professionnel pluridisciplinaire

La mise en place d'un réseau numérique de professionnels de santé pourrait être pertinente pour mieux construire le parcours de soins orthodontique. Plusieurs arguments viennent appuyer ce propos : la médecine dans son ensemble connaît une sur-spécialisation de ses différentes branches et l'orthodontie n'y échappe pas. La médicalité dans notre approche se renforce (SAHOS par exemple) les moyens se diversifient et s'établissent au carrefour de différentes disciplines (ancrages osseux notamment), et les différentes spécialités se décroissent pour former un tout au service du même objectif (orthodontie pré-prothétique par exemple). Le succès d'une thérapeutique, la réduction au strict minimum de l'aléatoire passent par la maîtrise de protocoles dans lesquels la délégation de certaines tâches et l'articulation entre différents acteurs s'avèrent primordiales. La faible densité démographique des professionnels de santé dans certaines régions et le carnet d'adresses de correspondants peu fourni des jeunes spécialistes peuvent aussi entraver l'élaboration du parcours de soins du patient. Dans ce contexte, un réseau numérique de santé sous forme d'un regroupement pluridisciplinaire pourrait favoriser l'accès aux soins, la coordination, la continuité et l'interdisciplinarité. Son utilisation par les différents professionnels passe probablement par la prise en compte d'un ensemble de critères choisis par l'utilisateur en fonction des recherches sur l'application (compétences techniques précises, dépassements d'honoraires, disponibilité, proximité géographique entre autres). Bien entendu, de nombreux facteurs subjectifs de l'ordre du lien social viendront

progressivement modifier les choix de l'utilisateur au fil du temps (avis du patient, qualité de la communication médicale, milieu social, âge des confrères, confiance).

2.4.5 Le E-learning

Le E-learning est l'apprentissage électronique au moyen des technologies informatiques, de l'information et de la télécommunication. Il peut être un outil efficace pour pallier le manque d'enseignants, assurer une homogénéisation de l'enseignement et la continuité de la formation. Ce moyen alternatif d'enseignement apporte en effet de nombreux avantages :

- L'accessibilité autorise la consultation d'internet à tout moment et elle participe à l'augmentation du savoir. Elle permet une intégration plus efficace des connaissances car la sollicitation de l'information découle d'un mécanisme réflexif (« je cherche l'information au moment où la question se pose », information utilitaire, d'usage immédiat) plutôt qu'une action de mémorisation pure⁸⁰.
- La flexibilité du dispositif : contrairement à l'apprentissage traditionnel en classe, le E-learning n'est pas limité par le temps et l'espace. La possibilité de suivre des cours de manière asynchrone permet de mieux s'intégrer au rythme de l'étudiant notamment lorsqu'il rentre dans la vie active (famille, activité professionnelle). Il intervient aussi dans la consolidation du processus d'apprentissage par la répétition possible de l'enseignement (fréquence à priori illimitée des cours). Certaines études concluent d'ailleurs que l'apprentissage en ligne améliore les compétences cognitives de l'apprenant^{81,82}.
- L'interopérabilité : l'évolution des technologies permet aujourd'hui d'avoir accès à la source d'information quelle que soit la plateforme utilisée.
- L'adaptabilité : le E-learning possède la capacité de personnaliser la formation en fonction des besoins par son interactivité (discussion interactive en ligne) et ses outils multiples (supports vidéo, images en haute définition, animation 3D, schémas explicatifs, interactivité etc...). La vivacité du multimédia permet d'adapter l'outil pédagogique à l'individu dans son contenu et son accessibilité. La création de « binômes étudiant-écran » permet de faire vivre par exemple aux étudiants en médecine des situations cliniques « virtuelles »⁸³.

⁸⁰ Muller, Duperret, et Viale, « Le e-learning en médecine : État des lieux et perspectives. Exemple d'un site internet d'enseignement appliqué à l'échocardiographie en anesthésie, réanimation et urgences ».

⁸¹ Songkram, Khlaisang, et Puthaseranee, « E-learning system to enhance cognitive skills for learners in higher education ».

⁸² Irawan, Sutadji, et Widiyanti, « Blended learning based on schoology : effort of improvement learning outcome and practicum chance in vocational high school ».

⁸³ Docherty, Hoy, et Topp, « E learning techniques supporting problem based learning in clinical simulation ».

La motivation et la réussite dans l'utilisation de l'apprentissage en ligne résident dans la prise en compte de critères essentiels⁸⁴. L'attitude de l'apprenant envers les supports de communication (ordinateurs, tablettes, smartphones) ou les technologies de l'information sont des facteurs importants de satisfaction. Si au début du E-learning, la principale difficulté résidait dans la méconnaissance de l'outil (ordinateur, internet), la proximité entretenue avec le numérique depuis des années (plus de 70 % des Français possèdent un ordinateur depuis 2008 et 88 % de la population hexagonale utilise internet quotidiennement⁸⁵), son utilisation croissante, et le caractère de plus en plus intuitif des logiciels (software) ont permis de lever en partie cet obstacle. L'attitude de l'instructeur envers l'apprentissage en ligne et les technologies de l'information influence aussi la satisfaction d'utilisation de ce mode d'enseignement⁸⁶. Le E-learning doit en effet être le prolongement technologique d'un compagnonnage certes plus rapide, efficace mais qui préserve la relation enseignant-apprenti. Le « sachant » doit pouvoir acquérir de nouvelles compétences de gestion de l'apprentissage en ligne et doit pouvoir répondre rapidement aux besoins et problèmes rencontrés par les élèves.

La qualité des technologies informatives, la vitesse de transmission du réseau internet jouent aussi un rôle sur les effets d'apprentissage à distance et ces indicateurs ne font que progresser. La connexion internet haut débit en France se démocratise avec un objectif de couverture global du territoire pour 2022 au moyen de la technologie de fibre optique bout à bout. Mais plusieurs défis sont à relever au niveau technologique : la sélection d'une plateforme adaptée à la formation (type de formation, public cible et contenu), la compatibilité des outils multimédias (images, vidéos, audio) avec la plateforme et les interfaces (ordinateur, tablette, smartphone), la création et la gestion d'une base de données ainsi qu'un support technique et administratif⁸⁷.

La qualité des programmes d'apprentissage est bien entendu un facteur important de satisfaction dans l'utilisation de ces nouveaux moyens. Les communications interactives, l'utilisation fournie des outils multimédias, les caractéristiques virtuelles propres à ce type d'exercice, la gestion de nouveaux processus d'apprentissages aident les apprenants à s'ouvrir à de nouveaux modèles d'apprentissage et à activer de nouveaux mécanismes cognitifs.

Le E-learning présente aussi des risques et des inconvénients : l'autonomie mal gérée qui peut devenir une solitude notamment pour les étudiants en formation initiale, la profusion d'informations brutes dont il est difficile de discriminer les éléments perspicaces, et qui peut décourager les utilisateurs, la multiplication de plateformes d'enseignement dont il est difficile de contrôler la validité du contenu,

⁸⁴ Sun, Tsai, et Finger, « What drives a successful e-learning ? an empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction ».

⁸⁵ Baillet, Crouette, et Prieur, « Baromètre du numérique 2019 ».

⁸⁶ Piccoli, « Web-based virtual learning environments ».

⁸⁷ Netgen, « E-learning ».

ainsi que les problèmes de confidentialités et sécurité notamment depuis l'essor des applications grand public de visioconférences (« Zoom » notamment)⁸⁸.

Le développement du E-learning en médecine n'est pas si récent. Face à l'évolution très rapide du domaine, et dans une volonté d'apporter la meilleure formation initiale possible aux étudiants, l'utilisation des nouvelles technologies s'est présentée comme une évidence. Entre 2008 et 2012, l'utilisation d'appareils mobiles pour l'apprentissage a été multiplié par 5. Les nombreuses études sur le sujet de la formation médicale et dentaire nous apportent plusieurs informations intéressantes :

- Les étudiants sont satisfaits de l'apprentissage en ligne et ne regrettent pas l'ancien mode d'enseignement traditionnel.
- Le e-learning semble apporter une augmentation des connaissances théoriques.
- Il a été montré que des étudiants en médecine qui utilisaient ces plateformes vidéo de e-learning étaient plus interactifs avec les enseignants et les autres étudiants et obtenaient de meilleurs résultats en cours.
- Les étudiants en odontologie ont montré de meilleurs résultats dans l'excavation de lésions carieuses lorsque les cours traditionnels sont accompagnés de démonstrations en direct.

Mais il ne faut pas voir l'apprentissage en ligne comme un moyen de remplacement intégral de l'enseignement traditionnel. C'est ce que semble montrer certaines études, le e-learning apportant de moins bons résultats seuls que lorsqu'il est combiné à de l'enseignement traditionnel. La discussion et le partage doivent en effet rester au centre du processus d'apprentissage, et c'est ce qui ressort d'une étude sur la mise en place de cours d'orthodontie à distance, les moyens d'interaction vidéo combinant la communication visuelle et verbale arrivant en tête devant la communication audio seule et la messagerie instantanée (privilégiée par les plus timides).

En outre, il existe peu d'études sur l'effet de l'apprentissage en ligne sur les compétences pratiques, notamment lorsque la dextérité manuelle est requise. S'il est quasiment certain que l'enseignement en ligne ne peut pas à lui seul remplacer l'enseignement pratique, une étude dans le domaine de l'orthodontie comparant l'apport de la démonstration en ligne couplée à une démonstration en direct (schéma d'enseignement traditionnel) dans la confection d'appareils orthodontiques amovibles n'a montré que des effets d'amélioration mineurs et non significatifs. C'est également la conclusion d'une étude sur l'apport de la vidéo dans l'enseignement du positionnement des brackets, son auteur en déduisant que les apports de la vidéo sont mineurs dans la démonstration de mouvements pratiques. D'autres études s'avèrent cependant nécessaires du fait du peu de littérature sur le sujet.

Par ailleurs, si le e-learning n'apporte pas systématiquement une amélioration dans la compétence de l'apprenti, il en est au moins équivalent à l'enseignement théorique traditionnel lorsque les capacités

⁸⁸ Strauss, « School districts, including new york city's, start banning zoom because of online security issues ».

d'interactions entre les membres demeurent intactes. Sa flexibilité et son adaptabilité intrinsèques le désignent comme une alternative de premier choix et notamment pour la formation continue. Il existe d'ailleurs une demande importante de formation continue par les chirurgiens-dentistes guidées par des motivations nombreuses. Le souhait de compléter sa formation initiale, de se perfectionner dans un domaine, d'accroître la cohésion du cabinet dentaire et la volonté de s'adapter aux nouvelles technologies et techniques sont fréquemment citées.

Une étude sur le sujet nous montre justement que parmi les freins évoqués par le chirurgien dentiste vis-à-vis de la formation présentielle, est retrouvé notamment l'éloignement géographique (temps de trajet et d'absence avec des conséquences sur la vie familiale) et le temps non travaillé générant une perte d'exploitation du cabinet et une diminution du service rendu pour le patient. La demande en formation continue s'est considérablement développée ces dernières années. Il suffit de voir le nombre de plateformes internet dédiées à ce sujet rien que dans le domaine dentaire (Zedental, Génération implant, Unafoc, Dental Formation, Dentalespace, Learnlib, ...). La crise épidémique que nous vivons actuellement a aussi fait office de catalyseur dans cette nouvelle approche d'apprentissage. Par l'intermédiaire d'applications de visioconférences (Zoom, Streamyard, Skype, Gotowebinar), de réseaux sociaux (Instagram, Facebook live) et de plateformes spécifiques, des conférenciers du monde entier affiliés à des sociétés savantes (Angle Societies notamment), à des entreprises de matériel orthodontique ou au monde hospitalo-universitaire proposent chaque semaine des dizaines de conférences en direct ou à revoir. Mais comment expliquer cet appétit dévorant et ce besoin perpétuel pour de nouvelles connaissances ? La révolution orthodontique au niveau technique et technologique répond en grande partie à la question. Les opportunités données par les ancrages osseux, l'évolution des matériaux (métaux à mémoire de forme) et des appareils individualisés, la place de plus en plus importante de la pluridisciplinarité, l'apparition de nouvelles technologies engageant la radiologie (imagerie 3d), la photographie, les scanners, les imprimantes 3D, et toutes les applications informatiques associées (flux numérique) transforment la pratique. Finalement, le rapport de l'orthodontiste à la recherche, au savoir (enrichissement du raisonnement clinique, remise en cause de convictions fausses), au diagnostic, aux choix relatifs de traitement, à la communication avec le patient, au contrôle des résultats et à la stabilité s'en trouve bouleversé, et il s'agit pour lui d'approprier ses nouveaux concepts dans son intérêt et celui du patient.

2.5 Faisabilité et défis de la collaboration à distance pour les orthodontistes

2.5.1 Résultats du mémoire

L'attrait des utilisateurs d'une application pour celle-ci est par essence une des conditions élémentaires au succès du projet. Il faut donc évaluer l'intérêt des orthodontistes pour ces plateformes d'échanges à distances, apprécier le profil potentiel des utilisateurs et les modalités de mise en place de ces plateformes. Dans le cadre de mon mémoire de fin d'internat, j'ai donc réalisé un questionnaire de 32 questions s'adressant à un échantillon de praticiens français exerçant l'orthodontie (Cescmistes, internes en ODF, anciens internes en ODF, non spécialistes) afin d'évaluer ces différents points. L'analyse des résultats montre que :

- Une majorité d'orthodontistes (78,57 %) sollicitent leurs confrères pour obtenir de l'aide avec une fréquence relativement importante (4 fois par mois en moyenne), ce qui suggère que le besoin de collaboration est important.
- Une majorité d'orthodontistes est favorable à la mise en place de plateformes de collaborations entre orthodontistes mais l'avis diffère selon le type d'application. La télé-expertise, c'est-à-dire la possibilité de solliciter un confrère à distance pour une situation clinique donnée recueille 53,9 % de réponses favorables (correspondant aux scores 4 ou 5 de l'échelle de Likert). Le E-learning centré sur les évolutions de la profession (lecture cone beam, initiation au flux numérique, utilisation des logiciels orthodontiques 3D) obtient 70 % de réponses favorables (scores 4 ou 5 de l'échelle de likert). La mise en place d'une application numérique de mise en relation avec des spécialistes d'autres disciplines et d'identification précise de leurs compétences pour construire le parcours de soin du patient intéresse 68,42 % des participants au questionnaire.
- Concernant les modalités de mise en place d'une application de télé-expertise, plusieurs choses sont à noter :
 - La transmission des éléments semblables au dossier orthodontique traditionnel (photos exo et endo-buccales, radiographies 2d, modèles des dents, analyses céphalométriques) semble être une condition pré-requise pour visualiser à distance n'importe quelle situation clinique (96,69 % de réponses favorables pour l'anamnèse, plus de 99 % de réponses favorables pour les photos exo et endo et radiographies 2d, 87,14 % de réponses favorables pour les modèles numériques et 74,38 % de réponses favorables pour l'analyse céphalométrique). Des documents supplémentaires semblent nécessaires pour certaines situations spécifiques (90.37 % de réponses favorables pour la radiographie 3D, 75.89 % de réponses favorables pour le charting

parodontal, 60.44 % de réponses favorables pour la vidéo, 65.66 % de réponses favorables pour la catégorie « autre »).

- Le temps maximum que les participants envisagent de consacrer pour créer le cas clinique sur la plateforme est de 19 minutes en moyenne. La médiane, c'est-à-dire la valeur supérieure ou égale à 50 % des valeurs de la série de réponses de l'ensemble des participants est de 15mn. Le temps maximum acceptable permettant de satisfaire 90 % des répondants (10 % des valeurs de la série inférieure ou égale à la valeur en question) est de 5mn ce qui nécessite d'avoir un procédé d'élaboration du cas clinique suffisamment rapide, fluide et intuitif voire en partie automatisé (logiciels d'intelligence artificielle⁸⁹⁹⁰) pour le transfert des photos, des radios et des modèles, la retouche photographique (inversion, découpe des bords, recentrage), la constitution d'un texte de description (contexte clinique, anamnèse etc ...) et l'analyse céphalométrique.
 - Les participants au questionnaire acceptent en moyenne un délai maximum de 6 j entre le « post » du cas et les premières réponses. La médiane est de 5j et le quantile à 10 % est de 1 jour, la réactivité des praticiens requis doit donc être importante.
 - Concernant les différents thèmes d'aide/sollicitations à distance : on note que les participants sont plus intéressés par une aide qui concerne l'utilisation d'ancrages osseux (classement en moyenne de 2,54), la technique vestibulaire (classement en moyenne de 2,73) et les aligneurs (classement en moyenne de 2,91) ce qui reflète la pratique actuelle des orthodontistes. Les cas adultes suscitent également un intérêt important chez les orthodontistes (classement en moyenne de 1,91) probablement du fait de l'augmentation de la patientèle adulte (demande de plus en plus importante) et de la diversité des situations cliniques rencontrées chez ces mêmes patients (moins de standardisation par rapport à la population adolescente).
 - Concernant le type d'interactions envisageables entre les membres d'une application de télé-expertise, les avis sont partagés : 55,94 % de réponses sont en faveur d'un groupe de discussions privées incluant des membres choisis par le praticien requérant, 32,87 % de réponses sont en faveur d'un groupe de discussions privées incluant des praticiens requis par l'application qui se charge donc de trouver le/les praticien(s) aidant et 31,47 % de réponses sont en faveur d'un forum médical ouvert à tous les membres. On peut donc en conclure que dans le cadre de la mise en place d'une application de télé-expertise, il faut donner la liberté aux praticiens de choisir entre

⁸⁹ « ORCA Dental AI and Planmeca Oy Partner for New Technology - CephX | AI Driven Dental Services ».

⁹⁰ Deep smile technology, « OralPix ».

ces différentes formes de partages de cas cliniques (forum médical ou espace confidentiel d'échanges scientifiques).

- Une courte majorité d'orthodontistes (54 % des répondants correspondants au scores 4 et 5 de l'échelle de Likert) accepterait d'être sollicitée pour aider des confrères à distance.
- Concernant le profil des praticiens intéressés par les plateformes de collaboration on note que :
 - Les praticiens intéressés par la mise en place d'une plateforme de télé-expertise sont en moyenne plus jeunes (37 ans) que la moyenne des répondants au questionnaire (43,89 ans).
 - On note aussi une corrélation entre le type de formation et l'intérêt pour la mise en place d'une plateforme de télé-expertise : 76 % des internes semblent intéressés (pour un score de 4 ou 5 sur l'échelle de Likert) contre 50 % des cescmistes et 34,3 % des praticiens ayant bénéficiés d'une autre formation.
 - Parmi les répondants intéressés par la mise en place d'une plateforme de télé-expertise (score 4 ou 5 de l'échelle de likert à la question 18), on observe que les praticiens qui souhaitent modifier ou diversifier leur pratique sont plus représentés (moyenne de 7,46 à la question 10 parmi cette population spécifique contre 6,38 pour la totalité des répondants). Les praticiens exerçant à plusieurs sont également plus présents (32,2 % de praticiens exerçant à plusieurs parmi les répondants intéressés par la mise en place d'une plateforme de télé-expertise contre 23,46 % en moyenne pour la globalité des participants au questionnaire).

En résumé, Le concept de télé-expertise ainsi que les autres formes de collaborations à distance (formations e-learning, application de mise en relation avec des praticiens d'autres disciplines) ont été globalement bien accueillis par les praticiens ayant répondu au questionnaire. L'utilisation fréquente des canaux de communications traditionnels (sms, mails, messageries instantanées, rencontre physique) entre praticiens pour demander un avis suggère que le besoin d'aide et de réflexion à plusieurs est important. Une plateforme de télé-expertise pourrait augmenter et optimiser ces échanges par la mise en relation avec de nombreux orthodontistes. Des études précédentes⁹¹⁹² qui traitaient de la mise en place d'un système de télémédecine en orthodontie entre omni-praticiens et orthodontistes pour l'étude

⁹¹ Cook, Edwards, et Mullings, « Dentists' opinions of an online orthodontic advice service ».

⁹² Mandall et al., « Teledentistry for screening new patient orthodontic referrals. Part 2: gdp perception of the referral system ».

de cas, le conseil à distance et le transfert de nouveaux patients avaient également démontrées l'intérêt des dentistes pour un tel système. Par ailleurs, il existerait peu de différences entre un diagnostic à distance et un diagnostic conventionnel selon certaines études^{93,94} même si ce sujet fait débat⁹⁵. Concernant les autres formes de collaborations, l'étude révèle que les participants au questionnaire sont intéressés par le e-learning et la mise en place d'un réseau numérique pluridisciplinaire. Le e-learning est une alternative intéressante aux autres moyens de formations continues⁹⁶ et un complément à la formation initiale⁹⁷, les motivations sont nombreuses⁹⁸. Quant au réseau numérique pluridisciplinaire, il faciliterait l'élaboration d'un carnet d'adresses pour les jeunes orthodontistes⁹⁹ et donc la construction du parcours de soins pluridisciplinaire du patient.

2.5.2 les défis

2.5.2.1 Les défis technologiques et techniques

Une application de partage de cas cliniques nécessite plusieurs conditions pour être attractive :

- Le dossier clinique numérique doit contenir tous les éléments nécessaires à l'expertise à distance de la situation clinique donnée et ces données doivent être facilement interprétables pour les différents intervenants. Les photos cliniques notamment doivent remplir certaines conditions : centrage, cadrage, redressement, inversion pour les photos intra-arcades prises avec un miroir, détournement éventuel du visage pour la normalisation de l'arrière plan.
- Certaines contraintes techniques doivent être réduites au maximum comme le mouvement du patient, la variation d'éclairage et la variabilité de sensibilité photographique.
- Le processus de constitution du dossier clinique sur l'application doit être simple et rapide pour ne pas décourager les utilisateurs et leur permettre de réitérer l'opération sans épuiser leur motivation.

⁹³ Mayers et al., « Comparison of peer assessment rating (par) index scores of plaster and computer-based digital models ».

⁹⁴ Whetten, Williamson, et Heo, « Variations in orthodontic treatment planning decisions of class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models ».

⁹⁵ Finch et al., « Integrating service development with evaluation in telehealthcare : an ethnographic study ».

⁹⁶ Netgen, « E-learning ».

⁹⁷ Muller, Duperret, et Viale, « Le e-learning en médecine : État des lieux et perspectives. exemple d'un site internet d'enseignement appliqué à l'échocardiographie en anesthésie, réanimation et urgences ».

⁹⁸ Pietri, « L'apport du e-learning dans la formation initiale et continue en odontologie ».

⁹⁹ Sejourne et al., « Modalités de constitution du carnet d'adresses des médecins généralistes ».

- Des dossiers cliniques numériques toujours complets et de qualité constante pour une reproductibilité dans l'analyse.

Plusieurs solutions peuvent être envisagées :

- L'utilisation de processus automatisés pour le traitement des photos « brutes ». Le logiciel « Oral Pix » permet via un algorithme d'intelligence artificielle d'obtenir des photos standardisées et de qualité sans intervention manuelle. Oral pix s'appuie sur les techniques d'apprentissage profond et de vision par ordinateur pour faire apprendre à son algorithme à transformer des photos dentaires, à la manière dont le font les orthodontistes avec leur expertise clinique. Ses fonctionnalités sont nombreuses : ajout d'un fond blanc, redressement, cadrage, centrage et amélioration de la qualité de l'image.
- Le développement d'outils au sein de l'application pour guider l'utilisateur :
 1. La mise en place d'une charte explicative, de vidéos, d'animations, de schémas indiquant les conditions nécessaires à la constitution d'un dossier clinique numérique acceptable : protocole pour la prise des photos, type de photos nécessaires (exo-buccales : face, profil, sourire, ...)
 2. La réalisation d'un processus d'élaboration du dossier clinique selon une succession d'étapes prédéfinies dans l'application.
 3. Un contrôle idéalement automatisé du dossier clinique numérique pour vérifier qu'il réponde bien aux exigences de l'application.

2.5.2.2 Le coût matériel

Le coût est non négligeable pour l'élaboration de la plateforme, le transfert des données, l'hébergement et l'accès au serveur.

2.5.2.3 La mobilisation des utilisateurs requérants

La viabilité au moyen/long terme d'une application numérique de collaboration entre orthodontistes (télé-expertise, partage de cas cliniques, webinars, banque d'articles et de documents) passe par la présence d'une communauté active de praticiens aidants suffisamment nombreux et très réactifs si l'on en croit les résultats du mémoire (il faudrait un délai de 1 jour entre le post d'un cas et les premières réponses pour satisfaire 90 % des répondants). Maintenir une mobilisation efficace de ces utilisateurs aidants nécessite une rétribution afin de ne pas compter uniquement sur l'altruisme de chacun.

Plusieurs options peuvent être alors proposées :

- Une rémunération à l'acte en télé-expertise ou télé-diagnostic : L'accord conventionnel interprofessionnel en faveur de l'exercice coordonné du 28 juin 2019 prévoit d'étendre la télémédecine clinique (télé-expertise et télé-expertise) à l'ensemble des communautés professionnelles de santé dont les chirurgiens-dentistes. Le fonctionnement choisi aujourd'hui est celui d'un forfait annuel par patient de 40 euros en accord avec la sécurité sociale.
- Une rémunération par l'application des utilisateurs aidants de nature financière ou sous la forme de « crédits » à utiliser sur l'application pour avoir accès à plus de contenu.

2.5.2.4 impératifs juridiques et éthiques

Consentement éclairé : Lors de la publication de photos de cas médicaux sur une plateforme, il est obligatoire d'avoir fait signer un consentement aux patients en question. Ce consentement peut se présenter sous la forme d'un formulaire d'autorisation numérique transmis automatiquement par l'application (par adresse mail ou sur le compte de la plateforme) à l'utilisateur lorsque celui-ci veut poster un cas clinique. Il lui faut alors transférer ce consentement signé par le patient avant d'être autorisé par l'application à publier les photos du patient.

Figure 9 : Consentement éclairé envoyé par l'application medpics à l'utilisateur avant la transmission de photos sur l'application

FORMULAIRE D'AUTORISATION

Je comprends que MedPics Inc. (ci-après « le Destinataire ») a créé une application de partage de photographies appelée l'Application MedPics (ci-après « l'Application ») qui est utilisée par des professionnels de santé ou autres pour partager des images anonymisées de symptômes ou signes médicaux ou de blessures. Mon médecin ou tout autre professionnel de santé (ci-après « l'Utilisateur ») m'a demandé, ce que j'ai accepté, de l'autoriser à :

- 1 Prendre des photographies (ou sinon, capturer des images, telles que celles prises par scan ou par rayons X), d'une partie de mon corps (ci-après « les Images ») ;
- 2 Supprimer des Images tout élément identifiant qui pourrait permettre de me reconnaître ; et
- 3 Transférer les Images au Destinataire afin qu'elles soient partagées avec les autres Utilisateurs de l'App., partout dans le monde, à des fins pédagogiques et informatives dans le but de promouvoir le partage du savoir médical.

Je comprends que je peux révoquer mon autorisation à tout moment avant ou après que les Images ont été transférées à MedPics. Je comprends que MedPics n'aura qu'un contrôle limité sur les Images une fois que celles-ci auront été téléchargées sur l'application MedPics. Cette révocation ne sera effective que si je la soumets par écrit à l'Utilisateur.

Je comprends que je ne suis pas obligé(e) de signer cette autorisation et que mon refus de signer n'affectera en aucun cas ma possibilité d'être traité(e) par l'Utilisateur et de bénéficier de services ou autres qu'il pourrait m'apporter.

Je comprends que les Images sont uniquement transférées par l'Utilisateur au Destinataire après que les Images ont été intégralement anonymisées et que le Destinataire n'aura aucun moyen de faire le lien entre mon identité et les Images. En conséquence, les Images ne constituent plus des données personnelles et ne seront pas protégées en tant que telles. Je comprends que les Images anonymisées pourront, par ailleurs, faire l'objet d'une licence accordée par le Destinataire à des fins de formation des professionnels de santé, de recherche médicale et/ou scientifique, ou de publication dans la littérature médicale (ouvrage ou revue scientifique), sur support papier et/ou numérique, à destination des professionnels de santé partout dans le monde.

Je comprends que je ne percevrai aucune rémunération pour consentir à la capture ou à l'utilisation des Images.

Signature du Patient ou du représentant légal du Patient

Nom

Date

Qualité du représentant légal (curateur, tuteur, parents...)

Source : Slimani, Application Medpics, 2015.

- Anonymisation des données de santé : L'anonymisation consiste à utiliser un ensemble de techniques dans le but de rendre impossible toute identification de la personne par quelque moyen que ce soit et de manière irréversible¹⁰⁰.

Son utilisation se justifie dans le traitement de données orthodontiques pour plusieurs raisons :

- La présence d'éléments d'identification directe (prénom, nom, âge, lieu de résidence).
- L'anamnèse peut révéler des informations sur l'état de santé général du patient (âge, pathologies, habitudes de vie etc ...).
- Les photos et les radios peuvent être des moyens d'identification du patient et elles révèlent l'état de santé bucco-dentaire des individus.

Il est donc nécessaire pour cela d'identifier les informations à conserver selon leur pertinence, de supprimer les éléments d'identification directe et de définir la « finesse idéale » et acceptable pour chaque information conservée. Il s'agit donc de définir un rapport intéressant entre sécurité et partage.

L'anonymisation en orthodontie numérique passe par la suppression des éléments d'identification directe (prénom, nom, adresse) et par le floutage des photos (du visage au niveau des yeux, du nom des patients sur les radios).

Plusieurs outils pourraient être utilisés :

- Des outils de floutage photo à l'instar « d'image scrub » que l'on pourrait intégrer directement à une application de partage de cas cliniques par exemple.
- Une charte de bonne conduite pour informer les utilisateurs (pas d'indication des éléments d'identification directe, floutage etc ...)
- Un processus automatique permettant d'assurer un contrôle de la bonne anonymisation des dossiers : suppression automatique des prénom, nom, adresse, floutage automatique.
- L'utilisation d'une application de création d'avatars qui permet de modifier le jeu de données pour maintenir l'anonymat tout en restant assez proche pour ne pas perdre leur valeur mais son utilisation semble peu utile à priori pour une application orthodontique car l'essentiel de la donnée nécessaire est visuel.

¹⁰⁰ Commission nationale de l'informatique et des libertés, « L'anonymisation de données personnelles ».

2.6 Sécurité des données de santé numérique^{101 102 103}

Les données recueillies au cours d'un diagnostic, d'une prescription de médicaments, d'échanges entre un médecin et un patient, les informations captées par les objets connectés (fréquence cardiaque par exemple) sont toutes collectées et hébergées dans un système d'information de santé. Avec la numérisation grandissante du secteur, ces données sont de plus en plus nombreuses, connectées et accessibles.

2.6.1 Définitions

Ces données de santé sont définies par le règlement européen général sur la protection des données personnelles comme « des données à caractère personnel relatives à la santé physique ou mentale d'une personne physique, y compris la prestation de services de soins de santé, qui révèlent des informations sur l'état de santé de cette personne ».

Elles doivent comprendre selon la loi française « toute information concernant, par exemple, une maladie, un handicap, un risque de maladie, un dossier médical, un traitement clinique, ou l'état physiologique ou biomédical de la personne concernée, indépendamment de la source, qu'elle provienne par exemple d'un médecin ou d'un autre professionnel de la santé, d'un hôpital, d'un dispositif médical ou d'un test de diagnostic in vitro ».

Quant à l'agence numérique de santé qui accompagne la transformation numérique de notre système de santé, elle définit ces données de santé comme les « données susceptibles de révéler l'état pathologique d'une personne ».

Il existe donc 2 types de données de santé :

- Les données de santé médicale à proprement dit, c'est-à-dire les informations saisies et manipulées par les professionnels de santé (médecins, infirmiers, etc) au cours d'une analyse biologique, d'un diagnostic, d'un échange entre professionnels ou avec un patient.
- Les données dites, « de bien être » comme le rythme cardiaque ou le temps de course (sur une application de course à pied par exemple) qui peuvent être interprétées comme des signes de bonne ou mauvaise santé.

¹⁰¹ « Le point sur les données de santé ».

¹⁰² Orange, « Sécurité des données de santé ».

¹⁰³ Orange health care, « L'hébergement des données de santé ».

2.6.2 Contexte législatif^{104 105 106 107}

2.6.2.1 La donnée de santé dans la loi

Avec l'informatisation croissante, les données de santé sont de plus en plus exposées au risque de cyber-sécurité. Ces données ont une valeur très importante pour les cyber-criminels. Pour preuve, le prix d'un dossier médical sur le Dark Web (réseau internet clandestin) est d'environ 15 euros ce qui est équivalent à la valeur de l'accès à 30000 comptes d'adresses e-mails.

En 2015, 110 millions d'individus avaient été concernées par des fuites de données de santé et 27 % des données numériques volées en 2017 étaient des données de santé (soit 700 millions de données). L'enjeu est donc d'assurer une protection optimale des données stockées de tous les patients et de veiller à ce que les droits d'accès soient correctement distribués. Les réglementations ont donc évolué pour assurer la protection des patients.

Trois principaux textes régissent aujourd'hui en France la protection des données de santé :

- La loi informatique et liberté (LIL) du 6 janvier 1978 modifiée par la loi n° 2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles ;
- Le règlement européen du 27 avril 2016 sur la protection des données personnelles intégrant le RGPD applicable depuis le 25 mai 2018 ;
- Le code de la santé publique, intégrant notamment les dernières évolutions apportées par la loi de modernisation de notre système de santé du 26 janvier 2016 et la loi sur la République Numérique du 7 octobre 2016.

Ces réglementations définissent un cadre spécifique entourant le traitement des données de santé comme « toute opération ou ensemble d'opérations effectuées ou non à l'aide de procédés automatisés et appliquées à des données ou des ensembles de données à caractère personnel, telles que la collecte, l'enregistrement, l'organisation, la structuration, la conservation, l'adaptation ou la modification, l'extraction, la consultation, l'utilisation, la communication par transmission, la diffusion ou toute autre forme de mise à disposition, le rapprochement ou l'interconnexion, la limitation, l'effacement ou la destruction. » Ainsi, chaque projet utilisant les données de santé doit répondre aux exigences du dispositif prévu par le RGPD et la LIL (loi informatique et liberté). Tout responsable d'un projet manipulant les données de santé doit systématiquement déterminer les moyens et finalité du projet pour apprécier l'étendue des formalités à remplir pour être en conformité avec la réglementation. Concrètement, Il doit être en mesure de gérer les droits d'accès aux données

¹⁰⁴ Commission nationale de l'informatique et des libertés, « Rgpd ».

¹⁰⁵ Orange health care, « RGPD et HDS : quelle compatibilité ? - ».

¹⁰⁶ Orange health care, « L'hébergement des données de santé ».

¹⁰⁷ Agence numérique en santé, « Certification des hébergeurs de données de santé ».

personnelles qu'elle traite, être capable de les tracer, d'auditer, et de vérifier à posteriori qui y a eu accès. Toute entreprise doit également s'assurer du respect des droits des personnes quant à l'usage qui est fait de leurs données. En France, la CNIL accompagne les professionnels de santé dans leur mise en conformité et aide les particuliers à maîtriser leurs données personnelles et exercer leurs droits. La CNIL a d'ailleurs élaboré en partenariat avec le conseil de l'Ordre des médecins en 2018 un guide pratique pour la protection des données personnelles pour les médecins.

2.6.2.2 La licéité du traitement des données

Le traitement des données sensibles est en principe interdit.

Le champ défini par cette interdiction concerne « des données à caractère personnel, qui révèlent la prétendue origine raciale ou l'origine ethnique, les opinions politiques, les convictions religieuses ou philosophiques ou l'appartenance syndicale ou de traiter des données génétiques, des données biométriques aux fins d'identifier une personne physique de manière unique, des données concernant la santé ou des données concernant la vie sexuelle ou l'orientation sexuelle d'une personne physique.»

Cette interdiction générale connaît cependant des exceptions :

- Si la personne concernée a donné son consentement éclairé et explicite au traitement de ces données à caractère personnel ;
- Si le traitement est nécessaire à la sauvegarde des intérêts vitaux de la personne concernée ou d'une autre personne physique, dans le cas où la personne concernée se trouve dans l'incapacité physique ou juridique de donner son consentement ;
- Si le traitement porte sur des données à caractère personnel qui sont manifestement rendues publiques par la personne concernée ;
- Si le traitement est nécessaire aux fins de la médecine préventive ou de la médecine du travail, de l'appréciation de la capacité de travail du travailleur, de diagnostics médicaux, de la prise en charge sanitaire ou sociale, ou de la gestion des systèmes et des services de soins de santé ou de protection sociale ;
- Si le traitement est nécessaire pour des motifs d'intérêt public dans le domaine de la santé publique ;
- Si le traitement est nécessaire à des fins archivistiques dans l'intérêt public, à des fins de recherche scientifique ou historique ou à des fins statistiques.

En pratique, le responsable d'un projet traitant des données de santé doit donc s'assurer que le projet dans sa finalité ou ses moyens intègre bien une des exceptions ci-dessus.

2.6.2.3 Responsabilisation des protagonistes du projet

Avec le RGPD, la notion de « formalités préalables » (déclarations, autorisations) prévue jusqu'alors par la loi informatique et libertés a disparu au profit d'une logique de « conformité », dont les acteurs sont responsables sous le contrôle et avec l'accompagnement du régulateur national, la CNIL.

Les responsables de traitement doivent, à ce titre, être en mesure de démontrer, à tout moment, leur conformité aux exigences du RGPD et de la LIL en traçant toutes les démarches entreprises.

La conséquence de la responsabilisation des acteurs est la suppression des obligations de déclaration dès lors que les traitements ne constituent pas un risque pour la vie privée des personnes.

S'agissant particulièrement des traitements de données de santé qui relèvent des exceptions prévues à l'article 8 de la LIL (art. 9 du RGPD), aucune formalité auprès de la CNIL n'est désormais requise. Il convient toutefois d'inscrire ces traitements dans un registre spécifique et, le cas échéant, de réaliser une étude d'impact (en cas de traitement à grande échelle de données sensibles par exemple, cf. infra).

2.6.2.4 Hébergement des données de santé

Avant mai 2018, date faisant référence à l'application du règlement général sur la protection des données (RGPD), la notion de données de santé n'était pas clairement définie. Les définitions de « données de santé » et de « traitement de données » ont alors été précisées, faisant notamment entrer les données de santé dans un cadre de données sensibles et obligeant les hébergeurs de données de santé sur support numérique à être certifiés.

L'hébergeur de données de santé est alors défini par le code de la santé publique (article L1111-8) comme « toute personne qui héberge des données de santé à caractère personnel recueillies à l'occasion d'activités de prévention, de diagnostic, de soins ou de suivi social et médico-social, pour le compte de personnes physiques ou morales à l'origine de la production ou du recueil desdites données ou pour le compte du patient lui-même. »

Le RGPD a apporté des évolutions majeures en ce qui concerne l'hébergement des données de santé :

- Alors que l'article 1111-8 du code de la santé publique obligeait seulement « les établissements de santé » et « les professionnels de santé » à recourir à un hébergeur agréé, la loi en question élargit cette obligation à « toute personne morale ou physique qui traite ou collecte des données à caractère personnel » c'est-à-dire à tous les acteurs susceptibles de traiter des données de santé et d'en externaliser le stockage.
- La loi s'applique à une plus grande catégorie de données en incluant les données recueillies à l'occasion « d'un suivi social ou médico-social » ce qui permet de protéger les informations traitées par les maisons de retraite (EHPAD), les services de santé au travail et les fédérations sportives.

- Le référentiel de certification est désormais commun à tous (passage d'un système où chaque hébergeur avait sa recette à un ensemble de règles communes et à un cadre bien défini) et se base sur des standards internationaux.
- La procédure d'agrément a été revue en profondeur afin de palier aux problèmes des lois antérieures qui mettaient en place des procédures trop longues et trop lourdes (intervention d'acteurs et d'instances trop nombreuses, délais de traitement de 6 à 8 mois incompatible avec le business plan des industriels, procédures trop onéreuses pour l'état, manque de lisibilité des démarches et des procédures pour la constitution des dossiers des candidats). La procédure de certification communément appelé procédure HDS demande à l'hébergeur de choisir un organisme certificateur lui-même accrédité par le comité français d'accréditation (COFRAC). L'organisme procède à un audit en deux étapes pour évaluer la conformité de l'hébergeur aux exigences du référentiel de certification.

Une partie d'audit documentaire du système d'information qui détermine la conformité documentaire du système par rapport aux exigences du référentiel de certification.

Une seconde partie sur site qui évalue la conformité du système dans les conditions réelles. L'hébergeur dispose de trois mois après la fin de l'audit sur site pour corriger les éventuelles non-conformités et faire auditer ses corrections. Passé ce délai et sans action de l'hébergeur, toute la procédure d'audit sur site sera de nouveau réalisée. Lorsqu'aucune non-conformité n'est constatée, un certificat est délivré pour une durée de trois ans ([celui d'A2COM](#) court jusqu'en 2022), mais un audit de surveillance est réalisé chaque année.

Figure 10 : La procédure de certification HDS



Source : Certification des hébergeurs de données de santé, Agence du numérique en santé, 2017.

Cette procédure de certification HDS est donc un outil de conformité au RGPD pour un responsable de traitement de données ou un hébergeur sous -traitant de données de santé.

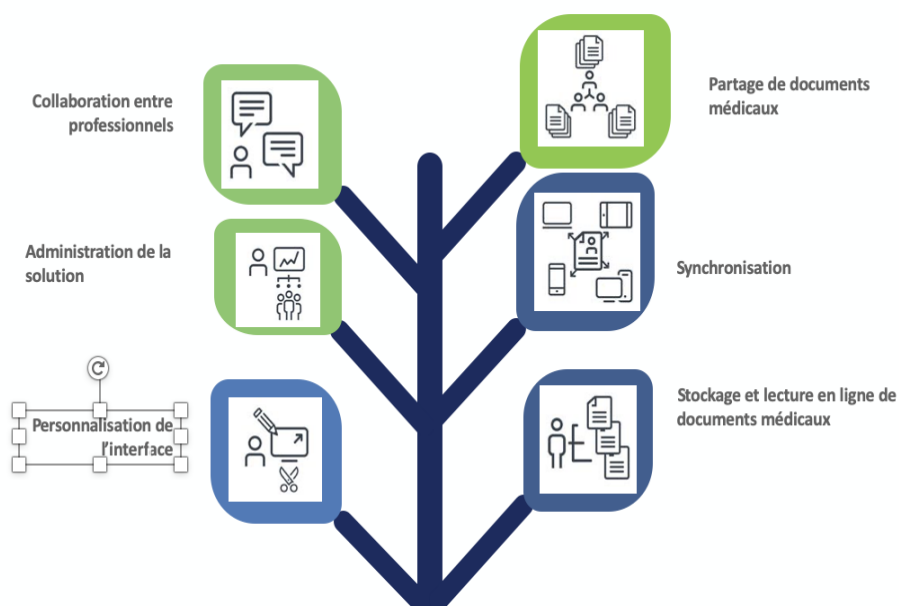
2.6.2.5 Exemple de solution en ligne de partage de fichiers médicaux certifiées HDS

- Wedrop santé : il s'agit d'une application de partage de documents médicaux et de collaboration en ligne notamment entre professionnels de santé dans un environnement répondant aux normes HDS.

Ses fonctionnalités sont nombreuses :

- Stockage et lecture en ligne de documents médicaux conformément à la réglementation HDS
- Synchronisation sur l'ensemble des interfaces numériques (application mobile, site internet, accès via un smartphone, une tablette ou un ordinateur)
- Création d'un espace en ligne de partage de documents médicaux
- Collaboration en ligne entre professionnels de santé : l'application permet de consulter un fil d'actualité et de commenter des fichiers.
- Possibilité de personnaliser l'interface utilisateur
- Gestion des droits des utilisateurs : possibilité d'inviter et de donner des droits d'accès à des confrères et des patients et d'en gérer les droits d'accès.

Figure 11 : Le projet de l'application wedrop santé



Source : Wedrop santé, 2020.

- Dentiio : crée et développé par un chirurgien-dentiste et des étudiant en informatique et marketing digital, l'application Dentiio se définit comme un réseau social d'échanges et de partage de connaissances entre professionnels de la santé bucco-dentaire dont les objectifs sont de développer les échanges et avis entre confrères pour améliorer la prise en charge des patients, apporter plus de sérénité aux jeunes praticiens dans leurs prises de décisions et mettre en avant des praticiens expérimentés pour apporter de l'aide aux étudiants et aux jeunes dentistes.

L'application repose sur 3 principes :

- La mise à disposition d'une banque de cas cliniques (transmis par des confrères inscrits sur l'application) afin de découvrir des pathologies peu courantes, des traitements alternatifs ou des protocoles thérapeutiques.
- La possibilité pour chaque membre de publier des cas cliniques complets (anamnèse, pathologie rencontrée, traitement).
- La mise en place d'un espace de discussion en ligne pour solliciter l'aide de confrères et partager des avis médicaux.

Conclusion

Avec l'incorporation grandissante de la technologie, la pratique orthodontique se transforme dans tous ses aspects et notamment dans son versant éducatif. Les plateformes numériques d'échanges permettront à l'orthodontiste d'avoir accès à un ensemble de services numériques qui l'aideront à améliorer sa pratique (e-learning, partage de cas cliniques et de documents instructifs), à mieux couvrir le besoin de soins orthodontiques sur le territoire (télé-expertise, télé-consultation) et à optimiser le parcours de soins du patient (réseau professionnel numérique inter-disciplinaire, réseau social pour professionnels). La centralisation de tous les services digitaux sur une même plateforme, l'utilisations d'outils et de processus automatisés (traitement des photos notamment) permettront de soulager le praticien pour mieux l'aider à se focaliser sur l'essentiel : la pratique orthodontique et la prise en charge des patients. Les orthodontistes semblent d'ailleurs approuver globalement la mise en place de plateformes de collaborations et d'échanges comme le montre l'étude effectuée pour mon mémoire de fin d'internat d'ODF. Le développement d'une plateforme de télé-expertise et de partage de cas cliniques soulève cependant des questions importantes qui concernent le dossier clinique numérique (fiabilité, reproductibilité, rapidité de l'élaboration, sécurité et anonymat du patient) et les utilisateurs (sélection sur des critères fiables du praticien aidant, réactivité, nombre suffisant d'utilisateurs aidants, moyens de rémunération). Des études supplémentaires comparant le diagnostic conventionnel et à distance doivent être réalisées à l'avenir, car il n'existe pas de consensus à l'heure actuelle. Des projets de télé-expertise auprès de dentistes généralistes pourraient être mis en place dans les régions sous dotées en orthodontistes afin d'étudier les bénéfices probables de ces initiatives (augmentation de l'accès au soins, diminution des délais d'attentes, sensibilisation du dentiste omni-praticien, tri des patients, renforcement de la pluridisciplinarité).

Bibliographie

- A2Zi. « Utiliser oncologik ». Oncologik, 2017. <http://oncologik.fr/>.
- Agence nationale d'appui à la performance des établissements de santé et médico-sociaux. « Qui sommes-nous ? » ANAP, 2016. <https://www.anap.fr/l-anap/qui-sommes-nous/>.
- Agence numérique en santé. « Certification des hébergeurs de données de santé ». <https://esante.gouv.fr/labels-certifications/hds/certification-des-hebergeurs-de-donnees-de-sante>.
- Agence régionale de santé Provence Alpes Cote d'Azur. « Programme régional de télémédecine », 2016. https://ies-sud.fr/wp-content/uploads/2017/05/2012-01-30_ARS_DG_prs_programme_telemedecine_arspaca.pdf.
- Aiintense. « Neurocovid », 2020. <https://neurocovid.fr/>.
- Alhaija, E.-S.-J.-A. « Orthodontic treatment need and demand in 12-14-year-old north Jordanian school children ». *The european journal of orthodontics* 26, n° 3 (2004): 261-63. <https://doi.org/10.1093/ejo/26.3.261>.
- Amarenco, P. « Télé-avc ». *La lettre du neurologue* 3, n° 10 (2004): 354-56.
- Baillet, J., P. Croutte, et V. Prieur. « Baromètre du numérique 2019 », 2019. <https://www.credoc.fr/publications/barometre-du-numerique-2019>.
- Bashshur, R.-L., G.-W. Shannon, et B.-R. Smith. « The empirical foundations of telemedicine interventions for chronic disease management ». *Telemedicine Journal and e-Health* 20, n° 9 (2014): 769-800. <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.9981>.
- Becquart, A.-L. « La reconnaissance d'image : Google et Stanford avancent main dans la main ». la revanche des sites, 2017. <https://www.la-revanche-des-sites.fr/blog/la-reconnaissance-dimage-google-et-stanford-avancent-main-dans-la-main/>.
- Caisse nationale de l'assurance maladie. « Téléexpertise ». Ameli, 2019. <https://www.ameli.fr/medecin/exercice-liberal/telemedecine/teleexpertise>.
- Charpy, C. « Les comptes de la sécurité sociale ». Ministère des solidarités et de la santé, 2017. <https://solidarites-sante.gouv.fr/actualites/presse/communiqués-de-presse/article/les-comptes-de-la-securite-sociale-en-2017-s-amelioreront-de-2-7-milliards-d>.
- Commission nationale de l'informatique et des libertés. « L'anonymisation de données personnelles ». cnil, 2021. <https://www.cnil.fr/fr/lanonymisation-de-donnees-personnelles>.
- . « Rgpd ». cnil, 2021. <https://www.cnil.fr/fr/sante>.
- Cook, J., G. Austen, et C. Stephens. « Videoconferencing : what are the benefits for dental practice ? » *British dental journal* 188, n° 2 (2000): 67-70. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4800391>.

- Cook, J., J. Edwards, et C. Mullings. « Dentists' opinions of an online orthodontic advice service ». *Journal of telemedicine and telecare* 7, n° 6 (2001): 334-37.
<https://doi.org/10.1258/1357633011936967>.
- Dagorne, J.-B., et A. Assier. « Intelligence artificielle et diagnostic en odf », 2019.
<http://www.mediateca.tv/video/nantes-dimanche-jean-baptiste-dagorne---alexandre-assier.html>.
- Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 Relatif à la Télémédecine, 2010-1229 § (2010).
<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022932449/>.
- Deep smile technology. « OralPix ». <https://www.oralpix.com/about>.
- Direction générale de l'offre de soins. « La télémédecine ». Ministère des solidarités et de la santé, 2019.
<https://solidarites-sante.gouv.fr/soins-et-maladies/prises-en-charge-specialisees/telemedecine/article/la-telemedecine>.
- Docherty, C., D. Hoy, et H. Topp. « E learning techniques supporting problem based learning in clinical simulation ». *International journal of medical informatics*, 2004, 74, n° 7 (2005): 527-33.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2005.03.009>.
- Dunbar, A.-C., D. Bearn, et G. McIntyre. « The influence of using digital diagnostic information on orthodontic treatment planning : a pilot study ». *Journal of healthcare engineering* 5, n° 4 (2014): 411-27. <https://doi.org/10.1260/2040-2295.5.4.411>.
- Fédération française d'orthodontie. « Pertinence et indications des actes d'orthodontie », 2017.
<http://www.orthodontie-ffo.org/sites/default/files/inline-files/Reco%20pertinence.pdf>.
- Felizardo, R., A. Thomas, et J.-M. Foucart. « Techniques radiographiques utiles en orthodontie ». *L'orthodontie française* 83, n° 1 (2012): 11-22. <https://doi.org/10.1051/orthodfr/201203>.
- Finch, T., C. May, F. Mair, M. Mort, et L. Gask. « Integrating service development with evaluation in telehealthcare : an ethnographic study ». *BMJ* 327, n° 7425 (2003): 1205-9.
<https://doi.org/10.1136/bmj.327.7425.1205>.
- Fontenelle, N. « La tranquille démographie professionnelle des odf ». *L'orthodontiste*, n° 1 (2016).
<https://www.information-dentaire.fr/actualites/la-tranquille-demographie-professionnelle-des-odf/>.
- Foucart, J.-M., A. Chavanne, et J. Bourriau. « Intelligence artificielle : le futur de l'orthodontie ? » *Revue d'orthopédie dento-faciale* 53, n° 3 (2019): 281-94. <https://doi.org/10.1051/odf/2019026>.
- France telecom. « Opération Lindbergh ». Paris, 2001.
https://www.ircad.fr/wp-content/uploads/2014/06/lindbergh_presse_en.pdf.
- Girardbuttaz, I., et F. Mounier-Vehier. « Télé-avc : simple ou compliqué ». *Revue des urgences*, 2012, 85-89.

- Haute autorité de santé. « Indications de l'orthopédie dento-faciale et dento-maxillo-faciale chez l'enfant et l'adolescent ». Haute autorité de santé, 2002. https://www.has-sante.fr/jcms/c_272208/fr/indications-de-l-orthopedie-dento-faciale-et-dento-maxillo-faciale-chez-l-enfant-et-l-adolescent.
- Haziza, J. « Intelligence artificielle dans le domaine médical : bilan et perspectives ». Thèse d'exercice, Université Paris Descartes faculté de pharmacie, 2018.
- Irawan, V.-T., E. Sutadji, et Widiyanti. « Blended learning based on schoology : effort of improvement learning outcome and practicum chance in vocational high school ». *Cogent education* 4, n° 1 (2017): 1282031. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1282031>.
- Josefsson, E., K. Bjerklin, et R. Lindsten. « Malocclusion frequency in swedish and immigrant adolescents - influence of origin on orthodontic treatment need ». *European journal of orthodontics* 29, n° 1 (2007): 79-87. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjl054>.
- Kitmédical. « Le kit numérique des médecins généralistes ». <https://kitmedical.fr>.
- Knoops, P.-G.-M., A. Borghi, R.-W.-F. Breakey, et J. Ong. « Three-dimensional soft tissue prediction in orthognathic surgery: a clinical comparison of dolphin, proplan cmf, and probabilistic finite element modelling ». *International journal of oral and maxillofacial Surgery* 48, n° 4 (2019): 511-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.10.008>.
- Laurore, K. « Malocclusions et mastication : revue bibliographique ». Thèse d'exercice, Nice Sophia-Antipolis, 2013. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00941112/document>.
- « Le point sur les données de santé ». Consulté le 27 novembre 2020. <https://www.sham.fr/blog/nouveaux-risques/la-donnee-de-sante>.
- Lecllet, H. « L'imagerie médicale dans dix ans : quels enjeux ? » MACSF.fr, 2018. <https://www.macsfr.fr/Responsabilite-professionnelle/Actes-de-soins-et-technique-medicale/imagerie-medicale-dans-dix-ans>.
- Lecocq, G. « La prise d'empreintes numériques : principes et intérêts en orthodontie ». *International orthodontics* 14, n° 2 (2016): 184-94. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2016.03.004>.
- Loi n° 2009-879 du 21 juillet 2009 portant réforme de l'hôpital et relative aux patients, à la santé et aux territoires - Article 78, 2009-879 § (2009). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000020879475/>.
- Loureiro, P.-C. « Télésanté, télémédecine en pharmacie et télépharmacie: les nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de la santé ». Thèse d'exercice, Université de Bordeaux, 2016.
- Luce, S. « Le diagnostic en orthopédie dento-faciale à l'épreuve de la télémédecine ». Thèse d'exercice, Université de Marseille, faculté d'odontologie, 2017. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01557050/document>.

- Mahendran, M. « An evaluation of the role of a store-and-forward teledermatology system in skin cancer diagnosis and management ». *Clinical and experimental dermatology* 30, n° 3 (2005): 2009-14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2005.01735.x>.
- Makaremi, M. « Apport des sciences cognitives à l'optimisation de l'interface entre le praticien et les nouvelles technologies en orthodontie ». *Revue d'orthopédie dento-faciale* 50, n° 3 (2016): 335-43. <https://doi.org/10.1051/odf/2016017>.
- . « Les enjeux d'une nouvelle Interface ». *Revue d'orthopédie dento-faciale* 52, n° 4 (2018): 319-24. <https://doi.org/10.1051/odf/2018026>.
- Mandall, N. A., U. Qureshi, U. Quereshi, et L. Harvey. « Teledentistry for screening new patient orthodontic referrals. Part 2 : gdp perception of the referral system ». *British dental journal* 199, n° 11 (2005): 727-29. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4812969>.
- Marçon, J.-L. « La photographie en orthopédie dento-faciale quelques règles essentielles ». *L'orthodontie* 3, n° 1 (2014): 30-34.
- Martin, P., H. Lehericey, et B. Lemoine. « La télémédecine en action : construire un projet de télémédecine ». *Revue ANAP*, 2016. https://www.occitanie.ars.sante.fr/system/files/2017-06/3_tlm_anap_guide_construire_projet_telemedecine_2016.pdf.
- Mayers, M., A R. Firestone, R. Rashid, et K.W. L. Vig. « Comparison of peer assessment rating (par) index scores of plaster and computer-based digital models ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 128, n° 4 (2005): 431-34. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2004.04.035>.
- Morichon, E., E. Mauget, et G. Herengt. « La télémédecine en action : prise en charge de l'AVC - support d'aide au déploiement régional ». *Anap*, 2014. <http://ressources.anap.fr/numerique/publication/1702>.
- Muller, M., S. Duperret, et J.-P. Viale. « Le e-learning en médecine : État des lieux et perspectives. exemple d'un site internet d'enseignement appliqué à l'échocardiographie en anesthésie, réanimation et urgences ». *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation* 27, n° 10 (2008): 832-39. <https://doi.org/10.1016/j.annfar.2008.07.096>.
- Netgen. « E-learning : un complément efficace et nécessaire à la formation postgraduée ». *Revue médicale suisse*, 2016. <https://www.revmed.ch/RMS/2016/RMS-N-540/E-learning-un-complement-efficace-et-necessaire-a-la-formation-postgraduee>.
- Nouvelle loi informatique et liberté, 2019-536 §. <https://www.cnil.fr/fr/entree-en-vigueur-de-la-nouvelle-loi-informatique-et-libertes-et-de-son-nouveau-decret-dapplication>.
- Onlineredaktion, Quintessenz Verlags-GmbH, Neue Medien. « Kieferorthopädie ». Quintessenz Verlags-GmbH, Neue Medien, Onlineredaktion. Consulté le 1 mai 2020. <https://kfo.quintessenz.de/index.php?doc=abstract&abstractID=40623>.

Orange. « Sécurité des données de santé ». <https://healthcare.orange.com/>,
<https://healthcare.orange.com/fr/dossiers/securite-des-donnees-de-sante/>.

Orange health care. « L'hébergement des données de santé ».
<https://healthcare.orange.com/fr/dossiers/lhebergement-des-donnees-de-sante/>.

— — —. « RGPD et HDS : quelle compatibilité ? - ». Orange healthcare, 2018.
<https://healthcare.orange.com/fr/actualites/rgpd-et-hds-quelle-compatibilite/>.

« ORCA dental ai and planmeca oy partner for new technology - CephX AI Driven Dental Services ».
 Consulté le 10 juillet 2020. <https://cephx.com/orca-dental-ai-planmeca-oy-partner-new-technology/>.

Ordre national des chirurgiens dentistes. « Cartographie publique ONCD », 2020. <http://www.ordre-chirurgiens-dentistes.fr/cartographie/>.

Orthoscience. « Orthoscience : orthodontists grow better together ».
<https://www.orthoscience.com/mission>.

Orthotech. « Orthotech3D : e-learning et orthodontie numérique 3D ». Orthotech3D.
<https://www.orthotech3d.com>.

Petit, A. « Il était une fois la télémédecine ». *Responsabilité : revue de formation sur le risque médical* 18, n° 69 (2018): 33-35.

Piccoli, G. « Web-based virtual learning environments ». *MIS quarterly* 5, n° 4 (2001): 401-26.

Pietri, J. « L'apport du e-learning dans la formation initiale et continue en odontologie ». Thèse d'exercice, Université de Nice-Sophia Antipolis, faculté d'odontologie, 2017.
<http://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01628520>.

Planmeca. *Webinar : utilisation majeure du Cone Beam en orthodontie numérique 3D*, 2020.
<https://vimeo.com/410958968/7ec4146083>.

Prévo, A. « L'agence française de la santé numérique ». Consulté le 21 janvier 2020.
<https://esante.gouv.fr/asip-sante/qui-sommes-nous>.

Promé, G. « e-santé, m-santé, quantified self, télémédecine ⇒ les définitions ». *Qualitiso* (blog), 2015.
<https://www.qualitiso.com/esante-quantified-self-msante-telemedecine-definition/>.

Quarré, L., J.-M. Faudi, et O. Etienne. « Le projet esthétique 3D : la voie du futur ». *Réalités cliniques* 30, n° 3 (2019): 227-35.

Remillieux, M. « La télémédecine : une application de choix pour la dermatologie ». Elsevier Connect, 2017. <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/dermatologie/la-telemedecine-une-application-de-choix-pour-la-dermatologie>.

Renaud-Salis, J.-L. « Sadm : état des lieux », 2010.
https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-01/etude_sadm_etat_des_lieux_1.pdf.

- Roisin, L.-C., D. Brézulier, et O. Sorel. « Contrôle à distance en orthodontie : fondements et description de la solution dental monitoring™ ». *Revue d'orthopédie dento-faciale* 50, n° 3 (2016): 303-13. <https://doi.org/10.1051/odf/2016021>.
- Sejourne, E., F. Pare, P. Moulevrier, M. Tanguy, et S. Fanello. « Modalités de constitution du carnet d'adresses des médecins généralistes ». *Pratiques et organisation des soins* 41, n° 4 (2010): 331. <https://doi.org/10.3917/pos.414.0331>.
- Simon, P. *télémedecine, enjeux et pratiques*. Brignais : Le coudrier, 2016.
- Simon, P., et J. Lucas. « La télémedecine ce n'est pas du e-commerce », 2013. http://www.automesure.com/library/pdf/telemedecine_e-commerce_2013.pdf.
- Slimani, S. « Partage de cas cliniques ». MedPics, 2014. <https://www.medpics.fr/>.
- Société française de radiologie. « Formation en imagerie médicale », 2020. <https://elearning.radiologie.fr/>.
- . « Nos formations en e-learning Centre de Formation en imagerie médicale ». <https://www.c-fim.fr/se-former/e-learning>.
- Société française de santé digitale. « Mot du président de la société française de télémedecine », 2019. <https://www.sf-telemed.org/qui-sommes-nous.html>.
- Songkram, N., J. Khlaisang, et B. Puthaseranee. « E-learning system to enhance cognitive skills for learners in higher education ». *Procedia : social and behavioral sciences* 174 (2015): 667-73. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.599>.
- Souames, M., F. Bassigny, N. Zenati, P.-J. Riordan, et M.-L. Boy-Lefevre. « Orthodontic treatment need in french schoolchildren : an epidemiological study using the Index of orthodontic treatment need ». *European journal of orthodontics* 28, n° 6 (2006): 605-9. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjl045>.
- Strauss, V., et foreign. « School districts, including new york city's, start banning zoom because of online security issues ». Washington post, 2020. <https://www.washingtonpost.com/education/2020/04/04/school-districts-including-new-york-citys-start-banning-zoom-because-online-security-issues/>.
- Sun, P.-C., R.-C. Tsai, et G. Finger. « What drives a successful e-learning ? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction ». *Computers & education* 50, n° 4 (2008): 1183-1202. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>.
- Terrasse, J.-M. « Contribution à l'utilisation de la photographie en orthodontie ». Thèse d'exercice, Université Henri Poincaré Nancy, faculté d'odontologie, 2010. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01739181/document>.
- Traineau, P. « L'histoire du Catel, Centre de ressources et d'expertise en e-santé ». Catel, 2021. <https://catel-esante.fr/catel/>.

Truchot, B. *Omnidoc plateforme digitale de téléexpertise*, 2019.

<https://www.youtube.com/watch?v=MeN4MgzAhDA>.

Union régionale des professionnels de santé. « Téléexpertise en dermatologie ». *URPS Médecin libéraux Hauts de France* (blog), 2016. <http://www.urpsml-hdf.fr/teledermatologie/>.

Whetten, J.-L., P.-C. Williamson, et G. Heo. « Variations in orthodontic treatment planning decisions of class II patients between virtual 3-dimensional models and traditional plaster study models ». *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 130, n° 4 (2006): 485-91. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.02.022>.

Wong, J.-Y., A.-T. Hunt, et G.-F. Rogers. « Validity and reliability of craniofacial anthropometric measurement of 3d digital photogrammetric images ». *The cleft palate-craniofacial journal* 45, n° 3 (2008): 232-39. <https://doi.org/10.1597/06-175>.

Zarate, J. « Avènement et évolution de la radiologie en odontologie de la fin du XIX siècle jusqu'à aujourd'hui ». Thèse d'exercice, Université de Lorraine, faculté d'odontologie, 2015. http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_TD_2015_ZARATE_JULIEN.pdf.

Table des figures

Figure 1 : Les 3 champs de la télémédecine.....	4
Figure 2 : Les services de santé numérique.....	6
Figure 3 : Couverture du magazine Radio news illustrant les débuts de la Télémédecine.....	8
Figure 4 : Le plan stratégique régional de santé	11
Figure 5 : Stratégie du numérique du projet "Ma santé 2022"	14
Figure 6 : le concept de "télé-AVC"	16
Figure 7 : Le projet E-dent	17
Figure 8 : 3 applications de communications inter-professionnelles.....	22
Figure 9 : Consentement éclairé envoyé par l'application medpics à l'utilisateur avant la transmission de photos sur l'application.....	48
Figure 10 : La procédure de certification HDS.....	54
Figure 11 : Le projet de l'application wedrop santé.....	55

Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de l'UFR d'Odontologie

Professeur Agnès KAMOUN

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président d'Université de Paris

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN

La télé-expertise appliquée à l'orthodontie : enjeux et possibilités

Sacha Job. La télé-expertise appliquée à l'orthodontie : enjeux et possibilités. 2021. 65 p. : ill. Réf. bibliographiques p. 58-64.

Sous la direction de Mme le Docteur Agnès Kamoun

Université de Paris
UFR d'Odontologie - Montrouge
1, rue Maurice Arnoux - 92120 Montrouge