

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD**  
**FACULTE DE MEDECINE**  
**DR. B. BENZERDJEB - TLEMCEM**



جامعة أبو بكر بلقايد  
كلية الطب  
د.ب.بن زرجب - تلمسان

**DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE**

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR**  
**L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN MEDECINE DENTAIRE**

**Thème :**

**L'ORTHODONTIE A L'ERE DU NUMERIQUE : IMPLEMENTATION**  
**DU LOGICIEL ORTHOLEAD POUR L'OPTIMISATION DE L'ACTIVITE**  
**DU SERVICE D'ODF DU CHU DE TLEMCEM**

**Réalisé et présenté par :**

**BENHAMOUDA Amira Chaimae**

**BERBER Rim**

**EMBOUAZZA Mériem**

**Soutenu publiquement le 18 Juin 2018**

**Jury**

Dr H.TALEB	Maître assistante en Parodontologie	<b>Présidente</b>
Dr H.BOUCHNAK	Maître assistante en Odontologie Conservatrice	<b>Examinatrice</b>
Dr A.KADROUSSI	Maître assistant en de Parodontologie	<b>Examineur</b>
Dr M.ALI HASSOUN	Spécialiste en Orthopédie dento-faciale	<b>Examineur</b>
Dr N.CHARIF	Maître assistante en Orthopédie dento-faciale	<b>Encadreur</b>
Dr S.BENSADOK	Maître assistante en Orthopédie dento-faciale	<b>Co- Encadreur</b>

**Année universitaire 2017-2018**

# *Remerciements*

A NOTRE PRESIDENTE DE JURY

Madame le Docteur **H.TALEB**

Docteur en médecine dentaire  
Maitre-assistante en Parodontologie  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEN  
Praticien Hospitalier, Chef de service  
de Parodontologie CHU - TLEMCEN

*Vous nous faites l'honneur et le plaisir de présider notre jury de mémoire et nous vous en sommes sincèrement reconnaissantes.*

*Nous vous remercions pour vos qualités pédagogiques et humaines que nous avons pu apprécier durant toutes nos années d'études.*

*Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre profond respect et de notre plus grande gratitude.*

A NOTRE JUGE

Monsieur le Docteur **M.ALI  
HASSOUN**

Docteur en médecine dentaire  
Spécialiste en Orthopédie dento-faciale  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEM  
Praticien Hospitalier CHU -  
TLEMCEM

*Nous apprécions l'honneur que vous nous faites en acceptant d'être juge de ce travail.  
Pour votre discours toujours positifs et encourageant, pour votre bonne humeur, pour  
vos enseignements divers et de qualité durant nos stages hospitaliers.  
Nous voulons exprimer ici toute notre amitié et notre plus grand respect.  
Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre sincère estime.*

A NOTRE JUGE

Monsieur le Docteur **A.KDROUSSI**  
Docteur en médecine dentaire  
Maitre-assistant en Parodontologie  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEN  
Praticien Hospitalier CHU -  
TLEMCEN

*Nous avons été touchées par la confiance que vous avez bien voulu témoigner en acceptant de siéger parmi le jury de ce mémoire.  
Pour la qualité de votre enseignement et les connaissances que vous nous avez apportées.*

*Qu'il nous soit permis de vous témoigner l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.*

A NOTRE JUGE

Madame le Docteur **H.BOUCHENAK**  
Docteur en Médecine Dentaire  
Maitre assistante en odontologie  
conservatrice  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEN  
Praticien Hospitalier CHU -  
TLEMCEN

*Nous avons bénéficié, durant nos études, de votre enseignement, soyez-en remercié.  
Vous avez gentiment accepté de participer à ce jury de mémoire, veuillez trouver ici  
l'expression de notre respectueuse gratitude.*

A NOTRE ENCADREUR

Madame le Docteur N.CHARIF  
Docteur en Médecine Dentaire  
Maitre assistante en orthopédie dento-  
faciale  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEN  
Praticien Hospitalier, Chef de service  
d'orthopédie dento-faciale CHU -  
TLEMCEN

*Soyez assurée Madame, de notre reconnaissance pour vos conseils, votre patience et votre investissement dans ce travail.*

*Nous nous souviendrons de votre volonté de transmettre vos connaissances, dans l'humilité et la sagesse.*

*Nous vous prions de trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre plus grande estime.*

A NOTRE CO- ENCADREUR

Madame le Docteur S.BENSADOK  
Docteur en Médecine Dentaire  
Maitre Assistante en orthopédie dento-  
faciale  
Département de Médecine Dentaire -  
TLEMCEN  
Praticien Hospitalier CHU -  
TLEMCEN

*Ce mémoire n'aurait pas été possible sans votre intervention.*

*Nous avons bénéficié de votre vif encadrement et nous vous en remercions chaleureusement.*

*Les conseils que vous nous avez prodigués, l'intérêt et le soutien que vous nous avez témoignés ont été déterminants dans la réalisation de notre travail de recherche.*

*Vous êtes et resterez notre mentor, votre confiance et patience à notre égard ont constitué un apport considérable sans lequel, ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.*

*Veillez trouver dans ce travail un hommage vivant à votre haute personnalité.*

*A Monsieur SAID MEDJAHED Mohamed*

*Nous vous adressons nos plus sincères remerciements, pour votre inspiration, l'aide et le temps que vous avez bien voulu nous consacrer, sans vous ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.*

*Vous avez eu l'amabilité de répondre positivement à nos requêtes, toujours à l'écoute, vous avez su anticiper nos contraintes et nous orienter vers plus de clarté.  
Soyez certain de notre profonde gratitude.*

# *Dédicaces*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseigné, et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

*A nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, nous ont permis de surmonter tous les obstacles.*

*Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.*

***Rim BERBER, Amira BENHAMOUDA***

*Avant tout, Merci à Dieu de m'avoir donné le courage et la patience d'aller jusqu'au bout de ce projet.*

*Je dédie ce travail ...*

*A ceux que j'aime le plus au monde, mes très chers parents, leurs sacrifices et leurs encouragements durant ma vie ont fait de moi ce que je suis, je ne saurais les remercier suffisamment de m'avoir donné le meilleur et d'avoir veillé à mon éducation.*

*A mes chers frères Sidi Mohamed et Mouad, A mes chères sœurs Chaimae et Raihanna qui ont toujours été à mes côtés.*

*A la personne qui m'as beaucoup apporté, dans la réalisation de ce mémoire, la lumière de ma vie et la source de ma joie, mon Mari « Sid Ahmed », pour tes conseils, ton encouragement et ton soutien moral et matériel.*

*A mes chers « beaux-parents », je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous. Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*A ma chère grand-mère,*

*A ma cousine et meilleure amie « khadoudja », merci ma chère sœur d'être toujours à mes côtés et de me soutenir dans mes progrès.*

*A mes chères collègues « Amira » et « Rim », j'ai l'honneur et la joie d'avoir accompli ce travail avec vous, j'ai passé des moments que je n'oublierais jamais je vous dédie ce travail et je vous souhaite beaucoup de réussite, merci.*

**Mériem EMBOUAZZA**

## Sommaire

### INTRODUCTION

### REVUE DE LA LITTERATURE

#### I. RAPPELS ET GENERALITES

1- Historique.....	5
2- Informatique.....	11
2-1 Origine .....	11
2-2 Définition .....	12
2-3 Généralités.....	12

#### II. L'INFORMATISATION DU CABINET D'ORTHODONTIE

1 Avantages .....	17
1-1 Le gain de temps .....	17
1-2 La simplification des tâches administratives et comptables .....	17
1-3 La fiabilité .....	18
1-4 Archivage .....	18
1-5 La communication .....	18
1-5-1 Communication avec autres praticiens et prothésistes .....	18
1-5-2 Communication avec le patient .....	19
1-6 La formation continue .....	22
1-6-1 La formation online .....	23
1-6-2 La formation offline.....	23
1-7 La pharmacovigilance et la signalisation du risque médical .....	23
1-8 La gestion des correspondants .....	24
1-9 lisibilité.....	24
2 - Inconvénients .....	24
2-1 L'adaptation à l'outil informatique .....	24
2-2 L'ergonomie et l'hygiène de la salle de soins .....	25
2-2-1 L'ergonomie .....	25
2-2-2 La contamination.....	25
2-2-2-1 La contamination directe.....	25
2-2-2-2 La contamination indirecte.....	26
2-3 Le respect du secret professionnel et de la confidentialité .....	26
2-4 Les pannes et les bugs.....	27
2-5 Les contraintes financières .....	28

2-6 Le patient numérique et coexistence avec le papier .....	28
3 Applications de l'informatique au cabinet orthodontique .....	29
3-1 Application administrative .....	29
3-1-1 Dossier du patient informatisé .....	29
3-1-2 Prescriptions devis et courriers .....	30
3-1-3 Les rendez-vous .....	31
3-1-4 Télétransmission .....	31
3-1-4-1 Définition .....	31
3-1-4-2 Carte CHIFA .....	32
3-2 Application comptables .....	33
3-3 Application clinique .....	34
3-3-1 La photographie numérique .....	34
3-3-2 La radiologie numérique .....	35
3-3-3 Recalage tridimensionnel .....	36
3-3-3-1 La tomographie volumique à faisceau conique ou cone beam (CBCT) .....	37
3-3-3-2 Stéréophotogrammétrie .....	39
3-3-3-3 Medical Computerized Tomography (MDCT) .....	39
3-3-3-4 Scanner optique de surface ou scanner laser 3D .....	40
3-3-3-5 L'imagerie par Résonance Magnétique .....	41
3-3-4 Analyses céphalométriques 2D, 3D .....	41
3-3-5 Modèles numérisés .....	43
3-3-6 Set-up et prévisions .....	45
3-3-7 Analyse occlusale informatisée .....	46
3-3-8 Conception et fabrication assistée par ordinateur .....	46
3-3-9 Impression 3D .....	48
3-3-10 Les aligneurs .....	50
3-3-11 Intelligence artificielle .....	51
 <b>III. A L'ERE DES DONNEES TRANSMISES</b>	
1- Santé connectée .....	54
1-1 Les systèmes d'information de santé .....	54
1-2 Télésanté .....	54
1-3 La télémédecine .....	56
2 L'e-santé en Algérie .....	57
2-1 Réseau Télémédecine Algérie RT-DZ .....	59

2-2	Projet SIHATIC .....	60
2-3	Le dossier électronique médical (DEM) à l'EHU d'Oran .....	61
2-4	La vaccination numérisée .....	61
3	La carte d'identité odontologique : l'odontogramme numérique .....	62
	L'odontogramme alphanumérique .....	63
<b>IV. ANALYSE CLASSIQUE DU DOSSIER ORTHODONTIQUE</b>		
1	Examen clinique .....	65
1-1	L'interrogatoire ou la phase d'information .....	65
1-2	L'examen exobuccal du patient.....	65
1-3	L'examen endobuccal .....	66
1-4	L'examen fonctionnel .....	66
2-	Documents incontournables .....	68
2-1	Téléradiographie de profil .....	68
2-2	Photographies .....	72
2-2-1	Les prises de vues exobuccales .....	72
2-2-1-1	Photographie de face.....	72
2-2-2-2	Photographie de profil .....	72
2-2-2-3	Le visage de ¾.....	73
2-2-2	Les prises de vues endobuccales.....	75
2-2-2-1	De face .....	75
2-2-2-2	Clichés latéraux.....	75
2-2-2-3	Clichés occlusaux.....	76
2-3	Moulages en plâtre.....	77
2-4	Orthopantomogramme .....	81
3	Documents complémentaires.....	84
3-1	Téléradiographie de face en norma frontalis .....	84
3-2	Téléradiographie basale en norma axialis .....	84
3-3	Incidences rétro-alvéolaires.....	84
3-4	Clichés rétro-coronaires.....	84
3-5	Clichés occlusaux .....	85
3-6	Radiographie de la main et du poignet.....	85
3-7	Le scanner à rayons X .....	86
3-8	Orthophonie.....	86
3-9	Oto-rhino-laryngologie .....	86

<b>Objectif principal</b> .....	88
<b>MATERIELS ET METHODES</b>	
1-Type de l'étude .....	91
2-Population d'étude .....	91
3-Procédure et mise en œuvre .....	91
3-1 Première partie .....	91
3-1-1 Partie analyse céphalométrique .....	92
3-1-2 Partie des moulages .....	98
3-1-3 Partie des radiographies (panoramique dentaire et mordu occlusal) .....	100
3-1-4 Partie des photographies .....	102
3-2 Deuxième partie.....	106
3-2-1 Numérisation des moulages.....	106
3-2-2 Numérisation des radiographies .....	107
3-2-3 Numérisation des photographies.....	107
<b>Résultats</b> .....	107
1- Présentation d'ORTHOLEAD .....	107
1-1 Module patient .....	110
1-1-1 Anamnèse .....	111
1-1-2 Examen exobuccal.....	112
1-1-3 Examen endobuccal.....	113
1-1-4 Examen parodontal .....	115
1-1-5 Examen complémentaire.....	118
1-1-6 Diagnostic .....	121
1-1-7 Traitement .....	122
1-2 Module calendrier .....	123
1-3 Module médicaments.....	125
1-4 Module documents .....	126
2- Test d'ORTHOLEAD .....	127
<b>Discussion</b> .....	130
<b>Limites et perspectives</b> .....	133
<b>Conclusion</b> .....	134
<b>Références bibliographiques</b> .....	132

## Liste des abréviations

<b>2D</b>	2Dimensions
<b>3D</b>	3 Dimensions
<b>ADF</b>	Association Dentaire Française
<b>ANDS</b>	Agence Nationale de Documentation de la Santé
<b>ANPT</b>	Agence Nationale des Parcs Technologiques
<b>ARPAnet</b>	Advanced Research Projects Agency Network
<b>Art</b>	Article
<b>ATM</b>	Articulation Temporo-Mandibulaire
<b>BAS</b>	Bending Art System
<b>CAIDENT</b>	Code Alpha numérique d'Identification Dentaire
<b>CAO</b>	Conception Assistée par Ordinateur
<b>CBCT</b>	Tomographie volumique numérisée à faisceau conique ou Cone Beam
<b>CFAO</b>	Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur
<b>CHU</b>	Centre hospitalo-universitaire
<b>CNAS</b>	Caisse Nationale des Assurances Sociales
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>CSERD</b>	Centre de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires
<b>CT</b>	Tomodensitométrie
<b>CTSS</b>	Compatible Time-Sharing System
<b>DEM</b>	Dossier Electronique Medical
<b>DSD</b>	Digital Smile Design
<b>ENIAC</b>	Electronic Numerical Integrator And Computer
<b>EPH</b>	Etablissements publics hospitaliers
<b>FAO</b>	Fabrication Assistée par Ordinateur
<b>HAS</b>	Haute Autorité de Santé
<b>IRM</b>	Imagerie par Résonance Magnétique
<b>MDCT</b>	Medical Computerized Tomography
<b>MPTIC</b>	Ministère de la Poste des télécommunications des technologies et du numérique
<b>ODF</b>	Orthopédie Dento-Faciale
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>ORL</b>	Oto-Rhino-Laryngologie
<b>PDCA</b>	Plan, Do, Check, Act
<b>RAS</b>	Rien A Signaler
<b>RT-DZ</b>	Réseau Télémedecine Algérie
<b>SATeS</b>	Société Algérienne de Télémedecine et de e-Santé
<b>SIA</b>	Société d'Informatique Appliquée
<b>TIC</b>	Technologies de l'Information et de la Communication

## Liste des figures

Figure 1 : Modèle d'essai d'une partie de la machine analytique, exposée au Science Museum de Londres.....	5
Figure 2 : ENIAC.....	6
Figure 3: PDP-8(7).....	6
Figure 4: Micral mc1c à 2 disquettes. collection FEB photo Jean Bellec .....	7
Figure 5 : Capteur CCD .....	8
Figure 6 : Capteur matriciel T-Scan.....	9
Figure 7 : Aligneur invisalign.....	9
Figure 8 : Système WAND .....	10
Figure 9: Equipe ayant réalisée l'implantation d'une mandibule complète imprimée en 3D lors d'une conférence, le 02/02/2012.....	10
Figure 10 : Concept DIGITAL SMILE DESIGN.....	11
Figure 11 : Schéma fonctionnel d'un ordinateur .....	13
Figure 12 : Schéma fonctionnel d'un ordinateur .....	14
Figure 13 : logiciel Kapanu Augmented Reality Engine racheté par Ivoclar Vivadent en 2017 permet une prévisualisation du résultat sur tablette.....	20
Figure 14 : l'écran plafonnier AVISIO de la société Zenium permet au patient de suivre les soins en temps réel.....	20
Figure 15 : luminaires plafonniers imitant des ciels par Simar Design.....	21
Figure 16 : Application Dentalpad pour renseigner et conseiller les patients .....	21
Figure 17: l'application DDS GP au service de la communication praticien-patient .....	22
Figure 18 : Clavier en verre.....	26
Figure 19 : carte CHIFAA à puce.....	33
Figure 20 : Visualisation d'une canine incluse par cone beam.....	36
Figure 21: Reconstruction 3D analyse des relations entre 25 incluse, 26 résorbée et 24. ....	37
Figure 22: Analyse des lésions parodontales pré-orthodontiques. Reconstructions panoramique curviligne et perpendiculaires obliques centrées sur 13 et 14. ....	38
Figure 23 : visualisation d'une canine incluse à l'aide de l'imagerie Cône beam .....	39
Figure 24 : Système de scannage direct CEREC de Sirona.....	40
Figure 25 : Empreinte optique prise avec la CS3600. En haut : le modèle couleur, en bas : le modèle basculé en monochrome s'apparente à un modèle en plâtre et traduit la lisibilité de l'empreinte. ....	41
Figure 26 : Les 14 points de repère de l'analyse céphalométrique 3D de Treil .....	42
Figure 27 : Charpente maxilo-faciale.....	43
Figure 28 : Mesures directes (over jet et over bite) .....	44
Figure 29 : Données brutes de numérisation d'empreintes .....	44
Figure 30: Set-up numérique .....	45
Figure 31 : Utilisation du système T-Scan .....	46
Figure 32: La chaîne numérique de la CFAO, de gauche à droite : le système de prise d'empreinte optique, le logiciel de conception et la machine outil.....	47

Figure 33 : Technique linguale .....	48
Figure 34 : Gouttière orthodontique imprimée en 3D.....	49
Figure 35 : Stellite imprimé en 3D .....	49
Figure 36 : Maquette d'un châssis de stellite en résine calcinable imprimée en 3D .....	50
Figure 37 : L'imprimante Novogen MMX, capable de bio imprimer des cellules et tissus humains. ....	50
Figure 38 : Crochet sur gouttière d'alignement invisalign .....	51
Figure 39 : Odontogramme papier.....	62
Figure 40: Odontogramme numérique .....	62
Figure 41 : Exemples d'odontogrammes alphanumériques (rouge) ou numériques (bleu).....	63
Figure 42 : photo de face de la patiente D.I.....	66
Figure 43 La téléradiographie de profil .....	70
Figure 44 : Le tracé céphalométrique.....	70
Figure 45 : Etude photographique de face : la symétrie faciale et l'égalité des étages. ....	73
Figure 46 : Etude photographique de profil .....	74
Figure 47 : Photographie 3/4 .....	75
Figure 48 : Photographie endobuccal de face.....	76
Figure 49 : Photos endobuccal latéraux et occlusaux .....	77
Figure 50 : Photos des moulages .....	78
Figure 51 : Radiographie panoramique.....	82
Figure 52 : Photo de moulage avec réglette .....	106
Figure 53 : Diagramme D1 de corrélation entre le calcul de la DDM par la méthode manuelle et la méthode numérique en utilisant « ORTHOLEAD ». ....	128
Figure 54 : Diagramme D2 de corrélation entre le calcul de ANB par la méthode manuelle et la méthode numérique en utilisant « ORTHOLEAD».....	129
Figure 55: Roue de DEMING .....	130
Figure 56: Téléradiographie de profil de la patiente BELARBI.F.....	133

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Analyse céphalométrique. ....	71
Tableau 2 : Tableau des anomalies de position maxillaire et mandibulaire .....	79
Tableau 3 : Etude des moulages .....	80
Tableau 4 : Tableau d'occlusion statique .....	81
Tableau 5 :Interprétation de la radiographie panoramique.....	83

## Introduction

En quelques années, le numérique s'est imposé dans la pratique de la médecine buccodentaire. C'est une révolution « tranquille », progressive, mais incontournable. Les chirurgiens-dentistes en quête d'innovation pour améliorer leurs compétences sont parmi les premiers professionnels de santé à avoir testé les technologies numériques dans leur pratique quotidienne. En effet, il n'est pas un moment de notre vie où le numérique ne soit pas impliqué.

Son impact porte en lui cette formidable révolution que nous vivons au quotidien et qui n'est pas prête de prendre fin.

Selon Dr Eric Gérard, Président du comité scientifique de l'Association Dentaire Française « ADF » 2015:

« Aujourd'hui nos confrères ne doivent plus se demander s'ils doivent opter pour le numérique. La seule question à se poser est quand ! » (1).

Les techniques numériques ont commencé à investir nos cabinets et le mouvement s'amplifie et nous oblige tous à faire évoluer nos pratiques, Pour le plus grand bien de l'équipe dentaire dans son ensemble... et celui des patients !». Les taches du chirurgien-dentiste sont étendues ; ses activités vont des fonctions diagnostiques, thérapeutiques et des d'évaluation a des fonctions de prévention et d'éducation sans oublier des fonctions médico-légales. il a également des fonctions de conception et de fabrication de dispositifs médicaux sur mesure. il est gestionnaire de son entreprise et interfère aussi avec les organismes de sécurité sociale.. L'informatisation du cabinet dentaire a pour objectif d'améliorer les pratiques comme l'efficacité du praticien dans toutes ses fonctions.

Le recours à des logiciels informatiques parfaitement adaptés est synonyme de gain de temps, de plus grand confort et de nouvelles possibilités de gestion.

Le praticien combine dès à présent imagerie, numérisation, conception et fabrication assistées par ordinateur (CFAO), impression 3D... Ces nouveaux outils, d'utilisation assez facile, permettent un dépistage plus précoce des maladies bucco-dentaires, un diagnostic plus sûr en amont d'une intervention et un traitement plus précis et efficace. aperçu de l'apport du numérique dans un cabinet d'orthodontie, Cette révolution nous amène à nous poser la question suivante :

Quel serait l'impact de l'informatique dans l'optimisation de l'activité du service d'orthopédie dento-faciale(ODF) du centre hospitalo-universitaire(CHU) de Tlemcen? travail a pour but d'éclaircir cette interrogation. Pour cela, nous commencerons par quelques rappels historiques marquant l'évolution numérique notamment en odontologie, nous tenterons d'énumérer tous les aspects positifs et négatifs engendrés par l'informatisation du cabinet dentaire, suite à quoi, nous détaillerons les différentes applications de l'outil informatique odontologique.

Dans un deuxième temps, nous axerons notre propos sur la transmission ainsi que le partage de données médicales (dentaires) numérisées, pour comprendre l'impact de ces nouvelles technologies sur le patient, le praticien et la société.

Dans une troisième partie, et dans l'optique d'améliorer la qualité de l'activité du service d'ODF du CHU de Tlemcen, par le biais de l'informatique, nous étudierons d'abord les étapes clés indispensables à l'élaboration du diagnostic orthodontique dans une démarche classique, nous tenterons par la suite de numériser cette démarche par la conception et l'implémentation du logiciel ORTHOLEAD, outil informatique de gestion et d'aide au diagnostic.

Enfin, nous comparerons les résultats obtenus quant à la corrélation entre la démarche numérique et non numérique, nous citerons notamment les perspectives et limites.

# **Revue de la littérature**

# CHAPITRE I

---

## Rappels et généralités

L'informatique fait aujourd'hui partie de notre quotidien. Pourtant il a fallu plus de deux mille ans de découvertes, d'ingéniosité, de pratique, de savants, ... à travers toutes les civilisations du monde pour arriver aux ordinateurs d'aujourd'hui.

Le passage du boulier chinois en Antiquité, au macintosh d'Apple du 21<sup>e</sup> siècle , ne pouvait se faire sans les prestigieux travaux d'Al-Khawarizmi, grand philosophe et scientifique musulman du moyen âge, père des algorithmes, qui sont la base du fonctionnement de tous les ordinateurs modernes(2).

Les ordinateurs sont rapidement devenus accessibles, faciles d'utilisation et à la portée du plus grand nombre.

Evoluant constamment et de manière fulgurante, il était normal que l'évolution et la révolution informatique suive jusqu'au sein du cabinet dentaire.

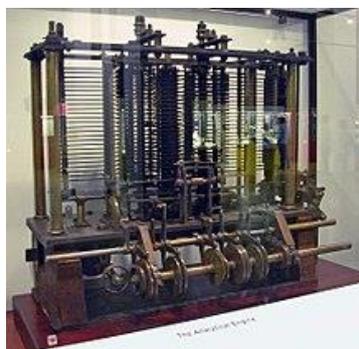
Dans ce premier chapitre nous allons faire l'inventaire de quelques dates les plus marquantes dans l'histoire de l'informatique et plus particulièrement, l'informatique appliquée au domaine médical

et dentaire, par la suite nous verrons quelques définitions élémentaires essentielles à ce travail.

## 1- Historique

1822 : CHARLES BABBAGE, premier informaticien de l'histoire, invente la machine différentielle, qui est la première machine de l'histoire des hommes à incorporer avec succès une règle mathématique(3).

1834 : La conception des plans de la machine analytique(4), qui est une machine conçue pour effectuer n'importe quelle séquence d'opération arithmétique, par CHARLES BABBAGE(3).



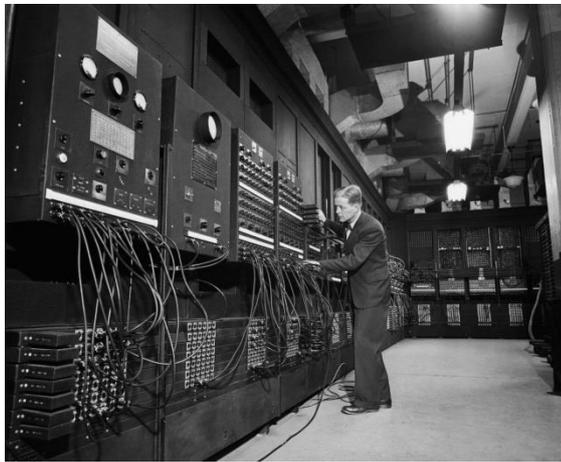
Source: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Charles\\_Babbage](https://fr.wikipedia.org/wiki/Charles_Babbage)

**Figure 1 : Modèle d'essai d'une partie de la machine analytique, exposée au Science Museum de Londres.**

1842-1843 : ADA Lovelace collaboratrice de CHARLES BABBAGE écrit le premier programme informatique et de façon formelle les premières instructions pour effectuer des calculs à partir des travaux de CHARLES BABBAGE sur la machine analytique. Son nom est donné à un langage de programmation ADA(5).

1937 : Alan Mathison Turing, mathématicien et cryptologue britannique, invente le premier ordinateur universel programmable « machine de Turing », qui prendra plus tard le nom de « ordinateur », et aussi les concepts de programmation et de programme(6).

1946 : Construction de l'ENIAC à l'université de PENNSYLVANIE, premier ordinateur entièrement électrique, il fait 30Tonnes et occupe 160 m<sup>2</sup> (7).



source: <https://superretro.com/eniac>

**Figure 2 : ENIAC**

1965 : Le premier mini-ordinateur diffusé massivement PDP-8(8).



Source: <https://www.raspberrypi.org/blog/pidp-8i-remaking-the-pdp-8i/>

**Figure 3: PDP-8**

1965 : A une époque où Internet n'existait pas encore, l'un des premiers systèmes ayant autorisé l'échange de messages entre utilisateurs sur des réseaux privés fut le Compatible Time-Sharing System (CTSS) (9).

1<sup>er</sup> octobre 1971 : le premier scanner crânien est réalisé dans un hôpital de LONDRES(10).

1971 : DR.François DURET et al ont pu commencer leurs travaux pour permettre la naissance de la Conception Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO) afin de révolutionner les pratiques de la dentisterie restauratrice(11).

1971 : Raymond Samuel Tomlinson ingénieur américain, travaillant chez Bolt Beranek and Newman Technologies s'envoya à lui-même le premier email de l'Histoire après la création du réseau ARPAnet, acronyme de Advanced Research Projects Agency Network, premier réseau à transfert de paquets développé aux États-Unis(12).

1973 : Dr François Duret a inventé le concept du système d'empreinte optique (13)

1973 : Le premier micro ordinateur du monde inventé par François Gernelle MICRAL(8).



Source : [http://www.feb-patrimoine.com/projet/micral/micral\\_pc.htm](http://www.feb-patrimoine.com/projet/micral/micral_pc.htm)

**Figure 4: Micral mc1c à 2 disquettes. collection FEB photo Jean Bellec**

1976 : L'informatique apparaît au grand public, proposant les premiers ordinateurs personnels comme l'Apple I, l'Apple II en 1978, l'IBM PC en 1981, le Commodore 64 en 1982. Ces ordinateurs sont des précurseurs qui vont bouleverser le marché des technologies de l'information et de la communication « TIC » (8).

1980 : Le scientifique VINTON Cerf propose un plan d'inter connexion (international network connexion) il s'agit du point de départ du réseau internet tel que nous le connaissons actuellement(8).

1980 : MORMANN et al ont développé le système Cerec, système de CFAO directe qui intègre tous les outils nécessaires à la conception de prothèses dentaires fixées (14).

1981 : Apparition des premiers logiciels à visé médicale et de gestion comme Medigest ou encore 123Santé(15).

1982 : L'Association Dentaire Française propose le logiciel DENTILOG, logiciel destiné à la gestion des cabinets dentaires, qui fut commercialisé par la suite (16).

1982 : Dr.Francis Mouyen introduit la numérisation de l'image dans le monde dentaire par l'invention du capteur solide CCD (17).



Source : Thèse la révolution numérique  
**Figure 5 : Capteur CCD**

1983 : Arpanet se détache du reste du réseau et devient internet<sup>1</sup>(8).

1983 : Développement et utilisation du premier robot médecin « arthrobot » (18).

1985 : Dr Alain Ferru a développé le logiciel d'exploitation du CEREC(14).

1987 : Développement du T-Scan®, le premier capteur matriciel spécifiquement conçu pour l'analyse occlusale.

Le T-Scan® est un système d'analyse occlusale numérique composé de capteurs brevetés, d'une pièce à main ergonomique et d'un logiciel propriétaire qui révèle la chronologie et l'intensité de la force sur chacune des dents ainsi que la stabilité occlusale du patient (19).

---

<sup>1</sup> Internet : réseau informatique mondial accessible au public.



Source : <https://www.lafondorthodontie.com/balancement-docclusion-t-scan-iii/>

**Figure 6 : Capteur matriciel T-Scan**

1990 : apparition du Cone beam NewTom QRDVT 9000, dernier développement de l'imagerie sectionnelle dédiée à l'odontostomatologie, très économe en irradiation (17).

1997 : Introduction de la technique Invisalign, technique orthodontique permettant de déplacer les dents grâce à une série de gouttières amovibles en polycarbonate transparentes quasi invisibles et réalisées sur mesure(20), aux Etat-Unis, qui se présente comme une alternative esthétique aux multi-attaches (21).



Source : <http://www.aveniortho.fr/appareils-orthodontiques/gouttieres-ou-aligneurs-transparents-Invisalign.html>

**Figure 7 : Aligneur invisalign.**

2008 : Arrivée du smartphone avec l'Iphone (15).

2011 : Introduction du Wand® : petite pièce à main qui ressemble à un stylo, contrôlée par un système informatique permettant au dentiste d'insensibiliser même la dent la plus difficile pratiquement sans douleur(22).



Source : <http://tedfrenchdds.com/dental-hygiene-arlington-tx/painless-anesthetic-options/>

**Figure 8 : Système WAND**

2012 : Un groupe de chercheurs de l'université de Hasselt ont pu poser avec succès une prothèse mandibulaire imprimée en 3d sur une femme souffrant d'ostéomyélite (23).



Source : [www.uhasselt.be](http://www.uhasselt.be)

**Figure 9: Equipe ayant réalisée l'implantation d'une mandibule complète imprimée en 3D lors d'une conférence, le 02/02/2012**

2013 : Création du Concept DIGITAL SMILE DESIGN (DSD) par le brésilien Christian Coachman.

Le DSD Connect permet de transférer toutes les informations du projet esthétique virtuel 2D, réalisé avec Keynote ou PowerPoint, dans un logiciel de CFAO compatible. Ainsi les lignes de référence, les nouveaux contours dentaires, mais aussi les photographies du patient, sont associés à une arcade modélisée à partir d'empreintes optiques dans un logiciel de CFAO. Et cela dans tous les plans de l'espace, dans

lesquels les tracés auront été réalisés. Ainsi l'analyse esthétique et le projet prothétique virtuel, sont totalement pris en compte dans la réalisation des éléments prothétiques(24).



Source : <http://www.santer.com.br/single-post/planejamento-digital-do-sorriso>

**Figure 10 : Concept DIGITAL SMILE DESIGN**

2017 : en Chine, un robot-dentiste a réussi la première pose d'implants dentaires sans aucune intervention humaine(25).

## 2- Informatique

### 2-1 Origine

On doit l'origine du mot « informatique » à Philippe DREYFUS, ancien directeur du Centre National de Calcul Électronique de Bull dans les années 50, qui, en 1962, a utilisé pour la première fois ce terme dans la désignation de son entreprise « Société d'Informatique Appliquée » (SIA). Dans la mesure où Philippe DREYFUS s'est abstenu (sciemment ?) de déposer le terme « informatique » en tant que marque, l'Académie Française a adopté ce terme en 1967 afin de désigner la « science du traitement de l'information », ou plus exactement la « Science du traitement rationnel, notamment par des machines automatiques, de l'information considérée comme le support des connaissances humaines et des communications dans les domaines techniques, économiques et sociaux »(26).

Cependant on pense que l'origine du mot informatique remonterait à l'année 1957, où l'ingénieur allemand Karl Steinbuch aurait couramment employé le terme « informatik » lors de ses conférences sur l'informatique et ce avant même la création du premier département d'informatique allemand(27).

## 2-2 Définition

Selon le LAROUSSE:

Informatique : nom féminin (de information et automatique)

- Science du traitement automatique et rationnel de l'information considérée comme le support des connaissances et des communications.
- Ensemble des applications de cette science, mettant en œuvre des matériels (ordinateurs) et des logiciels (28).

L'informatique est donc un mot-valise qui agglomère « information » et « automatique », pour désigner le traitement automatique de l'information :

- Automatique : Selon le LAROUSSE : adjectif (de automate),

Qui fonctionne par des moyens mécaniques sans intervention humaine. Se dit d'un geste qui s'exécute sans la participation de la volonté ; machinal(28).

- Information : Selon le petit ROBERT : (nom féminin),

élément ou système pouvant être transmis par un signal ou une combinaison de signaux (29).

Selon le Dictionnaire Informatique MORVAN : est un objet à la base de la communication des connaissances (30).

Selon le dictionnaire informatique GUINGUAY-LAURET : est la signification que l'on attribue à une expression conventionnelle ou donner de tel sorte qu'elle constitue pour l'observateur un élément de connaissance(31).

## 2-3 Généralités

Introduite dès le début des années 1970 dans les services orthodontiques des universités pour la Recherche, puis plus tard pour le diagnostic, l'informatique n'a que tardivement pénétré dans les cabinets, par le biais du principal outil de l'informatique qui est l'ordinateur(32).

Selon le LAROUSSE :

Du Latin "ordinator" celui qui met en ordre

L'ordinateur est une machine automatique du traitement de l'information obéissant à des programmes formés par des suites d'opérations arithmétiques et logiques (28).

L'Ordinateur est la principale machine dédiée au transport et au traitement de l'information, il comporte des organes d'entrée et de sortie qui permettent à l'utilisateur de placer ses informations dans la mémoire et de les y relire lorsque la machine les a manipulées.

Dans un ordinateur toute information est codée sous forme binaire, constituant des données élémentaires appelées bits (binary digit).

Un bit est donc l'unité élémentaire d'information (0 ou 1), regroupés en paquet de huit (8, 16, 32, 64, .....), les bits constituent un octet. L'unité d'information constituée par cet octet est généralement utilisée pour coder un caractère.

Se sont ces bits, concrétisés eux même par des signaux électriques, qui sont transférés, mémorisés, composés logiquement dans les circuits de traitement des ordinateurs.(33)

Sous sa forme la plus schématique, un ordinateur se compose de trois parties ou unités.

- 1) Une unité d'entrée (=input device)
- 2) Une unité centrale (CPU = Central Processing Unit)
- 3) Une unité de sortie (=output device)

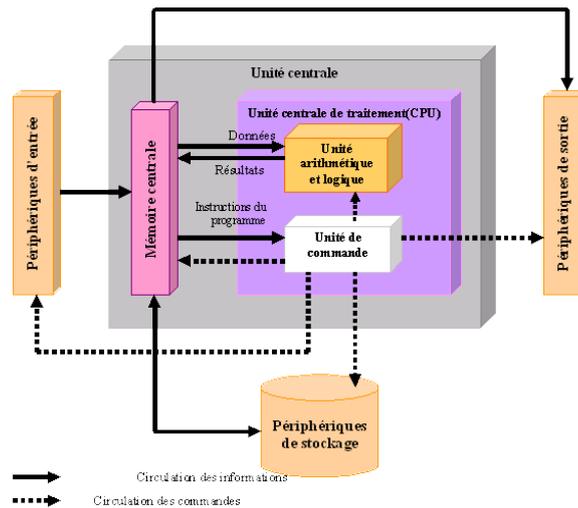


Source : <http://slideplayer.fr/slide/3571044/>

**Figure 11 : Schéma fonctionnel d'un ordinateur**

L'unité d'entrée lit l'information, l'unité centrale la stocke dans une mémoire et effectue les opérations, l'unité de sortie quant à elle restitue le résultat de ce traitement. La restitution se fait par affichage ou par impression.

Ainsi, l'unité centrale est la partie "intelligente" de l'ensemble, et les unités périphériques fournissent le moyen de dialoguer avec elle. Toutefois, l'unité centrale n'est dotée de son "intelligence" que par la volonté et les connaissances de son utilisateur(16).



Source : <http://infoma.blogspot.com/p/chapitre-2.html>

**Figure 12 : Schéma fonctionnel d'un ordinateur**

L'informatique s'est imposé dans tout les domaines, notamment l'odontologie .Dans un premier temps, l'ordinateur n'a été utilisé que pour gagner du temps dans les méthodes habituelles de diagnostics orthodontiques. Puis pour exploiter au mieux les possibilités de ces machines, il a fallu créer des nouvelles méthodes de diagnostic dans lesquelles il faut concilier les possibilités complémentaires de l'homme et de la machine(32).

Pour un être humain, écrire des suites de 0 et de 1, n'est pas très amusant, pas bien lisible et cause de nombreuses erreurs. On a donc inventé le langage de programmation.

Selon le LAROUSSE :

la programmation est l'ensemble des activités liées à la définition, l'écriture, la mise au point et l'exécution de programmes informatiques ; séquence des ordres auxquels doit obéir un dispositif(28).

La Programmation consiste à construire un ensemble ordonné d'instructions qui, lorsqu'elles sont exécutées, produisent des effets précis et utiles sur les informations contenues dans un ordinateur. L'ensemble des instructions s'appelle un programme.

Un logiciel est un ensemble de programme qui permet à un ordinateur d'assurer une tâche ou une fonction, qui ne sont pas forcément présents à l'origine.

Selon le LAROUSSE :

un logiciel est l'ensemble des programmes, des procédés et des règles, et éventuellement de la documentation, relatifs au fonctionnement d'un ensemble de traitement de l'information (28).

Préparer un programme destiné à un ordinateur est une tâche délicate et complexe. En effet, contrairement à l'être humain, l'ordinateur est incapable d'initiative ou de tolérance.

Par conséquent, le lancement d'un programme ne pourra débuter que par une saisie minutieuse de toutes les contingences, par l'analyse de toutes les contraintes, et par l'élimination de toutes les contradictions, lesquelles peuvent être tolérées et immédiatement corrigées par l'esprit humain mais pas par l'ordinateur, la machine étant dépourvue d'intelligence, ne peut qu'appliquer les consignes qui lui ont été données. Aussi, lorsque l'analyse d'un programme aura été mal conduite, l'unité centrale pourra donner des réponses aberrantes, voire "planter" la machine, pour reprendre une expression spécifique à la profession informatique (16).

# CHAPITRE II

---

## L'informatisation du cabinet d'orthodontie

L'odontologie a toujours su employer les dernières nouveautés technologiques à son service. Evoluant constamment et de manière fulgurante, nous pouvons facilement affirmer que la profession vit une révolution numérique.

Les outils issus de ces technologies ne sont plus réservés à des passionnés d'informatique, ils sont en passe de devenir des auxiliaires indispensables au praticien pour gérer son activité. Mais il est important aussi de s'interroger sur leur pertinence et sur les effets pervers et secondaires qu'ils peuvent apporter au sein du cabinet dentaire.

### **1 Avantages**

L'outil informatique offre un avantage certain dans un cabinet d'orthodontie .nous allons dans ce qui suit examiner un à un ces apports.

#### **1-1 Le gain de temps**

L'objectif même de l'outil informatique est de faciliter le travail de l'utilisateur pour être plus rapide, plus productif avec des capacités de calculs et d'exécutions supérieures à celles de l'homme. Le praticien arrive à se dégager du temps en utilisant l'ordinateur auquel il délègue les tâches manuelles souvent longues, répétitives et fastidieuses.

L'accès au dossier informatisé du patient est instantané : il suffit d'entrer son nom dans la barre de recherche du logiciel et toutes les informations relatives à ce patient sont accessibles (historique dentaire, dossier médical, comptes, ...).

L'échange devient plus rapide, avec des ordinateurs en réseau<sup>2</sup>, (intranet<sup>3</sup>) ou même entre praticiens éloignés, par le biais de réseau externe (internet) (34).

D'après Rhodes et Schleyer, l'exercice informatisé permet d'augmenter les performances du praticien en termes de qualité de soins, de diminuer son stress, d'améliorer la communication avec le patient, de faciliter la saisie et l'archivage des documents médicaux et d'optimiser la gestion de son emploi du temps et de celui de son personnel (35, 36).

#### **1-2 La simplification des tâches administratives et comptables**

Les tâches administratives s'effectuent par traitement automatique de fonctions répétitives à la demande ou non. Ces tâches peuvent être simplifiées grâce à l'outil

---

<sup>2</sup> Réseau : élément indispensable pour assurer la communication entre deux ou plusieurs ordinateurs. Cette connexion entre les machines permet d'échanger des informations

<sup>3</sup> Intranet : un réseau local utilisé en interne dans une entreprise.

informatique. A partir d'une même saisie, (généralement dans la fiche de soins), les données enregistrées seront traitées et transmises à tous les compartiments du programme où elles seront nécessaires.

Ex : une saisie actualisant la fiche de soins (un acte) sera utilisée pour : calculer les honoraires, éditer les documents de la sécurité sociale, envoyer à un confrère, actualiser les statistiques, mettre à jour le livre des recettes, ...

L'informatisation de ces tâches par rapport à la saisie manuelle évite au praticien de reporter une même information dans tous ses dossiers papiers(37) .

### **1-3 La fiabilité**

Les nombreuses étapes manuscrites nécessaires aux tâches administratives et comptables sont sources d'erreurs de calcul ou de fautes d'inattention parfois difficiles à retrouver en fin de mois.

Un programme informatique bien conçu va signaler les données de saisie erronées : elles seront alors facilement corrigeables si la saisie n'a pas été juste. Si les programmes ne comportent pas d'erreur intrinsèque et que la saisie des données est correcte, la fiabilité des résultats est de 100%. (33, 34, 38, 39)

« L'erreur est humaine, c'est ce qui fait la différence entre l'Homme et la machine.»  
(33)

### **1-4 Archivage**

Les systèmes d'archivage des dossiers papiers peuvent s'accumuler et encombrer l'espace du cabinet d'orthodontie après plusieurs années d'exercice. L'informatisation des dossiers permet de numériser ces données, elles sont alors stockées sur le disque dur de l'ordinateur.

La sauvegarde journalière des données informatisées (dossiers patients, radiographies, livres des recettes-dépenses, ...) sur un disque dur externe, réduit le risque de perte de données, la possibilité d'égarer un dossier devient nulle (37).

### **1-5 La communication**

#### **1-5-1 Communication avec autres praticiens et prothésistes**

Le praticien peut communiquer avec d'autres confrères ou prothésistes par message électronique (email). Le transfert de multiples données (radiographies, photographies, antécédents médicaux,...) est quasi instantané (37).

En ce qui concerne la communication avec les prothésistes, les nouveaux moyens de communication nécessitent certes un investissement matériel et des garanties suffisantes de sécurité, mais en offrant la possibilité de transmettre photographie, relevés de couleur voir vidéos et empreintes numériques au prothésiste, la qualité du travail effectué par le laboratoire augmente.

Plus la quantité d'informations fournies par le praticien est importante, meilleurs sont les résultats du travail prothétique.

On peut donc dire que l'apport de ces nouvelles techniques est un plus dans la qualité de la relation praticien-prothésiste et praticien-praticien(40).

### **1-5-2 Communication avec le patient**

La communication avec le patient est rendue plus pédagogique et attractive grâce à l'interactivité de l'outil informatique(37).

Amorcée de plus en plus, souvent sur l'Internet, la communication avec le patient se poursuit dès son arrivée dans la salle d'attente. La relation s'approfondit bien sûr en salle de soins et elle peut aussi se poursuivre après le départ du cabinet, grâce aux outils de communication en ligne.

On le sait, plus l'attente augmente, plus le stress est susceptible de s'installer. C'est pourquoi, l'accueil en salle d'attente doit proposer au patient des divertissements de nature à éviter la montée éventuelle de l'anxiété ; c'est l'occasion de le rassurer et de l'informer, un équipement électronique adapté et moderne participe à cette communication de qualité du cabinet dentaire en direction de ses patients : écrans plats verticaux et/ou plafonniers, tablettes sont généralement appréciés de tous(41).

Grace a ces nouvelles technologies le patient comprend plus facilement les explications du praticien, cela lui parait alors moins abstrait et lui permet de devenir acteur de ses propres soins.

Le marché propose aujourd'hui une multitude de matériels qui aident a une meilleur communication au sein des cabinets dentaires leurs donnant une image moderne tout en leurs apportant un gain de temps non négligeable.



Source : <https://www.dynamiquedentaire.com/innovation-ce-logiciel-va-booster-le-taux-dacceptation-de-vos-devis-desthetique/>

**Figure 13 : logiciel Kapanu Augmented Reality Engine racheté par Ivoclar Vivadent en 2017 permet une prévisualisation du résultat sur tablette**



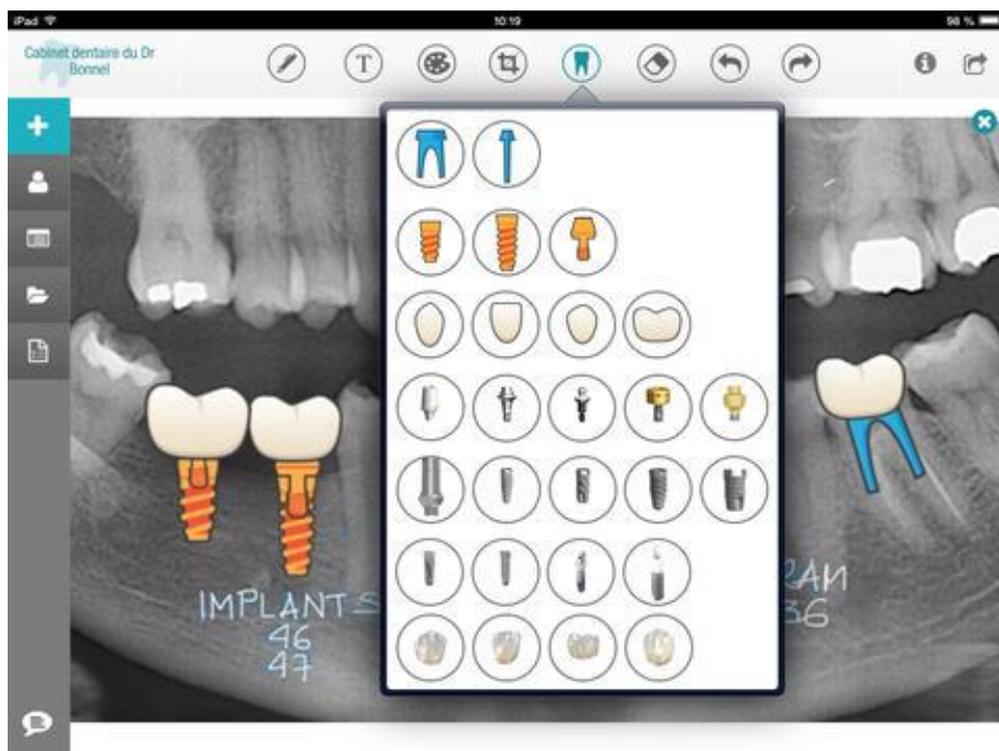
Source : Thèse la révolution numérique au cabinet dentaire

**Figure 14 : l'écran plafonnier AVISIO de la société Zenium permet au patient de suivre les soins en temps réel**



Source : <https://www.edp-dentaire.fr/produits/nouveautes?start=270>

**Figure 15 : luminaires plafonniers imitant des ciels par Simar Design**



Source : <https://www.dentisfuturis.com/applications-ipad-pour-dentistes/>

**Figure 16 : Application Dentalpad pour renseigner et conseiller les patients**



Source : Thèse la révolution numérique au cabinet dentaire

**Figure 17: l'application DDS GP au service de la communication praticien-patient**

Des logiciels spécifiques à l'éducation à la santé bucco-dentaire pour les enfants existent et peuvent facilement être utilisés dans un cabinet dentaire.

Avec l'entrée de l'ordinateur à l'école comme aide à l'enseignement, une étude a été menée en Angleterre où un tel logiciel a été conçu sous forme de jeu, particulièrement destiné aux enfants des écoles primaires. Les résultats de ce test, en comparaison avec un groupe d'élèves éduqués par des moyens non informatiques, sont significatifs, notamment en ce qui concerne la motivation à l'hygiène bucco-dentaire dans son ensemble : brossage et hygiène alimentaire.

Ces résultats sont encourageants, surtout lorsqu'on s'adresse à une génération de l'ère informatique, et mériteraient des développements plus importants(42).

**1-6 La formation continue**

Le suivi de la formation continue par le médecin dentiste est une obligation déontologique. Mais certains praticiens peuvent rencontrer des difficultés pour se regrouper ou préfèrent se former individuellement.

### **1-6-1 La formation online**

Nous pouvons trouver sur internet de nombreuses revues professionnelles mais aussi les sites<sup>4</sup> des grandes institutions odontologiques. Parmi ces différents portails<sup>5</sup>, nous pouvons citer : Le fil dentaire, Zedental, l'association de l'ADF, ...

L'outil informatique est disponible à la demande, le praticien peut donc se former 24/24h et 7/7j (43).

### **1-6-2 La formation offline**

Dans ce type de formation, les supports utilisés sont des CD-ROM, DVD-ROM ou CD de formations des revues professionnelles. Le praticien n'est plus dépendant d'une connexion internet. Il se déplace librement dans l'arborescence du support informatique. Ces deux types de formation (online et offline) sont à considérer comme des éléments supplémentaires, ajoutés à une formation permanente, car elles ne peuvent remplacer une vraie communication humaine(43).

## **1-7 La pharmacovigilance et la signalisation du risque médical**

Dans un logiciel de gestion des patients d'un cabinet dentaire, il existe une fiche médicale du patient dans laquelle sont saisis les antécédents médicaux, les pathologies et allergies du patient ainsi que les traitements médicaux en cours(34).

La pharmacovigilance, se manifeste lors de la rédaction des ordonnances: en cas d'interaction médicamenteuse, de contre-indication ou d'allergie à un médicament, le logiciel avertira le praticien et parfois il empêchera l'impression de l'ordonnance. Cette pharmacovigilance résulte d'une interaction du logiciel avec le Vidal<sup>6</sup> ou tout autre base de données médicamenteuses(12).

En outre, l'interaction avec le Vidal permet à l'ordinateur de rechercher des médicaments génériques ou ayant un principe actif équivalent ou encore d'obtenir tous les renseignements concernant ce médicament(44).

---

<sup>4</sup> Site : ensemble de page web et de ressources reliées par des liens, défini et accessible par une adresse web.

L'ensemble des sites web constitue le Worlds Wide Web wiki

<sup>5</sup> Portail : site web qui offre une porte d'entrée commune à un large éventail de ressources et de services accessible sur l'internet et centrés sur un domaine d'intérêt ou une communauté particulière.

<sup>6</sup> Vidal : ouvrage médical français rassemblant des résumés des caractéristiques du produit de médicaments, et de certains compléments alimentaires aux études cliniques poussées des laboratoires pharmaceutiques.

## **1-8 La gestion des correspondants**

Un logiciel de gestion permet de référencer les patients adressés par d'autres praticiens avec leurs comptes rendus de diagnostics et de prise en charge.

Une liste de tous les correspondants est établie, comportant leurs patients respectifs ainsi que leur nombre. Il devient possible alors de connaître le pourcentage de clientèle qui vient spontanément au cabinet dentaire (45).

## **1-9 lisibilité**

L'écriture manuscrite des soignants est souvent réputée illisible. Nous pouvons aussi mentionner la clarté, la qualité de présentation des éditions, sans ratures ni surcharges ce qui en facilite la lecture pour le patient, le pharmacien ou le praticien lui-même. L'écriture manuscrite des soignants était autrefois réputée pour être indéchiffrable, c'est chose passée avec les systèmes informatisés (34).

## **2 - Inconvénients**

Comme tout outil, l'informatique n'est pas exempt de défauts, parfois inattendus et handicapants, inhérents à la machine. Nous allons citer quelques exemples d'inconvénients que peut présenter l'informatique.

### **2-1 L'adaptation à l'outil informatique**

Les technologies informatiques s'immiscent de plus en plus dans nos vies. Malgré cette « démocratisation numérique » certains praticiens restent encore septiques face à cette révolution. En effet, lors de son cursus universitaire le futur praticien est peu formé (voir pas du tout pour les plus anciennes générations) à la maîtrise de l'outil informatique. La saisie des données informatisées peut être plus lente que de façon manuscrite : le praticien perd alors une partie du temps gagné.

La nécessaire adaptation de l'utilisateur à son nouvel outil passe par une phase d'adaptation variant de quelques semaines à plusieurs mois. Elle sera bien entendu plus courte si le praticien possède déjà les bases de l'utilisation d'un ordinateur (utilisation des logiciels les plus courants). Rappelons qu'en général, les concepteurs de logiciels professionnels vendent une formation initiale avec leurs produits afin de ne pas laisser le nouvel utilisateur s'aventurer seul dans ce nouveau monde.

Cette formation initiale est souvent accompagnée d'un service de maintenance au cabinet, à distance via un réseau, ou par simple appel téléphonique grâce à la hotline<sup>7</sup> du concepteur (33,34,38,39).

## **2-2 L'ergonomie et l'hygiène de la salle de soins**

### **2-2-1 L'ergonomie**

Elle se définit comme « la meilleure adaptation entre une fonction, son matériel et son utilisateur »(37).

Le praticien devra déterminer quelle sera la disposition qui intégrera au mieux l'ordinateur dans sa salle de soins, il doit être facilement accessible et ne pas interférer avec les zones stratégiques de soins afin de ne pas nuire au confort de travail de l'équipe médicale(34, 46, 47).

Le matériel informatique au sein de la salle de soin peut être une grande source de contamination directe ou indirecte.

### **2-2-2 La contamination**

Selon le Larousse : envahissement d'un organisme vivant ou d'une chose quelconque par des micro-organismes pathogènes(47).

#### **2-2-2-1 La contamination directe**

Les différents périphériques (souris, clavier, capteurs radiologiques, ...) sont des sources potentielles de contamination manu portée.

En effet, ces derniers ne sont, ni à usage unique, ni stérilisable mais sont utilisés par le praticien lors de chaque rendez-vous, avec des patients différents. Heureusement, il existe des périphériques spécifiques au milieu médical, facile à nettoyer et avec une contamination moindre. C'est le cas par exemple des claviers en silicone, en verre ou projeté qui intègrent également un pavé tactile pour la souris.

Ils peuvent alors être aisément nettoyés entre chaque patient grâce aux solutions ou lingettes désinfectantes afin de limiter tout risque de contamination directe. Aujourd'hui, il est aussi possible de commander certains logiciels à la voix, sans utiliser le clavier ou la souris(34,46,48).

---

<sup>7</sup> Hotline : Assistance téléphonique.

### 2-2-2-2 La contamination indirecte

Afin d'éviter la surchauffe de leurs composants interne, les ordinateurs sont équipés de ventilateurs. La ventilation occasionnée peut alors créer un courant d'air septique si le poste informatique se trouve trop proche de la zone de contamination. Le système informatique doit donc se trouver à distance de cette zone tout en respectant les critères ergonomiques vus précédemment (34,46,47).



Source : <http://www.maxiapple.com/2017/06/bastron-clavier-transparent-verre-tactile-mac-pc.html>

**Figure 18 : Clavier en verre**

### 2-3 Le respect du secret professionnel et de la confidentialité

Selon le Larousse le secret professionnel se définit comme « étant le Respect par le médecin de la confidentialité des informations – médicales ou non – qu'il est amené à connaître dans le cadre de ses relations professionnelles avec un malade.

Le secret médical est un principe fondamental de l'exercice de la médecine, appartenant à la déontologie et à l'éthique médicale. Il figure en toutes lettres dans le serment d'Hippocrate. Toutefois, il peut – et doit – être rompu si le médecin estime avoir connaissance d'un cas d'enfant maltraité ou dans le cadre de certaines enquêtes juridiques.

Le secret médical doit également être respecté par toute personne exerçant une profession paramédicale. En revanche, le fait de délivrer au malade un certificat médical descriptif (mentionnant la maladie) ne constitue pas une dérogation au secret médical»(47).

Le praticien est donc tenu de filtrer l'accès aux données personnelles de ses patients. La méthode la plus simple reste le traditionnel « mot de passe » avant l'ouverture de la session informatique.

Mais cette protection est inutile face aux potentielles menaces extérieures. En effet, l'intrusion d'un virus<sup>8</sup> informatique dans un dossier médical pourrait non seulement, compromettre le secret professionnel, mais aussi la santé du patient si certaines données médicales s'en trouvent modifiées.

Pour lutter contre ce genre de problème, le praticien dispose de différentes solutions :

- Avoir un antivirus<sup>9</sup> à jour.
- Eviter les ordinateurs portables qui servent au cabinet et à l'extérieur
- Se méfier des emails et pièces jointes douteux
- Ne pas connecter à internet l'ordinateur dédié aux dossiers des patients
- Effectuer des sauvegardes quotidiennes
- L'équipe médical doit aussi veiller à ne pas laisser à la vue de quiconque, le

carnet de rendez vous ou la fiche informatique d'un patient. Les écrans peuvent être facilement masqués par des économiseurs animés(48).

## 2-4 Les pannes et les bugs

Bug : bogue en français est défini selon le Larousse comme étant un Défaut de conception ou de réalisation d'un programme informatique, qui se manifeste par des anomalies de fonctionnement de l'ordinateur(47).

Le « tout numérique » dans un cabinet dentaire, est source de craintes multiples et parfois fondées, en effet une panne informatique ou un arrêt régulier pour cause de mise à jour des logiciels peuvent entraîner une interruption temporaire de l'activité du cabinet. Toutes les fonctions informatisées sont alors inutilisables.

La panne de courant, empêche tout fonctionnement de matériel électrique. L'utilisation de modulateurs (pouvant jouer le rôle de générateur électrique) peut permettre au praticien de sauvegarder ses données avant la coupure totale.

---

<sup>8</sup>Virus : Programme malveillant destiné à endommager ou freiner le fonctionnement d'un système Informatique. Larousse

<sup>9</sup> Anti virus : Logiciel utilitaire qui détecte et détruit les virus informatiques s'attaquant à la mémoire d'un ordinateur. Larousse

Le type de panne le plus fréquent concerne le dysfonctionnement de l'ordinateur, des logiciels ou des périphériques externes (claviers, capteurs radiologiques, lecteur de carte vitale ...). Les causes peuvent être multiples : incompatibilité entre un programme et le périphérique, mauvaise manipulation, virus informatique, ...

La réalisation de sauvegardes journalières, la compétence et la rapidité de son service de maintenance permettent de pallier à ce genre de tracas dans les meilleures conditions et les plus brefs délais.(33,34,39,46,49).

## **2-5 Les contraintes financières**

On peut de nos jours s'informatiser sans se ruiner. Mais le prix des logiciels et des accessoires spécifiques au dentaire (capteurs numériques, caméras, ...) reste relativement élevé. De plus, le marché de l'informatique est en constante évolution. Ainsi, une configuration dite de dernière génération, sera vite remplacée par une nouvelle, bien meilleure.

De ce fait, un praticien ne peut se contenter d'un ordinateur bas de gamme car ce dernier risque de devenir incompatible avec les futures mises à jour des logiciels ou avec les nouveaux périphériques externes. Il est donc conseillé de s'équiper dès le départ d'un matériel informatique certes plus coûteux, mais surtout plus performant, qui causera moins de problèmes et qui sera donc renouvelé moins fréquemment(37).

## **2-6 Le patient numérique et coexistence avec le papier**

Dans un cabinet numérique, on gère des patients numériques. En effet, de nos jours toutes les étapes de la prise en charge par le praticien sont numérisables ; le dossier du patient informatisé dans sa forme ergonomique aboutie est une synthèse qui rassemble et classe les soins, observations et résultats, les courriers, les comptes rendus, les ordonnances, les rendez-vous à venir du patient. Qu'en est-il du papier ?

Le maintien d'une coexistence du papier est due à :

- L'impossibilité d'informatiser certaines pièces du dossier patient (lettres manuscrites, prescriptions complexes difficiles à informatiser ...).
- Au choix du logiciel de gestion et sa capacité fonctionnelle à intégrer des données complexes.
- Au caractère « vivant » du dossier de patient informatisé qui nécessite une mise à jour permanente.

Cette cohabitation peut générer des défauts dans la prise en charge du patient, car la reprise informatique des éléments antérieurs, de l'ancien dossier papier, n'est pas toujours possible(50).

### **3 Applications de l'informatique au cabinet orthodontique**

Le cabinet dentaire peut être assimilé à une société de mise en commun de moyens matériels, pédagogiques et humains. Le praticien est alors seul gestionnaire de cette société.

L'informatisation du cabinet d'orthodontie a pour objectif d'améliorer l'efficacité du praticien dans toutes ses fonctions de gestion par l'utilisation de logiciels informatiques. L'évolution de la technologie informatique et du développement des logiciels procure au praticien une plus grande simplicité d'utilisation, une bonne commodité, une bonne efficacité et une grande fiabilité.

Le logiciel de gestion représente l'environnement qui permet de gérer l'activité du cabinet, il améliore et facilite les tâches quotidiennes du praticien, et permet de les accomplir sans effort et sans fatigue. De plus, il le fait bien, sans erreurs et peut délivrer à tout moment les résultats.

Le logiciel de cabinet permet aussi de tenir les dossiers des patients et de les gérer de façon commode et automatisée.

Utilisé essentiellement dans la gestion, l'informatique a pu s'introduire aujourd'hui dans les différents temps de travail du praticien.

En effet, l'activité de l'orthodontiste peut se diviser en trois parties : un temps clinique, un temps administratif et un temps comptable(10).

#### **3-1 Application administrative**

Correspond à la tenue du dossier de patient, les prescriptions, les devis, la télétransmission et la gestion des rendez vous et de stock.

##### **3-1-1 Dossier du patient informatisé**

Les limites du papier sont atteintes ; dossier mal structuré, mal classé, illisible, introuvable ou difficile d'accès en raison d'un archivage externalisé.

Le dossier du patient est aujourd'hui informatisé et l'accès à l'information est un avantage majeur, les notions de temps et d'espace sont redéfinies, on accède immédiatement et à partir de n'importe quel poste informatique au sein du cabinet.

Le dossier du patient rassemble l'ensemble de ses informations médicales et administratives permettant sa prise en charge complète.

Le praticien recueille non seulement les informations relatives à la sphère orale ; mais aussi toutes les données médicales pouvant interférer avec ses soins. Les données concernant l'état civil du patient, ses informations sociales, ses antécédents médicaux et médications en cours y sont inscrites, au même titre que les plans de traitement, commentaires, devis et autres correspondances. Le schéma dentaire, les actes effectués ainsi que les règlements d'honoraires y sont saisis, examens complémentaires numérisés y sont joints (33,51).

Pour le praticien, inutile de préciser que le gain de place par rapport aux anciens dossiers cartonnés est considérable, le dossier de patient informatisé est un excellent outil de communication entre professionnels(10).

### **3-1-2 Prescriptions devis et courriers**

Un certain nombre de tâches sont automatisables par l'utilisation de l'informatique.

Les ordonnances et correspondances avec les confrères professionnels de santé ou prothésiste en font partie. A ce titre les échanges par mail rapides et économiques sont de plus en plus prisés par les professionnels(52).

La rédaction et l'édition des ordonnances faites à partir d'une bibliothèque de médicaments établie par le praticien sont facilitées par l'ordinateur qui rappelle, s'il y a lieu, les incompatibilités médicamenteuses et les problèmes de santé du patient. Des ordonnances types pour des actes fréquents et redondants peuvent aussi être enregistrées à l'avance, il suffit de les éditer à la demande.

Concernant les courriers, des textes pré-rédigés sont proposés par les logiciels de cabinet dentaire (lettres à des confrères, certificats...)(33).

Les coordonnées sont choisies dans une bibliothèque d'adresse créée par le praticien lui-même ou directement issues du dossier administratif du patient et automatiquement insérées.

Des lettres pré-rédigées peuvent être envoyées aux patients de façon automatique pour ceux ayant accepté d'être contactés pour un rappel de leur rendez-vous(10).

Concernant les devis, à partir du plan de traitement et d'une bibliothèque d'actes et de tarifs établis par le praticien, l'ordinateur permet de rédiger, calculer et éditer tous les devis détaillés, extrêmement bien présentés et réglementaires. Le contenu du devis reste totalement paramétrable. L'informatique facilite grandement la réalisation et l'édition de ces nombreux devis ; ils peuvent être stockés jusqu'à ce que le choix terminal soit fait(53).

### **3-1-3 Les rendez-vous**

L'informatisation du livre de rendez-vous fut la raison première de recourir à l'ordinateur pour rationaliser l'exercice de l'ODF (54).

L'informatique permet d'améliorer la gestion des rendez-vous par une meilleure organisation du planning (passage rapide d'une vue quotidienne à une vue hebdomadaire voire mensuelle), elle permet la recherche automatique des rendez-vous selon les disponibilités du praticien et les préférences du patient (possibilité de déplacement de rendez-vous) ; il est aussi possible de noter les actes à réaliser lors de la séance et d'insérer les urgences.

Le logiciel permet au praticien de maîtriser son temps de travail par l'utilisation de créneaux de temps de 10 ou 15 minutes (manque de place avec les agendas papiers), la mesure des rendez-vous manqués et des retards ainsi que la mise en place de rappels automatiques ponctuels ou permanents, il permet aussi de signaler au praticien que son patient suivant est arrivé (si les ordinateurs du secrétariat et de la salle de soins sont reliés en réseau).

La fonction rendez-vous permet l'affichage de la liste des patients quotidienne, hebdomadaire mensuelle ou annuelle dans le cadre d'une analyse comptable d'activité du cabinet(37).

### **3-1-4 Télétransmission**

#### **3-1-4-1 Définition**

La télétransmission se définit selon le Larousse comme étant l'action de transmettre à distance un signal, une information.

Il s'agit de la connexion de l'ordinateur avec d'autres machines *via* le réseau téléphonique essentiellement. Aujourd'hui incontournable dans les pays industrialisés,

elle peut utiliser un Réseau spécifique fermé sécurisé pour télétransmettre des données « sensibles » concernant les actes réalisés, ou alors internet.

La télétransmission est basée sur un système d'échanges électroniques sécurisés entre les professionnels de santé et l'Assurance Maladie associée à la technologie de la carte à microprocesseur. La saisie est sécurisée par la présentation de cartes à puce.

Cette télétransmission des données médicales des patients par les professionnels ou établissements de soins vers l'Assurance Maladie a pour objectif des gains de productivité pour l'assurance maladie, la fiabilisation du recueil des informations médico-administratives issues du codage des actes (pour une maîtrise médicalisée des dépenses de santé), la simplification et l'accélération des démarches administratives et des opérations de remboursement des assurés.

La télétransmission permet la transmission sécurisée des feuilles de soins électroniques, la conservation et la mise à jour dans la carte à puce des données d'identification du bénéficiaire, de ses droits à l'Assurance Maladie, ainsi que l'échange des documents nécessaires au remboursement du professionnel de santé par l'Assurance Maladie(55).

### **3-1-4-2 Carte CHIFA**

En Algérie le système CHIFA constitue un projet novateur s'appuyant sur l'utilisation d'une technologie de pointe « la carte à puce » appelée carte CHIFA, Il s'inscrit dans le cadre de la modernisation des procédures de gestion des assurances sociales.

Les principaux utilisateurs de la carte CHIFA sont :

- Les médecins et Les Médecins dentistes.
- Les pharmaciens.
- Les laboratoires d'analyses médicales.
- Les opticiens lunetiers.
- Les médecins conseils de la CNAS.
- Les services de la CNAS (pour activation et mise à jour des cartes... etc.)(56).



Source :<https://www.algerie1.com/societe/cnas-la-carte-laquo-chifa-raquo-mise-a-jour-au-niveau-des-pharmacies-conventionnees>

**Figure 19 : carte CHIFAA à puce**

Dans un communiqué de presse datant du 29-10-2014, Slimane MELOUKA directeur général de la CNAS a déclaré en vue de l'amélioration de la qualité des services pour la promotion d'une sécurité sociale efficace "La CNAS se doit de préserver l'équilibre financier de son institution sans perdre de vue l'objectif de développer davantage notre approche vis-à-vis du citoyen. À titre d'illustration, le système de la carte CHIFA a été élargi à de nouvelles catégories telles que les malades chroniques et les retraités et continue à évoluer progressivement en comprenant les médecins traitants, les opticiens et, dans un avenir proche, les laboratoires d'analyses. Tous les assurés sociaux sont touchés par le tiers payant pour ce qui est des produits pharmaceutiques" (57).

Dans le cadre du développement de la sécurité sociale (SS), Mohamed El-Ghazi, ex ministre du Travail, de l'Emploi et de la Sécurité sociale a déclaré en 2014 : Le développement de la SS découle aussi du développement des prestations de services électroniques à distance des organismes de Sécurité sociale avec l'introduction dans la carte CHIFA de l'ordonnance médicale électronique et de la télétransmission des documents de l'assurance maladie ainsi que l'introduction progressive de prestations de services de la Sécurité sociale sur les objets mobiles connectés (Smartphones et tablettes) (57).

### **3-2 Application comptables**

Le temps comptable est la tenue des livres de recettes et des dépenses, des comptes, des tableaux d'amortissement, la déclaration des revenus, etc.

Il existe aujourd'hui sur le marché plusieurs types de logiciels de gestion qui propose différentes fonctions, et qui peuvent se substituer à la société de comptabilité en proposant la tenue du livre de recettes et de dépenses (enregistrement de la date, du nom

du patient, de la somme, et du mode de paiement) ils permettent aussi de calculer l'impôt, l'amortissement, les salaires et d'en éditer les bulletins.

Pour les recettes et les dépenses, une édition se fait généralement a la fin de chaque mois, ajoutant une nouvelle page des livres comptables et mettant à jour les comptes. Enfin on peut calculer le rendement du cabinet, les heures de travail, les bénéfices...et les comparer aux années précédentes (10).

### **3-3 Application clinique**

L'ODF serait née en France au siècle des lumières, lorsque Pierre Fauchard, chirurgien-dentiste français, ayant mis en avant la technique de fraisage et de forage dans la chirurgie dentaire(58), publie en 1728 *Le Chirurgien dentiste ou Traité des dents*, décrivant pour la première fois des techniques permettant de « redresser les dents penchées ». Au fil du temps, Les techniques orthodontiques se développent régulièrement jusqu'aux années 1970, période où les progrès de l'électronique et de l'informatique permettent l'expérimentation et l'utilisation de techniques très novatrices issues d'un concept central qui se résume de nos jours en un seul mot : numérique.

L'ODF numérique s'est développée avec la science informatique dès l'apparition de la photographie numérique, nouveau support du bilan diagnostic. Puis l'augmentation de la puissance des ordinateurs et donc des logiciels ODF a permis d'utiliser le numérique pour calculer, construire et montrer des solutions thérapeutiques(59).

#### **3-3-1 La photographie numérique**

La photographie permet aux praticiens de mettre en pratique la théorie « une image vaut mille mots »(60).

La photographie numérique est aujourd'hui omniprésente dans la pratique quotidienne orthodontique.

Par son côté instantané et sa multiplicité d'exploitation, elle est devenue un des grands vecteurs de communication actuels. Elle permet un partage des données facile dans le cas de collaborations inter-praticiens et constitue un excellent support pédagogique pour l'éducation du patient(61).

Le praticien va ainsi constituer un dossier photographique à l'aide de différents clichés. Ce bilan constitue une preuve médico-légale de l'état initial, il fait donc office d'état des lieux et est réalisé en même temps que l'examen clinique et de la cavité buccale.

La photographie est une méthode de visualisation simple et commune, servant de référence pour le bilan esthétique du patient.

Le but de ce bilan est donc de visualiser, diagnostiquer et planifier les tâches à effectuer. Des clichés équivalents sont réalisés en fin de traitement permettant un point de comparaison en pré et post opératoire. Ce sont des photos standardisées qui permettent une certaine reproductibilité(59).

L'apport de la photographie numérique a fait évoluer les concepts tant sur le plan de la pratique quotidienne que sur le plan de la gestion administrative des dossiers des patients. Cette approche du tout numérique oblige l'orthodontiste à une organisation plus stricte et sûrement plus efficace de la planification du travail(61).

### **3-3-2 La radiologie numérique**

"La géométrie plane est inapte à l'analyse d'un volume anatomique et à l'étude de sa croissance", postulat du professeur Jean DELAIRE(62).

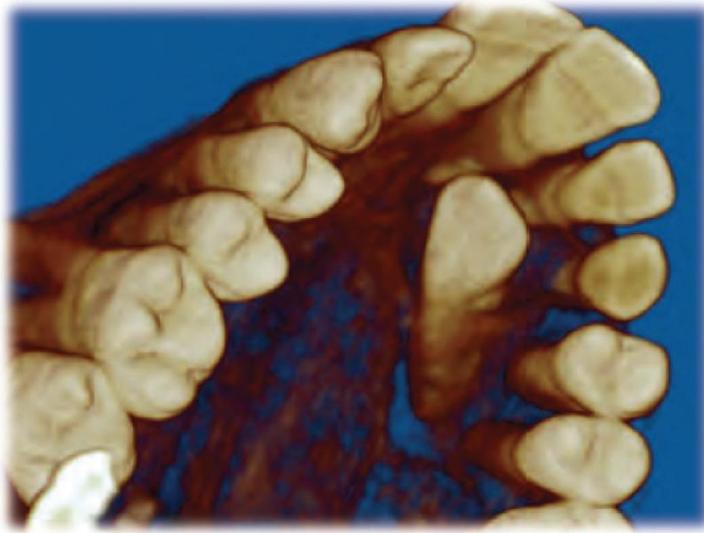
La radiologie numérique offre aujourd'hui au praticien la possibilité de faire toutes sortes de clichés, au sein même du cabinet. L'obtention immédiate des images, la diminution considérable des doses de rayonnements ionisants reçus par les patients, la facilité de stockage et le transfert des images ont été des arguments déterminant pour que nombre de médecins dentistes adoptent la radiologie numérique. En outre, elle est un instrument performant d'éducation du patient : expliquer et montrer une lésion carieuse au patient est nettement plus simple sur un écran que sur une rétro-alvéolaire de 4cm sur 3 (10).

La numérisation dégage le praticien de contraintes parfois lourdes (couts des films, des produits de développement qu'il faut stocker, nécessité d'une chambre noire, temps de développement de plusieurs minutes, images statiques définitives, séchage et marquage des films, gestion des déchets, comparaison dosimétrique en faveur de la numérisation...).

Les avantages de la numérisation s'expriment en gain d'irradiation, en dynamique de l'image, en facilité de travail, de stockage et de transmission.

Les évolutions récentes dans le domaine de l'imagerie n'ont pas épargné la médecine dentaire et l'orthodontie tire aujourd'hui les bénéfices apportés par l'imagerie en coupe. Même si diagnostics et plans de traitement sont encore établis à partir d'une imagerie bidimensionnelle. Orthopantomogrammes, téléradiographies, radiographies rétro-alvéolaires constituent des examens régulièrement prescrits et réalisés en orthodontie.

Cependant, dans certains cas, des lacunes informatives sont présentes avec ces examens, liées le plus souvent à la superposition des structures... L'apport de l'imagerie sectionnelle, par le biais de la tomographie (CT) et surtout de la tomographie volumique numérisée à faisceau conique (CBCT), semble avoir ouvert la voie d'une nouvelle ère dans le diagnostic et le plan de traitement orthodontiques(63).



Source : Nouveaux apports des technologies numériques en orthopédie dento-faciale.

**Figure 20 : Visualisation d'une canine incluse par cone beam**

### **3-3-3 Recalage tridimensionnel**

Pour évaluer les modifications liées à la croissance ou au traitement, il est nécessaire de superposer les céphalogrammes successifs sur une structure stable. En céphalométrie bidimensionnelle, la base du crâne est souvent utilisée pour les superpositions parce que les changements qu'elle subit après le développement cérébral sont mineurs. Toutefois, sur les téléradiographies de profil et de face, les points de repère basicrâniens sont peu fiables(64).

D'ici est née l'idée de trouver une nouvelle méthode de superposition tridimensionnelle, encore appelée « recalage tridimensionnel ».

Cette méthode permettrait de s'affranchir des limites de l'imagerie bidimensionnelle et serait dès lors, quantitativement et qualitativement plus précise que les superpositions 2D conventionnelles. Des superpositions bidimensionnelles, les orthodontistes passeraient alors aux superpositions tridimensionnelles...(62).

Les progrès constants en matière d'imagerie et de numérique ont permis de développer des techniques d'acquisitions d'images tridimensionnelles dont l'usage est simple, et l'irradiation moindre par rapport aux nombreuses informations qu'elles fournissent. Nous citerons en ce qui suit les différents outils d'acquisition des données 3D :

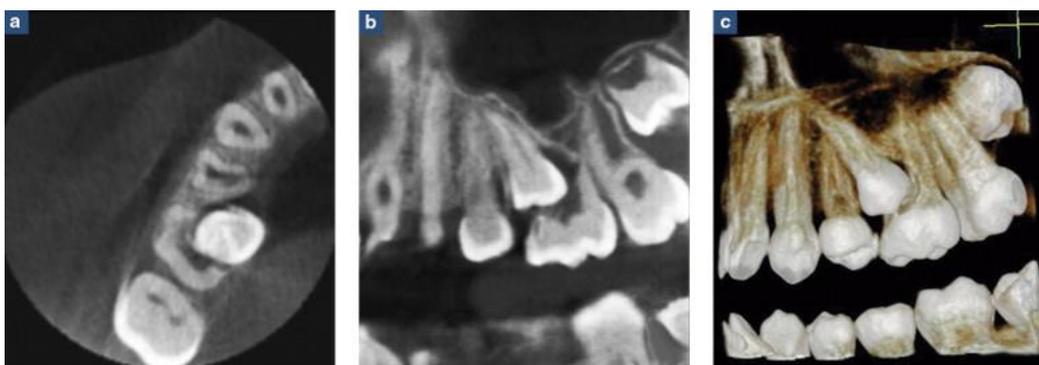
### 3-3-3-1 La tomographie volumique à faisceau conique ou cone beam (CBCT)

Technique d'imagerie la plus récente, la tomographie volumique à faisceau conique ouvre de nombreuses perspectives en imagerie orthodontique.

Les outils informatiques habituels permettent de modifier les contrastes, d'agrandir les images, d'effectuer des mesures directement sur celles-ci. Les artéfacts métalliques, « bêtes noires » des images issues des scanners, sont réduits grâce aux algorithmes développés par les constructeurs.

En imagerie orthodontique, la tomographie à faisceau conique à champ variable et à faible dose d'irradiation est susceptible de se substituer aux techniques de radiographie occlusale et plus largement de remplacer les acquisitions scanner lorsqu'une résolution en densité n'est pas recherchée (analyse des tissus mous). La considération dosimétrique est d'autant plus importante, car cette imagerie s'adresse souvent aux enfants ou adolescents dont la sensibilité tissulaire aux rayonnements ionisants est jusqu'à 3 fois supérieure à celle d'un adulte (65-67).

Ainsi, cette technique trouve ses premières indications dans l'analyse des dents surnuméraires et des dents incluses.

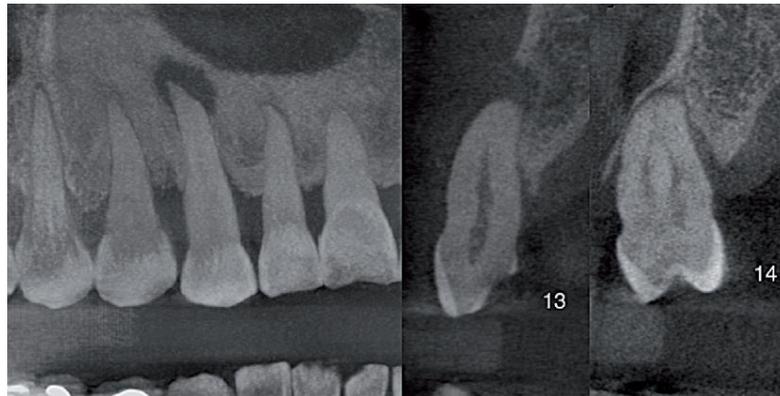


Source : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S176172271200118>

**Figure 21: Reconstruction 3D analyse des relations entre 25 incluse, 26 résorbée et 24.**

Elle permet d'objectiver les morphologies dentaires avant éruption, les axes dentaires des dents incluses, leurs relations avec les structures adjacentes, les résorptions

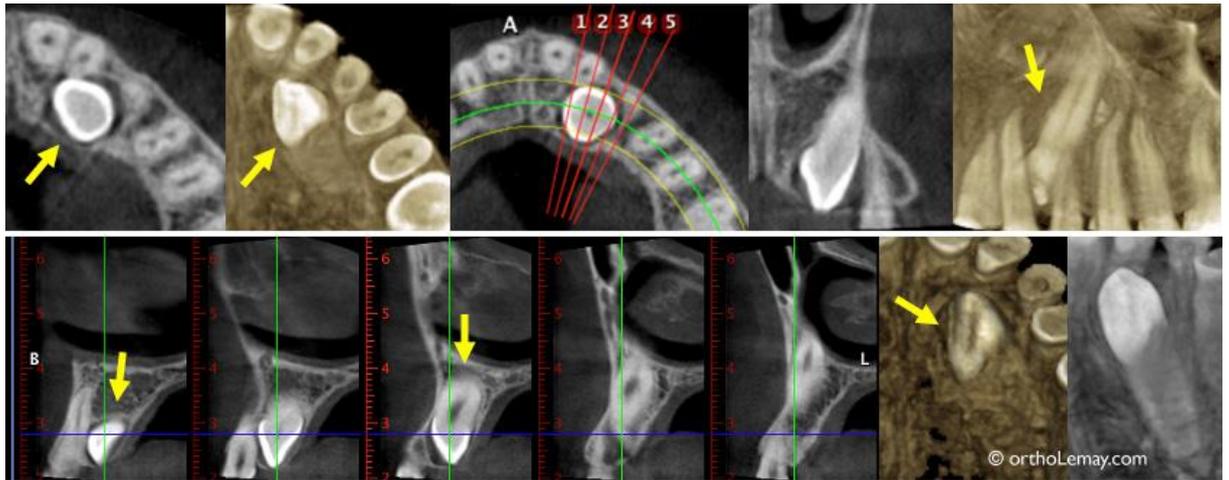
susceptibles d'être induites par effet de masse ou les ankyloses dentaires. Dans certains cas de résorptions dentaires ou d'alvéolyse, le cone beam peut également trouver son indication, en substitution des clichés rétro alvéolaires, si l'appareil utilisé permet de générer une faible dose d'irradiation.



Source : FELIZARDO, R, THOMAS, A. Techniques radiographiques utiles en orthodontie

**Figure 22: Analyse des lésions parodontales pré-orthodontiques. Reconstructions panoramique curviligne et perpendiculaires obliques centrées sur 13 et 14.**

Les indications secondaires de cette technique sont l'analyse des fentes palatines, l'analyse de l'anatomie osseuse lors du placement de mini-vis ou de mini plaques, lorsque les examens classiques ne seraient pas suffisamment informatifs. Les indications futures actuellement étudiées sont l'analyse des voies aériennes, l'analyse du sens transversal (notamment lors d'une expansion maxillaire rapide) et la céphalométrie tridimensionnelle des cas complexes(68, 69).



Source : Thèse la révolution numérique dentaire

**Figure 23 : visualisation d'une canine incluse à l'aide de l'imagerie Cône beam**

### 3-3-3-2 Stéréophotogrammétrie

L'utilisation de photographies permet d'obtenir des informations sur les dents ainsi que sur le visage et donc sur les tissus mous. Mais des photographies classiques, sans traitement particulier, ne permettent pas d'obtenir de manière précise des informations sur les dimensions 3D du visage. Dans cette optique, la stéréoscopie, permettant une reconstitution 3D d'un objet à partir de plusieurs vues, a été appliquée à l'orthodontie(70).

Cette technique permet la représentation en trois dimensions du visage. Elle propose des mesures linéaires, de surface et d'angles de la morphologie faciale, mais aussi des calculs de volume.

Elle est intéressante pour l'examen des asymétries, des modifications des tissus mous dans le temps, ou la surveillance des troubles de la croissance.

La stéréophotogrammétrie se démarque par la fiabilité et la précision de ses mesures, Il s'agit d'une méthode non invasive, sans exposition aux radiations qui peut être utilisée en toute sécurité chez l'enfant, limitant les artéfacts de mouvement et les distorsions d'image.

Elle trouve donc de nombreuses applications en orthodontie, en chirurgie orthognathique et reconstructrice(62).

### 3-3-3-3 Medical Computerized Tomography (MDCT)

Le MDCT permet l'acquisition d'images en trois dimensions et a été utilisé par plusieurs auteurs pour superposer des données 3D entres-elles. Néanmoins, l'outil MDCT n'apparaît pas comme le plus usité dans le domaine oro-facial. En effet, seuls

quatre auteurs ont eu recours à cette technique certainement en raison de ses inconvénients (artéfacts métalliques, coût, irradiation...) (62).

#### 3-3-3-4 Scanner optique de surface ou scanner laser 3D

Le scanner optique de surface est, avec le CBCT, un moyen d'acquisition d'images 3D fréquemment utilisé pour faire du recalage 3D. Ses applications se limitent aux reliefs externes ou à la digitalisation de modèles d'étude en plâtre. Seules les surfaces extérieurement visibles sont enregistrables et il n'est possible de recaler que les couronnes dentaires ou les surfaces palatines par exemple. Dès lors, nombreuses sont ces applications pour tout ce qui a trait au mouvement dentaire, sans tenir compte des mouvements radiculaires(62).

En omnipratique, on procède aujourd'hui à l'enregistrement des arcades dentaires en trois dimensions sans passer par l'habituelle prise d'empreinte.

Les scanners laser 3D permettent de surmonter les erreurs associées à la prise d'empreintes conventionnelles à l'alginat et à leurs coulées (tirage, rétraction de prise...).



Source : <http://thedentalist.fr/votre-cabinet-dentaire-est-il-pret-pour-le-numerique/>

**Figure 24 : Système de scannage direct CEREC de Sirona**



Source : [www.lefildentaire.com](http://www.lefildentaire.com) - "Sept caméras d'empreintes optiques intra-orales au banc d'essai"

**Figure 25 : Empreinte optique prise avec la CS3600. En haut : le modèle couleur, en bas : le modèle basculé en monochrome s'apparente à un modèle en plâtre et traduit la lisibilité de l'empreinte.**

### **3-3-3-5 L'imagerie par Résonance Magnétique**

L'Imagerie par Résonance Magnétique fait appel aux propriétés magnétiques de la matière.

Le proton, très abondant dans l'organisme est à la base de l'IRM. L'IRM constitue une cartographie des concentrations en protons des différentes structures, représentées sous forme de niveaux de gris. Le contraste de l'image reflète donc la densité de protons de l'organisme.

L'IRM présente l'avantage d'être un examen non invasif autorisant une imagerie dans les trois directions de l'espace. Sa définition est supérieure au MDCT et le contraste tissulaire est plus élevé. Cet examen est peu réalisable en examen de routine dans le diagnostic orthodontique du fait de son coût et des délais d'attente très importants pour obtenir un rendez-vous(62).

### **3-3-4 Analyses céphalométriques 2D, 3D**

Avant le numérique, le praticien dessinait des points et des traits sur un cliché argentique et calculait les valeurs. Désormais une analyse céphalométrique 2D numérique est réalisée rapidement et automatiquement sur écran. Le praticien clique sur les repères qu'il désire utiliser et les logiciels effectuent tous les calculs souhaités ce qui permet un gain de temps majeur en évitant les tracés fastidieux manuels(59).

Aujourd'hui, L'évolution des techniques d'imagerie introduit la possibilité d'une imagerie 3D biométrique à laquelle les orthodontistes aspirent depuis toujours.

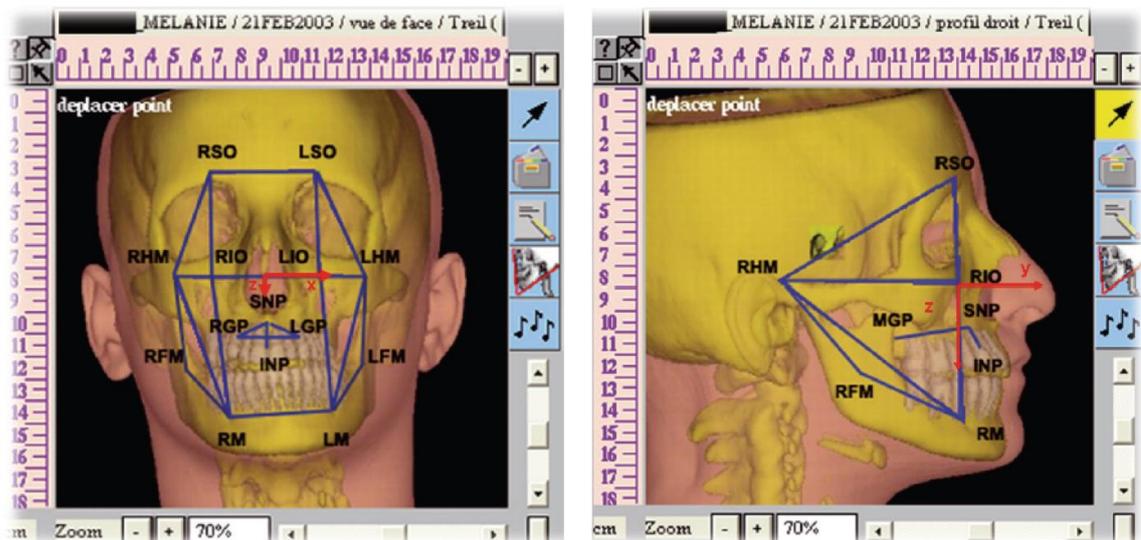
En France, dès 1990 le Dr TREIL, neuro-radiologue français, créateur de ce qu'on appelle aujourd'hui « la céphalométrie de Treil », et ses collaborateurs du service d'orthopédie-dento-faciale de Toulouse, ont réalisé une analyse céphalométrique 3D, à partir d'un examen MDCT céphalique ou d'un CBCT.

Elle permet une lecture parfaite de l'architecture maxillo-faciale globale et est basée sur l'identification de quatorze repères liés à l'axe trigéminal. En effet, les analyses céphalométriques 3D se développent et doivent permettre d'éliminer les imprécisions inhérentes aux radiographies conventionnelles.

Elles permettent entre autre :

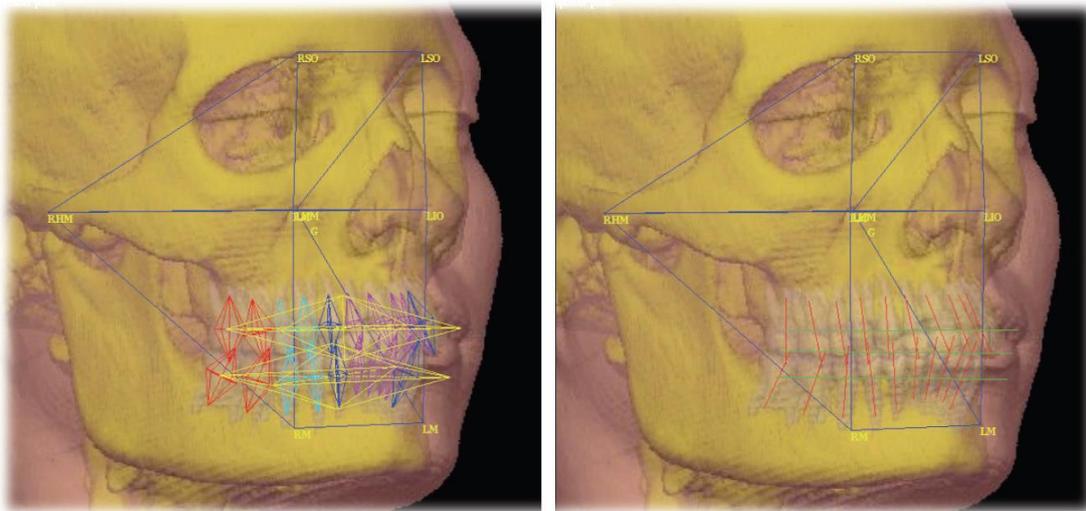
- La prise en compte rigoureuse du sens transversal.
- La précision inégalée pour les mesures antéro-postérieure et verticale.
- La détermination des volumes dentaires, de nouveaux coefficients d'ancrage, du torque et du tipping point de chaque dent.
- L'analyse précise et quantifiable des compensations dentaires naturelles en cas de dysmorphose.

Classiquement considérés comme des examens de seconde intention, ce sont essentiellement les progrès dosimétriques, qui permettront d'envisager ces examens en première intention.(62, 71,72).



Source : 2016Nice D032.pdf

**Figure 26 : Les 14 points de repère de l'analyse céphalométrique 3D de Treil**



Source : Analyse céphalométrique 3D 2016niceD032.pdf

**Figure 27 : Charpente maxilo-faciale.**

### 3-3-5 Modèles numérisés

Le modèle d'étude représente un outil fiable de mesure et est utilisé pour de nombreuses analyses, toutes fondées sur ces mesures (dimension des dents, formes et dimensions d'arcades, décalages divers, prévision de la taille et de la position des dents définitives...).

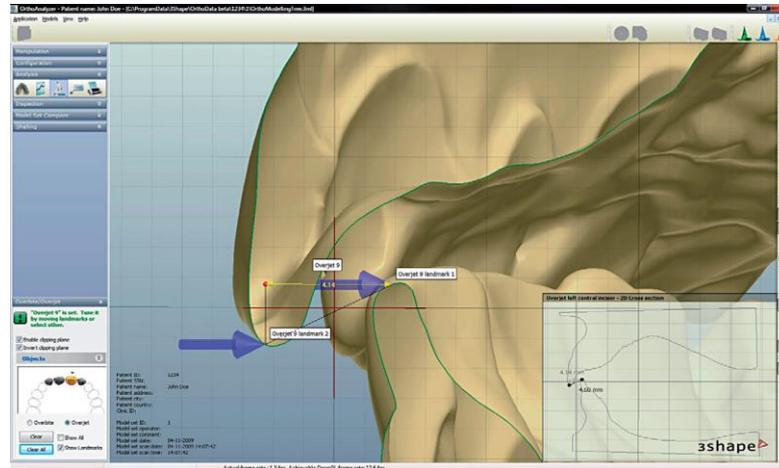
Nombre d'analyses s'appuient sur l'étude directe du modèle et non plus des mesures en bouche(73). Mais le moulage lui-même présente de nombreuses limites comme la poussière, le risque d'usure, de casse, partielle ou totale, ou encore son stockage. La transition vers le numérique met fin à la plupart des limites du modèle traditionnel.

Le modèle numérique présente alors un nombre très conséquent d'avantages, qui sont, entre autres, la fabrication, un stockage simplifié, une accessibilité maximale, une portabilité pour des présentations, qui ont de quoi séduire...(74).

L'aspect essentiel d'un modèle numérique est sa fiabilité. Une numérisation d'empreinte donne un modèle dont la précision est d'un ordre de grandeur de 20 µm. Peu de manipulateurs de laboratoire peuvent s'en approcher. Par contre, la numérisation ne rectifiera pas d'elle-même les erreurs de prise d'empreintes(75).

Grâce aux logiciels disponibles, toutes les mesures nécessaires pour les modèles en plâtre peuvent être réalisées ainsi que diverses coupes pour l'étude de la morphologie

palatine et des contacts occlusaux ; une visualisation directe des arcades en place ou en opposition, sous tous les angles possibles. Il devient commode d'analyser très finement un surplomb ou un contact, ou encore étudier les asymétries(76).



Source : COBLENTZ, J-F. Empreintes numériques : mythes et réalité quotidienne

**Figure 28 : Mesures directes (over jet et over bite)**

Ces dernières années, la numérisation directe des empreintes est devenue une réalité, utilisée dans les laboratoires de prothèses dans un premier temps, elle se réalise désormais directement au sein des cabinets d'ODF(74).

Le scan direct d'empreintes représente réellement une opportunité unique d'optimisation de l'archivage et de la planification de traitement, en éliminant totalement le modèle en plâtre. Cette technologie présente un aperçu instantané du cas du patient, y compris pendant que celui-ci est au fauteuil.

La numérisation d'un mordu, en complément, permettra d'assurer la mise en occlusion. Il est important de noter que la qualité de la numérisation est intimement liée à la qualité de l'empreinte physique. Éviter les bulles et les imperfections est essentiel(77,78).



Source : [https://www.capnumerique.fr/page\\_page\\_technologie\\_scanners.html](https://www.capnumerique.fr/page_page_technologie_scanners.html)

**Figure 29 : Données brutes de numérisation d'empreintes**

### 3-3-6 Set-up et prévisions

Le set-up consiste à découper certaines dents du moulage avec une scie à lame très fine et à les installer dans la cire pour préfigurer un traitement. Cette technique est considérée comme le moyen le plus efficace pour valider l'occlusion voulue. Tout naturellement, les setup numériques se sont développés depuis les années 2005 et sont réalisables en quelques clics grâce à des logiciels spécifiques(79).

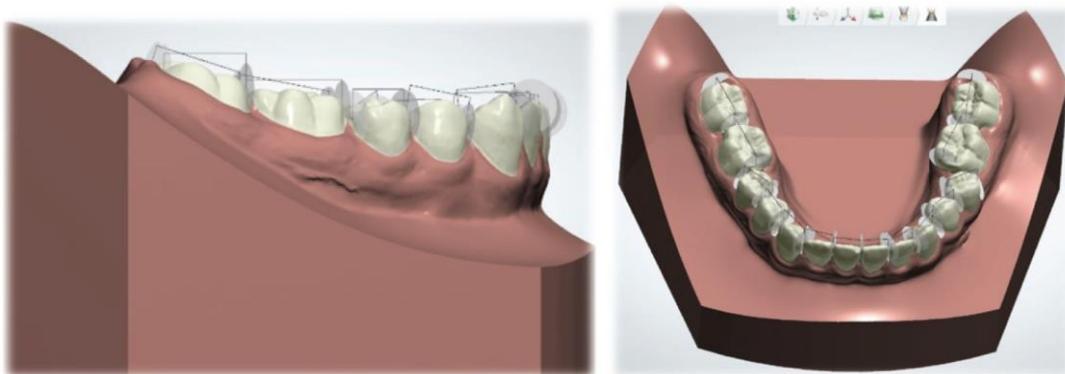
Il existe aussi le set-up chirurgicale ou simulation chirurgicale, élément essentiel du dossier orthodontique en thérapeutique chirurgicale. Il prépare le plan de traitement et permet de comparer les effets thérapeutiques prévisibles avec le problème initial.

Le praticien peut ainsi réfléchir à plusieurs alternatives et le patient peut avoir une idée du résultat possible.

Le set-up peut être réalisé sur les céphalogrammes, mais aussi sur les moulages. Il permet de déterminer et de visualiser l'indication chirurgicale, le type et la quantité de déplacement orthognathique désirés. Il permet également de préciser les déplacements dentaires nécessaires à la préparation orthodontique du cas(80, 81).

Les techniques de prédiction manuelle sont longues et fastidieuses à réaliser. L'intérêt de logiciels informatiques pouvant exécuter un tel travail est évident. L'informatique apporte une meilleure fiabilité de la méthode de prévision, une plus grande rapidité d'exécution et une imagerie réaliste du projet.

Les outils numériques répliquent l'utilisation traditionnelle des modèles d'étude en la dépassant sans risque d'endommager le modèle et ouvrant des opportunités entièrement nouvelles. La réalisation d'un set-up virtuel pouvant être modifiée à l'infini(82, 83).



Source : La thèse : Nouveaux apports des technologies numériques en orthopédie dento-faciale.

**Figure 30: Set-up numérique**

### 3-3-7 Analyse occlusale informatisée

La restauration des fonctions manducatrices nécessite impérativement une gestion de l'occlusion (84).

L'analyse occlusale informatisée est un outil dont dispose les cliniciens pour comprendre les forces fonctionnelles et para-fonctionnelles des contacts occlusaux, les séquences temporelles des contacts et les pressions d'interface des surfaces occlusales(14).

La mise à disposition dans les logiciels d'un articulateur virtuel, offre la possibilité d'analyser les arcades en dynamique et plus seulement en statique.

Cette nouvelle étape permet donc les analyses de mouvements, y compris avec des contraintes paramétrables, il est aussi possible de recourir à des simulations dynamiques en bouche « virtuelle »(75).

L'analyse occlusale informatisée a été révolutionnée par l'arrivée du T-Scan®, premier capteur matriciel spécifiquement conçu pour l'analyse occlusale(19).



Source : <https://www.lafondorthodontie.com/balancement-docclusion-t-scan-iii/>

**Figure 31 : Utilisation du système T-Scan**

### 3-3-8 Conception et fabrication assistée par ordinateur

- La CFAO ou Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur comporte deux notions différentes :
- **La CAO (Conception Assistée par Ordinateur)** qui est un ensemble de systèmes informatiques permettant d'accélérer les temps de conception et d'augmenter le niveau de précision.
- **La FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur)** qui est le processus de fabrication.

La conception assistée par ordinateur, ou CAO, est complémentaire de la

fabrication assistée par ordinateur, ou FAO. Les applications orthodontiques dans ces domaines sont en plein essor(11).



Source : Thèse la révolution numérique dentaire

**Figure 32: La chaîne numérique de la CFAO, de gauche à droite : le système de prise d'empreinte optique, le logiciel de conception et la machine outil**

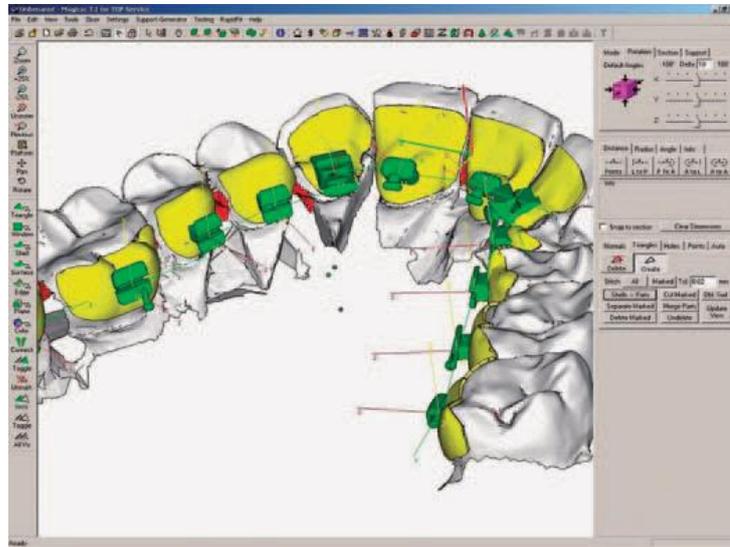
La technique orthodontique linguale qui nécessite des attaches pré-informées difficiles à positionner manuellement fait systématiquement appel au collage indirect. C'est pourquoi, plusieurs développements informatiques sont d'abord destinés à l'orthodontie linguale et peuvent être adaptés à la technique vestibulaire.

-Fabrication d'arcs assistée par ordinateur : Bending Art System

La technique orthodontique multibague ou multiattache comporte aujourd'hui deux options : ou bien les attaches sont pré-informées et les arcs sont plats ou droits, le fil lit les informations dans l'attache, ou bien les attaches n'ont pas d'informations et les arcs comportent des déformations que le bracket lit.

Le Bending art system (BAS) est un système de fabrication allemande qui confectionne, sur commande, un arc pour le patient en fonction des valeurs souhaitées pour chaque dent. Des inserts s'installent en bouche dans chaque bracket et une empreinte optique tridimensionnelle est faite avec une caméra intrabuccale reliée à un ordinateur. À partir de cette empreinte, la machine outil informatisée forme le fil pour y insérer les torques, off-sets, angulations,... qui ont été prescrits par le praticien Bracketron et Bending art system réunis positionnent en technique linguale les brackets avec les informations désirées et préfabriquées tous les arcs voulus pour un traitement.

L'adaptation du principe à la technique vestibulaire ne dépend que du marché potentiel. Des arcs linguaux de contention à coller sont aussi préparés avec le BAS à partir d'une empreinte optique du moulage.



Source : J.-S. Simon, C. Galletti, D. Wiechmann. Système d'orthodontie linguale individualisé

**Figure 33 : Technique linguale**

- **Conception et fabrication assistées par ordinateur de " brackets "**

C'est une technologie américaine, développée par l'orthodontiste américain Craig Andreiko et présentée en 1994. Depuis, de nombreux progrès ont été accomplis surtout dans la précision indispensable à la fabrication d'une base de bracket usinée sur mesure. La technologie actuelle fait appel à une empreinte optique du moulage obtenue grâce à un scanner 3D haute définition. À partir de cette empreinte optique dans un ordinateur, un système complet aboutit à la fabrication de brackets individualisés. Des clés de positionnement sont disponibles pour permettre un recollage en cas de besoin, ainsi que des arcs de travail avec des informations différentes des valeurs idéales. Ce système, en cours d'expérimentation, se réfère aux derniers progrès technologiques et préfigure ce que sera peut être l'orthodontie de demain(85).

**3-3-9 Impression 3D**

L'impression 3D offre des possibilités inouïes dans le domaine dentaire. Grâce à des dispositifs médicaux fabriqués sur mesure pour le patient, la précision du geste thérapeutique est augmentée et les résultats opératoires améliorés.

De l'impression du guide chirurgical pour la chirurgie implantaire ou maxillofaciale à l'impression de prothèse, il est aujourd'hui possible d'imprimer des tissus humains et des cellules. L'usage d'impression 3D est aussi répandu en orthodontie pour l'impression de gouttières et d'aligneur. Il est à noter qu'avant d'entreprendre l'impression d'une pièce, il faut auparavant réaliser sa conception sur un logiciel adapté. Cela implique en amont la numérisation de l'empreinte dentaire, soit directement en bouche grâce aux systèmes d'empreinte optique, soit grâce à des scanners extra oraux permettant de scanner directement les empreintes ou les modèles une fois coulés(23).



Source : [3dnatives.com](http://3dnatives.com)

**Figure 34 : Gouttière orthodontique imprimée en 3D**



Source : [www.ilos.com](http://www.ilos.com)

**Figure 35 : Stellite imprimé en 3D**



Source : [www.digital-dentalcadcam-cfao.fr](http://www.digital-dentalcadcam-cfao.fr)

**Figure 36 : Maquette d'un châssis de stellite en résine calcinable imprimée en 3D**



Source : [www.biotechnika.org](http://www.biotechnika.org)

**Figure 37 : L'imprimante Novogen MMX, capable de bio imprimer des cellules et tissus humains.**

### 3-3-10 Les aligneurs

L'orthodontie numérique révolutionne l'alignement dentaire.

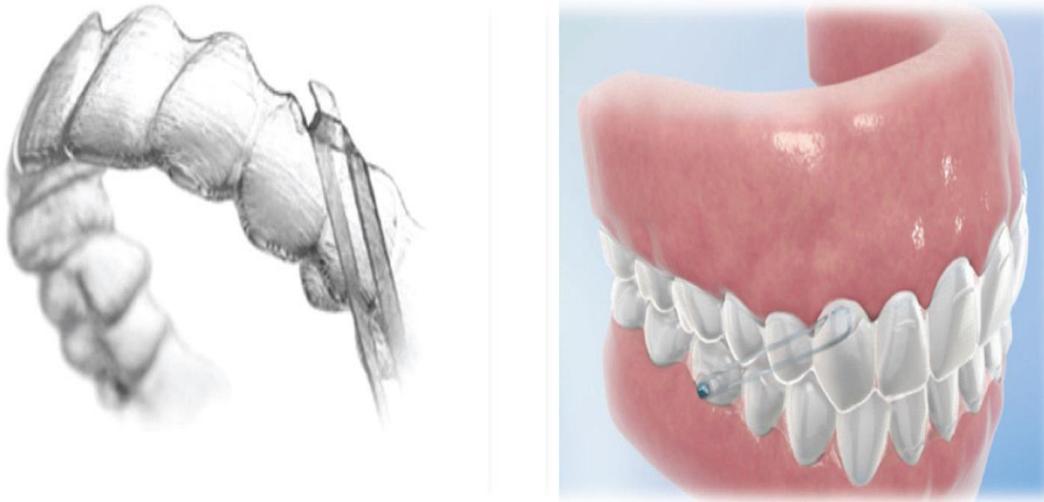
Il existe aujourd'hui des logiciels spécifiques qui assurent l'alignement et l'intercuspédie des arcades virtuelles à partir d'une empreinte optique.

La réalisation, par l'informatique, d'une maquette soumet à l'œil du praticien les éléments morphologiques qui concourent à l'établissement d'une occlusion équilibrée. La facilité avec laquelle les dents sont mises en place et en bons rapports avec leurs antagonistes ne doit pas conduire à la formation d'arcades « standards » sans liens avec les bases osseuses et oubliées de l'équilibre musculaire propre au patient(86).

L'intercuspédie maximale ne doit pas être déterminée sans recherche de la relation centrée.

Des firmes spécialisées, fournissent une série d'enveloppes plastiques et indiquent où coller les aspérités qui donnent prise à l'enveloppe.

Le recours à ces firmes est onéreux mais le temps, passé au fauteuil est fortement réduit. Ces gouttières, encore insuffisamment élastiques selon certains praticiens, mais peu visibles et permettant une bonne hygiène, sont mieux acceptées qu'une série de brackets. Elles déplacent parfaitement les couronnes des dents, plus difficilement les apex et assurent une intercuspidie précise(87).



Source : nouveaux apports

**Figure 38 : Crochet sur gouttière d'alignement invisalign**

### **3-3-11 Intelligence artificielle**

Pour tenter de faire face à toutes les situations, les analyses céphalométriques ont intégré le maximum de facteurs, pendant que l'informatique simplifiait leur utilisation. Depuis les premières réalisations du Rocky Mountain data system l'informatique a progressé considérablement. L'objectif actuel est d'obtenir que les programmes tirent des enseignements de chaque nouveau cas que l'on enregistre ; le but étant que l'ordinateur puisse donner une réponse à une question qu'il n'a jamais rencontré, sans qu'elle ait été préalablement programmée : « l'intelligence artificielle ».

En orthodontie dentofaciale, les travaux entrepris sur des systèmes experts permettent à l'ordinateur d'acquérir une « expérience » au fur et à mesure. La confrontation entre la réponse « idéale » calculée par la machine et les solutions intuitives du praticien qui « L'éduque » doit permettre d'optimiser les plans de traitement et d'indiquer le pronostic. L'ordinateur est pour l'orthodontiste un outil précieux, cependant la tentation de laisser à la machine la direction du traitement sans exercer un contrôle, par paresse ou par incompetence, a des conséquences plus graves que les très nombreux avantages que son utilisation nous apporte(88).

## **CHAPITRE III**

---

# **A L'ère des données transmises**

## **1- Santé connectée**

La santé bucco-dentaire est un élément déterminant pour la santé générale et le bien-être de la personne. Une communication aisée, la faculté de sourire, de manger à sa guise permettent une meilleure qualité de vie et une meilleure estime de soi. Cependant, encore en 2018, l'accès au chirurgien-dentiste en général et aux spécialistes de l'orthopédie dento-faciale en particulier est difficile.

La télémédecine semble être une opportunité très intéressante pour lutter contre ces inégalités persistantes et tendre enfin vers la démocratie sanitaire recherchée par notre système de santé.

Le paysage de l'odontologie risque d'être perturbé par l'arrivée de: la télémédecine. Bien que de plus en plus présente dans de nombreuses spécialités, très rares sont les projets en médecine bucco-dentaire(71).

### **1-1 Les systèmes d'information de santé**

Les systèmes d'information de santé sont des systèmes d'informations utilisés dans le cadre d'activité de santé, ils sont principalement constitués de logiciels, d'équipements informatiques, et de réseaux de télécommunication, ainsi que de l'organisation humaine propre à assurer le bon usage de ces moyens.

L'Objet des systèmes d'information de santé est de recueillir, conserver, et transmettre (sous diverses formes) des informations de santé à caractère personnel (relatives au patient) ainsi que des informations relatives aux acteurs de l'offre de soins.

L'usage actuel conduit à employer le terme « télésanté » comme une extension des concepts de systèmes d'information de santé et de télémédecine(89).

### **1-2 Télésanté**

Le terme de télésanté, désigne tous les domaines où les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont mises au service de la santé(90).

La télésanté est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS): « la télésanté permet d'apporter des services de santé, là où la distance et l'isolement sont un facteur critique, par des professionnels de santé utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) à des fins de diagnostic, de traitement et de prévention, de recherche et de formation continue ». Les TIC ont connu un essor considérable et aujourd'hui l'informatisation, la numérisation et le partage de données via internet devient monnaie courante en pratique médicale.

En effet, la télésanté est décrite par l'OMS comme « le management et le support à la santé au niveau national, par des communications interactives sonores, visuelles et de données ». Elle regroupe donc toutes les applications, sites, portails liés à la santé sur internet(71).

Nous pouvons retrouver sous le terme de télésanté :

- **La télé-information**

Capacité à accéder à un portail grand public sur lequel les usagers/patients et les acteurs du monde médico-social pourront accéder à des informations de prévention et de recommandations sanitaires, à des alertes (situations de crise, épidémie), à des conseils et bonnes pratiques, à des annuaires, des guides d'accompagnement leur permettant d'identifier le point d'entrée qui correspond à leur problématique.

- **La télé-vigilance**

Service d'alerte de suivi et d'accueil téléphonique d'urgence qui favorise le maintien à domicile, des personnes utilisant notamment des capteurs dynamiques de positionnement, de comportement, de fonctionnement d'organes vitaux ou d'appareils supplétifs et des outils de géo localisation (par exemple pour les pathologies type Alzheimer).

- **La télé-prescription**

Service qui permet de réduire les déplacements des patients en dématérialisant les prescriptions médicales.

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS) la télé-prescription est une prescription médicamenteuse à distance, réalisée à la suite d'un entretien téléphonique détaillé.

Le médecin ne voit donc pas le patient, ne le connaît pas et ce n'est par forcément le patient qui appelle.

La HAS rappelle que la télé-prescription répond à des situations dites d'urgence, cette prescription correspond à 4 situations :(91)

- Rédaction et transmission à distance d'une ordonnance écrite.
- Prescription d'un médicament présent dans la pharmacie familiale.
- Adaptation d'un traitement quand le médecin traitant n'est pas joignable.
- Demande de soins non programmés nécessitant un conseil médical, sans urgence vitale ou urgence véritable exigeant un examen médical.

### 1-3 La télémédecine

La télémédecine a été définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1997 comme « la partie de la médecine qui utilise la transmission par télécommunication d'informations médicales (images, comptes rendus, enregistrements, etc.), en vue d'obtenir à distance un diagnostic, un avis spécialisé, une surveillance continue d'un malade, une décision thérapeutique de prescrire des produits, de prescrire ou réaliser des prestations ou des actes, ou encore d'effectuer une surveillance de l'état des patients»(71).

En effet, la télémédecine est une pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information de la communication(71).

La télémédecine médicale permet aux professions de santé de réaliser à distance des actes médicaux pour des patients. La télémédecine informative organise la diffusion du savoir médical et des protocoles de prise en charge des malades et des soins dans le but de soutenir et d'améliorer l'activité médicale(90).

La télémédecine permet d'établir un diagnostic, d'assurer pour une patient à risque, un suivi à visé préventive ou un suivi post-thérapeutique, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits, de prescrire ou réaliser des prestations ou des actes, ou encore d'effectuer une surveillance de l'état des patients.

La télémédecine comme tout acte de nature médical doit respecter les principes de droit commun de l'exercice médical et du droit des patients.

Les actes médicaux qui relèvent de la télémédecine sont :(92)

- **La téléconsultation**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical de donner une consultation à distance à un patient.
- **La télé-expertise**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux.
- **La télésurveillance médicale**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et, le cas échéant, de prendre des décisions relatives à la prise en charge de ce patient.
- **La téléassistance médicale**, qui a pour objet de permettre à un professionnel médical d'assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte.

Plus spécifiquement pour la télémédecine bucco-dentaire, la première activité recensée remonte à 1994 au sein de l'armée américaine. Quinze soldats ont été déplacés de 250 kilomètres pour bénéficier d'une chirurgie parodontale par un chirurgien-dentiste spécialiste de l'armée. Le suivi du traitement et de la cicatrisation a été réalisé à distance à l'aide de photos par le praticien ayant réalisé les actes. Grâce à cette première activité de télémédecine bucco-dentaire, les quinze militaires n'ont pas eu besoin de retourner voir le chirurgien-dentiste pour le contrôle. Un seul a dû se déplacer pour une deuxième intervention(93).

En France, le premier projet de télémédecine bucco-dentaire officiel est le projet e-DENT porté par le CHU de Montpellier. Depuis le 24 avril 2014, des diagnostics bucco-dentaires à distance sont réalisés entre des établissements médico-sociaux de la région du Languedoc-Roussillon et le Centre de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires (CSERD) du CHU de Montpellier (94).

## **2 L'e-santé en Algérie**

Lors d'une conférence de presse tenue en février 2017, le directeur de l'informatique au ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière, Abdelkader hadj Miloud, a estimé que : « La numérisation du secteur de la santé contribue à l'amélioration des prestations et à la réduction des coûts ».

A ce propos, la télémédecine est en voie de développement en Algérie, où l'existence d'un réseau dense de fibres optiques devrait permettre une meilleure maîtrise de cet outil au profit des patients qui vivent à distance des grands centres médicaux du pays. Dans notre pays, la télémédecine a fait son apparition depuis les années 2000 dans les travaux de centres de recherche et des universités ainsi que les projets gouvernementaux. Il s'en est suivi des programmes de téléconférences médicales entre les hôpitaux du sud et ceux du nord menés sous l'égide des ministères de la santé et des télécommunications(95).

Pour le professeur Zoubir Sari, secrétaire général adjoint de la Société Algérienne de Télémédecine et de e-Santé (SATeS) : « On est optimiste de l'avenir de la télémédecine en Algérie, malgré son lent avancement»(96).

D'autres expériences beaucoup plus simples mais non moins dignes d'intérêt ont été également menées par des confrères à titre individuel en utilisant la téléphonie mobile et l'internet pour la télésurveillance de maladies chroniques et la télé expertise

ou la téléassistance médicale. Dans notre pays, le développement de projets dans ce sens avec des moyens divers de télécommunication permettra l'éclosion et l'implémentation de cette nouvelle discipline accessible à tous les praticiens ayant la conviction majeure de communiquer(95).

«La e-santé doit être considérée non comme une fin mais comme un ensemble de moyens permettant d'améliorer l'accès aux soins, la qualité des prises en charge et l'autonomie des patients », dira Pr. Nabil Aouffen, Professeur anesthésiste-réanimateur et Directeur Général de l'Agence Thématique de Recherche en Systèmes de Santé, lors d'un exposé sur « l'innovation et les technologies biomédicales, un axe du programme national de recherche en santé » qui a eu lieu en novembre 2017(97).

La télémédecine peut changer notre pratique médicale et rapprocher beaucoup plus le patient de son médecin pour la prévention des maladies, leur diagnostic, leur traitement et leur surveillance après traitement au niveau du domicile. La qualité des soins n'en sera qu'améliorée et le rendement du système de santé en terme de longévité et de confort de vie n'en sera que meilleur(95).

Dans le but de numériser son système de santé le gouvernement algérien a opté pour une réadaptation législative des lois sanitaires selon les articles suivants :

**Lois sanitaires 2017 :**

Section 4: Système d'information

- **Art 287** : Il est créé un système national d'information sanitaire.

Le ministère chargé de la santé est responsable de la conception, de l'organisation et de la mise en place de ce système qui permet à tout moment de disposer des informations nécessaires notamment à la planification sanitaire et l'évaluation du système de santé.

- **Art 288** : Les établissements de santé publics et privés sont tenus de mettre en œuvre des sous-systèmes d'information en rapport avec le système d'information.
- **Art 289** : Les sous-systèmes d'information comprennent, notamment, le recueil les données médicales et comptables relatives aux prestations de santé développées par les établissements ainsi que les informations administratives et sociales ayant trait aux patients. Les modalités d'application de cette disposition sont fixées par voie réglementaire.
- **Art 290** : La mise en œuvre de ces sous systèmes d'information s'effectue dans le respect du secret médical et des droits des malades(98).

Le Ministère de la Poste, des télécommunications, des technologies et du numérique (MPTIC) accorde beaucoup d'importance aux projets relevant de la e-santé.

Ainsi, un projet ambitieux a été entamé en collaboration avec le Ministère de la Santé de la Population et de la Réforme Hospitalière, ceci afin de mettre en place un réseau pilote de télémédecine dénommé « Réseau Télémédecine Algérie RT-DZ » regroupant cinq 05 CHU et 12 EPH et l'ANDS (Agence nationale de documentation de la santé) comme point focal, ceci afin de permettre l'accessibilité aux soins de santé à distance à travers le transfert de données ou à travers l'action directe du praticien sur le malade, et d'assurer notamment les fonctions de téléconsultation, de télédiagnostic et de téléformation. Le projet consiste à mettre en place un réseau de télécommunications fibre optique, interconnectant plusieurs sites du réseau RT-dz (opérationnel) et mettant à la disposition des établissements:

- Des systèmes interactifs de visualisation à distance du patient et de son dossier médical, Au niveau des CHU.
- Des systèmes interactifs de visualisation à distance permettant l'exploration du patient selon sa pathologie, au niveau des EPH.
- Un système de visioconférence permettant d'organiser des séances multi-sites ainsi qu'un système de diffusion multimédia (streaming) pour l'archivage et la diffusion, au niveau de l'ANDS et la formation à distance des praticiens de la santé des régions éloignées. La plateforme technique a été testée et le réseau est actuellement opérationnel.

Le réseau est doté de plusieurs systèmes permettant l'auscultation à distance du patient et la visualisation de son dossier médical ainsi que l'organisation de séances de formation multi sites.

Le réseau est également équipé d'un système de streaming pour l'archivage et la diffusion(99).

## **2-1 Réseau Télémédecine Algérie RT-DZ**

Le projet, reliant le Centre hospitalo-universitaire (CHU) Lamine Debaghine de Bab El Oued (Alger) et les Etablissements publics hospitaliers (EPH) des wilayas de Laghouat et Bechar, a été lancé mardi 05/04/2016 à Alger. Ce projet s'inscrit dans le cadre de la convention de partenariat entre le ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme hospitalière et celui de la Poste et des Technologies de l'information et de la communication. Il est piloté par l'Agence nationale des parcs technologiques (ANPT)

et l'Agence nationale de documentation de la santé (ANDS). Cinq CHU et douze EPH du sud ont été retenus pour ce projet destiné notamment à améliorer la prise en charge médicale des habitants des régions du sud du pays, accessibilité aux soins à distance, outre la formation continue et les transferts des données. Sa généralisation aux quatre CHU et les dix EPH restants aura lieu une fois la phase pilote terminée et ses résultats consolidés.

L'expert en e-santé au bureau régional de l'Organisation mondiale de la santé pour l'Afrique, Pr. Housseynou Ba a fait savoir que le développement de l'e-santé est un processus transversal, poussant au dialogue entre un médecin et un informaticien, entre les pouvoirs publics et le secteur privé, et au sein même du secteur privé entre de nombreux métiers pour le développement d'un service donné (éditeurs de logiciels, opérateurs de télécommunication, hébergeurs de données...). « Les perspectives de développement de l'e-santé dans un pays dépendront donc étroitement de sa capacité à organiser ce dialogue pluri-acteurs », a-t-il affirmé(100).

## **2-2 Projet SIHATIC**

Le directeur des systèmes informatiques au ministère de la santé, M. Abdelkader Hadj Miloud, a fait remarquer que le projet SIHATIC vient d'être entamé dans sa phase organisationnelle, inaugurant ainsi le processus de la transformation numérique du secteur de la santé.

« SIHATIC est un projet qui a pour objectif principal de doter les structures en charge de la santé d'un système d'information et de communication automatisé, intégré et global permettant de créer, mettre à jour, partager et exploiter les informations relatives au système de la santé ».

Pour sa part, le représentant de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en Algérie, le professeur Bah Keita a affirmé que le développement de la e-santé figure parmi les axes prioritaires définis par les autorités et afin d'accompagner le ministère de la Santé et de la Réforme hospitalière, dans son projet de numérisation du secteur de la santé SIHATIC « le but de cette rencontre est le renforcement de la collaboration entre les partenaires et partage d'expériences et de bonnes pratiques en e-santé », a-t-il assuré(100).

### **2-3 Le dossier électronique médical (DEM) à l'EHU d'Oran**

Pour améliorer la qualité et la sécurité des soins de santé, l'Algérie investit dans l'informatisation de son système de santé.

En 2012, L'EHU d'Oran a été choisi comme site pilote car disposant «des meilleures normes exigées pour la mise en œuvre de ce projet et aussi car il répond à la quadruple mission des centres et établissements hospitaliers : prévention, soins, enseignement et recherche.

Dans le contexte de la numérisation, une charte de confidentialité, d'accès et d'utilisation a été créée qui est un système de règles juridiques pour la conservation du DEM et précise notamment de nombreux points concernant les droits des malades ; en faisant référence aux règles de la déontologie médicale et au règlement d'intérieur de l'EHU d'Oran.

L'adoption du dossier électronique médical se fait dans un cadre juridique garantissant des mesures propres à assurer :

- La sécurité.
- Le respect de la confidentialité et le contrôle des accès par les intervenants.
- Les délais de conservation du dossier médical.
- la traçabilité. (101)

### **2-4 La vaccination numérisée**

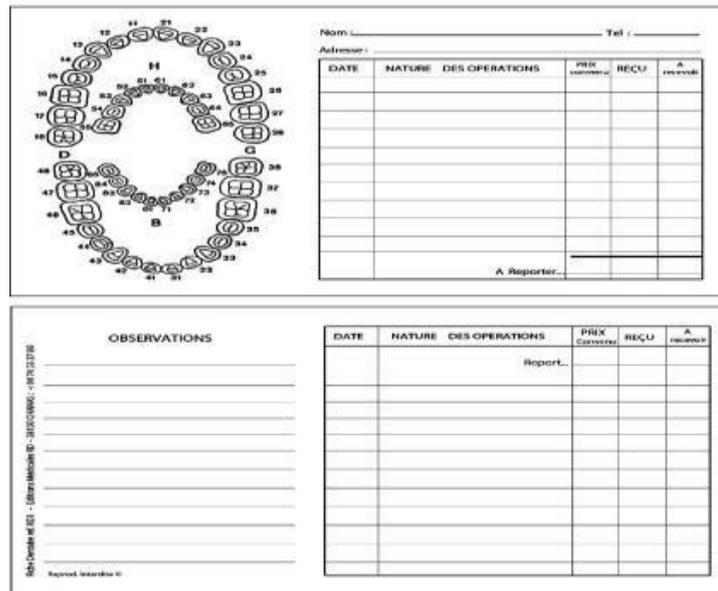
Mieux soigner le patient passe aussi par la bonne gestion des dossiers médicaux, c'est dans ce cadre que la sous-direction chargée du programme de vaccination au ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme hospitalière gère une opération pilote portant sur le dossier électronique de vaccination.

La démarche consiste à mettre toutes les données en rapport avec la vaccination dans un système informatique numérisé. Cette opération se fait progressivement et sera généralisée au cours de l'année 2018.

Cette démarche entre dans le cadre de l'action initiée par le ministère de la Santé depuis plusieurs années déjà, à savoir la numérisation des dossiers médicaux de tous les patients à travers le territoire national. Cette action vise l'amélioration de la qualité des soins dispensés à la population, d'une part, et la maîtrise des dépenses de santé, de l'autre. L'objectif principal de ce dossier médical est d'accélérer les capacités de l'ensemble des acteurs à produire et à partager des données de santé de manière sécurisée, dans le but de mieux coordonner les soins(102).

### 3 La carte d'identité odontologique : l'odontogramme numérique

Odontogramme : schéma des dents temporaires et permanentes sur lequel le praticien note les lésions et troubles divers.



Source : Cali M., Fiche dentaire, 2016

**Figure 39 : Odontogramme papier**

L'odontogramme numérique est une représentation numérique d'une denture humaine à un instant précis(103).



Source : Visiodent, Logiciel L500, 2015

**Figure 40: Odontogramme numérique**

## L'odontogramme alphanumérique

C'est un nouveau concept élaboré par Pierre Fronty afin d'universaliser l'informatique des praticiens en créant un "langage numérique commun" et un odontogramme standard à la profession, tout en laissant le libre choix au praticien de travailler avec son logiciel habituel.

L'odontogramme de Fronty ne comporte ni texte, ni écriture, ni schéma des dents et arcades.

Il prend la forme d'un odontogramme « code barre », chaque dent est définie par une série de chiffre(104).



Source : Fronty et al., Odontogramme numérique au service de l'odontologie et son aspect médico-légal, 2008

**Figure 41 : Exemples d'odontogrammes alphanumériques (rouge) ou numériques (bleu)**

L'odontogramme numérique d'un patient sera référencé par un code identitaire définissant son sexe et son âge, le CID, suivi d'un code alpha numérique d'identification dentaire CAIDENT précisant les caractéristiques de chaque dent(104).

La simple connaissance de la formule dentaire d'un sujet (dents absentes, dents présentes) représente un véritable « fil d'Ariane » en matière d'identification et de recherche d'un dossier(103).

L'organe dentaire est unique et constitue un marqueur individuel; il prend la valeur d'une véritable « carte de visite »(105).

Les dents offrent l'avantage d'être très résistantes à la chaleur (400°C) et à la dégradation cadavérique ce qui en fait un excellent moyen d'identification quand le corps est très altéré ce qui s'avère être très utile lors des catastrophes collectives impliquant plusieurs victimes (106).

À la suite de chaque catastrophe, depuis plus de vingt ans, les experts français en odontologie médico-légale ont tenté d'améliorer et de mettre au point une méthodologie simple, modélisable, le plus possible adaptée à chaque cas, l'utilisation de l'odontogramme numérisé serait une avancée déterminante pour le projet de la commission d'odontologie médico-légale de 2009, qui est la création d'un moteur de recherche en identification odontologique(107).

En 2001, l'Ordre National des Chirurgiens-Dentistes a constitué un groupe de travail avec comme partenaires la Gendarmerie Nationale, la Police technique et scientifique, le Service de Santé des Armées et l'Association Française d'Identification Odontologique. Ce groupe devait évaluer l'importance de l'existence d'un tel moteur de recherche. Ainsi le 22 juin 2004, le Ministère de la Justice publie : « La création d'un moteur de recherche en identification odontologique constituerait un nouvel instrument fiable d'identification de personnes victimes de catastrophes, de personnes décédées non identifiées et de personnes disparues. Il présente donc pour le Ministère de la Justice, le Ministère de l'Intérieur et la Gendarmerie Nationale un intérêt certain »(104).

L'odontogramme numérique permet de traduire l'ensemble des données buccodentaires d'un individu en langage numérique, il transforme l'information complexe délivrée par l'examen clinique et l'imagerie médicale en éléments simples (alpha) numériques ; il associe les qualités d'exception de l'organe dentaire (variabilité, stabilité, résistance, etc.) et les possibilités remarquables du traitement informatique (103).

L'amélioration de la carte d'identité odontologique par l'informatique est bénéfique pour l'intérêt des patients, pour le confort du praticien et, tout particulièrement, pour les besoins de la société.

Standardisation et informatisation des données dentaires : état actuel et défis à relever pour une amélioration de l'identification des victimes(104).



## **CHAPITRE IV**

---

# **Analyse classique en orthopédie dento-faciale**

La qualité et la précision du diagnostic en orthopédie dento faciale sont des facteurs essentiels à la réussite du traitement. Ils reposent sur un examen clinique systématisé et sur l'analyse rigoureuse des examens complémentaires.

Le bilan orthodontique, puisque tel est le nom que donnent la plupart des auteurs à cet "état des lieux", résulte d'une enquête sémiologique qui comporte deux grandes parties: l'examen du patient et l'étude du dossier(108).

Dans ce chapitre nous allons détailler les étapes d'une analyse orthodontique classique. Le dossier de la patiente DJBABLIA Ibtissem, âgée de 10ans ayant consulté au service d'ODF du CHU de TLEMCEM le 09/10/ 2017, illustre ce travail.

## **1 Examen clinique**

L'examen clinique représente le premier contact entre le patient et le praticien. C'est une étape primordiale dans l'établissement du diagnostic et du plan de traitement orthodontique.

Il comprend classiquement trois phases :

- une phase d'information, de détermination du but de la consultation, et d'anamnèse destinée à définir les motivations du patient et de son entourage et à connaître ses antécédents médicaux et dentaires.
- un examen exobuccal de face et de profil.
- un examen endobuccal statique et dynamique(109).

### **1-1 L'interrogatoire ou la phase d'information**

Permet de connaître les motivations du patient qui sont le plus souvent d'ordre esthétique, mais peuvent aussi être d'ordre fonctionnel ou prothétique et l'anamnèse dentaire reprend l'historique des soins effectués ou en cours, et les éventuelles précautions à prendre lors du traitement orthodontique (109).

### **1-2 L'examen exobuccal du patient**

Est le premier élément du diagnostic morphologique, doit être fait de face et de profil, en statique et en dynamique. Il obéit à des règles d'observation systématique des différentes parties du visage. Il est complété par des photographies qui permettent de tracer des plans et d'effectuer des mesures(109).

### 1-3 L'examen endobuccal

D'abord réalisé arcades séparées pour observer globalement la denture et son environnement parodontal et musculaire puis arcades dentaires en occlusion afin de déterminer les relations inter arcades et leurs éventuelles anomalies(109).

### 1-4 L'examen fonctionnel

Les fonctions correspondent à des activités exercées dans un but d'adaptation a son milieu ou de survie d'un élément vivant. Le bon déroulement des fonctions est indispensable à une croissance harmonieuse.

En ODF il est important d'examiner les fonctions, de faire un diagnostic étiologique d'où découlera un plan de traitement, les limites orthodontiques et le pronostic.

Le rétablissement d'une fonction est indispensable a la stabilité de nos résultats. . L'examen fonctionnel repose sur l'observation des différents groupes musculaires qui composent l'appareil manducateur(109).

L'examen clinique du visage utilise l'inspection et les mesures anthropométriques afin de pouvoir comparer les estimations et les résultats avec des modèles que l'on estime être harmonieux sur le plan esthétique.

L'objectif est d'établir un diagnostic positif, étiologique et différentiel qui permet la mise en place d'un plan de traitement adapté (110).

Exemple :



Source : Photo prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 42 : photo de face de la patiente D.I**

#### ➤ Anamnèse

-Nom : DJBABLIA

-Prénom : Ibtissem

-Age : 10ans

- Motif de consultation : esthétique
- La date de la première consultation : 09/10/2017
- Antécédent généraux :
  - familiaux : RAS.
  - personnels : RAS.
- Antécédent stomatologiques :
  - familiaux : RAS.
  - Personnels : RAS.

➤ **Examen exo buccal**

- De face :

A l'inspection

- Symétrie facial: conservée.
- Egalité des étages : conservée.
- Coloration des téguments : physiologique.
- Stomion : Présence du stomion.

A la palpation

- Articulation temporo mandibulaire: pas de douleurs et pas de bruits.
- les muscles masticateurs : isotoniques et indolores.
- Adénopathies : pas d'adénopathie cliniquement palpable.

- De profil :

Selon Ricketts : rectiligne

Selon Izard : orthofrontal

➤ **Examen endobuccal**

- Ouverture buccale : suffisante.
- Hygiène buccale: moyenne.
- Muqueuses buccale : Légère inflammation gingivale.
- Insertion des freins : physiologique.
- Coïncidence des freins labiaux.
- Langue : -Volume : moyen.
  - Position : moyenne.
  - Insertion du frein lingual : physiologique.

➤ **Examen fonctionnel**

- la respiration : naso buccale.
- la déglutition : typique.
- la mastication : unilatérale alternée.
- la phonation : normale.

## **2- Documents incontournables**

Ces examens complètent et précisent l'examen clinique en permettant de mesurer et de quantifier les différentes anomalies observées. Il s'agit des modèles d'étude, des photographies du visage face et profil auxquelles s'ajoute maintenant une vue souriante de trois quarts, de la téléradiographie de profil prise en occlusion, ainsi que la radio panoramique dentaire.

### **2-1 Téléradiographie de profil**

La téléradiographie, comme moyen de diagnostic en orthopédie dento-faciale, fit sa première apparition dès 1922 avec les travaux de J Carrea (Buenos-Aires), mais C'est Broadbent en 1925, qui fit les premiers essais avec céphalostat, introduisant ainsi la standardisation des clichés ., elle permet de repérer des structures osseuses et des points bien défini qui vont permettre d'aboutir à l'analyse céphalométrique.

L'analyse céphalométrique est donc une méthode de schématisation, de mesure et d'étude des rapports des structures céphaliques, elle a pour but d'aider le praticien à déterminer le siège et la nature d'éventuelles anomalies afin de lui permettre de fixer les objectifs de son traitement (111,112).

L'orthodontie n'a pas toujours connu l'analyse céphalométrique, en effet, dans un premier temps les orthodontistes se sont basés sur les moulages pour évaluer les malocclusions et les malpositions et sur les photographies pour déterminer la position des mâchoires. Jamais la question de l'extraction dentaire n'a été soulevée puisque la conservation de toute les dents était à la source de l'harmonie faciale. Il a fallu attendre 1934 pour que TWEED démontre que la stabilité du traitement et l'amélioration esthétique du profil cutané ne pouvaient être obtenues qu'au prix du redressement de l'incisive inférieure, d'où la nécessité de procéder à des extractions dans 80 % des cas.

C'est à ce moment-là que l'analyse céphalométrique a vu le jour, elle représente

un véritable outil de travail qui apporte une valeur clinique à la fois pour le diagnostic et le pronostic(113).

On distingue 03 types d'analyses céphalométriques :

➤ **Les analyses typologiques**

Elles sont peu nombreuses, ont pour but de déterminer un type facial individuel d'équilibre ce qui permet d'éviter la comparaison avec des normes qui semblent plus arbitraires. Les travaux les plus importants dans ce domaine ont été effectués en Europe où les traitements orthodontiques sont conduits dans une optique plus fonctionnaliste ce qui focalise l'attention des cliniciens sur les problèmes de croissance et d'équilibre neuromusculaire. (Analyse de Bjork) (114).

➤ **Les analyses dimensionnelles**

Elles sont de loin les plus nombreuses et les plus populaires d'origine américaines, ont une vocation thérapeutique affirmée. On peut les diviser en deux générations selon la date de leur publication : La première est constituée par les analyses de Margolis, Björk ,Wylie, et Downs. La seconde est représentée par celles de Steiner, Tweed, Coben , Sassouni et Ricketts.

Fondamentalement, toutes ces analyses reposent sur un principe commun : définir la position spatiale des mâchoires et de la denture par rapport à des plans ou à des lignes de référence. Les mesures réalisées à partir des constructions géométriques proposées par les auteurs sont ensuite comparées à des normes établies, et présentées sous forme de chartes.

Leurs différences ne concernent en fait que le choix des systèmes de référence et la nature des mesures effectuées(113).

➤ **Les analyses structurales**

Sont plus récentes et plus ambitieuses aussi. Elles cherchent à mettre en évidence et à expliquer les déséquilibres de développement des structures cranio-faciales. Au-delà du diagnostic morphologique, elles visent la recherche de l'étiopathogénie qui seule peut rendre l'action orthopédique ou chirurgicale réellement efficace parce que mieux dirigée. L'analyse de Delaire est la plus connue(112).

Quelle que soit la vocation de l'analyse céphalométrique, qu'elle soit " dimensionnelle ", " typologique " ou " structurale ", elle nécessite toujours la construction d'un réseau géométrique de plans et de lignes servant de système de référence. La détermination de points de repère est donc indispensable. Certains ont une définition anatomique, d'autres sont des points construits ou déterminés par inspection.

Leur nombre s'est considérablement enrichi au fil des années. Mais si la plupart d'entre eux présentent un intérêt quasi général, d'autres sont spécifiques d'une analyse et n'ont jamais été utilisés autrement que dans ce cadre. On peut les diviser en deux catégories selon qu'ils appartiennent au plan sagittal médian et sont donc impairs, ou qu'ils sont localisés au niveau de structures bilatérales(113).

Exemple :



Source : Téléradiographie de profil de la patiente D.I prise au sein du CHU de Tlemcen

**Figure 43 La téléradiographie de profil**



**A**



**B**

Source : Téléradiographie de profil de la patiente D.I prise au sein du CHU de Tlemcen

**Figure 44 : Le tracé céphalométrique**

**A : structures osseuses et points**

**B : structures osseuses et plans**

**Tableau 1 : Analyse céphalométrique.**

		Moyenne	Valeur	Interprétation
Rapports cranio - faciaux sagittaux	SNA	80° +-2	78°	Position moyenne du maxillaire par rapport à la base de crâne
	SNB	78° +-2	80°	Position moyenne de la mandibule par rapport à la base du crâne
	ANB	2 +-2	3	Classe I squelettique selon BALLARD
	S - CG	17 mm	17mm	Position moyenne de la mandibule
	S - FMP	17 mm	17mm	Position moyenne du maxillaire
	S - E	22 mm	22mm	Rotation moyenne du condyle
	S - L convexité	51 mm 4.4 mm	51mm 4 mm	Position moyenne du menton Profil osseux rectiligne
	FMA-ENA	52 mm	52 mm	Longueur moyenne du maxillaire
	A-T de château	à 8ans 46 mm	48 mm	Volume moyen du maxillaire
	Xi-Pm	65 - 71 mm	67 mm	Volume moyen de la mandibule
Direction de croissance	Axe Y de Brodie	59°	59°	Croissance faciale moyenne
	Axe facial	90° +-3	87°	
	FMA de Tweed	27° +-4	24°	Croissance mandibulaire moyenne
Mensuration vertical	Hauteur de l'étage sup	45 %	45%	normo bite
	Hauteur de l'étage inf	55%	55%	
	ENA-Xi-Pm	47° +-4	49°	Normo divergence des deux mâchoires
Rapport denture - squelette	6 - PTV	Age du patient +3+-3	10	Position moyenne de la première molaire supérieure
	i / M	90 +- 2	91°	Position moyenne de l'incisive centrale inférieure
	i / A-pog	22° +-2 1 mm +-2	23° 4mm	
	I / F	107° +-2	106°	Position moyenne de l'incisive centrale supérieure
	I / A - pog	126° +-4 2 mm +-2	127°	

## **2-2 Photographies**

La photographie est l'art d'enregistrer de façon permanente un objet éclairé par la lumière(28).

Le premier intérêt de la photographie dentaire est d'enregistrer avec fidélité les situations cliniques de la cavité orale. Il en découle toutes les autres utilisations(115).

Elle est donc un outil incontournable en orthodontie, fournissant des informations utiles à l'exercice.

Le bilan photographique demeure un examen essentiel dans l'aide au diagnostic. Il représente réellement un état des lieux à une période donnée, et permet d'apprécier dans le temps l'évolution et la stabilité des traitements mis en place chez l'enfant comme chez l'adulte(61).

L'avantage de disposer de photographies cliniques est double. En les montrant au patient il devient possible de montrer l'importance de l'hygiène bucco-dentaire et/ou des soins dentaires. Les photographies constituent aussi un support pour expliquer au patient les différentes options de traitement (116).

### **2-2-1 Les prises de vues exobuccales**

#### **2-2-1-1 Photographie de face**

Le portrait est la vue de face du visage du patient.

La tête doit être positionnée de façon à ce que le plan orbitaire et/ou le plan bipupillaire soient horizontaux par rapport au plan horizontal du photographe.

Le patient doit regarder en direction de l'appareil photographique de manière détendue en position de repos. Ce dernier est positionné de façon verticale et non horizontalement comme pour la prise de vue d'un paysage. La partie supérieure de la photographie doit comprendre le front du visage du patient et se limite à la partie supérieure de la tête. La partie inférieure quant à elle s'arrête au niveau du larynx(117).

#### **2-2-2-2 Photographie de profil**

D'après BENGEL, la tête du patient doit être positionnée de manière à ce que le plan de FRANCFORT soit horizontal et parallèle à l'horizontale du photographe. Le patient doit regarder droit devant lui de manière détendue. Il doit garder les lèvres en position la plus naturelle possible, de manière non forcée. De cette manière, les inclusions labiales apparaîtront sur le cliché(117).

### 2-2-2-3 Le visage de $\frac{3}{4}$

Ce cliché complète la constitution du dossier orthodontique. le patient de face doit tourner sa tête d'environ  $45^\circ$  par rapport au plan sagittal. La ligne bipupillaire doit rester horizontale et parallèle à l'horizontale du photographe(117).

Les photographies complètent l'examen clinique pour apprécier les facteurs de l'harmonie faciale :

Les proportions : symétrie frontale, hauteur des étages et rapport maxillo mandibulaire ; le modelé du profil avec l'équilibre des saillies et des dépressions, la valeur relative de ces éléments, les zones de jonction nasolabiale et labiomentonnaire ; la souplesse des contours labiaux qui témoigne de l'équilibre fonctionnel des lèvres, dans leur capacité à permettre la fermeture de la bouche sans effort ; la position de la denture par rapport aux lèvres qui détermine l'équilibre du sourire(118).

#### ➤ De face



Source : Photos prises au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 45 : Etude photographique de face : la symétrie faciale et l'égalité des étages.**

- Forme de visage : ovulaire.
- La symétrie de visage : conservée.
- L'égalité des étages : les 3 étages sont égaux.
- Le nez : nez infantile de hauteur : moyenne.
- Les narines : symétriques.
- Les lèvres : aspect sèches avec un stomion présent.
- Le menton : position transversale : symétrie par rapport à la ligne sagittale médiane.
  - : Aspect : sans particularités.
  - : Forme : en U ouverte.
- Les sillons faciaux : naso-labial : peu marqué.
  - Naso-génien : peu marqué.
  - Labio-mentonnier : peu marqué.

➤ **De profil**



Source : Photo prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 46 : Etude photographique de profil**

- Le front : plat.
- L'ensellure nasale : droite.
- L'angle naso-frontal:  $170^\circ$
- L'angle naso-labial:  $90^\circ$
- L'angle labio-mentonnier :  $175^\circ$
- Le menton : peu marqué.
- Le profil selon RICKETTS : rectiligne.

-Le profil selon IZARD : orthofrontal

➤ **photos ¾**



Source : Photo prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 47 : Photographie 3/4**

## 2-2-2 Les prises de vues endobuccales

### 2-2-2-1 De face

La photographie endobuccale permet d'avoir une vision globale de face de toute l'arcade en occlusion. Le cadrage doit ainsi permettre la vision de toutes les dents. Le plan d'occlusion doit constituer le plan horizontal de notre photographie. Le centre de l'image doit se situer au niveau du point de contact des deux incisives maxillaires supérieures(117).

### 2-2-2-2 Clichés latéraux

Sont au nombre de deux une photo du secteur gauche et l'autre du secteur droit. il existe deux méthodes l'une utilisant des miroirs spécifiques et l'autre en vue directe sans miroir.

-**Vue directe** : seule l'action des écarteurs permet la visibilité des secteurs dentaires latéraux. La visibilité peut être limitée car les écarteurs n'ont pas d'action sur les parties jugales postérieures, L'inconvénient majeur de cette vue est lié au fait que la vision des secteurs latéraux se fait de manière oblique et non orthogonalement. Cet inconvénient fausse la perception de l'occlusion.

Du point de vue technique, cette méthode est facile à mettre en œuvre car demande peu de matériels. Lors de la photographie le plan occlusal doit être horizontale(117).

-**Vue avec miroir** : La visualisation des secteurs latéraux se fait orthogonalement par rapport à l'arcade dentaire. Cette vue permet d'apprécier plus judicieusement l'occlusion ainsi que les décalages entre les deux arcades qu'il peut y avoir. Sur cette photographie, le plan d'occlusion doit être horizontal et doit se positionner au milieu de la hauteur de l'image(117).

### 2-2-2-3 Clichés occlusaux

Ces photographies correspondent à la vue occlusale des arcades dentaires. Elles sont réalisées à l'aide des miroirs occlusaux. Cette vue assure la visualisation complète de l'arcade dentaire. Les résultats obtenus dépendent bien évidemment des capacités d'ouverture buccale et de la coopération du patient(117).

#### Exemple :

- ✓ **Photo endobuccal de face**



Source : Photo prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 48 : Photographie endobuccal de face**

#### Interprétation :

- Chevauchement important.
- Récession au niveau de la 41.
- Inflammation du parodonte superficiel marquée sur les secteurs antérieurs.
- Non coïncidence des points inter-incisifs par déviation du point inférieure vers le côté gauche.

✓ **Photos endobuccal latéraux et occlusaux**

Source : Photos prises au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 49 : Photos endobuccal latéraux et occlusaux**

### 2-3 Moulages en plâtre

Les empreintes dentaires et les procédures pour les constituer ont nettement progressées depuis leur apparition, au début du XVIIIe siècle. Philipp Pfaff, dès cette époque, décrit une procédure pour une empreinte à base de cire à cacheter et un moulage en plâtre de Paris ! Dans le courant du XIXe siècle, les choses évoluent dans différentes directions, les praticiens utilisant des matériaux variés. L'alginat fait son apparition au tout début du XXe siècle et sa fiabilité révolutionne les processus. D'autres matériaux, présentant des avantages et quelques inconvénients n'ont pu s'imposer et l'alginat et le plâtre restent aujourd'hui les matériaux de choix en ODF(119).

Les moulages orthodontiques représentent de véritables outils d'analyse. Ils sont des éléments incontournables de la démarche diagnostique et par conséquent de la décision thérapeutique(59).

Les modèles d'étude sont exécutés au laboratoire à partir d'empreintes suffisamment complètes pour permettre la reproduction de toutes les dents présentes sur les arcades, mais aussi des procès alvéolaires et des principaux freins et insertions musculaires.

Les socles sont taillés parallèlement au plan d'occlusion mandibulaire et fixent les rapports d'occlusion habituelle en intercuspidation maximale. Ils complètent l'examen endobuccal : forme des arcades et leur symétrie, et permettent d'effectuer certaines mensurations indispensables, mais irréalisables directement en bouche : distances intercanines et inter-molaires, périmètre de l'arcade et volume de la denture pour quantifier l'encombrement dentaire, et mettre en évidence une éventuelle dysharmonie dentodentaire. Les rapports d'occlusion en vue palatine deviennent accessibles(118).

**Exemple :**

-formule dentaire : selon l'OMS

16-55-14-53-12-11	21-22-63-64-26
46-85-44-43-42-41	31-32-33-74-75-36

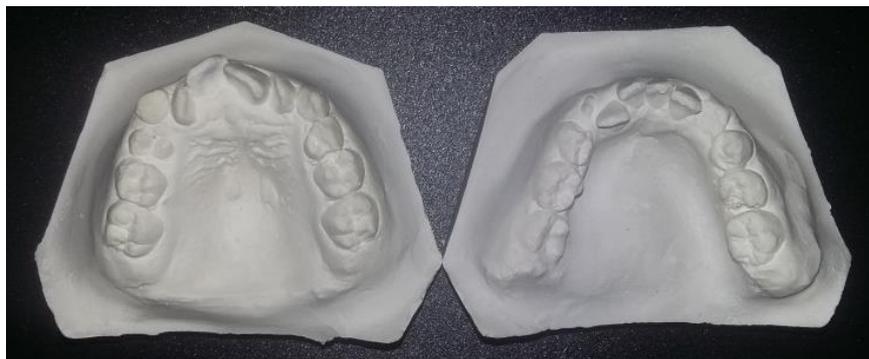
-Stade de dentition : denture adolescente constitutionnelle.

-Age dentaire selon château : 9 ans.

-Agencement intra-arcade :

- Forme d'arcade : Supérieure en U

Inferieure en U ouvert



Source : Photo prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 50 : Photos des moulages**

- symétrie d'arcade
- l'arcade supérieure est symétrique par rapport au raphé médian.
- l'arcade inférieure est symétrique par rapport au frein lingual.
- profondeur de la voute ; l'indice de Doumange  
 $\text{Largeur inter prémolaire/profondeur de la voute} = 30/17 = 1.7$   
 Voute peu profonde
- les anomalies de position

**Tableau 2 : Tableau des anomalies de position maxillaire et mandibulaire**

MAXILLAIRE	MANDIBULE
1 -rotation marginale de la 11 en distopalatin -rotation marginale de la 12 en mesiovestibulaire	3 -rotation marginale de la 31 en mésio linguale
2 -rotation marginale de la 21 en distopalatin -rotation axiale de la 22	4 -rotation marginale de la 41 en disto linguale -lingoversion de la 42. -rotation marginale de la 43 en mesiovestibulaire.

**Tableau 3 : Etude des moulages**

-Les indices :

<p>1-Flèche d'arcade = longueur d'arcade :</p> <p>-Mesurée : du bord incisif à la face mésiale de le 6 ou la face distale de la V</p> <p>-Calculée : <math>P10 \times 0.4</math> (P10 correspond au diamètre mésio-distal des 10 dents)</p>	
<p>Maxillaire :</p> <p>Calculée : 25mm</p> <p>Mesurée 27mm</p> <p>Interprétation : proalvéolie des incisives supérieures</p>	<p>Mandibulaire :</p> <p>Mesurée : 23.6mm</p> <p>Calculée : 24mm</p> <p>Interprétation : distoposition de la première molaire inférieure</p>
<p>2-Indice de PONT : indice arcade-dent :</p> <p>-Mesurée : largeur interprémolaire , largeur intermolaire</p> <p>-Calculée : <math>D4G4 = A \times 100 / 80</math> <math>D6G6 = A \times 100 / 64</math> A : la somme des diamètres mésiodistaux des quatres incisives supérieurs et/ou inférieurs</p> <p>NB : en l'absence des prémolaires impossibilité de mesurer la largeur interprémolaire</p>	
<p>Mesurée : <math>D6G6 = 54mm</math></p> <p>Calculée : 50mm</p> <p>Interprétation : endoalvéolie supérieure</p>	<p>Mesurée : <math>D6G6 = 40mm</math></p> <p>Calculée : 31mm</p> <p>Interprétation : endoalvéolie inférieure</p>
<p>3-Indice d'izard : indice arcade-face</p> <p>le bizygomatique osseux divisé sur 2 est comparé a la largeur maximale intermolaire .</p> <p>le bizygomatique osseux(BZO)=bizygomatique cutané(BZC) -10mm</p> <p><math>BZC=116mm</math> <math>BZO=106mm</math> <math>BZO/2=53mm</math></p> <p>Largeur intermolaire : 54mm</p> <p>Interprétation : harmonie faciale</p>	
<p>4- Indice d'arcade : Correspond a la largeur maximale sur la longueur maximale multiplié par 100</p>	
<p>Maxillaire :</p> <p>Largeur maximale : 54mm</p> <p>Longueur maximale : 27mm</p> <p>Indice d'arcade : 200</p> <p>Interprétation : arcade mésove</p>	<p>Mandibule :</p> <p>Largeur maximale : 40mm</p> <p>Longueur maximale : 24mm</p> <p>Indice d'arcade : 166.6</p> <p>Interprétation : arcade euryove</p>
<p>5-indice de Nance : permet d'apprécier la présence d'une dysharmonie dento maxillaire</p> <p>PHAA: périmètre habitable actuelle antérieur : à partir de la face mésiale de la 1ere molaire supérieure droite en passant par les cuspidés vestibulaires des prémolaires et le bord libres des incisives et des canines sans tenir compte des mal positions.</p> <p>Lee way: mésialisation des premières molaires permanentes suite à la chute des deuxièmes molaires temporaires.</p>	
<p>Maxillaire :</p> <p><math>PHAA - P10 - 2 Lee way = -9.9</math></p> <p>Interprétation : DDM extractionnelle chiffrée à -9.9mm au maxillaire</p>	<p>Mandibule :</p> <p><math>PHAA - P10 - 2Lee way = -4.6mm</math></p> <p>Interprétation : DDM non extractionnelle chiffrée à -4.6 à la mandibule</p>

-Agencement inter-arcade :



**Tableau 4 : Tableau d'occlusion statique**

	<b>Incisives</b>	<b>canines</b>	<b>Molaires</b>
<b>Antéro-postérieure</b>	Overjet : Diminué	/	Cl I d'angle Plan terminal à marche mésiale
<b>Vertical</b>	Overbite : 11 en bout à bout 21	Recouvrement : insuffisant	Recouvrement : suffisant
<b>Transversale</b>	Non coïncidence des médiannes par déviations du point inférieure du cote gauche	Surplomb canin non respecté dans les 2 cotés	Engrènement : Côté droit respecté Côté gauche non respecté

## 2-4 Orthopantomogramme

Orthopantomogramme ou panoramique dentaire est une méthode d'exploration radiologique dentaire extra orale.

La radiographie panoramique, inventée en 1954, est née des travaux de Paatero réalisés à la fin des années 1940. Elle a fait son entrée dans les cabinets privés dans les années 1960.

Ce cliché permet de dérouler sur un seul film, au prix d'une faible exposition l'image des arcades d'une articulation temporo-mandibulaire à l'autre.

Le panoramique dentaire représente un examen de dépistage indispensable dans le dossier orthodontique en fournissant une vision globale des arcades dentaires et des structures environnantes. Cet examen permet d'étudier en particulier les sinus et les fosses nasales, les articulations temporo-mandibulaires, la morphologie des deux hémimandibules et leur symétrie, la formule dentaire, l'état et la morphologie dentaire(63).

Exemple :



Source : Radiographie de la patiente D.I prise au sein du service d'ODF de CHU de Tlemcen

**Figure 51 : Radiographie panoramique**

**Tableau 5 :Interprétation de la radiographie panoramique**

ATM :	les condyles sont symétriques et centrés dans leurs cavités glénoïdes	
Sinus :	radio-clair entouré d'un liseré radio-opaque.	
Fosses nasales :	Symétriques	
Bases osseuses :	Radiologiquement saines	
Système dentaire :		
Formule dentaire :	$\frac{16-55-14-53-12-11}{46-85-44-43-42-41}$	$\frac{21-22-63-64-26}{31-32-33-74-75-36}$
Germes présents :	$\frac{13-15-17-18}{45-47-48}$	$\frac{23-24-25-27-28}{34-35-37-38}$
Germes absents :	/	
Extractions :	/	
Inclusions :	/	
Dents cariées :	65-85	
Dents restaurées	/	
Stade de rhisalyse :	Stade 1 :    Stade 1 : débutant : 75 Stade 2 :    Stade 2 : moyen : 53-63-74-65 Stade 3 :    Stade 3 : terminal : 55-64-65	
Stade d'édification :	Stade 1 : débutant :17-27-37-41-35-45 Stade 2 : moyen :13-14-15-23-24-25-33-44 Stade 3 : terminal : 43	
Signe DDM :	-Signe de quintéro au niveau du maxillaire supérieur (axe des germes des canines permanentes fortement mésioversé qui butent sur les incisives latérales supérieures qui sont distoversées). -Signe de la marche d'escalier au niveau du maxillaire supérieure (6-7-8). -Signe d'éventail au niveau du maxillaire inférieur.	

### 3 Documents complémentaires

Il s'agira de radiographies : bilan rétro alvéolaire et clichés occlusaux, téléradiographies frontale et axiale, tomographies ou scanner, radiographie de la main et du poignet ; de l'analyse occlusale approfondie avec mise en articulateur des modèles d'étude et enregistrement axiographique ; des observations effectuées par un ORL, un pédiatre, un orthophoniste ou un psychologue.

Tous ces documents compléteront utilement le bilan déjà établi, confirmant ou infirmant les hypothèses préliminaires(118).

#### 3-1 Téléradiographie de face en norma frontalis

Cette incidence permet d'apprécier la symétrie des structures et les rapports transversaux des maxillaires.

Elle est d'un usage beaucoup moins habituel et sa lecture est quelquefois difficile(120).

#### 3-2 Téléradiographie basale en norma axialis

Que ce soit l'incidence subaxiale de Berger ou l'incidence hyperaxiale de Bouvet, ce cliché est contre-indiqué chez les personnes âgées, à la mobilité cervicale diminuée, et celles présentant une faible hauteur cervicale.

Les clichés axiaux permettent d'étudier les asymétries mandibulaires et de la base du crâne(111).

Cette incidence permet d'apprécier la forme crânienne, dans un plan horizontal, la symétrie de la mandibule et son implantation dans les cavités glénoïdes. Elle peut être utile pour déceler ou confirmer des anomalies du sens transversal(120).

#### 3-3 Incidences rétro-alvéolaires

Technique fondamentale de l'exercice dentaire, elle apporte quotidiennement au praticien des renseignements indispensables sur l'anatomie des racines, des canaux et des apex, ainsi que sur l'os alvéolaire, la lamina dura et l'espace desmodontal. Le nom de clichés péri-apicaux et donné parfois aux clichés rétro-alvéolaires.

#### 3-4 Clichés rétro-coronaires

Proposés par Raper en 1931, ils utilisent des films dentaires horizontaux porteurs d'une ailette de papier destinée à être mordue par le patient « bite wings ».

Cette technique ignore délibérément les racines pour donner une image précise des couronnes affrontées, des rebords alvéolaires maxillaires et mandibulaires et des espaces inter-dentaires, d'où le nom quelques fois donné de « clichés inter proximaux » (121).

Ces 2 derniers clichés sont utiles en orthodontie pour apprécier les rapports entre les germes des dents permanentes et les racines en particulier des molaires temporaires, mesurer le rapport couronne/racine, l'épaisseur d'émail avant une réduction amélaire proximale ou surveiller les éventuelles résorptions(122).

### **3-5 Clichés occlusaux**

Méthode ancienne, diffusée en France par Belot dès 1970, elle utilise un film 57\*76 mm dit mordu car maintenu dans le plan occlusal par morsure légère du patient. C'est une technique complémentaire des incidences fondamentales qui procure la troisième dimension, horizontale du volume maxillo-dentaire.

Ce cliché renseigne sur les anomalies de forme ou de position des dents du secteur antérieur et permet une première approche de la localisation de dents incluses ou de dents surnuméraires ainsi que leurs rapports avec les dents adjacentes. Dans les cas de traumatismes en denture temporaire, le cliché occlusal permet de visualiser la position relative des racines des dents temporaires avec les germes des dents permanentes(122)

### **3-6 Radiographie de la main et du poignet**

Son intérêt pratique est aujourd'hui discuté.

Björk a démontré que les taux d'accroissement du maxillaire et de la mandibule suivent sensiblement les mêmes variations que celui de l'accroissement statural.

Afin de situer le patient le plus précisément possible sur cette courbe et de déterminer son stade de croissance, Björk et Helm préconisent de déterminer l'âge osseux d'après les stades d'ossification des os de la main(123).

Dans le respect des règles de radioprotection qui visent notamment à diminuer le nombre d'examen radiographiques, de nombreux auteurs ont démontré qu'il est possible, avec la même fiabilité, d'analyser la croissance des structures maxillo-faciales à partir de l'analyse des stades de calcification des vertèbres cervicales, vertèbres observables sur la classique téléradiographie de profil vertèbres à l'aide de la méthode simplifiée de Baccetti, Franchi et Mc Namara.

De nos jours, La prescription d'une radiographie du poignet et de la main est exceptionnellement indiquée (124-126).

### **3-7 Le scanner à rayons X**

Cet examen, très irradiant, reste réservé à l'exploration de situations complexes. Il permet l'analyse des inclusions dentaires complexes ou multiples, la recherche d'un foyer d'ankylose ou de résorption dentaire ou une atteinte dégénérative ou congénitale des structures osseuse de l'ATM(127).

Cet examen permet de mettre en évidence des détails fins et de forte densité. Ainsi l'émail, la dentine, l'os alvéolaire doivent être parfaitement individualisés sur les images(128).

### **3-8 Orthophonie**

La prise en charge orthophonique est complémentaire à la prise en charge orthodontique dans le traitement des dysmorphoses dento-alvéolaires. Il est établi qu'il existe une interaction entre la forme de l'articulé dentaire et les fonctions orofaciales. Le traitement des malocclusions relève d'une prise en charge en orthopédie dento-faciale et la rééducation orthophonique vise à corriger les dysfonctions orofaciales. Elle permet ainsi d'assurer la stabilité du traitement orthodontique.

C'est souvent l'association orthodontie-orthophonie qui permet d'obtenir une correction efficace, rapide et sans complication. Chaque situation doit être étudiée et adaptée à la clinique : parfois la rééducation pré-orthodontique permettra de créer des conditions favorables au traitement, souvent les actions de l'orthodontiste et de l'orthophoniste seront menées en parallèle, et dans certains cas l'orthodontie sera un préalable à la rééducation qui permettra de stabiliser les résultats obtenus(129).

### **3-9 Oto-rhino-laryngologie**

L'orthopédiste dento-facial ne peut négliger l'examen des voies aériennes supérieures de ses patients. Il ne peut compter résoudre les anomalies de la morphogenèse sans incorporer dans son diagnostic et dans son plan de normalisation thérapeutique l'un des éléments qui affecte le plus la langue dans sa posture et son comportement. Pour bénéficier de l'apport indispensable oto-rhino-laryngologique, il convient d'approcher le problème de façon médicale multidisciplinaire et comprendre que

La normalisation des voies aériennes hautes passe avant toute tentative de thérapeutique orthopédique.

De plus, des techniques orthopédiques, d'effet illusoire sans une fonction nasale efficace, prennent un sens nouveau lorsque celle-ci est restaurée.

Elles conduisent certains oto-rhino-laryngologistes à nous demander de pratiquer des expansions et faire exécuter des exercices respiratoires pour leurs propres patients(130).

À l'issue de ce bilan orthodontique, une synthèse diagnostique incluant l'évaluation de la croissance du patient et du pronostic de traitement est réalisée afin d'établir le plan de traitement(63).

L'établissement du diagnostic passe donc par 13 étapes, dont 04 incontournables et obligatoires, ne présentant pas de grandes difficultés il est toutefois long et enquiquinant, il demande du temps pour être accomplie et beaucoup d'efforts, c'est là où le numérique trouve sa place avec l'émergence des logiciels dentaires.

Durant ces dernières années, que ça soit en gestion ou en diagnostic les logiciels dentaires ont prouvés toutes leurs utilités.

On trouve sur le marché une multitude propositions informatiques dont le seul but est de rendre plus aisée la tâche du praticien.

Au cours de nos années cliniques en médecine dentaire, nous avons constaté de multiples difficultés liées au système de gestion actuel des patients au niveau des services d'Odontologies du CHU de Tlemcen. En effet il est impossible de chiffrer avec exactitude le nombre de patients pris en charge tous services confondus. Ces défauts de gestions se ressentent plus particulièrement au niveau du service d'ODF, qui est confronté à de multiples dysfonctionnements? :

- Système d'archivage défaillant.
- Non-respect des étapes de traitement du dossier orthodontique.
- Détérioration des moulages en plâtre.
- Endommagement et perte des radiographies.
- Oublis des rendez vous.
- Omission des actes réalisés.
- Négligence du recueil des informations administratives due à une affluence importante de patient.

Pour pallier à ces lacunes, la solution paraît évidente : recourir au numérique par le biais des logiciels ; à ce stade le problème qui se pose réside dans l'adaptation d'un logiciel dentaire lambda à l'environnement particulier du service d'orthopédie dento-faciale

Les logiciels sur le marché proposent rarement les modules aide au diagnostic et gestion à la fois, ceux qui le font en plus du fait d'être très onéreux, se basent sur le principe du tout numérique : empreinte optique pour des modèles numérisés, téléradiographie en 3D, radiographies numériques, Scanner optique...

Ces conditions sont irréalisables dans le contexte actuel du service d'ODF, c'est de là qu'est née l'idée de concevoir et d'implémenter ORTHOLEAD, notre propre outil informatique.

ORTHOLEAD devrait permettre, la création et la gestion des dossiers patients complets, la numérisation et le stockage des examens complémentaires, l'établissement de l'analyse orthodontique, la pose de diagnostic, enfin l'archivage de tous ces dossiers. ORTHOLEAD devrait gérer le planning du praticien, faciliter la rédaction des ordonnances et tout autre document, alerter le praticien sur les interférences médicamenteuses lors des prescriptions et signaler les allergies médicamenteuses ou autre (latex, résine...)

ORTHOLEAD devrait également permettre la gestion des rendez-vous professionnels et personnels, la mention des actes réalisés lors de chaque séance et ceux à venir, il empêchera l'utilisateur de donner deux rendez-vous sur une même plage horaire. Tels sont les points clés du cahier de charge d'ORTHOLEAD.

## **Objectif principal**

Conception et implémentation d'ORTHOLEAD pour l'optimisation de l'activité du service d'ODF du CHU de Temcen, dans le but de démontrer l'apport du numérique à l'exercice odontologique.

## **Objectifs secondaires**

- ✓ essai d'ORTHOLEAD pour permettre :
- Le traitement et l'archivage des données de patients.
- La réalisation de l'analyse céphalométrique avec exactitude.
- La gestion du planning, du stock et de la comptabilité d'une manière ergonomique et non chronophage.

- ✓ comparaison entre l'analyse orthodontique classique et l'analyse numérique par ORTHOLEAD.

# **Matériels et méthodes**

## 1-Type de l'étude

Notre étude est une étude interventionnelle ayant comme objectif l'évaluation d'ORTHOLEAD dans l'optimisation du service d'ODF du CHU de Tlemcen.

## 2-Population d'étude

Logiciel ORTHOLEAD, conception et implémentation

## 3-Procédure et mise en œuvre

### 3-1 Première partie

Nous avons dans un premier temps travaillé en étroite collaboration avec un éditeur de logiciel, Monsieur SAID MEDJAHED Mohamed, et cela afin d'établir premièrement notre cahier de charge et deuxièmement pour l'implémentation d'ORTHOLEAD.

Nous nous sommes concertés sur la structure et les fonctionnalités d'un tel programme (aide au diagnostic orthodontique et gestion).

Pour ce faire, il a fallu construire une passerelle entre le langage dentaire et le langage informatique par le biais des entrées et des sorties.

Sans entrées/sorties, il est impossible de produire des programmes ; prenons par exemple le programme hachoir : on y fait entrer des choses, elles sortent sous une autre forme, et dans l'intervalle, elles subissent des transformations régulières.

Concernant le volet aide au diagnostic d'Ortholead, le travail a englobé quatre parties : l'analyse céphalométrique, les radiographies (panoramique, rétro-alvéolaire, mordue occlusal) les moulages, et les photographies ; pour chacune de ces parties il a fallu créer des fichiers power point dédiés à l'éditeur de logiciel comprenant toutes les entrées et les sorties.

Rappelons toutefois, que nous avons volontairement simplifié la définition des entrées, afin de la rendre aisément compréhensible et donc exploitable par l'éditeur de logiciel qui n'avait plus qu'à les implémenter.

Pour illustrer le concept entrée/sortie, nous détaillerons un exemple de chaque partie.

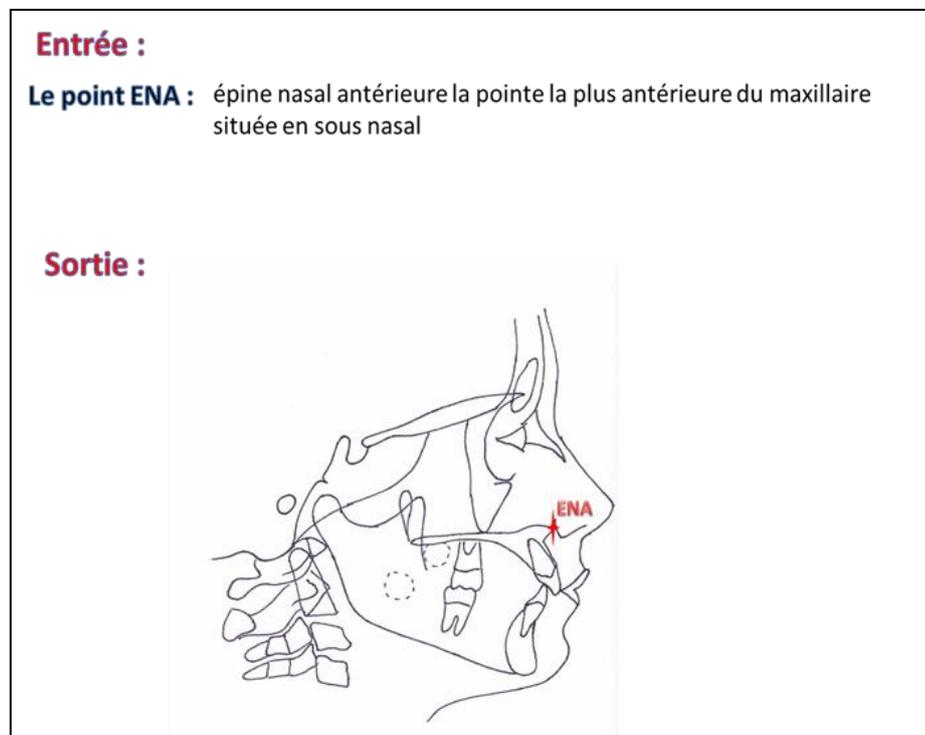
### 3-1-1 Partie analyse céphalométrique

Chaque point, chaque ligne, chaque plan, chaque angle nécessaires aux analyse : SASSOUNI, BIGGERSTAFF, DOWNS, RICKETTS et TWEED (analyses les plus couramment utilisées) ont été développés dans un langage compréhensible par toute personne extérieur au domaine dentaire.

Les structures anatomiques telles que le maxillaire ou la symphyse mentonnière ont été schématisés en couleur.

**Exemple 1** : détermination de la divergence faciale par la mesure de l'angle

ENA-Xi-Pm

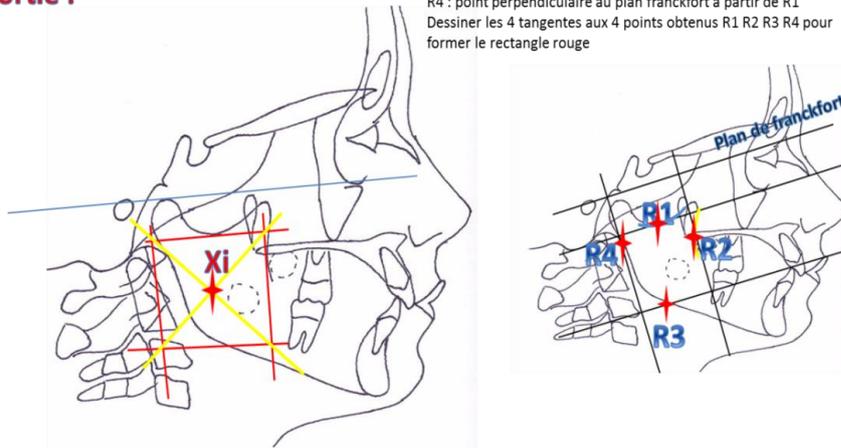


**Entrée :**

**Le point Xi :** point dessiné correspondant à l'intersection des deux diagonales du rectangle (rouge)

**Sortie :**

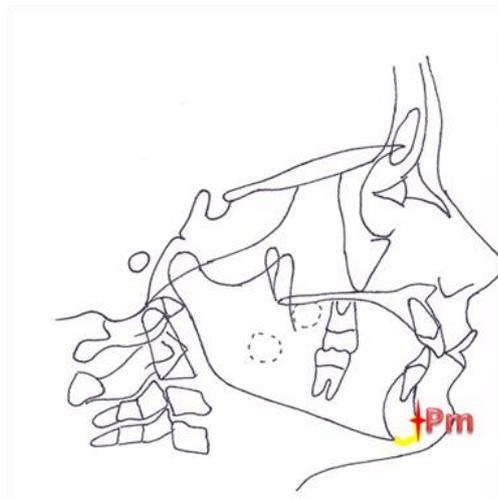
R1 : point le plus inférieur du contour bleu  
 R2 : point le plus postérieur du contour jaune  
 R3 : point parallèle au plan frankfort à partir de R2  
 R4 : point perpendiculaire au plan frankfort à partir de R1  
 Dessiner les 4 tangentes aux 4 points obtenus R1 R2 R3 R4 pour former le rectangle rouge



**Entrée :**

**Le point Pm :** Supérieur au pogonion le point de changement d'inflexion situé entre Pog et B plus proche de Pog

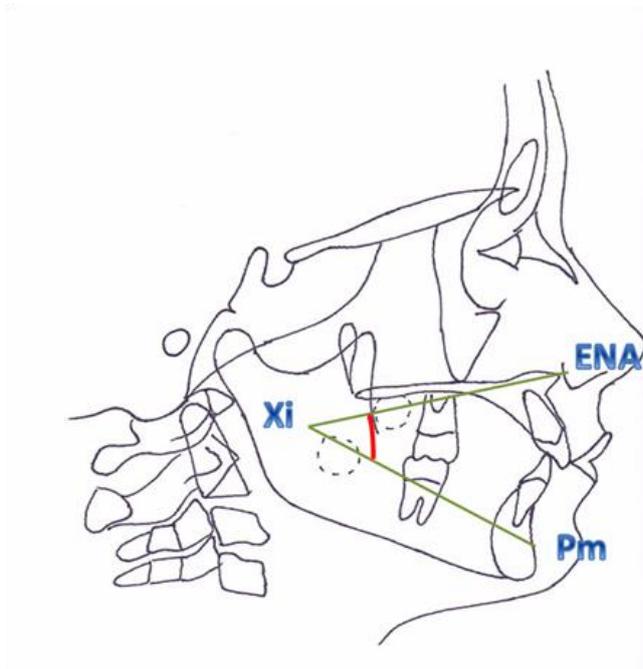
**Sortie :**



**Entrée :**

**Hauteur facial inférieur :** angle compris entre Xi-ENA et Xi-Pm

**Sortie :**

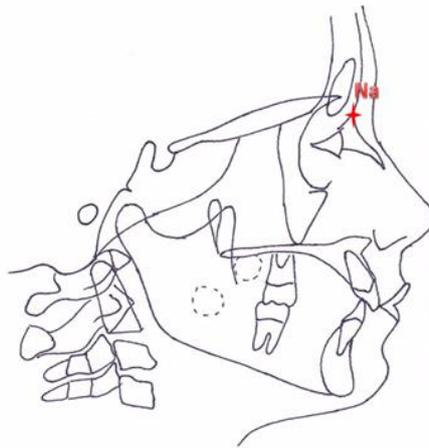


**Exemple 2 :** détermination de la direction de croissance faciale par la mesure de l'axe facial de Rickettes

**Entrée :**

**Le point Na :** nasion le point de jonction entre la convexité du front et la portion oblique de l'os nasal sous jacent

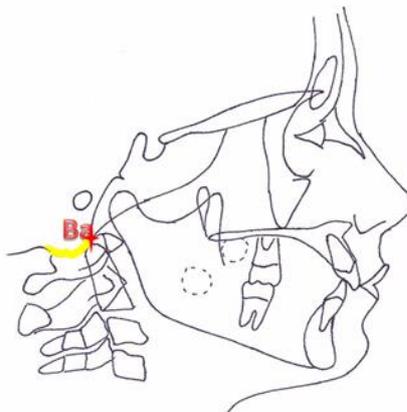
**Sortie :**



**Entrée :**

**Le point Basion Ba :** le point le plus antérieur du trou occipital (jaune)

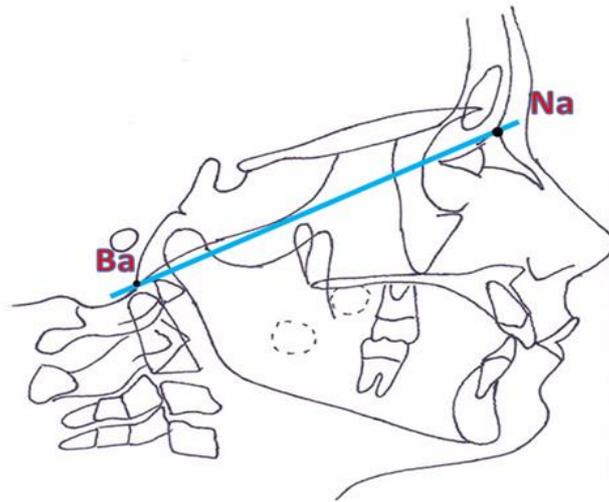
**Sortie :**



**Entrée :**

**Plan Basion–Nasion :**

**Sortie :**

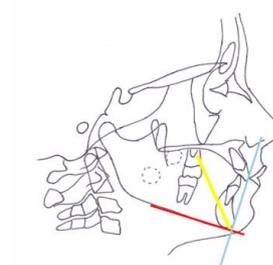
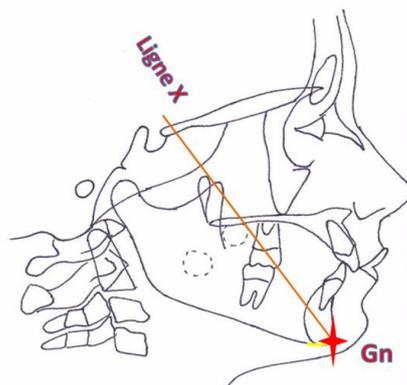


**Entrée :**

**Le Gnathion Gn :** le point dessiné correspondant à l'intersection de la ligne X et de la symphyse mentonnière

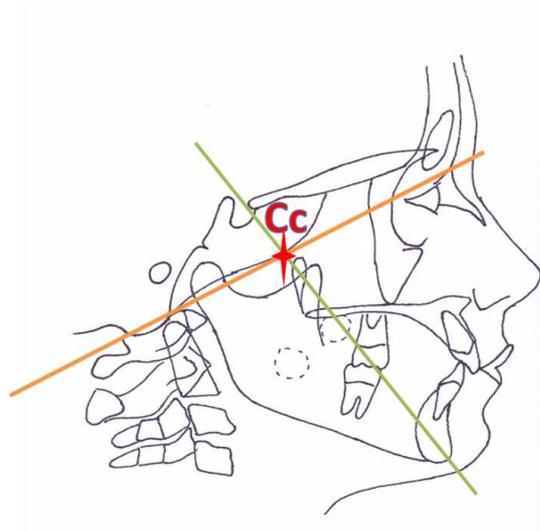
Ligne X : bissectrice de l'angle formé entre la tangente au point pogonion et la tangente au point menton

**Sortie :**

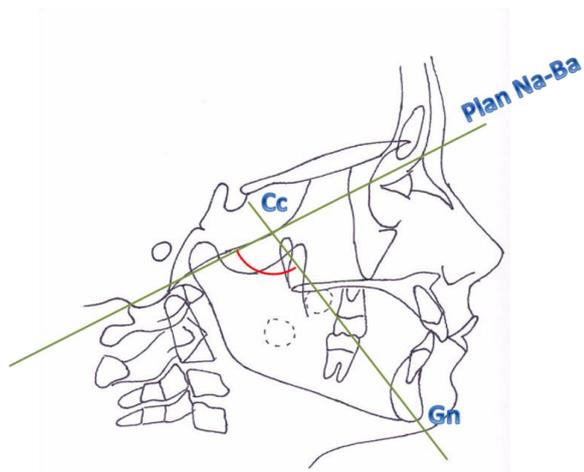


**Entrée :**

**Le point Cc :** centre crânien point dessiné obtenu par l'intersection de la ligne joignant Gn Pt et le plan Na Ba

**Sortie :****Entrée :**

**L'axe facial de Ricketts :** angle formé par l'intersection de la droite joignant Cc et Gn et le plan Na-Ba (angle inféro-postérieur)

**Sortie :**

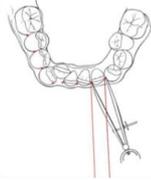
### 3-1-2 Partie des moulages

Le même principe a été utilisé, il a fallu détailler l'analyse des moulages sur un fichier power point tout en gardant un langage simplifié

**Exemple 1** : la mensuration de la distance inter-prémolaires D4-G4 (indice de PONT)

**Entée :**

**Mesure de l'arc incisif :** C'est la mesure des diamètres mésio-distaux des 4 incisives permanentes.



**Sortie :**



**Entée :**

**Indice de PONT (Arcade-dent) :** **Mesuré :** La distance inter prémolaires est définie comme étant la distance mesurée entre les centres des faces occlusales de la 1ère prémolaire droite, à la 1ère prémolaire gauche.

**Calculé :**  $D4G4 = (A * 100) / 80$   
(A=l'arc incisif)

**Sortie :**

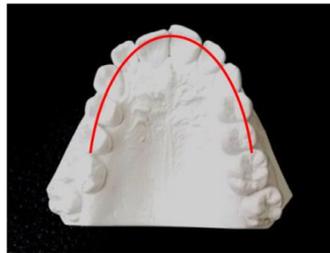


**Exemple 2 :** Le calcul de la dysharmonie dento-maxillaire indice de Nance**Entée :****Mesure du périmètre des 10 ou 14 dents antérieures P10 ou P14 :**

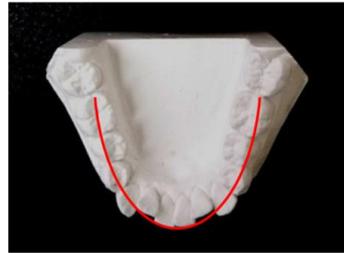
C'est la mesure des diamètres mésio-distaux des 10 dents ou des 14 dents

S'il manque un certain nombre de dents :

- $P10 = (1 + 4) * 4,7$
  - $P10 = (1 + 6) * 3,85$
  - $P10 = (1 + 4 + 6) * 2,84$
  - $P14 = (1 + 6) * 5,95$
  - $P14 = (1 + 4 + 6) * 4,4$
- pour mandibule  $P10 = x + 2y$   
x: diamètre mésio-distal des 4 incisives inférieures  
y: selon un tableau

**Sortie :**

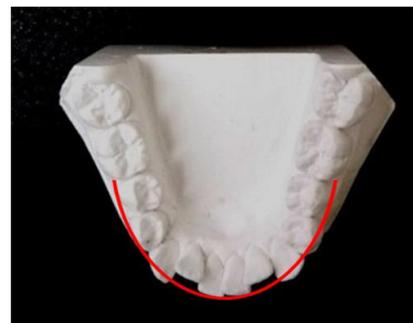
P 10



P 14

**Entée :**

**PHAA :** C'est Le périmètre habituel actuel antérieure mesuré à partir de la face mésiale de la première molaire permanente en passant par Les cuspidés vestibulaires des prémolaires et le bord libre des incisives et des canines sans tenir compte de mal position

**Sortie :**

**Entée :****Calcul DDM : Indice de Nance :**

La dysharmonie dento-maxillaire DDM correspond à une disproportion entre les dimensions mésio-distales des dents permanentes et le périmètre des arcades alvéolaires correspondantes.

Lee way : 0,9 mm de chaque coté au maxillaire  
1,7 mm de chaque coté à la mandibule

2lee way si les deuxièmes molaires temporaires droite et gauche sont sur l'arcade

**Sortie :**

$$\text{DDM} = \text{PHAa} - \text{P10} - \text{lee way}$$

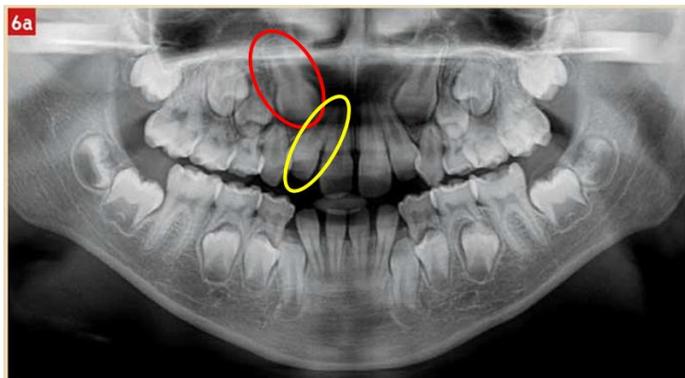
**3-1-3 Partie des radiographies (panoramique dentaire et mordue occlusal)**

Le travail consistait à collecter des radiographies, présentant les différentes anomalies intervenant dans la pose du diagnostic orthodontique, et à détailler leurs interprétation sur fichier PowerPoint.

**Exemple 1 et 2 :** les signes de dysharmonie dento-maxillaire au niveau du maxillaire supérieure.

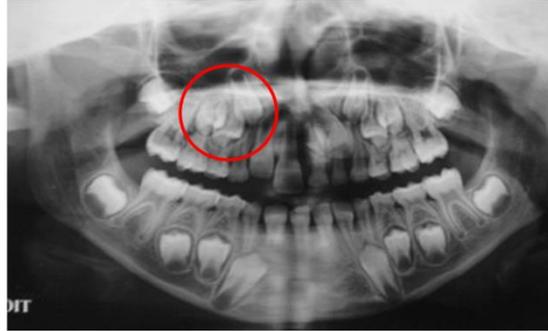
**Entrée :**

**Signe de quintéro :** Signe de dysharmonie dento-maxillaire au niveau du maxillaire supérieur : les axes des germes des canines permanentes fortement mésioversés (cercle en rouge) et vont buter sur les incisives latérales qui eux deviennent distoversés (cercle en jaune).

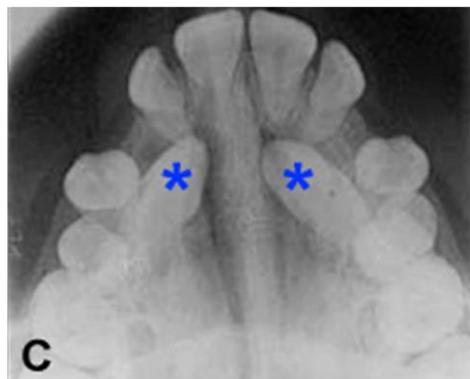
**Sortie :**

**Entrée :**

**Signe de bouquet de fleure :** Signe de dysharmonie dento-maxillaire au niveau du maxillaire supérieur : C'est la superposition des germes des prémolaires et des canines (cercle rouge).

**Sortie :****Exemple 3 : mordu occlusal****Entrée :**

**Mordu occlusal:** indiqué par exemple en cas d'inclusion dentaire «les deux canines supérieures (étoiles bleus ) ».

**Sortie :**

### 3-1-4 Partie des photographies

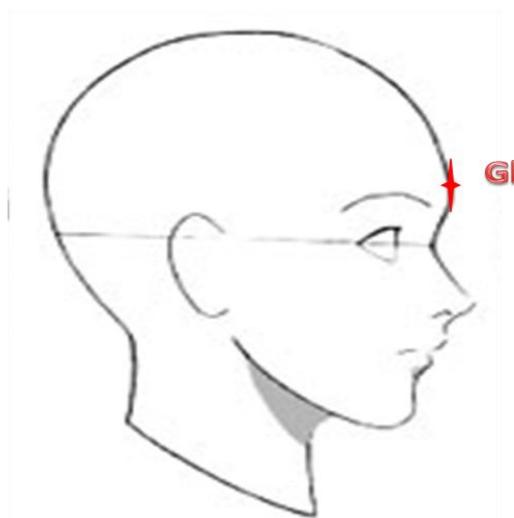
Dans cette partie nous avons détaillés l'analyse photographique de face et de profil. Sur un fichier PowerPoint il a fallu illustrer les différentes formes de front, de menton, de lèvres...,et mentionner par la suite chaque angle, chaque point et chaque ligne nécessaires à l'analyse.

#### Exemple 1 : étude de profil selon IZARD

##### Entrée :

**Le point Glabelle :** Le point le plus saillant du front

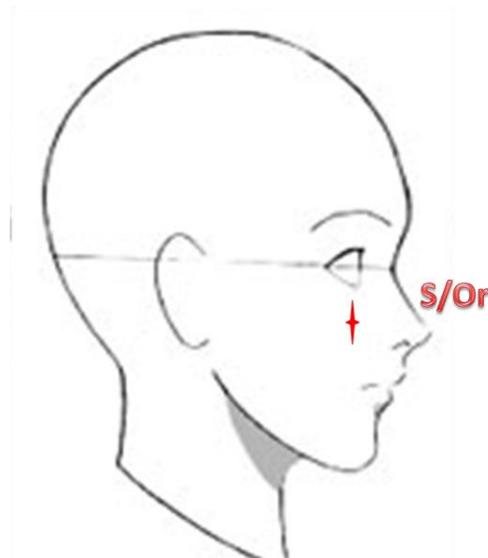
##### Sortie :



**Entrée :**

**Le point sous orbitaire :** Le point le plus inférieure de l'orbite

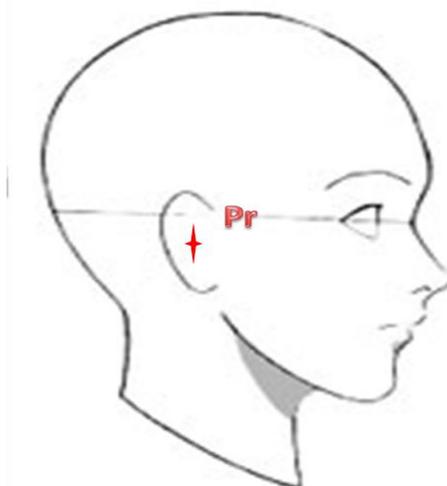
**Sortie :**



**Entrée :**

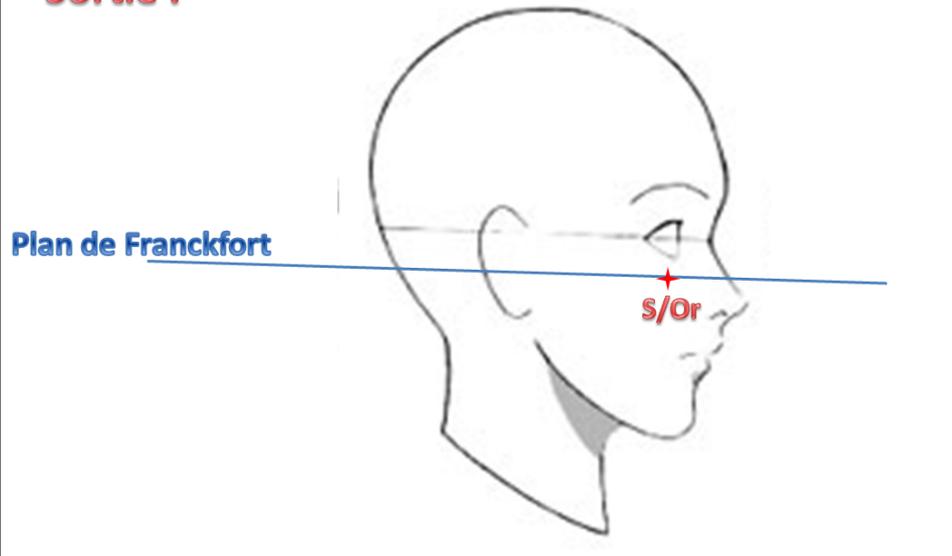
**Le point Porion :** Le point le plus élevé de conduit auditif externe.

**Sortie :**

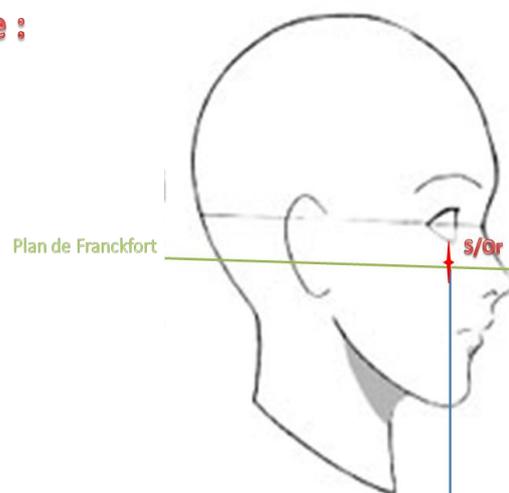


**Entrée :**

**Plan de Franckfort :** Passe par le sous orbitaire et le porion cutané

**Sortie :****Entrée :**

**Plan orbitaire de Simon :** passe par le point sous-orbitaire et perpendiculaire au plan de Franckfort.

**Sortie :**

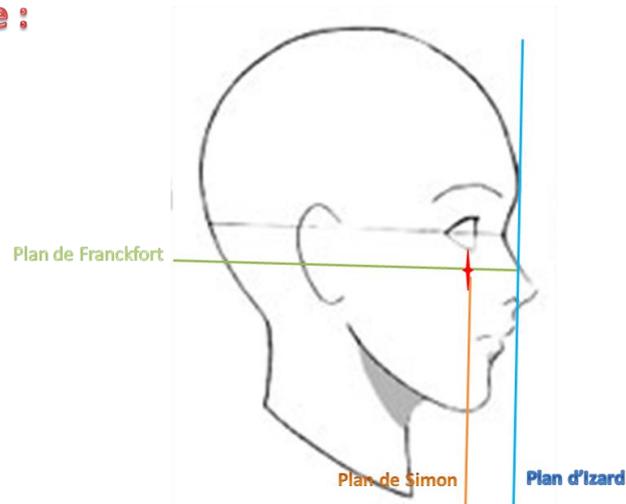
## Entrée :

### Profil selon IZARD :

Izard utilise 3 plans :

- **Plan d'Izard** : passe par la glabelle et perpendiculaire au plan de Francfort.
- **plan orbitaire de Simon** : passe par le point infra-orbitaire et perpendiculaire au plan de Francfort.
- **plan de Francfort** : point sous orbitaire – porion

## Sortie :



### 3-2 Deuxième partie

Dans un second temps, nous avons entamé la prise en charge des patients de l'étude, par un examen clinique détaillé, une prise d'empreinte et de photographie, ainsi que l'analyse orthodontique classique des examens incontournables et complémentaires. Il s'en est suivi la pose d'un diagnostic, l'établissement et la mise en route d'un plan de traitement.

Dans l'optique d'analyser l'apport de l'outil informatique ortholead, nous avons soumis ces mêmes patients à l'analyse numérique du logiciel, étape qui nécessitait la numérisation de chaque examen incontournable et/ou complémentaire.

#### 3-2-1 Numérisation des moulages

Après la prise d'empreinte habituelle à l'alginat, celle-ci a été coulée avec du plâtre extra dur et mise en casette. Le modèle obtenu a été photographié avec un appareil photo Nikon d5200. La difficulté de cette étape réside dans la nécessité d'obtenir une photographie en taille réelle, le but étant d'avoir par exemple le même diamètre mesio-distal d'une canine sur le modèle et sur la photographie.

Pour pallier à cette difficulté les photographies ont été réalisées sur fond noir à 30 cm de distance, en mode macro, noir et blanc, sans flash.

Une seconde alternative a été proposée, prendre une photographie avec une réglette et un modèle en plâtre, pour construire une échelle qui nous permettra de connaître le degré de modification des mensurations.



Source : Photo prise en sein du service d'ODF du CHU de Tlemcen

**Figure 52 : Photo de moulage avec réglette**

### 3-2-2 Numérisation des radiographies

Les radiographies ont été faites à titre privé par différents manipulateurs, par différentes machines, et sont donc de différentes qualités.

La taille de l'image radiographique obtenue après développement du film varie selon le degré d'agrandissement établie par chaque opérateur.

Certains centres d'imagerie n'ont pas délivré les radiographies sur support numérique (CD), la numérisation de ces documents s'est faite par des prises de photographies en utilisant un négatoscope dans le respect de la distance foyer-objet.

### 3-2-3 Numérisation des photographies

Les photographies ont été prises avec un appareil photo Nikon d5200 nous rappellerons toute fois qu'à l'ère du numérique où tout le monde possède un Smartphone, son outil appareil photo délivrera des résultats acceptables.

En ce qui est du volet gestion du service d'ODF, nous nous sommes inspirées des cahiers des charges de logiciels dentaires connus réputés en matière de gestion (JULIE, AGATHA2000), et d'un référentiel de logiciel dentaire élaboré par le journal algérien de médecine, en reprenant les fonctionnalités de base réadaptées à notre service mais applicable à une activité libérale

Il a fallu plusieurs entretiens et réunions avec l'éditeur de logiciel afin de mettre au point le contenu du dossier patient, un examen clinique orthodontique est détaillé avec en option un examen gingival --tant la parodontologie et l'orthodontie sont liées-, il sera notamment possible de noter les abrasions, les récessions et les mobilités.

Nous avons voulu créer un outil facile à utiliser, l'entrée des données par le praticien se fera par :

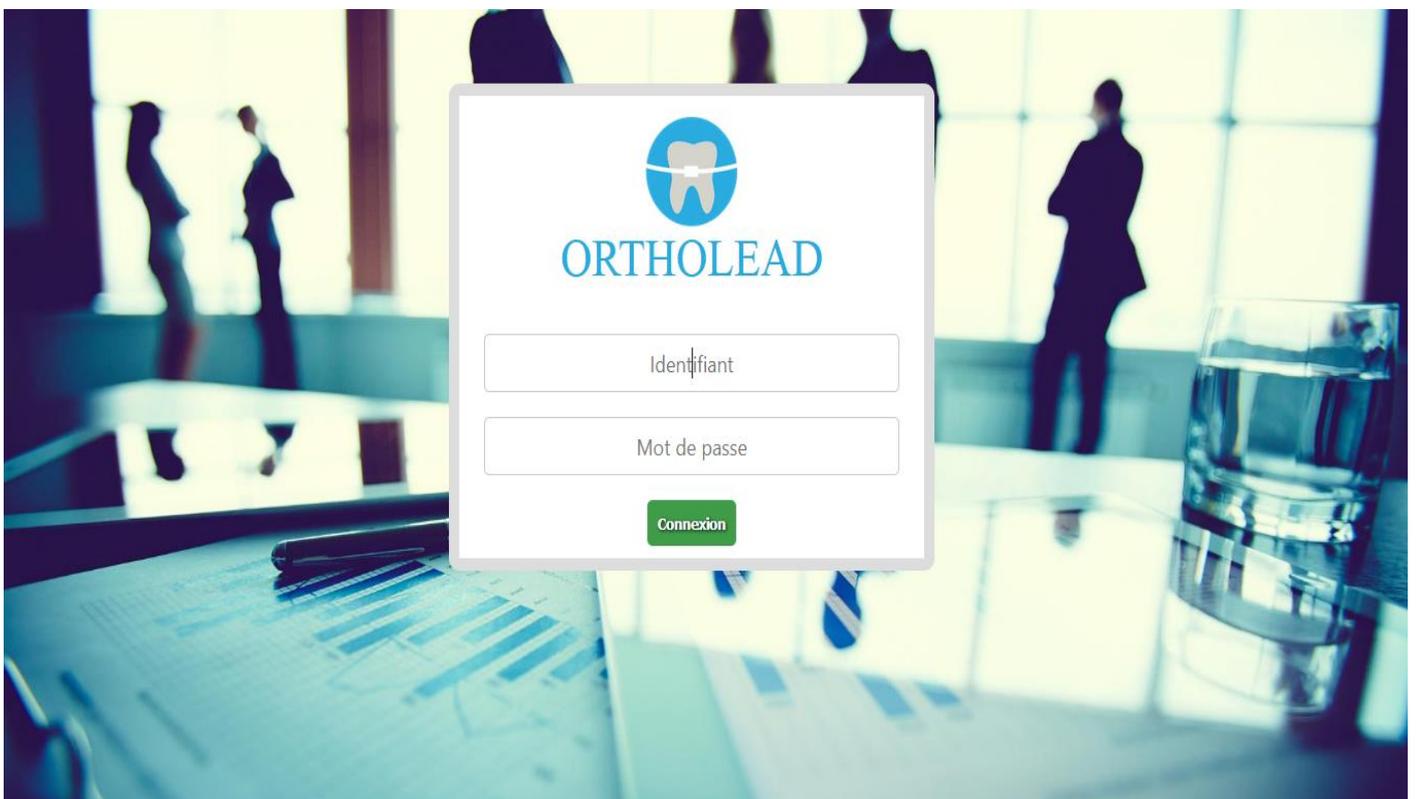
- Remplissage de champs d'écriture par exemple les commentaires d'interprétation
- Sélection parmi plusieurs propositions du choix adapté
- Pointage de boule radio  (un seul choix possible)
- Pointage de check box  (plusieurs choix possibles)

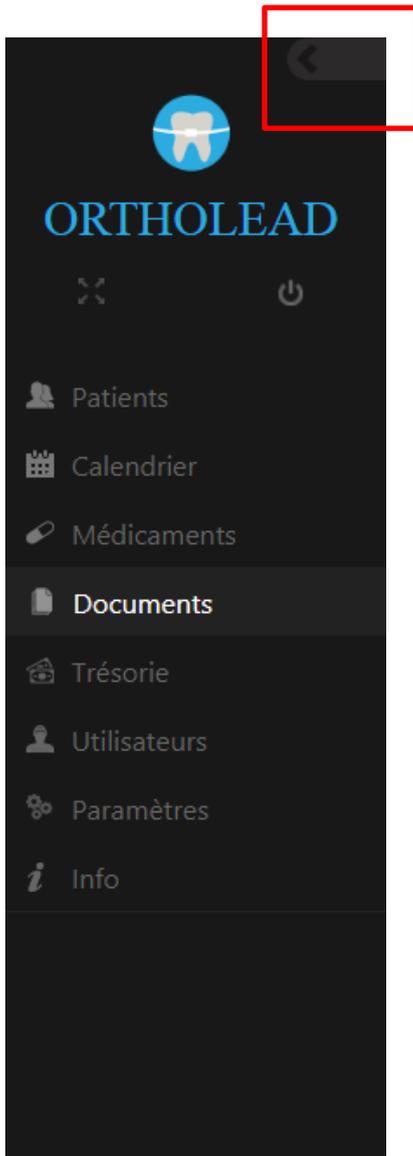
Pour la partie ordonnancier un fichier word a été remis à l'éditeur de logiciel, contenant toutes les prescriptions utilisées en odontostomatologie avec DCI et posologie pour adulte et enfant.

## Résultats

### 1- Présentation d'ORTHOLEAD

Cette planche représente la page d'accueil d'ORTHOLEAD, elle permet l'identification de l'utilisateur.

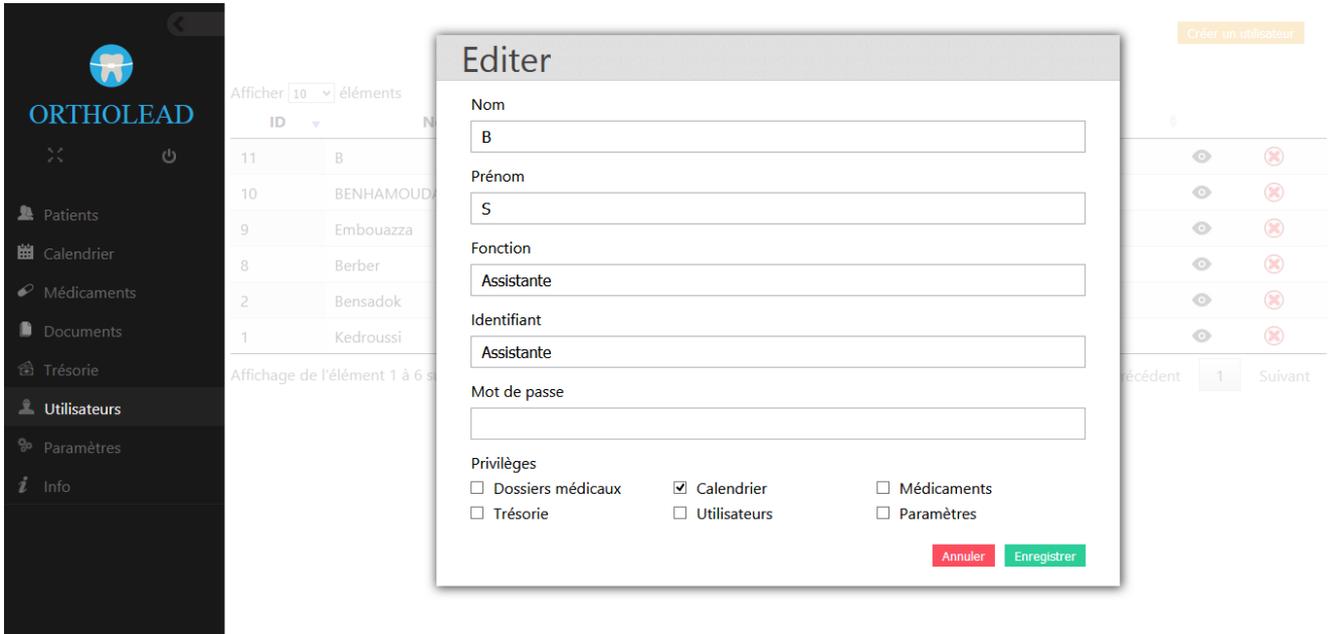




Menu principal d'ORTHOLEAD, situé en latéral gauche sur la page d'accueil, il présente les différentes fonctionnalités qui défilent sur toute la longueur de l'écran.

La petite icône en haut à droite donne l'accès à l'utilisateur pour réduire la taille du menu ce qui permet un affichage optimal et adaptable à la taille de l'écran.

Session réservée à l'assistant (secrétaire), avec la possibilité de cocher les privilèges : l'assistant ne peut accéder qu'aux fonctionnalités aux quelles le praticien lui donne accès.



Chaque praticien du service peut créer sa propre session.



Il est possible de visualiser la liste de tous les utilisateurs, praticiens et assistants confondus.

Créer un utilisateur

Afficher 10 éléments

ID	Nom	Prénom	Identifiant	Fonction		
11	B	S	Assistante	Assistante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	BENHAMOUDA	Amira	BENHAMOUDA	Interne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Embouazza	Meriem	Embouazza	Interne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Berber	Rim	Berber	Interne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Bensadok	Saadia	Bensadok	Orthodontiste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Kedroussi	Aek	Kedroussi	Parodontologiste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Affichage de l'élément 1 à 6 sur 6 éléments

Précédent 1 Suivant

### 1-1 Module patient

ORTHOLEAD permet soit de créer des fiches patients détaillées « 1 » soit d'afficher la liste de tous les patients traités au niveau du service « 2 ».

2

1

Liste des Patients Nouveau Patient

Afficher 10 éléments

ID	Sexe	Nom	Prénom	Age	Tél	Adresse	Wilaya
2	Homme	Said Medjahed	Mohamed	32	0555555555		ORAN

Affichage de l'élément 1 à 1 sur 1 éléments

Précédent 1 Suivant

Pour la création du dossier patient, il faudra remplir les champs vides, cocher les checkbox, pointer les boules radios et sélectionner l'option adéquate.

La création du dossier nécessite le passage par 08 volets :

### 1-1-1 Anamnèse

Les champs avec \* sont obligatoires

The screenshot displays the 'ORTHOLEAD' software interface. On the left is a dark sidebar with navigation icons for Patients, Calendrier, Médicaments, Documents, Trésorie, Utilisateurs, Paramètres, and Info. The main area has two green buttons at the top: 'Liste des Patients' and 'Nouveau Patient'. Below these are eight tabs representing different stages of patient care: 1. Anamnèse (selected), 2. Examen exobuccal, 3. Examen endobuccal, 4. Examen parodontal, 5. Examen fonctionnel, 6. Examens complémentaires, 7. Diagnostic, and 8. Traitement. The 'Etat civil' section contains the following fields: Sexe (\*) (Femme), Date de naissance (\*) (10/05/2008), Nom (\*) (BENAZZA), Situation familiale, Prénom (\*) (Lina), Profession (écolière), Tél (\*) (05\*\*), Poids (30kg), Adresse (\*), Taille (1m10cm), Wilaya (\*) (TLEMCEM), and Schéma dentaire (\*) (Mixte). The 'Motif de la consultation' section shows 'Esthétique' selected in a dropdown menu, with a text area for 'Détails du motif de la consultation' below it. The 'Antécédents' section is partially visible at the bottom.

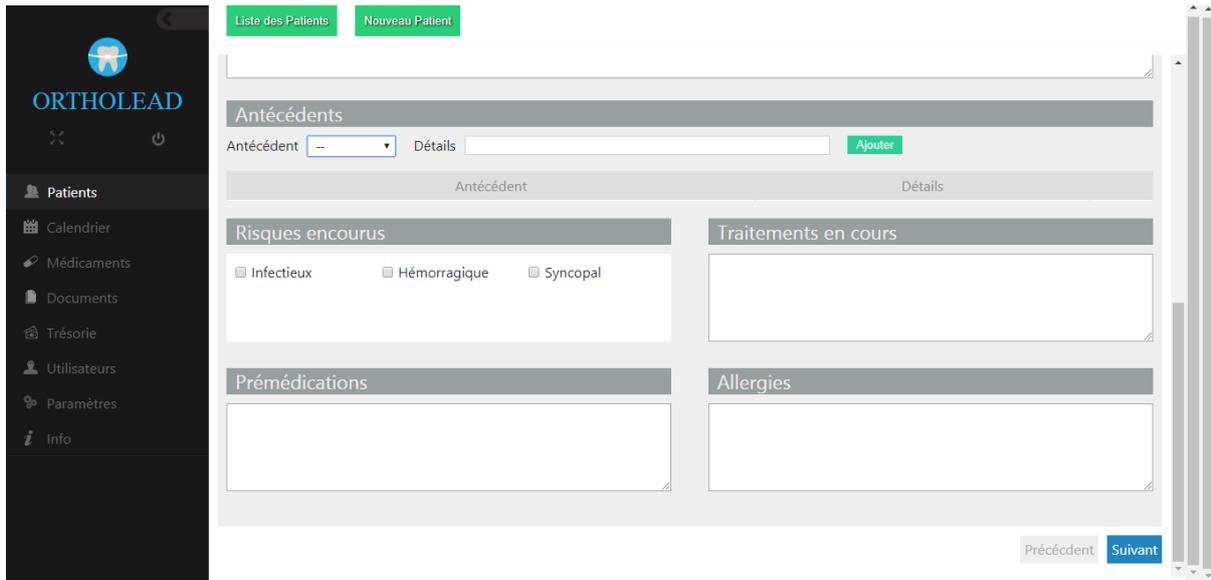
Etat civil	
Sexe (*)	Femme
Date de naissance (*)	10/05/2008
Nom (*)	BENAZZA
Situation familiale	
Prénom (*)	Lina
Profession	écolière
Tél (*)	05**
Poids	30kg
Adresse (*)	
Taille	1m10cm
Wilaya (*)	TLEMCEM
Schéma dentaire (*)	Mixte

Motif de la consultation

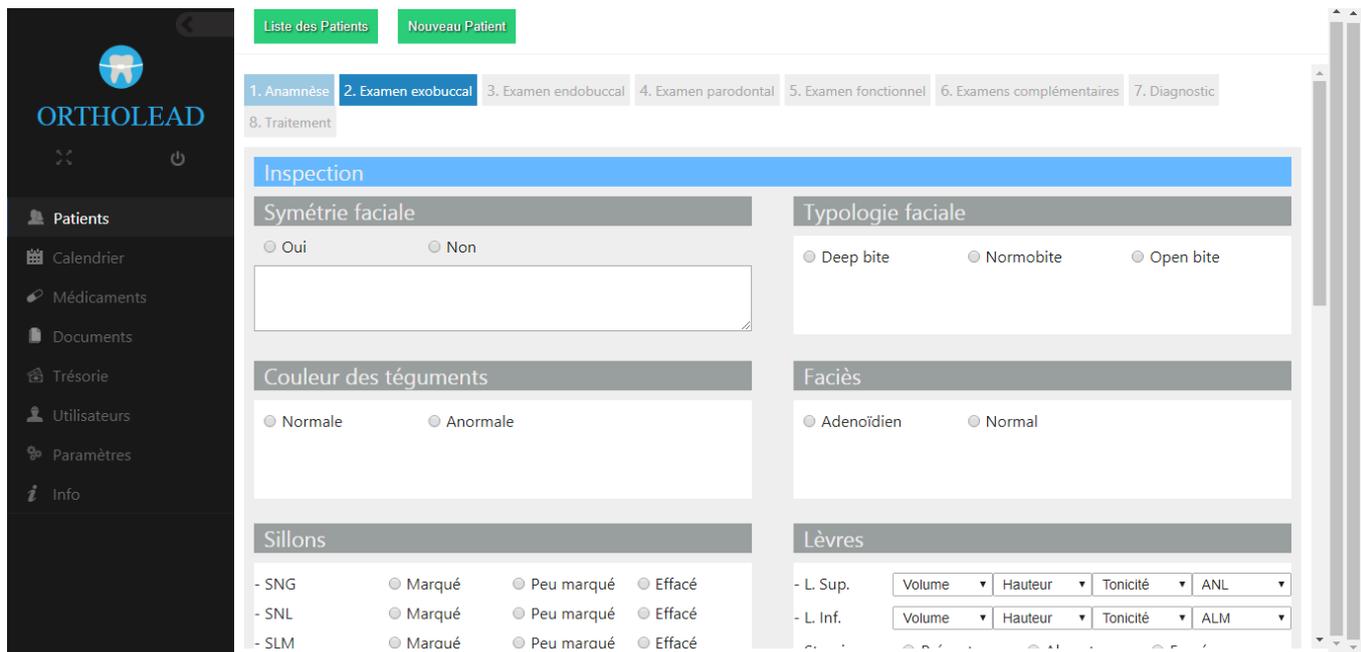
Esthétique

Détails du motif de la consultation

Antécédents



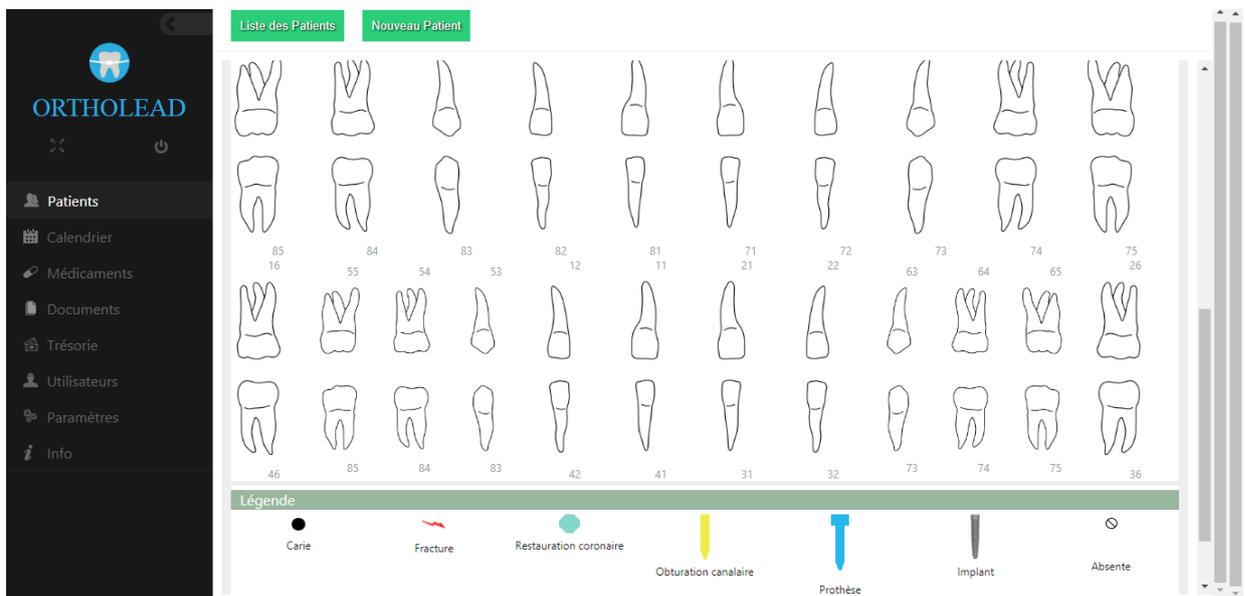
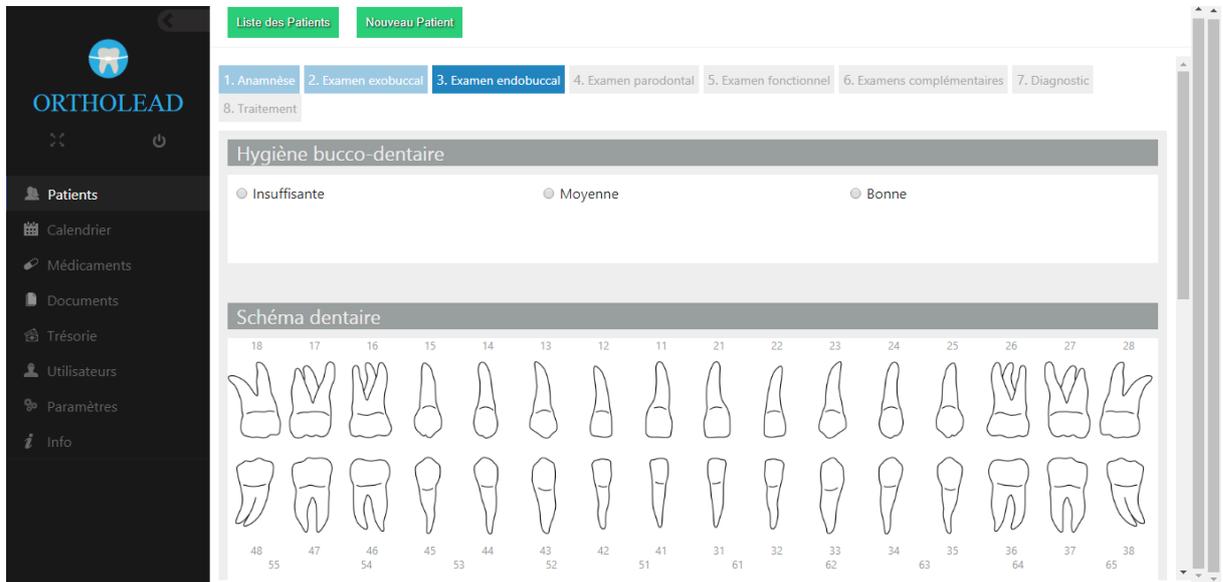
### 1-1-2 Examen exobuccal



### 1-1-3 Examen endobuccal

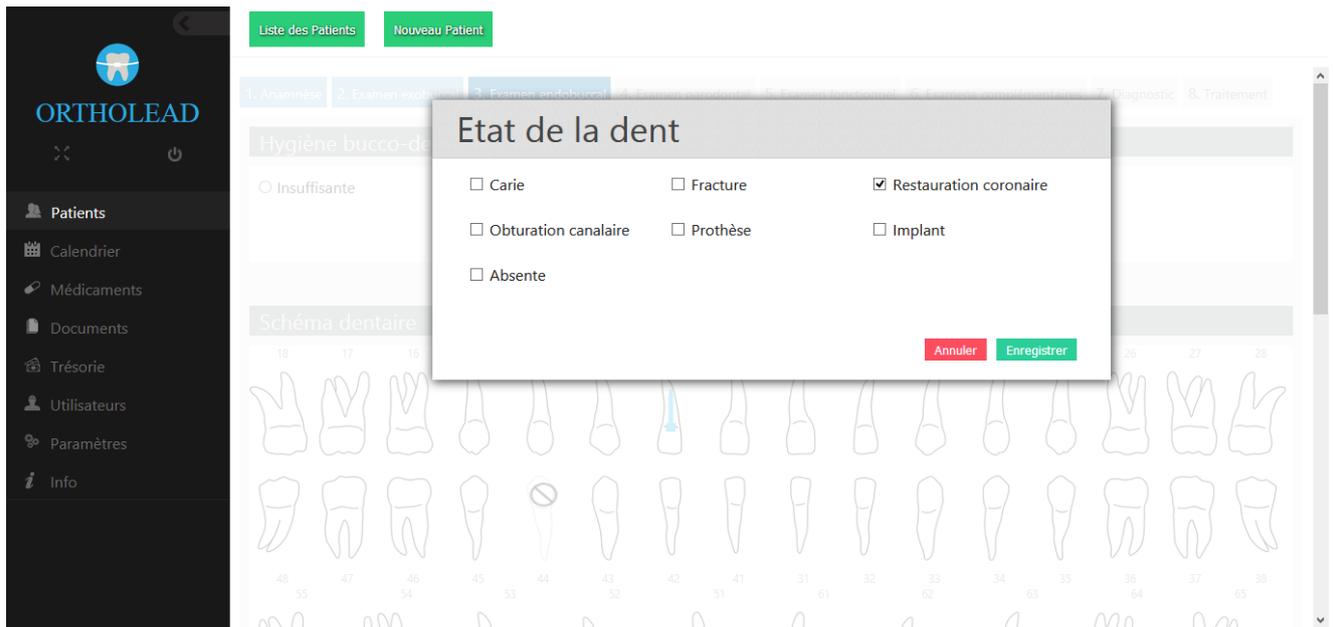
Le schéma dentaire sélectionné au niveau de l'anamnèse sera automatiquement repris par ORTHOLEAD à cette étape, si le nouveau patient est en denture temporaire

l'odontogramme n'affichera que les dents temporaires, le praticien n'aura plus qu'à renseigner les caractéristiques de chaque dent.



Pour alimenter l'odontogramme, le praticien devra sélectionner la dent concernée, ORTHOLEAD affiche alors la fenêtre « Etat de la dent », qui permet de cocher la caractéristique dentaire : carie, obturation canalaire, fracture, prothèse, implant, restauration coronaire et dent absente.

Si par exemple le praticien coche la caractéristique implant, ORTHOLEAD annule toutes les autres caractéristiques, en effet la dent ne pouvant présenter un implant et les autres caractéristiques à la fois.



#### 1-1-4 Examen parodontal

Il est possible sur cette interface de détailler l'examen gingival :

-Examen de la gencive attachée.

The screenshot shows the 'Examen Gingival' section of the ORTHOLEAD software. The 'Gencive attachée' section is expanded, displaying a table with columns for 'Couleur', 'Contour', 'Consistance', 'Texture', and 'Volume'. The table contains data for six dental categories: Incisivo-canin Sup., PM-M Sup. Drt., PM-M Sup. Gch., Incisivo-canin Inf., PM-M Inf. Drt., and PM-M Inf. Gch. Each row has dropdown menus for each column. A 'Suivant' button is located at the bottom right of the table.

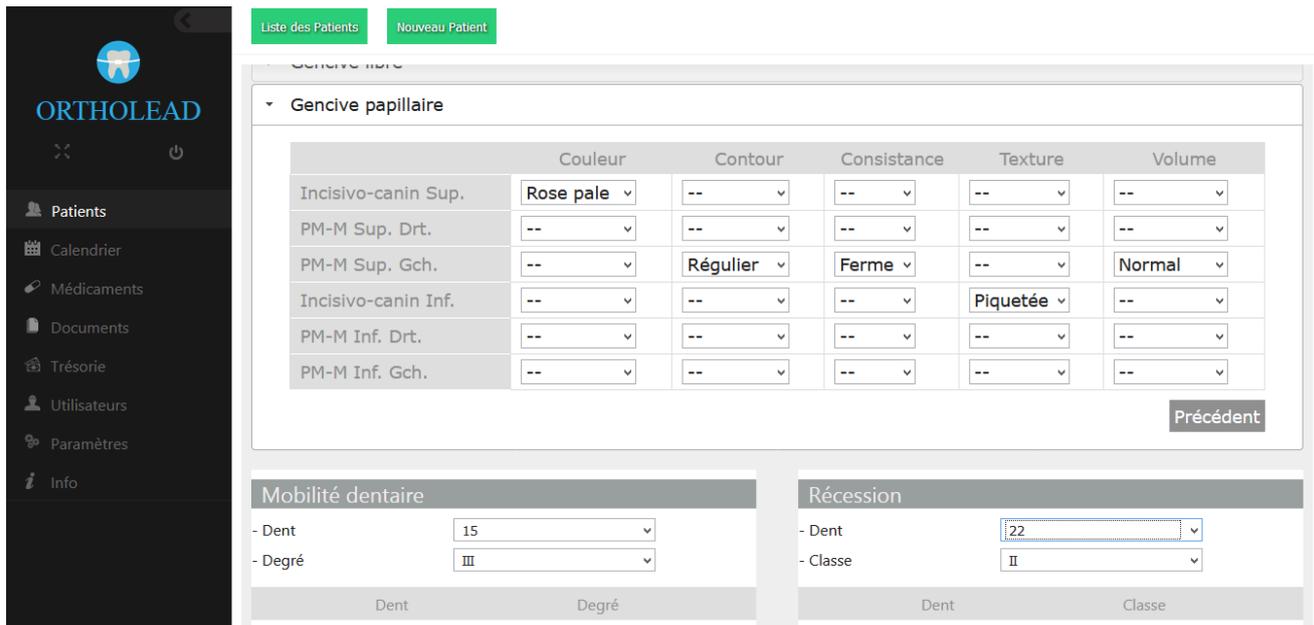
	Couleur	Contour	Consistance	Texture	Volume
Incisivo-canin Sup.	Rose pale	Régulier	Molle	Piquetée	Normal
PM-M Sup. Drt.	Rose pale	--	--	Piquetée	Normal
PM-M Sup. Gch.	Rose pale	Irrégulier	Ferme	Lisse	Augmenté
Incisivo-canin Inf.	Rose pale	Régulier	--	Lisse	Augmenté
PM-M Inf. Drt.	Rose pale	Irrégulier	--	Lisse	Augmenté
PM-M Inf. Gch.	Rose pale	Régulier	--	Piquetée	Normal

-Examen de la gencive libre

The screenshot shows the 'Examen de la gencive libre' section of the ORTHOLEAD software. It features a table with columns for 'Couleur', 'Contour', 'Consistance', 'Texture', and 'Volume'. The table contains data for six dental categories: Incisivo-canin Sup., PM-M Sup. Drt., PM-M Sup. Gch., Incisivo-canin Inf., PM-M Inf. Drt., and PM-M Inf. Gch. Each row has dropdown menus for each column. 'Précédent' and 'Suivant' buttons are located at the bottom right of the table. Below the table, there are sections for 'Mobilité dentaire' and 'Récession', each with dropdown menus for 'Dent' and 'Degré' or 'Classe'.

	Couleur	Contour	Consistance	Texture	Volume
Incisivo-canin Sup.	Rose pale	Régulier	Molle	--	--
PM-M Sup. Drt.	--	--	--	--	--
PM-M Sup. Gch.	Rougeâtre	Irrégulier	--	Lisse	Augmenté
Incisivo-canin Inf.	--	--	Ferme	--	--
PM-M Inf. Drt.	Bleuillée	--	--	--	--
PM-M Inf. Gch.	Violacée	--	--	--	--

-Examen de la gencive papillaire.



**Gencive papillaire**

	Couleur	Contour	Consistance	Texture	Volume
Incisivo-canin Sup.	Rose pale	--	--	--	--
PM-M Sup. Drt.	--	--	--	--	--
PM-M Sup. Gch.	--	Régulier	Ferme	--	Normal
Incisivo-canin Inf.	--	--	--	Piquetée	--
PM-M Inf. Drt.	--	--	--	--	--
PM-M Inf. Gch.	--	--	--	--	--

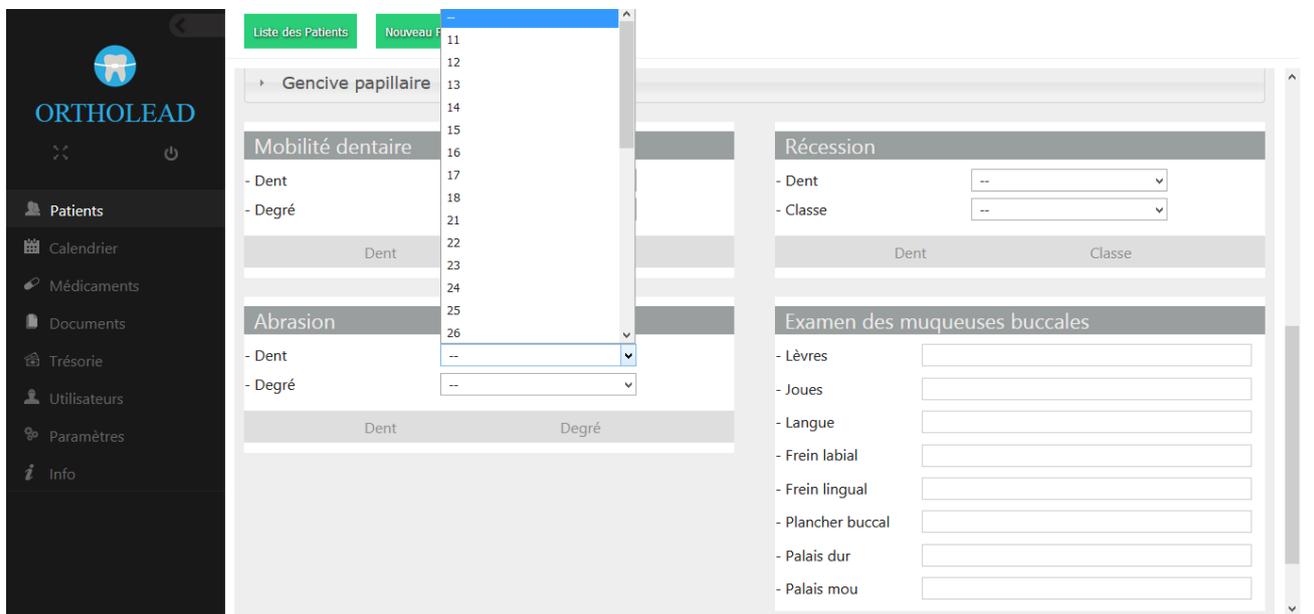
**Mobilité dentaire**

- Dent: 15  
- Degré: III

**Récession**

- Dent: 22  
- Classe: II

ORTHOLEAD permet aussi de noter la présence des abrasions (classification d'AGUEL), des mobilités (classification de MUHLEMANN) et des récessions (classification de MILLER).



**Mobilité dentaire**

- Dent: 15  
- Degré: III

**Abrasion**

- Dent: --  
- Degré: --

**Récession**

- Dent: --  
- Classe: --

**Examen des muqueuses buccales**

- Lèvres:   
- Joues:   
- Langue:   
- Frein labial:   
- Frein lingual:   
- Plancher buccal:   
- Palais dur:   
- Palais mou:

- Examen fonctionnel

1. Anamnèse | 2. Examen exobuccal | 3. Examen endobuccal | 4. Examen parodontal | **5. Examen fonctionnel** | 6. Examens complémentaires | 7. Diagnostic | 8. Traitement

**Posture linguale**

Fonctionnelle

- Haute  Oui  Non
- Basse  Oui  Non
- Interposition ant.  Oui  Non
- Interposition lat.  Oui  Non

**Déglutition**

Typique

- Pulsion linguale  Oui  Non
- Contraction musculaire  Oui  Non
- Interposition linguale  Oui  Non

**Fonction occlusale**

**Ventilation**

VNB

- Test Rosenthal  Oui  Non
- Test Gudin  Oui  Non
- Test cycle respiratoire  Oui  Non

**Phonation**

--

- Sigmatisme addental  Oui  Non
- Sigmatisme interdental  Oui  Non

**Mastication**

- Contraction musculaire  Oui  Non
- Interposition linguale  Oui  Non

**Fonction occlusale**

- Protrusion (2/4)  Respecté  Non respecté
- Diduction sect. drt.  Fonction canine  Fonction groupe
- Diduction sect. gch.  Fonction canine  Fonction groupe
- Chemin de fermeture  Droit  Gauche
- Interférences  Oui  Non

**Para-fonction**

- Bruxisme  Oui  Non
- Onychophagie  Oui  Non
- Succion  Objet  Pouce  Lèvre

**Mastication**

Unilatérale alternée

- AFMP droit
- AFMP gauche

### 1-1-5 Examen complémentaire

Il est possible de sélectionner le type d'examen (radiographies, photographies, moulages), de l'importer depuis son dossier source, et de faire effectuer son analyse par ORTHOLEAD.



- Patients
- Calendrier
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

Liste des Patients
Nouveau Patient

1. Anamnèse
2. Examen exobuccal
3. Examen endobuccal
4. Examen parodontal
5. Examen fonctionnel
6. Examens complémentaires
7. Diagnostic
8. Traitement

Type: --    Titre:

Fichier:  Aucun fichier sélectionné.

Interprétation:

Type	Titre	Fichier	Outils		
Téléradiographie	Norma-latéralis		Etude Céphalométrique	👁	✖

Précédent
Suivant



- Patients
- Calendrier
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

Liste des Patients
Nouveau Patient

1. Anamnèse
2. Examen exobuccal
3. Examen endobuccal
4. Examen parodontal
5. Examen fonctionnel
6. Examens complémentaires
7. Diagnostic
8. Traitement

Type: --    Titre:

Fichier:  Aucun fichier sélectionné.

Interprétation:

Type	Titre	Fichier	Outils		
Orthopantomogramme	Orthopantomogramme		/	👁	✖

Précédent
Suivant



- Patients
- Calendrier
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

Liste des Patients
Nouveau Patient

1. Anamnèse
2. Examen exobuccal
3. Examen endobuccal
4. Examen parodontal
5. Examen fonctionnel
6. Examens complémentaires
7. Diagnostic
8. Traitement

Type: --    Titre:

Fichier:  Aucun fichier sélectionné.

Interprétation:

Type	Titre	Fichier	Outils		
Moulages	Arcade inferieure		Etudes des Moulages	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



- Patients
- Calendrier
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

Liste des Patients
Nouveau Patient

1. Anamnèse
2. Examen exobuccal
3. Examen endobuccal
4. Examen parodontal
5. Examen fonctionnel
6. Examens complémentaires
7. Diagnostic
8. Traitement

Type: --    Titre:

Fichier:  Aucun fichier sélectionné.

Interprétation:

Type	Titre	Fichier	Outils		
Photographies	Photo de face		Etudes des Photographies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### 1-1-6 Diagnostic

Liste des Patients Nouveau Patient

1. Anamnèse | 2. Examen exobuccal | 3. Examen endobuccal | 4. Examen parodontal | 5. Examen fonctionnel | 6. Examens complémentaires | **7. Diagnostic** | 8. Traitement

#### Diagnostic positif

**Classe squelettique de Ballard**  
 Classe III

**Typologie faciale**  
 Deep Bite

**Formes cliniques**

- Dolichomaxillie
- Branchymaxillie
- Rétromaxillie
- Promaxillie
- Dolichomandibulie
- Branchymandibulie
- Rétromandibulie
- Promandibulie

**Direction de croissance**

Direction croissance mandibulaire  
 Direction croissance mandibulaire moyennee

Direction croissance faciale  
 Direction croissance faciale moyennee

**Anomalies associées**

Liste des Patients Nouveau Patient

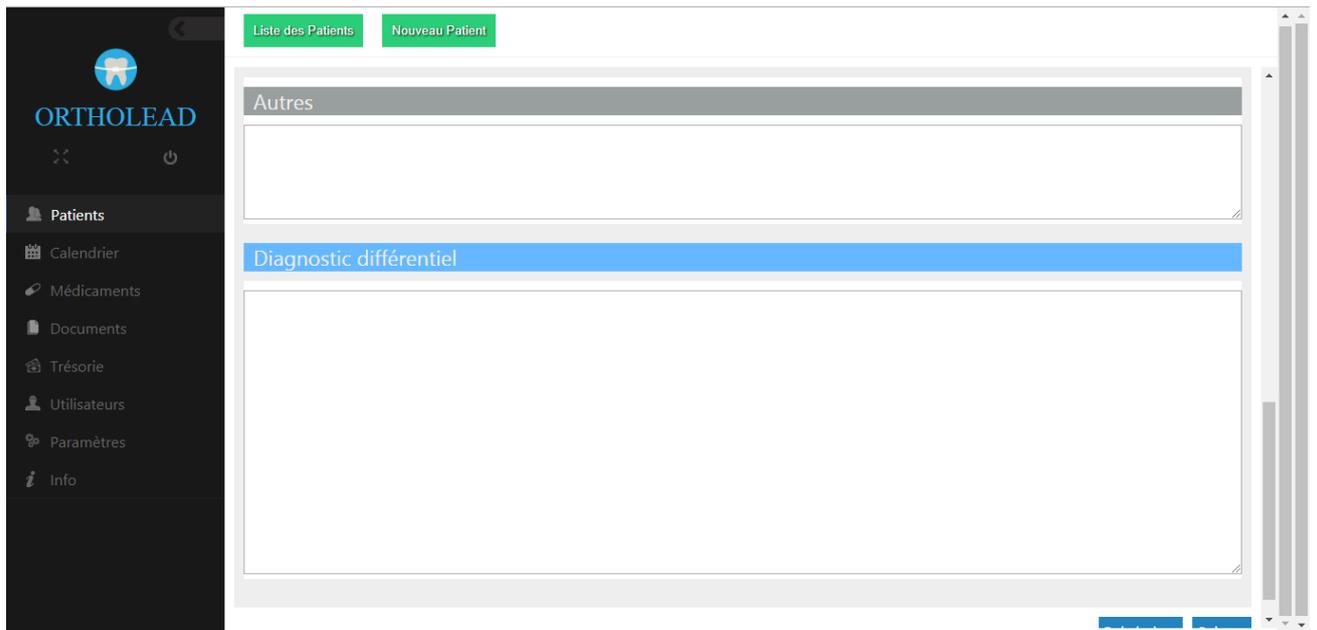
**Anomalies associées**

#### Diagnostic étiologique

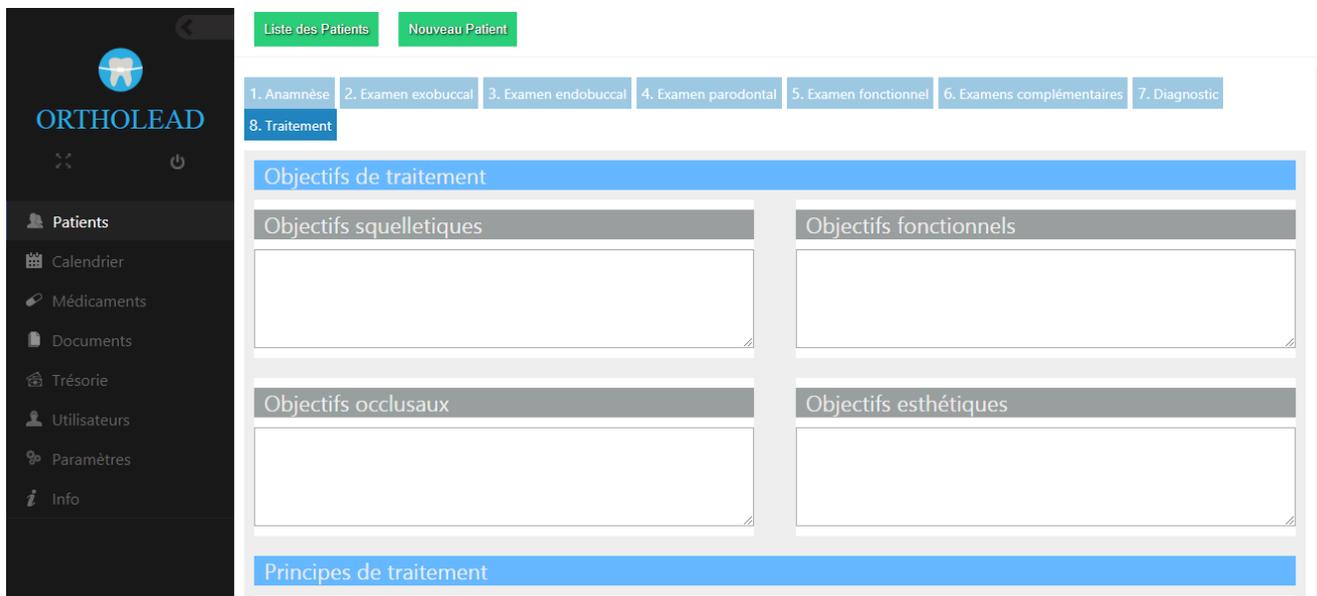
**Etiologies fonctionnelles**

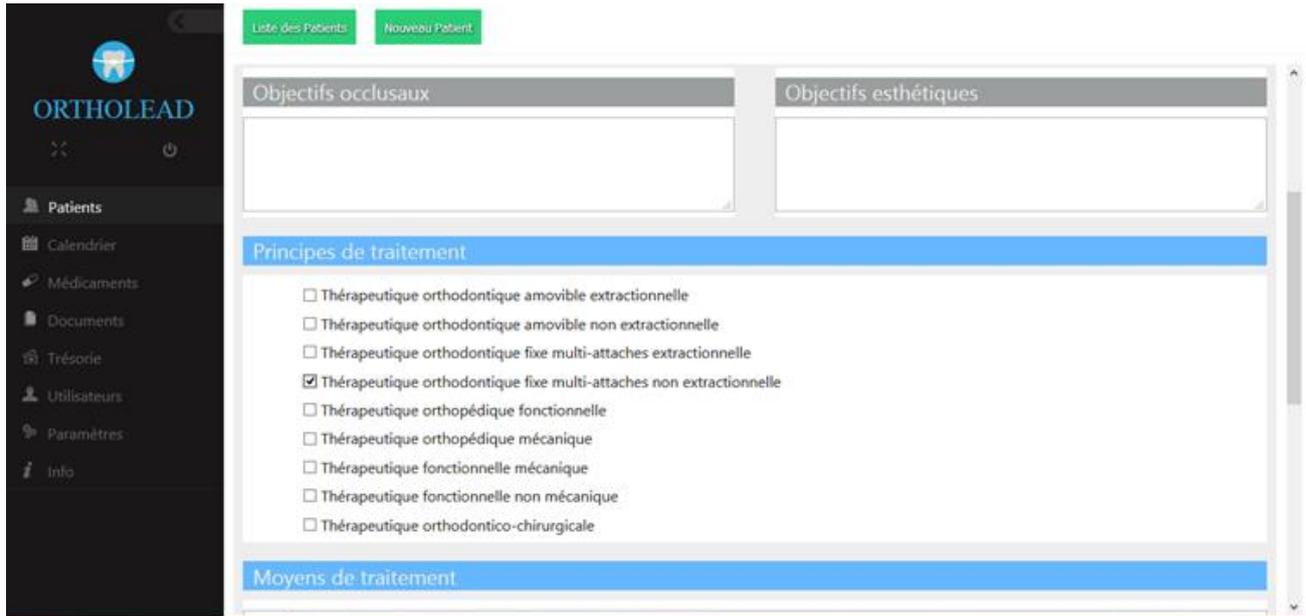
**Etiologies génétiques**

**Autres**



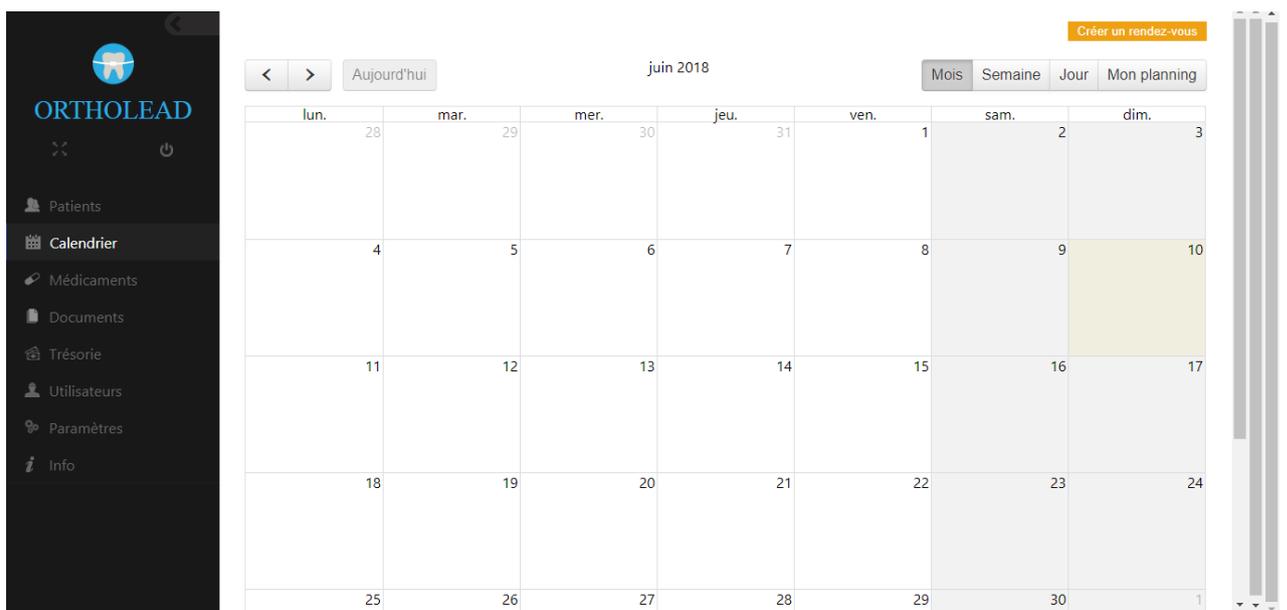
### 1-1-7 Traitement

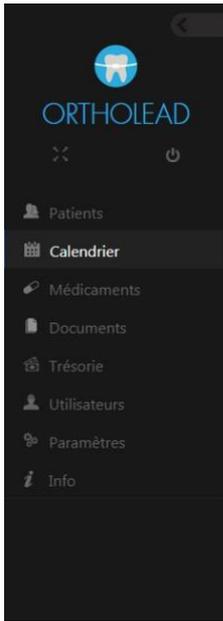




## 1-2 Module calendrier

Cette interface permet la visualisation des rendez-vous par jour, par semaine ou par mois, cette partie gère le planning du praticien.





ORTHOLEAD

- Patients
- Calendrier**
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

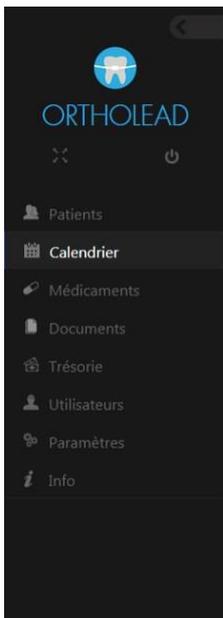
Créer un rendez-vous

26 févr. – 4 mars 2018

Aujourd'hui

Mois Semaine Jour Mon planning

	lun. 26/2	mar. 27/2	mer. 28/2	jeu. 1/3	ven. 2/3	sam. 3/3	dim. 4/3
Toute la journée							
09							
10							
11						11:00 Kara Ali Diden	
12							
13						13:00 Bendimred Adel	
14							
15							
16							
17							
18							



ORTHOLEAD

- Patients
- Calendrier**
- Médicaments
- Documents
- Trésorie
- Utilisateurs
- Paramètres
- Info

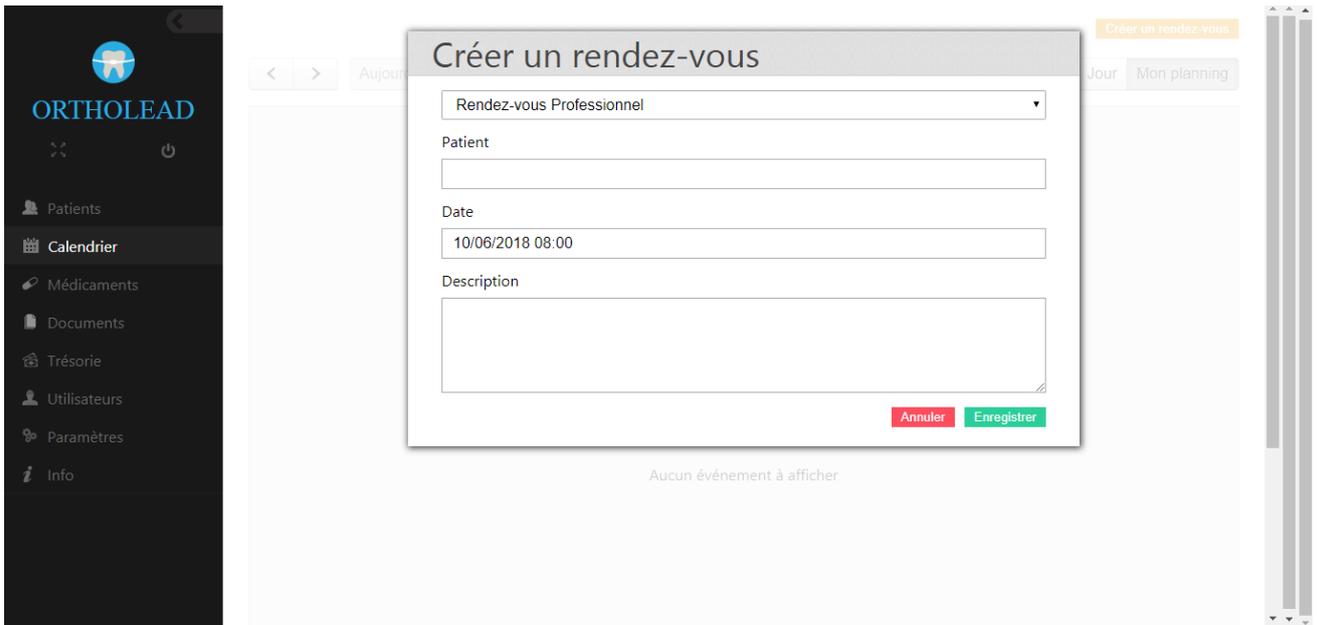
Créer un rendez-vous

mars 2018

Aujourd'hui

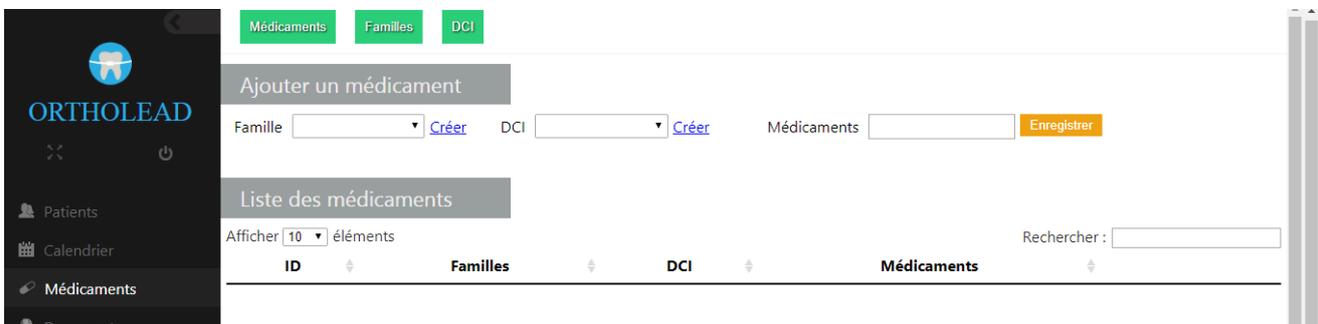
Mois Semaine Jour Mon planning

3 mars 2018		samedi
11:00	Kara Ali Diden	
13:00	Bendimred Adel	
18 mars 2018		dimanche
Toute la journée	Conférences	
19 mars 2018		lundi
Toute la journée	Conférences	
29 mars 2018		jeudi
08:00	Belhadji Fz	



### 1-3 Module médicaments

Sur cette interface, il est possible d'ajouter un nouveau médicament à la base de données préexistante.



## 1-4 Module documents

Cette partie permet l'édition des ordonnances et de tout autre documents délivré par le praticien (lettre d'orientation, congé maladie,...)

ORTHOLEAD aide à la prescription : après sélection de la famille de médicaments et de la DCI, la liste des médicaments concernées s'affiche, le praticien sélectionne alors le médicaments choisis et il n'aura plus qu'à saisir la posologie souhaitée.

The screenshot shows the ORTHOLEAD software interface. On the left is a dark sidebar menu with the ORTHOLEAD logo and navigation options: Patients, Calendrier, Médicaments, Documents, Trésorie, Utilisateurs, Paramètres, and Info. The main area has a header with 'Ordonnance' and 'Autres' tabs. Below this, the hospital information is displayed: 'CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DR.TIDJANI DAMERDJI-TLEMEN', 'Orthopédie dento faciale', '05, Bd Mohammed V - Tlemcen', 'Tel: 043-41-72-19', 'Fax:', and 'Email:'. There are input fields for 'Patient (nom prénom)', 'Age', and a date field 'Fait le: 11/06/2018'. The central part is titled 'Ordonnance' and contains a search interface. It has four columns: 'Familles' (with a dropdown set to 'Antibiotiques'), 'DCI' (with a dropdown set to 'Amoxicilline'), 'Médicaments' (with an input field containing 'cl' and a dropdown list showing 'clamoxyyl Cp 1000 mg', 'clamoxyyl Cp 250 mg', and 'clamoxyyl Cp 500 mg'), and 'Posologie'. An 'Ajouter' button is to the right of the medication search. At the bottom right, there is an 'Imprimer' button.

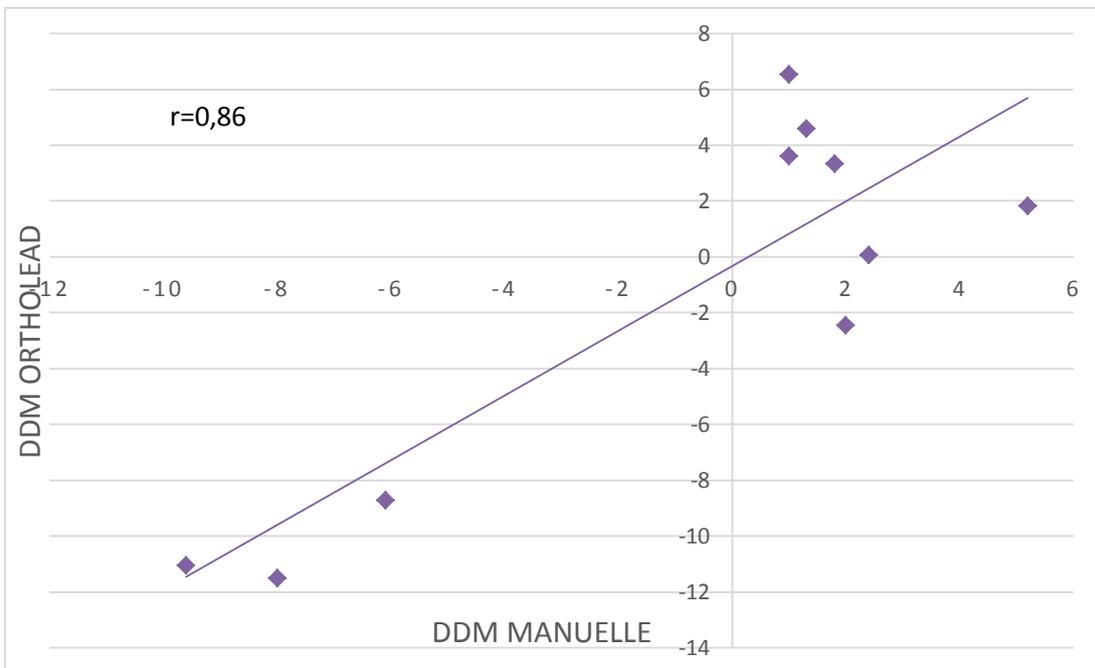
Cette interface permet la rédaction de documents autre que l'ordonnance.

The screenshot shows the ORTHOLEAD software interface. On the left is a dark sidebar menu with the logo 'ORTHOLEAD' and icons for Patients, Calendrier, Médicaments, Documents (highlighted), Trésorie, Utilisateurs, Paramètres, and Info. The main area has two tabs: 'Ordonnance' (selected) and 'Autres'. Below the tabs, the header reads 'CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DR.TIDJANI DAMERDJI-TLEMCCEN' followed by 'Orthopédie dento faciale', '05, Bd Mohammed V - Tlemcen', 'Tel: 043-41-72-19', 'Fax:', and 'Email:'. On the right, there are input fields for 'Patient (nom prénom)', 'Age', and a date field showing 'Fait le: 11/06/2018'. Below these is a field for 'Titre du document'. At the bottom, there is a large text area labeled 'Contenu'.

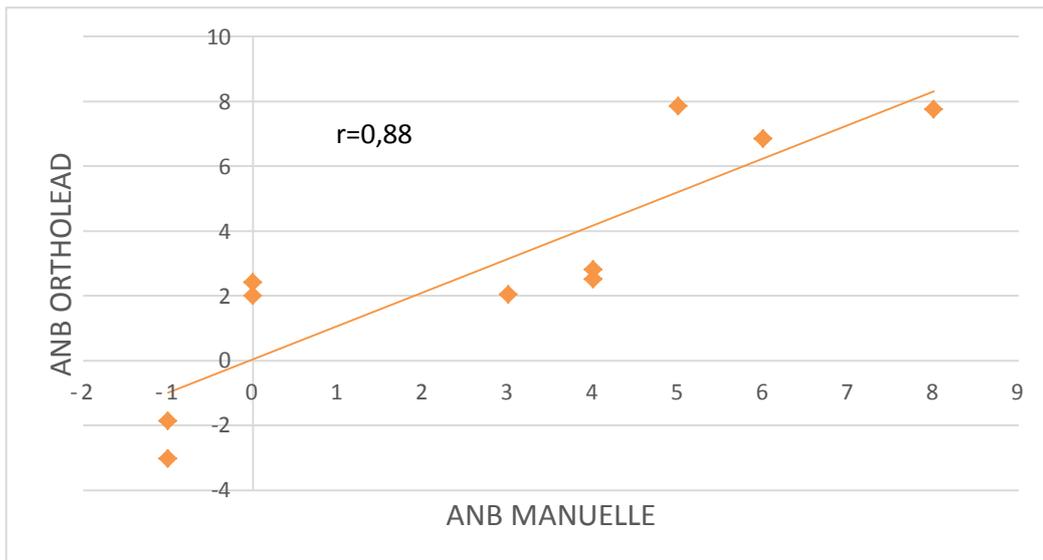
## 2- Test d'ORTHOLEAD

10 patients du service d'ODF, âgés de 09 à 12 ans, présentant différentes anomalies orthodontiques, ont été soumis à l'analyse orthodontique numérisée par ORTHOLEAD. Nous avons au préalable pris en charge ces mêmes patients, en effectuant l'analyse orthodontique manuelle.

Pour objectiver d'avantage la différence entre les deux méthodes, nous avons calculés l'indice de corrélation intra-observateur « r »



**Figure 53 : Diagramme D1 de corrélation entre le calcul de la DDM par la méthode manuelle et la méthode numérique en utilisant « ORTHOLEAD ».**



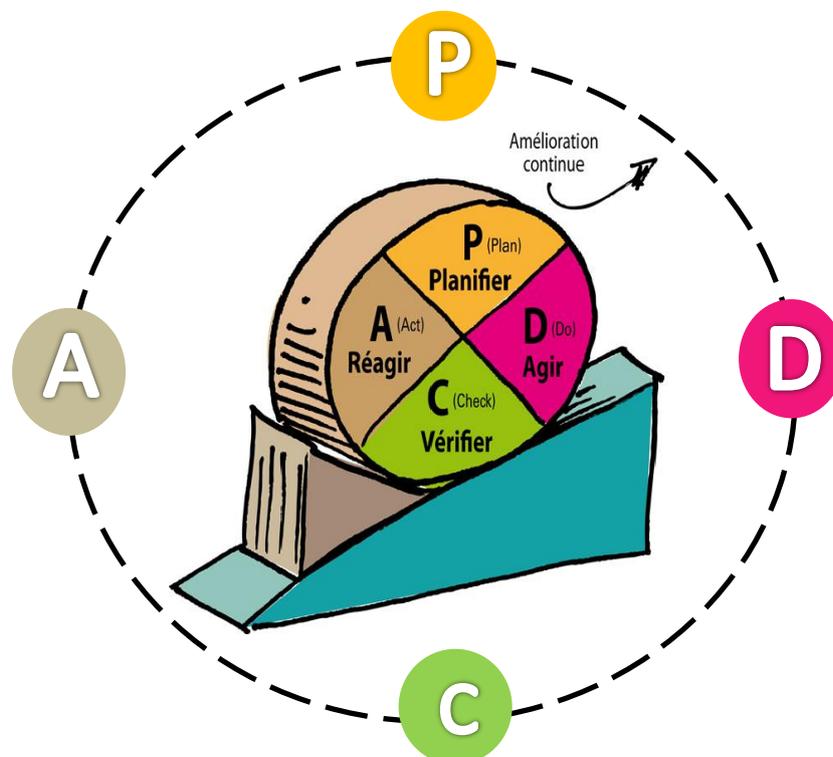
**Figure 54 : Diagramme D2 de corrélation entre le calcul de ANB par la méthode manuelle et la méthode numérique en utilisant « ORTHOLEAD».**

## Discussion

Ayant été confrontées aux multiples dysfonctionnements du service d'ODF, nous avons au cours de cette étude, tenté de trouver des solutions simples, faciles à appliquer et efficace en s'appuyant sur l'utilisation de l'informatique.

Nous avons pour ce projet, utilisé une méthode d'amélioration s'inspirant de la roue de DEMING, très utilisé dans la démarche qualité, appelée encore PDCA.

en effet, ORTHOLEAD est voué à évoluer positivement il n'est pas figé. Les améliorations se feront au fil de l'eau et en fonction des attentes et des retours des utilisateurs, c'est la raison pour laquelle nous souhaitons un logiciel facile à modifier afin de permettre son amélioration continue. Les deux premières étapes du processus ont été effectuées : la planification et la réalisation. Un premier test a été réalisé et une première évaluation sera proposée aux différents patriciens dès le début de la prochaine année universitaire afin d'analyser les points forts et les faiblesses du logiciel. Puis l'analyse de ces points faibles nous fournira des pistes d'amélioration. Le premier tour de roue sera effectué et le processus à nouveau amélioré.



Source : <http://www.cbernard-consulting.com/2015/10/un-jour-un-outil-la-roue-de-deming.html>

**Figure 55: Roue de DEMING**

Pour l'étude céphalométrique, nous avons comparé les mesures de l'ANB, variable permettant de poser le diagnostic de la classe squelettique, les résultats obtenus montrent une corrélation entre l'analyse classique et l'analyse numérique avec ORTHOLEAD, avec un coefficient de corrélation  $r = 0,88$ .

L'étude de Chen et al. 2004 (131), met en évidence des différences significatives entre les mesures céphalométriques manuelles traditionnelles et les mesures numérisées assistées par ordinateur, avec une fiabilité supérieure pour l'analyse céphalométrique informatisée, et un indice de corrélation  $r = 0.96$ .

La différence de ces résultats s'explique par le fait que les céphalogrammes aient été tracés par la même personne alors que dans notre cas les tracés ont été réalisés par trois mains différentes.

En ce qui est de l'étude des moulages, nous avons comparé les mesures de la dysharmonie dentomaxillaire (DDM), variable influençant fortement le plan de traitement, les résultats obtenus montrent une corrélation entre l'analyse classique et l'analyse numérique avec ORTHOLEAD, avec un coefficient de corrélation  $r = 0,86$ .

Salwa REGRAGUI et al, 2010(132), ont comparé la mesure de la DDM par 04 méthodes, ils ont trouvé un indice de corrélation  $r = 0,9959$  entre la méthode utilisant le pied à coulisse avec vernier et la méthode informatisée. Ils en ont conclu que l'outil informatique utilise des logiciels très coûteux, exige de l'utilisateur des connaissances techniques appropriées, nécessite une étape de numérisation ou de scan des moulages, mais permet un gain de temps par automatisation des mesures, ainsi que l'utilisation des données pour diverses applications.

La différence des résultats s'expliquent par le fait que dans notre étude, les modèles ont été photographiés, suite à quoi, les variables ont été mesurés avec du fil de laiton; alors que dans cette étude, les modèles ont été scannés et mesurés avec un pied à coulisse avec vernier.

Quant au cout de l'outil, n'ayant pas besoin de plus qu'un appareil photographique notre méthode n'est pas très onéreuse.

D'autres auteurs tels Paredes et al 2006 (133), et Tomassetti et al 2001(134), ont comparé la mesure automatique des dents par l'outil informatique à la méthode manuelle classique. Les résultats des mesures obtenues étaient similaires mais la

méthode informatique alliait en plus simplicité, rapidité, sensibilité à l'avantage qu'elle présentait pour le stockage des moulages numérisés pour d'éventuelles utilisations.

En effet, Paredes et al. ont étudié les mesures des dents par l'outil informatique après le scan des moulages : les coefficients de corrélation des deux méthodes étaient élevés et similaires ( $r = 0,976$ ).

Encore une fois, ces résultats s'expliquent par le scan des modèles qui est plus précis que les photographies dans notre étude.

Tomassetti et al., quant à eux, ont comparé la mesure directe des dents par le pied à coulisse manuel à trois techniques de mesure utilisant des logiciels informatiques après numérisation des photos des moulages : QuickCeph, Hamilton Arch Tooth System (HATS) et OrthoCad. Ils ont affirmé qu'il n'y avait pas de différences statistiquement significatives entre les mesures dentaires mais que la méthode manuelle ainsi que la technique HATS présentent le coefficient de corrélation le plus élevé ( $r = 0,8$ ) suivies par OrthoCad

( $r = 0,7$ ) puis par QuickCeph ( $r = 0,4$ ).

Pour un premier essai avec un échantillon réduit, ORTHOLEAD semble délivrer des résultats corrects par rapport à ces logiciels.

Nous avons démontré que l'analyse numérique par ORTHOLEAD est en corrélation avec l'analyse manuelle des moulages, étant donné que cette dernière est considérée comme un « gold standard », la question qui se pose désormais est « est-ce que les 02 méthodes sont interchangeables? Et est-ce que l'analyse par ORTHOLEAD peut être considérée elle aussi comme un « gold standard »(135).

Pour répondre à cette question il faudra prendre un échantillon beaucoup plus large et mesurer la concordance en utilisant l'indice de Bland et Altman ; cela représente un point de départ d'éventuelles recherches scientifiques.

## Limites et perspectives

Comme nous l'avons montré à travers la roue de DEMING, ORTHOLEAD est en perpétuelle amélioration, ses essais continus vont nous permettre de détecter ses limites et chercher ses faiblesses.

En effet prenant le cas d'un de nos patients, BELARBI.F, présentant une classe III de BALLARD cliniquement, et une classe I selon l'analyse faite par ORTHOLEAD, ceci s'explique par le fait que la téléradiographie de profil n'ait pas été prise dans les normes (occlusion en inter-cuspidation maximale), notons tout de même que l'analyse manuelle a délivré les mêmes résultats qu'ORTHOLEAD.

L'inclusion d'une fonctionnalité qui permettra de valider les radiographies est prévue.



Source : Téléradiographie de la patiente B.F prise au sein du service d'ODF CHUlemcen

### **Figure 56: Téléradiographie de profil de la patiente BELARBI.F**

Comme pour tous les logiciels utilisant les radiographies 2D, il faudra pointer les points céphalométriques et ORTHOLEAD fera par la suite le tracé et l'analyse, mais grâce à une nouvelle technologie « méta neurones », ORTHOLEAD sera capable de détecter lui-même les points sans intervention humaine.

Les méta neurones représentent un réseau de neurones, qui sont des constructions abstraites simulant l'activité d'un réseau de neurones biologique simplifié. Ils sont utilisés en apprentissage automatique pour construire un modèle à partir de données existantes dans le but d'effectuer des prédictions sur de nouvelles données, l'intelligence artificielle n'est plus un mythe.

En ce qui est de la gestion des rendez-vous, ORTHOLEAD aura bientôt sa version mobile qui permettra aux patients la prise de rendez-vous selon les plages horaires disponibles.

## **Conclusion**

Sans aucun doute, l'un des apports majeurs de la science moderne à la dentisterie au cours des dernières décennies est de lui avoir permis d'accéder aux traitements informatiques et à leurs multiples applications. La numérisation des examens dentaires est le passage obligé, qu'elle ait pour but le diagnostic ou la thérapeutique.

Le numérique fait désormais partie du quotidien des orthodontistes, il est devenu un véritable allié.

L'informatique au cabinet d'orthodontie prend le pas, de façon presque totale, sur le papier. L'examen clinique, les documents radiographiques et photographiques, la comptabilité, le suivi clinique... sont totalement informatisés, certains praticiens font déjà appel à des caméras optiques, à des appareils de radiographie 3D ou encore à des imprimantes 3D.

La coopération et la compréhension des patients s'améliorent grâce aux nouveaux outils qui permettent la visualisation des objectifs de traitement. La transmission des données numériques se fait de façon fulgurante, grâce à internet, des services d'aide au diagnostic ou d'informations professionnelles se mettent en place.

Il existe aujourd'hui des machines capables de préformer le fil, de positionner un bracket sur une dent, et même de fabriquer un bracket sur mesure.

Dans ce travail nous avons démontré l'apport d'ORTHOLEAD, notre propre outil informatique conçu pour s'adapter à l'environnement du service d'ODF du CHU de Tlemcen.

ORTHOLEAD nous permet d'avoir un système d'archivage des dossiers de patients contenant les examens incontournables et complémentaires, il offre une gestion ergonomique et précise du planning et du stock, il délivre des analyses céphalométriques avec exactitude suivies d'interprétation et de pose de diagnostic.

Cet outil ne va en aucun cas prendre le dessus sur l'orthodontiste, ou même rivaliser avec le cerveau humain, l'orthodontiste aura toujours le dernier mot, par contre la numérisation de son activité aura comme résultante un gain de temps considérable dans l'exécution des tâches répétitives ainsi qu'une organisation plus rigoureuse.

Pour un premier essai, ORTHOLEAD délivre des résultats fiables, l'analyse céphalométriques et des moulages qu'il propose est en corrélation avec la méthode manuelle enseignée. ORTHOLEAD est voué à une amélioration continue selon la roue de DEMING, chacune de ses fonctionnalités peut être repensée et reconfigurée toujours

d'ans un unique but d'optimiser l'activité du service d'ODF, d'ailleurs une version mobile de cet outil est déjà prévu, dédiée au patient, elle permettra la prise de rendez-vous selon les plages horaires disponibles.

L'apport du numérique à l'orthodontie est indiscutable, nous concluons notre travail par cette remarque : Peut-on, aujourd'hui, se priver des possibilités qu'offre l'informatique ?

# **Références bibliographiques**





## Références bibliographiques

1. Santé bucco-dentaire : ce que le numérique va changer ! Dossier de presse : congrès ADF 2015. 2015.
2. Christian Piguët HH. Du zéro à l'ordinateur: une brève histoire du calcul 2004:194.
3. Haugeland J. L'esprit dans la machine 2005.
4. d'Udekem-Gevers M. La Machine analytique de Charles Babbage, jalon fondamental de l'histoire des automates à calculer. Revue des Questions Scientifiques. 2015:578.
5. Soyer J-P. Ada de Lovelace et la Programmation informatique. 1998.
6. Ramonet JF. Alan Turing l'homme qui inventa l'informatique. 2007.
7. Thomas Haigh PMP, Mark Priestley, Crispin Rope. ENIAC in Action: Making and Remaking the Modern Computer. 2016.
8. History of Network Switching. <https://www.corp.att.com/history/nethistory/switching.html>.
9. La petite Histoire de l'email. [http://www.demainlemail.com/email\\_alinto/historique/](http://www.demainlemail.com/email_alinto/historique/).
10. Naciri-El Messaoudi N, GODEFROI A. Odontologie assistée par informatique: apport en prothèse et en orthodontie 2009.
11. Rodolphe, BERMES-KLAINE. La fabrication assistée par ordinateur en prothèse. 2013;131.
12. FISCHER F. L'irruption de l'informatique au cabinet dentaire: que faut-il savoir: Thèse pour le diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire. Université Henri POINCARÉ; 2000.
13. BIE C. L'EMPREINTE OPTIQUE AU CABINET DENTAIRE. 2015;82.
14. Hanane A. CEREC et occlusion dynamique 2016;69.
15. Bray P. L'informatisation du cabinet du médecin généraliste. 2014;91.
16. Faure B. Informatisation en orthopédie dento-faciale Pourquoi? Comment? Essai. Revue d'Orthopédie Dento-Faciale. 1982;16(2):165-71.
17. CAVÉZIAN R. Évolution historique du concept implantaire: passé, présent et futur des moyens prédictifs d'imagerie.
18. Développement de la Chirurgie Robotisée. <http://la-medecine-robotique.e-monsite.com/pages/i-developpement-de-la-chirurgie-robotisee.html>.

19. Cohen-Lévy J, Cohen N. Analyse occlusale informatisée en orthopédie dento-faciale: indications et utilisation clinique du Tscan III. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 2012;46(1):33-53.
20. Bouchez R. *Clinical success in Invisalign orthodontic treatment*: Quintessenz Verlag; 2011.
21. Taieb M. *Invisalign: une technique d'avenir?* 2006.
22. Villette A. des différents systèmes d'injection électronique. *L'INFORMATION DENTAIRE*. 2006;973.
23. Ceyte S. *L'impression 3D: fonctionnement et perspectives en chirurgie dentaire* 2016.
24. Quentin G. *Projet esthétique virtuel : " comparaison des outils numériques "*. 2017;72.
25. Chine : 1ère opération réussie d'un robot dentiste. <http://www.clubic.com/robotique/actualite-836436-chine-1ere-operation-reussie-robot-dentiste.html>.
26. Griset P. *Georges Pompidou et la modernité: les tensions de l'innovation. 1962-1974*.
27. Steinbuch K. *Informatik: Automatische Informationsverarbeitung* 1957.
28. LAROUSSE. *Dictionnaire Larousse de poche : Edition 2010*. 2010.
29. Robert P, Rey-Debove J, Rey A. *Le nouveau petit Robert: le Robert*; 1993.
30. MORVAN P. *Dictionnaire de l'informatique*. 1999.
31. M. GINGUAY AL, Masson. *Dictionnaire d'informatique*. 1990.
32. Lavergne J. Diagnostic orthodontique et informatique. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 1992;26(3):295-307.
33. Chaumeil B, Bonneville J-P. *Informatique odontologique: Du BA BA à la maîtrise*: Wolters Kluwer France; 2004.
34. OUCH P. *Informatique Odontologique : les logiciels de gestion au cabinet dentaire*. UNIVERSITE PARIS DESCARTES. 2011:153.
35. Rhodes P. *Dentistry in the information age*. *Journal of the California Dental Association*. 1997;25(10):702-14.
36. Schleyer TK, Spallek H, Bartling WC, Corby P. *The technologically well-equipped dental office*. *The Journal of the American Dental Association*. 2003;134(1):30-41.

37. DUSSEAUX S. La revolution numérique au cabinet dentaire. 2014:168.
38. Binhas E, Ginisty J, Sigismond P. La gestion globale du cabinet dentaire: Volume 1: L'organisation technique: Initiatives Sante; 2015.
39. COSTINI JM, MORGAND JD. Gestion informatique du cabinet dentaire EMC-Odontologie. 1997.
40. RIGAL J. Optimisation de la communication entre le chirurgien-dentiste et le prothésiste dentaire grâce au numérique. UNIVERSITÉ NICE-SOPHIA ANTIPOLIS. 2017:92.
41. Le cabinet dentaire à l'ère du numérique. Édition spéciale congrès ADF 2016. 2016.
42. MEDIONI E. L'informatique au cabinet dentaire. encyclopédie Médico Chirurgicale. 1999.
43. OBELLIANNE L. La formation continue chez les chirurgiens-dentistes : besoins et accès. Université Henri Poincaré - Nancy I. 2003.
44. Charpiat B, Bedouch P, Conort O, Rose F, Juste M, Roubille R, et al., editors. Opportunités d'erreurs médicamenteuses et interventions pharmaceutiques dans le cadre de la prescription informatisée: revue des données publiées par les pharmaciens hospitaliers français. Annales Pharmaceutiques Françaises; 2012: Elsevier.
45. Nègre J-L. Orthodontie Ordinateur Organisation. Revue d'Orthopédie Dento-Faciale. 2010;19(4):569-80.
46. BRETON P. Une histoire de l'informatique  
Paris : Editions du Seuil. 1990:261.
47. LAROUSSE. Le petit Larousse illustré 2000  
Paris : Le Grand livre du moi. 1999:1784.
48. CHAUVEAU L. La révolution de la chirurgie dentaire est en marche  
Le chirurgien-dentiste de France n°1597-1598.27-8.
49. BINHAS E. La gestion globale du cabinet dentaire, volume 1 : l'organisation technique  
Paris : Editions CdP. 2011:221.
50. BONTHOUX T, LEREUN R, PLASSAIS O. COMPRENDRE LES PROBLÉMATIQUES DU DOSSIER PATIENT INFORMATISÉ ET INTEROPÉRABLE :  
DU DOSSIER PAPIER AU DOSSIER INFORMATISÉ. 2015.

51. HEID D, CHASTEEN J, FORREY A. Le dossier dentaire informatisé. *J Contemp Dent Pract.* 2002;43-54.
52. Chaumeil B. Patients et informatique au cabinet. *INFORMATION DENTAIRE.* 2007;89(31):1822.
53. Bertaud V, Chaumeil B, Ehrmann E, Fages M, Valcarcel J. L'informatisation du cabinet dentaire. *Informatique médicale, e-Santé: Springer;* 2013. p. 377-413.
54. FAURE B. Le rendez-vous informatisé. *Rev Orthop Dento-Fac.* 1988;22:141-3.
55. Beuscart R, Chazard E, Duchêne J, Ficheur G, Renard J-M, Rialle V, et al. La e-Santé. *Informatique médicale, e-Santé: Springer;* 2013. p. 437-61.
56. Le Système CHIFALe Système CHIFA. <http://www.cnas.dz/?q=fr/espace-chifa/systme-chifa>.
57. Intégration de la mutualité sociale dans la carteChifa. <https://www.liberte-algerie.com/actualite/integration-de-la-mutualite-sociale-dans-la-carte-chifa-213107/pprint/1>.
58. Deltombe X. Pierre Fauchard, sa vie, son œuvre. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale.* 2011;45(1):9-14.
59. CHIGNOLIE E. Nouveaux apports des technologies numériques en orthopédie dento-faciale. *UNIVERSITE NICE SOPHIA ANTIPOLIS.* 2016:78.
60. Hinet M, Harichane Y, Grossetti F, Guez B. Photographie dentaire. *L'Information Dentaire.* 2012;36:2243-48.
61. Farmakis I, Marcon J-L. Bilan photographique en orthodontie. *EMC Orthopédie dentofaciale.* 2008;23(460-D):15.
62. Tournaire-Boutillier L. Le recalage tridimensionnel en orthopédie dento-faciale: revue de la littérature scientifique 2013.
63. Luce S. Le diagnostic en orthopédie dento-faciale à l'épreuve de la télémédecine. 2017.
64. Cevidanes L, Styner M, Proffit WR. Three-dimensional superimposition of the skull base for the longitudinal evaluation of the effects of growth and of treatment. *L'Orthodontie française.* 2009;80(4):347-57.
65. Horner K, Rushton V, Tsiklakis K, Hirschmann P, van der Stelt P, Glennly A, et al. European guidelines on radiation protection in dental radiology; the safe use of radiographs in dental practice. European Commission, Directorate-General for Energy and Transport. *Radiation Protection.* 2004.
66. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Brazilian dental journal.* 2012;23(3):179-91.

67. Foucart J-M, Felizardo R, Bidange G. La radioprotection en odontologie: Réglementation française et nouvelles normes européennes: Wolters Kluwer France; 2007.
68. Foucart J, Felizardo R, Bourriau J, Bidange G. La tomographie volumique à faisceau conique (CBCT): du mythe à la réalité.... *Clinic*. 2009;30:483-93.
69. de Santé HA. Tomographie volumique à faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography). Service évaluation des actes professionnels Saint-Denis. 2009.
70. Destrez R. Recalage automatique de modèles 3D d'arcades dentaires à partir de photographies: Université d'Orléans; 2013.
71. LUCE S. Le diagnostic en orthopédie dento-faciale a l'épreuve de la telemedecine. Faculté d'Odontologie de Marseille. 2017.
72. Faure J, Oueiss A, Treil J, Chen S, Wong V, Inglese J-M. Céphalométrie 3D et intelligence artificielle. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 2016;50(3):315-34.
73. Nabbout F, Faure J, Braga J, Treil J, Baron P. Anatomie dentaire et orthodontie L'apport du scanner 3D. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 2003;37(1):59-73.
74. Coblenz J-F. Empreintes numériques: mythes et réalité quotidienne. *L'Orthodontie française*. 2012;83(1):81-92.
75. Bocquet E, Moreau A, Danguy M, Danguy C. Détection et thérapeutique des troubles temporo-mandibulaires en orthodontie. *L'Orthodontie Française*. 2010;81(1):65-83.
76. Mauhourat S, Gay-Brevet K, Gorge D. Les critères de décision. *L'Orthodontie française*. 2011;82(1):39-57.
77. Cevidanes LH, Styner M, Proffit WR. Superposition tridimensionnelle (3-D) sur la base du crâne pour l'évaluation longitudinale des effets de la croissance et du traitement. *L'Orthodontie française*. 2009;80(4):347-57.
78. Cavézian R, Pasquet G. Imagerie et orthopédie dento-faciale: évolution, présent et avenir. *L'Orthodontie Française*. 2008;79(1):3-12.
79. Baron P. Invisible and almost invisible orthodontic appliances. *L'Orthodontie française*. 2014;85(1):59-91.
80. Manière D, Manière-Ezvan A, Bedhet N. La simulation des répercussions de la chirurgie orthognathique sur les structures faciales-Apport d'un outil de simulation des déplacements des arcades dentaires: le "P3D". *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 1999;33(2):245-62.
81. Saulue P, Darqué J. Set-up céphalométrique préchirurgical. *J de Edge*. 1993;28:67-89.

82. Grinson G, Learreta J. L'objectif visualisé de traitement: une technique simplifiée. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 1990;24(3):271-9.
83. Akin J-J, Godeneche J. Objectifs visualisés de traitement. EMC.
84. Cruces A. Les articulateurs virtuels: éditeur inconnu; 2016.
85. Ephraïm M. Orthodontie et informatique. EMC-Odontologie. 1998.
86. Mathieu-Bloise C. Les aligneurs en orthodontie 2017.
87. Baron P. Les appareils orthodontiques invisibles et presque invisibles. *L'Orthodontie Française*. 2014;85(1):59-91.
88. Attia P, Massoni M, Favot P. Pronostic et plan de traitement en orthopédie dentofaciale en fonction des méthodes employées. *encyclopédie Médico Chirurgicale*.
89. Sante ARd. PROGRAMME 2011 - 2016
- SYSTEME d'INFORMATION – TELEMEDECINE - TELESANTE.  
[https://www.hauts-de-france.ars.sante.fr/sites/default/files/2017-02/Telemedecine\\_NPDC\\_jv02.pdf](https://www.hauts-de-france.ars.sante.fr/sites/default/files/2017-02/Telemedecine_NPDC_jv02.pdf).
90. E-santé : télésanté, santé numérique ou santé connectée. 2016.
91. Prescription médicamenteuse par téléphone (outéléprescription) dans le cadre de la régulation médicale. [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-05/teleprescription\\_-\\_synthese\\_des\\_recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2009-05/teleprescription_-_synthese_des_recommandations.pdf).
92. La e-santé : télésanté, santé numérique ou santé connectée. Institut de recherche et documentation en économie de la sante
93. ROCCA MITRA A, KUDRYK V, PAJAK L, JOHN C. The evolution of a teledentistry system within the Department of Defense. *Proceedings of the AMIA Symposium.. American Medical Informatics Association*. 1999:921.
94. STANBERRY B. Telemedicine : barriers and opportunities in the 21st century.. *Journal of internal medicine*. 2000:615-28.
95. Télémedecine SATES. <http://www.sates.org/telemedecine-sates/>.
96. La e-santé en débat autour de la première édition des Health Digital Days. <https://www.srtcom.com/index.php/fr/high-tech/18-la-e-sante-en-debat-autour-de-la-premiere-edition-des-health-digital-days>.
97. Télémedecine et e-santé : Les principales clés de réussite selon les experts Algériens. La Presse Médicale. <http://www.pressemedicale.com/actualites/telemedecine-et-e-sante-les-principales-cles-de-reussite-selon-les-experts-algeriens>.

98. AVANT PROJET DE LOI SANITAIRE. REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE.
99. POLITIQUE GOUVERNEMENTALE DANS LE SECTEUR DE LA POSTE ET DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION. MPTIC – Octobre 2015. 2015.
100. Cherif SAB. E-santé : Vers l'élaboration d'une stratégie nationale. <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/109422>. 2017.
101. INFORMATISATION DU SYSTEME HOSPITALIER EN ALGERIE. <http://www.ehuoran.dz/DEM/Charte.html>.
102. Cherif SAB. Dossier médicaux : numérisation en 2018. EL-MOUDJAHID <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/117300>.
103. Fronty P, Sapanet M, Fronty Y. Odontogramme numérique au service de l'odontologie et son aspect médico-légal. EMC-Odontologie. 2008.
104. ASTIER C. Identification estimative en odontologie médico-légale. Université TOULOUSE III – Paul Sabatier. 17/06/2013:146.
105. Perrier M. Introduction a l'odontostomatologie medico-legale. SCHWEIZERISCHE MONATSSCHRIFT FUR ZAHNMEDIZIN. 1998;108:237-46.
106. Pr. BOUDRAA. L'IDENTIFICATION MEDICO-LEGALE. CHU Constantine - Algérie.
107. Laborier C, Georget C, Danjard C. Rôle du chirurgien-dentiste lors des catastrophes. EMC-Odontologie. 2008.
108. LEJOYEUX E. Diagnostic orthodontique. EMC Orthopédie dentofaciale. 1996.
109. Mascarelli L, Favot P. Examen clinique de la face en orthopédie dento-faciale. EMC Elsevier Masson. 2010.
110. FAVOT P, Perrier G. Examen clinique de la face en orthopédie dento-faciale. EMC-Orthopédie dentofaciale. EMC Elsevier Masson. 1997.
111. Bourriau J, Cabot I, Foucart J-M. Téléradiographie. Encyclopédie Médico Chirurgicale Téléradiographie.
112. Philippe J, Loreille J. Analyse céphalométrique simplifiée. Encyclopédie Médico Chirurgicale 2000.
113. LEJOYEUX E. Analyse céphalométrique EMC Orthopédie dentofaciale 1998.
114. Lambert A, Setbon O, Salmon B, Sebban V. Analyse céphalométrique EMC Consulte. 2010.

115. Ahmad I. Digital dental photography. Part 2: Purposes and uses. *British dental journal*. 2009;206(9):459.
116. ZAGZOULE FERRAND M. DONNEES ACTUELLES SUR LA PHOTOGRAPHIE AU CABINET DENTAIRE: UNIVERSITE TOULOUSE III; 2016.
117. TERRASSE J-M. Contribution a l'utilisation de la photographie en orthodontie UNIVERSITE HENRI POINCARÉ NANCY I. 2010.
118. Lejoyeux E. Diagnostic orthodontique EMC Orthopédie dentofaciale. 1996.
119. Carels C. Concepts sur l'orthodontie du futur: spéculations ou illusions? *L'Orthodontie française*. 2008;79(1):49-54.
120. Graraber T. Manuel d'orthopédie dento-faciale: Francis Bassigny Paris, 1983, Masson & Cie. 210 pages, illustrated, index. *American Journal of Orthodontics*. 1983;83(5):447.
121. Doyon D. Imagerie dento-maxillaire: (DEPRECIATED); 1995.
122. Pasler F-A, Visser H. Atlas de poche de radiologie dentaire: Flammarion médecine-sciences; 2006.
123. Attia P, Massoni M, Favot P. Pronostic et plan de traitement en orthopédie dentofaciale en fonction des méthodes employées. *Encyclopédie Médico Chirurgical*. 2000.
124. Foucart J-M, Felizardo R, Pizelle C, Bourriau J. Indications des examens radiologiques en orthopédie dento-faciale. *L'Orthodontie Française*. 2012;83(1):59-72.
125. Raberin M, Cozor I, Gobert-Jacquart S. Les vertèbres cervicales: indicateurs du dynamisme de la croissance mandibulaire? *L'Orthodontie Française*. 2012;83(1):45-58.
126. Lamparski D. Âge osseux déterminé à partir des vertèbres cervicales. Master of science thesis, Univ of Pittsburg. 1972.
127. de Sûreté Nucléaire A. Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Haute Autorité de Santé. Guide des indications et des procédures des examens radiologiques en odontostomatologie Paris. 2006.
128. Felizardo R, Thomas A, Foucart J-M. Techniques radiographiques utiles en orthodontie. *L'Orthodontie Française*. 2012;83(1):11-22.
129. Ameisen E, Auclair-Assad C, Rolland M. Phonation et orthodontie. EMC stomatologie. 2003:22-009.
130. Bonnet B. ODF et ORL face à l'«Insuffisance faciale» et à l'hyperdivergence. *Revue d'Orthopédie Dento-Faciale*. 2010;44(4):413-50.

131. Chen YJ, Chen S-K, Yao JCC, Chang H-F. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod* 2004.
132. REGRAGUI S, DAKKA A, et al. Calcul de la dysharmonie dentomaxillaire (DDM) : quelle méthode de mesure ? Elsevier Masson 2010.
133. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method. *Eur J Orthod* 2006;28(2):120–5
134. Tomassetti Becker JJ, Taloumis LJ, Denny JM, et al. Comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod* 2001;71:351–7
135. Péloquin, V, Validité, fiabilité et reproductibilité des modèles digitaux obtenus avec iTero (Align Technology) et Unitek TMP Digital (3M) en comparaison avec les modèles de plâtre, 2015.

## **Résumé**

Objectif : Que cela soit considéré comme une rupture, une révolution, une mutation ou une évolution, notre société moderne est effectivement entrée dans une période de numérisation.

le domaine dentaire n'y a pas échappé ; en effet de nos jours, le recours aux logiciels en matière de gestion ou d'aide au diagnostic, devient une évidence.

L'objectif de cette étude était d'optimiser l'activité du service d'orthopédie dento-faciale(ODF) du Centre hospitalo-universitaire (CHU) de Tlemcen par le biais de l'informatique.

Méthode : Dans l'optique de numériser la démarche diagnostique orthodontique et la gestion du service d'ODF, nous avons procédé à la conception et à l'implémentation d'ORTHOLEAD, notre propre outil informatique, adapté aux conditions du service. Par la suite, nous avons testé ORTHOLEAD sur 10 patients, dans le but de mesurer la corrélation entre les résultats délivrés par ce logiciel et ceux obtenus par la méthode classique.

Résultats : ORTHOLEAD est là !! simple d'utilisation, contenant à la fois un module de gestion et un module de traitement de dossier orthodontique, et dont les résultats sont en corrélation avec ceux de l'analyse manuelle, le gain de temps est indiscutable en plus de la facilité de stockage et d'archivage des dossiers de patients.

Conclusion : L'apport du numérique à l'orthodontie est indiscutable, il est devenu un véritable allié.

Mot clés : ORTHOLEAD, numérique, céphalométrie, informatique, TIC

## **Summary**

Objective: Whether it is considered as a break, a revolution, a mutation or an evolution, our modern society is getting into an era where the digital is becoming increasingly deep, and of course, the field of dentistry has not escaped this trend.

The objective of this study was to optimize the activity of the dentofacial orthopedics department at the University Medical Center of Tlemcen through computer science.

Process : In order to digitize the orthodontic diagnostic approach and the management of the dentofacial orthopedics department, we conducted the conception and the implementation of ORTHOLEAD, our own computer tool, adapted to the conditions of the department. Subsequently, we tested ORTHOLEAD on 10 patients, in order to measure the correlation between the results delivered using this software and those obtained by the conventional method.

Results: ORTHOLEAD is here !! simple to use, it contains both a management module and a orthodontic file processing module, and whose results correlate with those of manual analysis. The time saving is indisputable in addition to the ease of storage and archiving of patient records.

Conclusion: The contribution of digital technologies to orthodontics is indisputable, it has become a true ally.

Keywords : ORTHOLEAD, digital, cephalometry, computer science, ICT

## المخلص

الهدف : لقد دخل بالفعل مجتمعنا الحديث في الوقت الحالي في مرحلة أصبحت فيها البصمة الرقمية أكثر عمقاً سواء كان يعتبر ذلك قطيعة أو ثورة أو طفرة أو تطوراً. و يعتبر تألق وحجم هذه الحركة أمر مثير للدهشة و هو يشمل بطبيعة الحال مجال طب الأسنان كذلك. لقد أصبح استعمال برمجيات الإدارة أو المساعدة التشخيصية أمراً لا بد منه

لقد كان الهدف من هذه الدراسة هو تحسين نشاط مصلحة جراحة تقويم الأسنان و العظام بالمركز الإستشفائي الجامعي لتلمسان عن طريق علوم الكمبيوتر

الطريقة : لقد قمنا من أجل رقمنة التشخيص التقويمي وإدارة مصلحة جراحة تقويم الأسنان و العظام بتصميم و تطبيق "أورتوليد"، و هو البرنامج المعلوماتي الذي يتكيف مع حالة المصلحة. و قمنا بعد ذلك باختبار "أورتوليد" على 10 مرضى من أجل قياس العلاقة بين النتائج التي يقدمها هذا البرنامج وتلك التي تم الحصول عليها بالطريقة التقليدية.

النتائج : لقد فعلها "أورتوليد"! إنه سهل الاستخدام ويحتوي في الوقت نفسه على وحدة إدارة ووحدة تجهيز ملفات تقويم الأسنان والتي ترتبط نتائجها مع تلك الخاصة بالتحليل اليدوي. توفير الوقت أمر لا نقاش فيه بالإضافة إلى سهولة تخزين وأرشفة سجلات المرضى

الخاتمة : لقد أصبحت مساهمة التقنيات الرقمية في مجال تقويم الأسنان أمر لا جدال فيه و لقد أصبحت بذلك حليف حقيقي

الكلمات المفتاحية: أورتوليد، رقمي، قياسات الرأس الجانبية، علوم الكمبيوتر، تكنولوجيا المعلومات والاتصالات