

UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2021

N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 07/12/2021

Par TEITEN Théo

Né le 27 Juillet 1995 à Roncq - France

LE PROJET ESTHETIQUE 3D VIRTUEL : LA VOIE DU FUTUR

JURY

Président :	Monsieur le Professeur Pascal BEHIN
Assesseurs :	Monsieur le Docteur Jérôme VANDOMME
	Madame le Docteur Marion DEHURTEVENT
	<u>Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU</u>
Membre invité :	Monsieur le Docteur Idir AIT OUARABI

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S	:	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:	G. PIERSON
Directeur du Département facultaire d'Odontologie	:	Pr. E. DEVEAUX
Responsable des Services	:	M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:	-

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Responsable du Département d'Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen du Département Facultaire d'Odontologie de l'UFR3S

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, OdontologieLégale
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Remerciements

Aux membres du jury...

Table des matières

Introduction	8
1 Evolution du projet esthétique virtuel 3D.....	9
1.1 Anciennes générations.....	9
1.2 Génération actuelle	15
2 Critères esthétiques du sourire	16
2.1 Pink Esthetic Score	16
2.2 White Esthetic Score.....	17
3 Paramètres à enregistrer	18
3.1 Exobuccal : Le visage	18
3.1.1 Cadre du visage.....	18
3.1.2 Plan inter-pupillaire	18
3.1.3 Plan sagittal médian	18
3.1.4 Courbure de la lèvre supérieure	19
3.1.5 Courbure de la lèvre inférieure	19
3.2 Endobuccal : Les arcades dentaires	20
3.2.1 Courbe du sourire	20
3.2.2 Centre inter-incisif.....	20
3.2.3 Rapport largeur/longueur des dents	20
3.2.4 Courbure gingivale au niveau des collets	20
3.2.5 Courbure gingivale au niveau des papilles interdentaires.....	21
3.3 Matching.....	21
4 Outils de numérisation du patient et de son sourire.....	22
4.1 Photographie.....	22
4.2 Enregistrement vidéo	24
4.3 Empreinte optique	24
4.4 Cone-Beam.....	25
4.5 Scan facial.....	26
4.6 Logiciels de traitement des données du patient	27
4.6.1 Photoshop CS6.....	27
4.6.2 Keynote	28
4.6.3 Aesthetic Digital Smile Design	28
4.6.4 CEREC Software	28
4.6.5 DSD App by Coachman	28
4.6.6 Smile Designer Pro	28
4.6.7 VisagiSmile	29
4.6.8 Planmeca Romexis Smile Design	29
4.6.9 SmileCloud	29
5 Cas clinique	30
5.1 Acquisition des données du patient.....	30
5.2 Elaboration du projet esthétique 3D numérique	32

5.3	Réalisation du mock-up esthétique	34
6	Discussion	36
6.1	Avantages	36
6.1.1	Communication avec le patient.....	36
6.1.2	Communication avec le prothésiste	37
6.2	Limites.....	38
6.2.1	Investissement financier	38
6.2.2	Investissement horaire.....	38
6.2.3	Limites inhérentes aux logiciels	38
	Conclusion	39
	Références bibliographiques.....	40
	Table des illustrations	42
	Table des tableaux.....	43
	Annexe.....	44

Introduction

Le sourire est le geste parmi tous ceux du répertoire humain qui valorise le plus les liens sociaux. Lors d'un échange social, le regard se porte principalement sur les yeux et la bouche de l'interlocuteur. De par son importance dans les relations sociales ainsi que dans l'estime de soi, il est impératif pour le chirurgien-dentiste d'apporter tout le soin nécessaire aux réhabilitations des secteurs esthétiques.

Historiquement, le projet esthétique est réalisé sur des modèles analogiques. Le praticien réalise son empreinte puis l'envoie au prothésiste en précisant le résultat attendu. Ce dernier réalise alors le projet esthétique (wax-up) selon ses propres habitudes de travail. Sa proposition peut ne pas être en adéquation totale avec le résultat attendu en raison d'un manque de précision des informations.

Aujourd'hui, la demande esthétique des patients est de plus en plus importante, de nombreux patients consultent au cabinet dentaire pour corriger ou améliorer leur sourire. Les moyens techniques à disposition du chirurgien-dentiste pour proposer un projet esthétique ont évolué. En effet, au cours du XXI^e siècle, les outils numériques ont connu une avancée majeure. Ces outils numériques ont permis le passage de la réalisation d'un projet esthétique de manière analogique à une réalisation entièrement numérique, permettant d'en améliorer grandement la rapidité et la précision.

Suite à cette demande esthétique toujours croissante, le projet esthétique 3D virtuel a été créé pour permettre au chirurgien-dentiste de proposer un plan de traitement directement avec le patient.

L'objectif de ce travail est de présenter ce nouvel outil qu'est le projet esthétique 3D virtuel, en détaillant tout d'abord l'évolution du projet esthétique de l'analogique vers le numérique, puis l'utilisation de la technique au travers d'un cas clinique réalisé grâce à l'outil SmileCloud[®], avec le Dr I. AIT OUARABI, pour conclure avec les avantages, les limites et axes d'amélioration de la technique.

1 Evolution du projet esthétique virtuel 3D

1.1 Anciennes générations

L'évolution des outils numériques au fil du temps a permis la transition du projet esthétique de l'analogique au numérique. Christian Coachman propose en 2017 une division de cette évolution en 6 générations [1].

La première génération correspond à des tracés réalisés à main levée sur des photographies du sourire du patient en deux dimensions afin de lui présenter le projet (Fig. 1), sans connexion avec un modèle qu'il soit physique ou numérique. Il est alors impossible de moduler la forme des dents et des gencives. L'impossibilité de reconstruire l'anatomie des tissus mous a permis, durant cette génération, de réaliser l'impact qu'elle avait sur le processus de conception du sourire. L'utilisation de papier transparent permet de faire les tracés dessus afin de communiquer au mieux avec le patient [2].



Figure 1 : Illustration de la génération n°1 selon Coachman [2]

La seconde génération utilise les logiciels PowerPoint et Keynote pour réaliser des tracés sur des photographies du sourire numériques en deux dimensions. Lors de cette génération, le transfert sur les modèles de travail physiques est effectué par comparaison visuelle, en utilisant des photographies de sourire en gros plans ou des photographies frontales du visage (Fig. 2).

PowerPoint et Keynote sont des logiciels qui ont l'avantage d'être utilisables sur la majorité des ordinateurs et d'être simples d'utilisation. De ce fait, ces logiciels sont encore aujourd'hui les plus utilisés pour la planification du sourire et enseignés dans les formations de *Digital Smile Design*.

La proposition virtuelle du sourire intégrée au visage n'est alors pas possible.

Le logiciel Photoshop commence à être utilisé au cours de cette même génération. Il permet en plus des deux précédents d'analyser les couleurs et de retravailler les photographies [2].



Figure 2 : Illustration de la génération n°2 selon Coachman [2]

La troisième génération est celle qui voit arriver les premiers logiciels de tracés numériques dédiés à l'odontologie, améliorant l'intégration dentofaciale. Ils permettent alors de réaliser, comme pour la seconde génération, des tracés sur des photographies du sourire numériques en deux dimensions.

L'intégration du projet esthétique en deux dimensions dans le visage est désormais possible grâce à la prise de plusieurs photographies : frontale du visage, à 12 heures, occlusale et de profil (Fig. 3). C'est l'ajout de la photographie du visage à 12 heures qui perfectionne l'intégration dentofaciale [1] [2].



Figure 3 : Illustration des photographies nécessaires au projet esthétique lors de la génération n°3 selon Coachman [2]

En 2009, Coachman crée la règle numérique (Fig. 4) qui permet d'améliorer le lien entre les tracés numériques et le modèle de travail grâce à une méthode d'étalonnage des dimensions. Elle est également utilisée pour prendre des mesures sur les différentes photographies entre l'état initial du patient et le projet esthétique [2].

Avant la création de celle-ci, l'utilisation de marques sur le modèle permet alors de transférer différentes lignes de référence comme le plan horizontal et le centre inter-incisif.

Le transfert du projet esthétique numérique 2D sur le modèle de travail physique reste encore imparfait, le prothésiste dentaire doit combiner l'utilisation de la règle numérique sur le logiciel avec un pied à coulisse pour reporter le plus fidèlement possible sur le modèle de travail physique les mesures pour réaliser les wax-up.

Des mock-up peuvent dès lors être réalisés directement en bouche, permettant au praticien de présenter au patient la proposition du projet esthétique, et ainsi d'avoir une meilleure adhésion au plan de traitement. Leur réalisation est essentielle, elle permet d'obtenir, par l'impact émotionnel, le lien de confiance du patient envers le praticien.

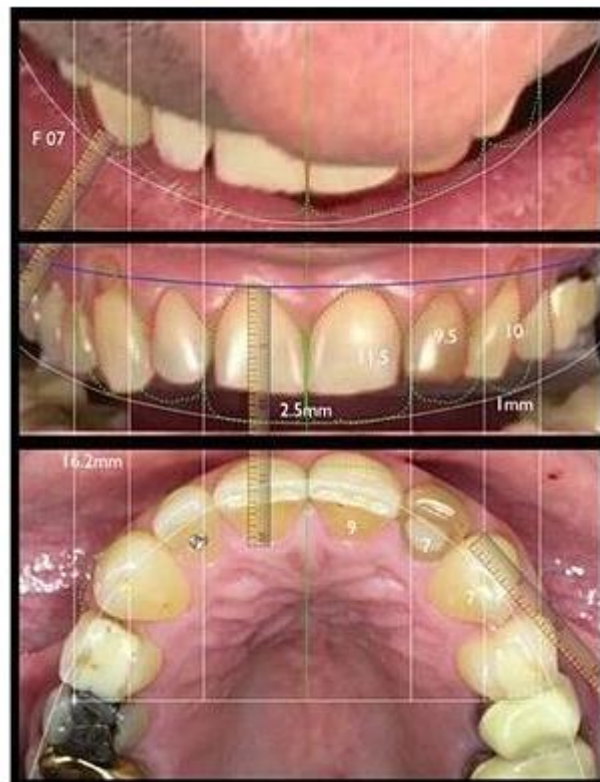


Figure 4 : Utilisation de la règle numérique de Coachman [2]

La quatrième génération voit arriver les modèles de travail numériques en trois dimensions. Les tracés sont toujours quant à eux réalisés sur des photographies numériques en deux dimensions. A ce moment de l'histoire du *Digital Smile Design*, réaliser les tracés en trois dimensions est encore trop complexe et coûteux en temps. De plus, la distorsion du passage de tracés en deux dimensions vers un modèle numérique en trois dimensions pour l'intégration dentofaciale est minime et il n'est alors technologiquement pas pertinent d'effectuer les tracés en trois dimensions.

Le logiciel NemoDSD 2D/3D (Fig. 5) est créé durant cette génération et utilise ces procédés. Les différentes entreprises de logiciels dentaires de CFAO tentent d'utiliser des tracés 3D mais se voient forcés de constater que leurs efforts ne paient pas, et finissent par utiliser à leur tour des tracés 2D.

En 2014, l'analyse faciale sagittale est intégrée permettant d'étendre la possibilité d'utilisation des logiciels de conception du sourire à des cas interdisciplinaires avec les orthodontistes et chirurgiens maxillo-faciaux pour les chirurgies orthognathiques. La dynamique du visage et des lèvres est alors ajoutée aux logiciels selon la position des dents antérieures maxillaires.

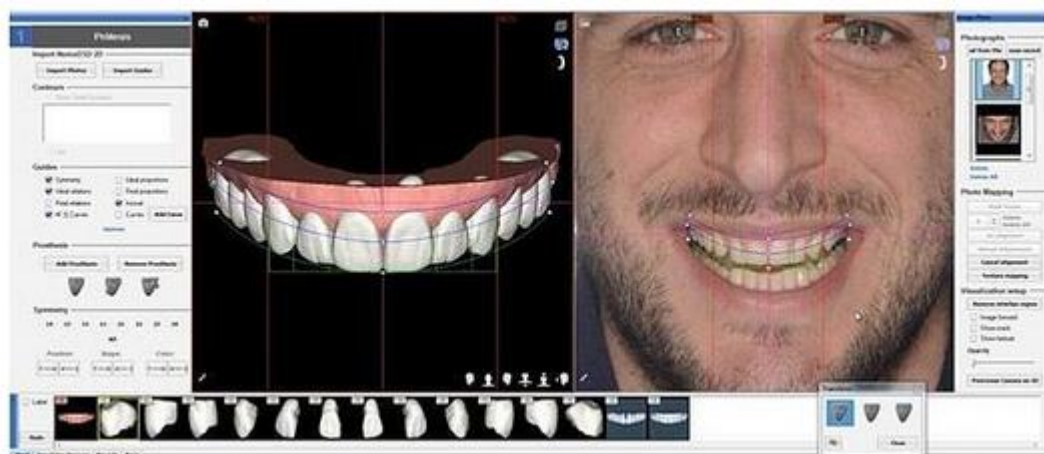


Figure 5 : Logiciel NemoDSD 2D/3D créé en 2013 [2]

Paulo Kano publie sur la technique de la coque anatomique, connue désormais sous le nom de « Skyn Concept ». L'analyse numérique du sourire est effectuée, puis est utilisée une bibliothèque de modèles de denture naturelle esthétique pour créer un sourire harmonieux pour le patient. Les modèles utilisés proviennent du Dr Jan Hajto (Fig. 6). On fabrique une clé en silicone et des coques fines de composites sont réalisées pour faire office de restaurations provisoires ou mock-up.

Le Skyn Concept et les modèles du Dr Jan Hajto sont alors intégrés au logiciel NemoDSD 2D/3D pour créer une bibliothèque d'algorithmes de sourires esthétiques naturels. Les wax-up numériques générés par les logiciels reproduisent alors une morphologie dentaire naturelle détaillée, ne nécessitant pas ou peu d'ajustement concernant l'esthétique [2].



Figure 6 : Illustration de modèles intégrés à l'algorithme du logiciel [2]

1.2 Génération actuelle

Aujourd'hui, les tracés peuvent être réalisés en trois dimensions avec les logiciels de projet esthétique numérique, permettant ainsi l'acquisition avec flux vidéo (Fig. 7) et empreinte optique, ce qui correspond à la cinquième génération. Le flux de travail est alors entièrement numérique en trois dimensions.

Enfin, la sixième génération intègre le mouvement au processus de conception du sourire [3].



Figure 7 : Acquisition vidéo du patient [3]

2 Critères esthétiques du sourire

La réalisation du projet esthétique nécessite d'établir et de connaître les critères morphologiques esthétiques du sourire. Ces derniers se décomposent en deux parties que sont les critères esthétiques de la dent et ceux des tissus mous attenants à la dent. Une fois ces critères établis, il convient de mettre en place une évaluation de ces derniers.

Ces critères permettent alors, après intégration dans les logiciels de *Digital Smile Design*, de proposer au patient une solution la plus esthétique possible pour une situation clinique donnée. L'analyse de l'esthétique par le patient et le praticien est subjective. Il est alors nécessaire d'évaluer les critères qui composent l'esthétique du sourire de façon objective et reproductible avec des scores à attribuer pour chaque critère.

2.1 *Pink Esthetic Score*

En 2005, Rudolf Fürhauser établit un index pour l'évaluation des tissus mous qu'est le Pink Esthetic Score (PES) [4]. Il est composé de 7 critères à 3 variables : 0, 1 et 2. La note maximale est donc 14. Les critères sont les suivants :

- Présence de la papille mésiale
- Présence de la papille distale
- Alignement des collets
- Contour gingival
- Convexité alvéolaire
- Couleur gingivale
- Texture

2.2 White Esthetic Score

Le White Esthetic Score (WES) est établi par Belser [5]. Il prend en compte les caractéristiques esthétiques de la dent et est composé de 5 critères à 3 variables comme le PES. La note maximale est donc 10. Ces critères sont :

- Volume coronaire
- Forme
- Couleur
- Etat de surface
- Translucidité

Le WES et le PES peuvent être combinés pour donner une note maximale de 20 en contractant les 3 derniers critères du PES en un seul avec une variable ce qui donne 5 critères pour le PES comme pour le WES.

Tableau 1 :Tableau du PES/WES selon Fürhauser et Belser [6]

PES			
Paramètre	Divergence majeure	Divergence mineure	Pas de divergence
Papille mésiale	0	1	2
Papille distale	0	1	2
Alignement des collets	0	1	2
Contour gingival	0	1	2
Convexité alvéolaire/couleur et texture gingivale	0	1	2
Score total PES	10		
WES			
Paramètre	Divergence majeure	Divergence mineure	Pas de divergence
Forme	0	1	2
Volume coronaire	0	1	2
Couleur	0	1	2
Etat de surface	0	1	2
Translucidité	0	1	2
Score total WES	10		

3 Paramètres à enregistrer

3.1 Exobuccal : Le visage

3.1.1 Cadre du visage

Le visage doit être placé dans le cadre afin de calibrer la distance entre le visage du patient et l'objectif de l'appareil photo.

3.1.2 Plan inter-pupillaire

Le second paramètre à enregistrer est le plan inter-pupillaire. Il permet d'aligner horizontalement la photographie frontale.

3.1.3 Plan sagittal médian

Le plan sagittal médian est défini par la ligne qui passe par la glabella, le philtrum et le menton. Associé à la ligne inter-pupillaire, ces deux plans de références permettent à la photographie frontale d'être alignée (Fig. 8).

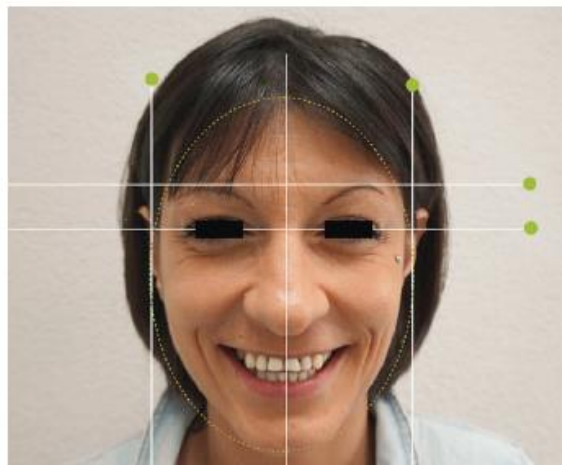


Figure 8 : Alignement de la photographie frontale du visage selon les lignes de référence [7]

3.1.4 Courbure de la lèvre supérieure

La courbure de la lèvre supérieure dans le plan frontal définit la ligne du sourire. Cette dernière peut être de 3 types (Fig. 9) :

- Haute : Le patient découvre entièrement les dents antérieures maxillaires et une grande partie de la gencive
- Moyenne : Le patient découvre une partie des dents antérieures maxillaires avec gencive inter-proximale visible
- Basse : Le patient ne découvre qu'une partie des dents antérieures maxillaires sans gencive apparente



Figure 9 : Types de ligne du sourire : (a) haute, (b) moyenne, (c) basse [8]

De plus, lorsque la lèvre supérieure est au repos, les incisives centrales maxillaires doivent en moyenne dépasser de 2 à 4 millimètres en l'absence d'abrasion des dents. Cela permet de régler la longueur des incisives centrales maxillaires. Il est cependant à noter qu'il s'agit d'une moyenne et donc que selon l'âge ou le genre du patient, beaucoup de disparités peuvent être observées.

3.1.5 Courbure de la lèvre inférieure

La courbure du bord supérieur de la lèvre inférieure est, dans le plan frontal, parallèle à la ligne des bords libres des dents antérieures maxillaires, ou courbe du sourire, dans la plupart des cas.

3.2 Endobuccal : Les arcades dentaires

3.2.1 Courbe du sourire

La courbe du sourire est la ligne passant par les bords libres des dents antérieures maxillaires (Fig. 10). Comme dit ci-dessus, cette ligne est chez une majorité de patients parallèle à la courbure du bord supérieur de la lèvre inférieure. Elle peut également être droite, ou encore inversée [9].



Figure 10 : Types de courbe du sourire : (d) parallèle, (e) droite, (f) inversée [8]

3.2.2 Centre inter-incisif

Le centre inter-incisif doit être aligné sur le plan sagittal médian.

3.2.3 Rapport largeur/longueur des dents

Le rapport largeur/longueur des dents est fortement corrélé à la forme de la courbe du sourire. Des rapports idéaux ont été définis pour chaque dent. Par exemple, pour l'incisive centrale maxillaire, la longueur idéale est comprise entre 10,4 et 11,2 millimètres avec un rapport largeur/longueur d'environ 0.80/1 [10].

3.2.4 Courbure gingivale au niveau des collets

Elle relie les points les plus cervicaux de la gencive marginale. Il doit exister une symétrie selon l'axe inter-incisif.

3.2.5 Courbure gingivale au niveau des papilles interdentaires

Elle relie les points les plus coronaires des papilles inter-dentaires. Cette ligne doit être symétrique selon l'axe inter-incisif. Sur les logiciels de projet esthétique 3D virtuel, cette ligne est réglée classiquement à 40% de la hauteur de la dent [11], selon les travaux de 2009 du Pr. CHU SJ [12].

3.3 Matching

Toutes ces lignes de référence sont localisées sur les différentes acquisitions numériques du patient de façon automatisée par les logiciels ou plus ou moins manuellement avec l'intervention du praticien, ce qui permet ensuite au logiciel d'effectuer un « matching ».

Le « matching » est l'appariement des différents types d'acquisitions numériques en un seul et même modèle numérique du patient (Fig. 11).

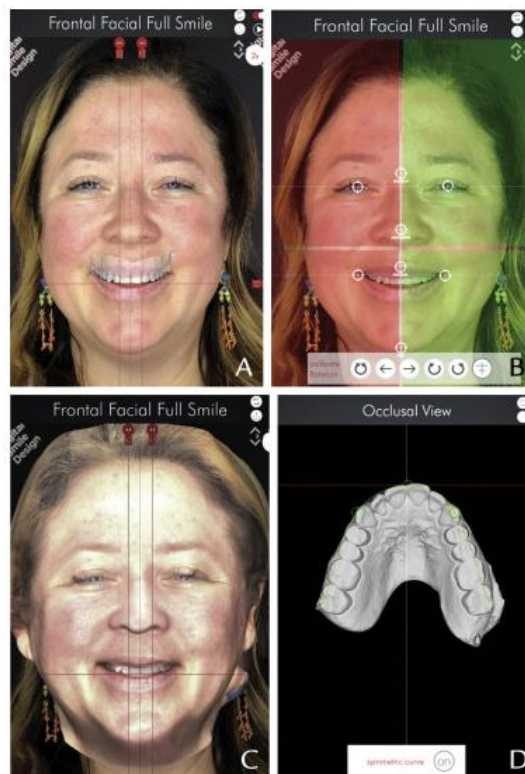


Figure 11 : Matching du modèle digital issu de l'empreinte optique et de la photographie exobuccale frontale [13]

4 Outils de numérisation du patient et de son sourire

Pour la réalisation du projet esthétique numérique, plusieurs outils de numérisation du patient, de son visage et de son sourire, sont disponibles. Chaque logiciel demande et accepte une série d'outils de numérisation donnée. Ainsi le praticien a le choix des outils de numérisation et du logiciel qui lui conviennent.

4.1 Photographie

La photographie permet l'enregistrement des éléments nécessaires à la réalisation du projet esthétique numérique. Il est essentiel d'avoir un protocole de photographie reproductible et qui permette d'obtenir des clichés de bonne qualité avec une haute précision. La position du patient et de l'appareil photo se doit d'être standardisée pour cela (Fig. 12)

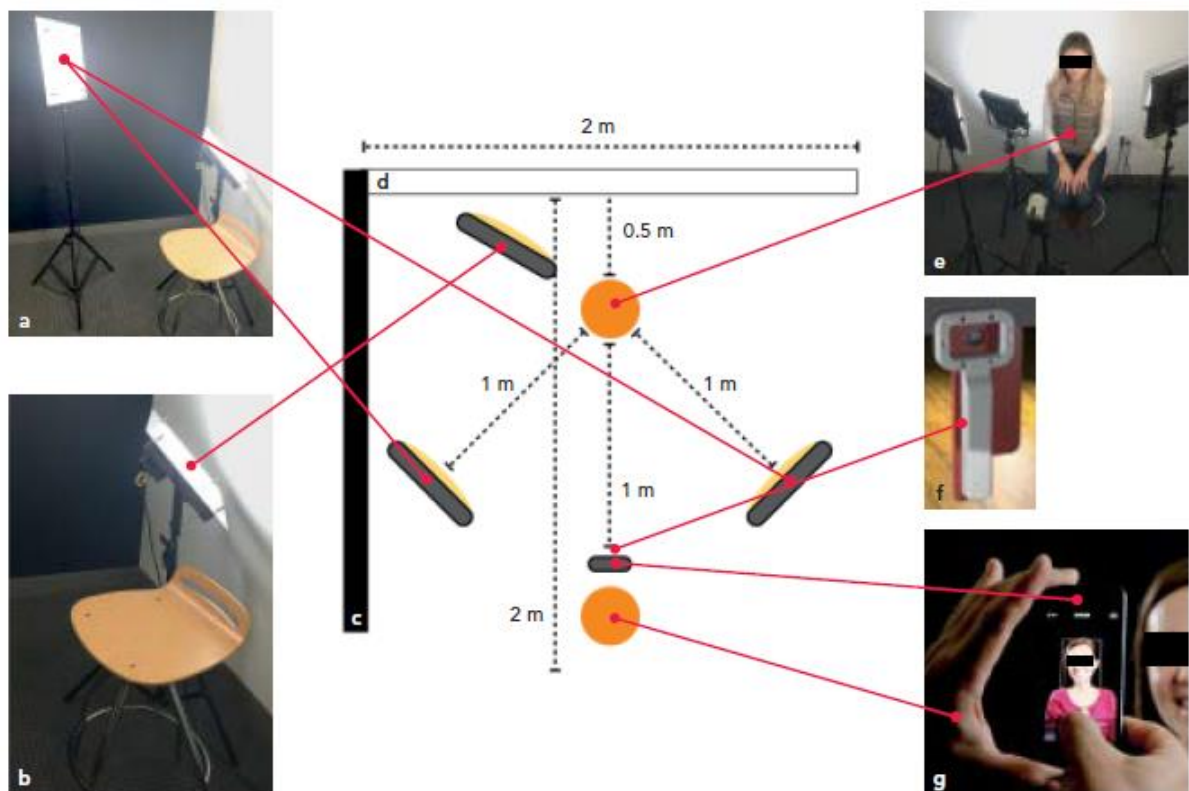


Figure 12 : Exemple d'aménagement standardisé pour la réalisation des photographies/enregistrements vidéo [11]

Les photographies à réaliser sont les suivantes (Fig. 13) [1] :

- Trois vues frontales :
 - Visage au repos
 - Visage avec sourire maximal sans écarteurs avec arcades mandibulaire et maxillaire non jointives
 - Visage avec sourire maximal avec écarteurs avec arcades mandibulaire et maxillaire non jointives
- Deux vues de profil
 - Visage de profil au repos
 - Visage de profil avec sourire maximal avec arcades serrées
- Vue du sourire maximale à « midi » avec les bords incisifs maxillaires visibles et situés au niveau de la lèvre inférieure
- Vue occlusale de l'arcade maxillaire de la seconde prémolaire à la seconde prémolaire



Figure 13 : Exemple de photographies pour la réalisation du projet esthétique 3D virtuel [14]

4.2 Enregistrement vidéo

L'enregistrement vidéo est la deuxième possibilité pour l'enregistrement du visage du patient et de son sourire. Certains logiciels nécessitent des photographies et un enregistrement vidéo.

Comme pour la photographie, le protocole d'enregistrement vidéo doit permettre l'acquisition d'images de bonne qualité avec une précision suffisante et donc doit être standardisé et reproductible.

Les enregistrements vidéo nécessaires sont les suivants [1] :

- Vidéo frontale du sourire avec et sans écarteurs
- Vidéo frontale du visage au repos
- Vidéo à « midi » au-dessus du visage du patient au point le plus haut permettant de visualiser les bords incisifs maxillaires
- Vidéo occlusale de l'arcade maxillaire de la seconde prémolaire à la seconde prémolaire

4.3 Empreinte optique

François Duret définit l'empreinte dentaire de la façon suivante :

« Une prise d'empreinte dentaire est la mise en œuvre d'une méthode capable de mesurer une perturbation et de la restituer sous une forme utilisable, palpable, visible, voire métrique. Elle doit conduire à mettre ces informations à la disposition de l'opérateur qu'il soit prothésiste ou dentiste. »

L'empreinte optique, à la différence de l'empreinte surfacique ou chimicommanuelle qui enregistre avec la perturbation d'un matériau physique, utilise la perturbation d'un champ électromagnétique qu'est la lumière pour interpréter les volumes bucco-dentaires en une représentation 3D [15].

Cette représentation 3D des arcades bucco-dentaires est intégrée alors au projet esthétique 3D virtuel.

4.4 Cone-Beam

Le cone-beam, aussi connu sous le terme CBCT (*cone beam computed tomography*, ou tomographie volumique à faisceau conique), est une technique d'acquisition d'imagerie médicale.

Elle permet l'acquisition d'un volume tridimensionnel par la projection d'images en deux dimensions provenant d'un faisceau de rayons X de forme conique, et ce en une séance de rotation autour du patient (Fig. 14).

Les éléments de volume sont appelés voxel et correspondent à un pixel en 3D. Les voxels sont isométriques, c'est-à-dire qu'ils ont des côtés de taille égale, et donc sont en forme de cube [16].

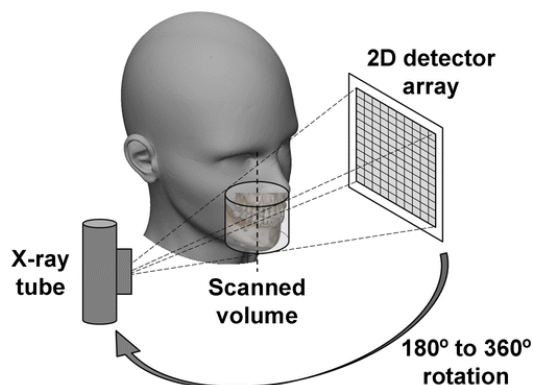


Figure 14 : Fonctionnement du tube à rayons X lors d'une acquisition par le CBCT [17]

Le fichier 3D ainsi obtenu est importé dans les logiciels de projet esthétique sous le format DICOM (Fig. 15).



Figure 15 : Superposition du fichier DICOM et du fichier STL [3]

4.5 Scan facial

Le scan facial est une méthode d'acquisition du visage du patient par une reconstitution 3D grâce à de multiples photographies synchronisées.

Des cabines de scan facial (comme clOner ou dOne 3D) utilisent 16 photographies simultanées qui sont ensuite traitées par les logiciels dédiés pour obtenir la représentation virtuelle du visage du patient.

On enregistre le patient dans plusieurs positions : au repos, demi ouverture, sourire (Fig. 16).

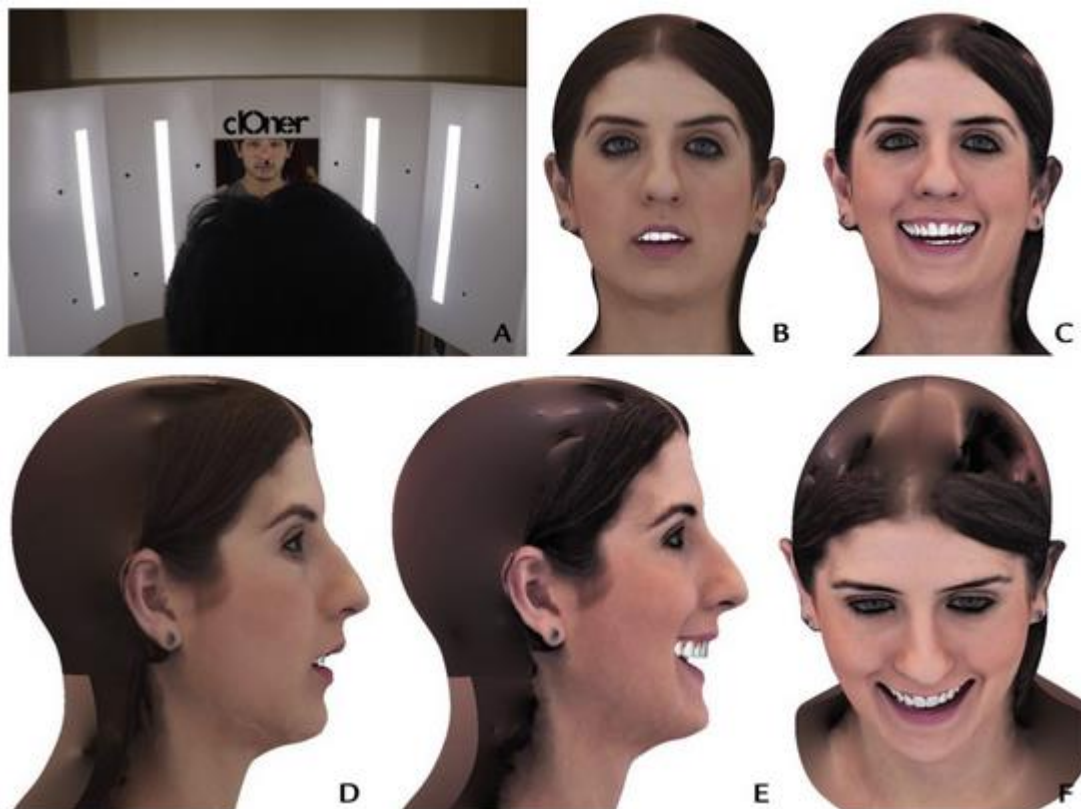


Figure 16 : Scan facial obtenu après traitement des photographies synchronisées [14]

4.6 Logiciels de traitement des données du patient

De nombreux logiciels de projet esthétique ont été développés. Chacun accepte un ou plusieurs outils de numérisation, et est capable d'analyser plus ou moins de paramètres esthétiques.

En 2017, les huit logiciels les plus utilisés pour le projet esthétique numérique 3D [18] sont alors :

- Photoshop CS6
- Keynote
- Aesthetic Digital Smile Design (ADSD)
- Cerec SW 4.2
- DSD App by Coachman
- Smile Designer Pro (SDP)
- VisagiSmile
- Planmeca Romexis Smile Design (PRSD)

4.6.1 Photoshop CS6

Photoshop est un outil de création graphique et de retouche photographique développé en 1987 par Thomas et John Knoll puis vendu à Adobe Systems Incorporated en 1988 [19]. Photoshop CS6, lancé en 2012, est la dernière version de la Creative Suite.

Il s'agit d'un logiciel qui n'a pas été développé spécifiquement pour le projet esthétique numérique 3D mais qui possède des qualités de retouches photographiques suffisantes pour le permettre.

4.6.2 Keynote

Keynote est un logiciel de présentation de la suite iWork, de la société Apple Inc, lancé en 2003. Tout comme Photoshop, Keynote n'est pas d'un logiciel développé spécifiquement pour un usage dentaire.

4.6.3 Aesthetic Digital Smile Design

Aesthetic Digital Smile Design n'est pas un logiciel mais plutôt une plateforme internet de projet esthétique numérique 3D.

4.6.4 CEREC Software

CEREC est un concept et un logiciel de la société Dentsply Sirona qui propose au praticien une chaîne de conception et fabrication assistée par ordinateur. Le logiciel de CFAO inclut un outil de projet esthétique 3D virtuel.

4.6.5 DSD App by Coachman

Digital Smile Design, fondé par Christian Coachman, n'est pas un logiciel mais une société basée à Madrid qui donne accès à plusieurs services dont un centre de planification de projet esthétique 3D virtuel. Ce dernier utilise cinq photographies du patient, une vidéo et un fichier STL des arcades dentaires.

4.6.6 Smile Designer Pro

Smile Designer Pro est un logiciel développé spécifiquement pour le projet esthétique 3D virtuel. Il utilise quatre photographies du patient avec un fichier STL de l'arcade maxillaire en option.

4.6.7 VisagiSmile

VisagiSmile est un logiciel de projet esthétique 3D virtuel directement utilisable depuis leur site internet, sans installation nécessaire.

4.6.8 Planmeca Romexis Smile Design

Planmeca Romexis Smile Design est un logiciel de la société Planmeca. Il n'est pas nécessaire d'utiliser d'autres équipements, logiciels, ou encore la suite de CFAO de Planmeca pour utiliser ce logiciel de projet esthétique 3D virtuel.

4.6.9 SmileCloud

SmileCloud est un logiciel de projet esthétique 3D virtuel directement utilisable depuis leur site internet (sans installation nécessaire) ou sur leur application téléchargeable pour Windows. Il utilise plusieurs photographies, le fichier STL du patient, ainsi que le fichier DICOM afin de réaliser des chirurgies implantaires guidées par rapport au projet esthétique 3D virtuel.

Tableau 2 : Fonctionnalités additionnelles des différents logiciels de DSD en 2017 [18]

Fonctionnalités	Photoshop CS6	Keynote	ADSD	Cerec SW	DSD App	SDP	VisagiSmile	PRSD	Smile Cloud
Grilles dentaires	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Design 3D	X	X	X	✓	✓	X	X	✓	✓
CFAO	X	X	X	✓	X	X	X	✓	X
Interface patient	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Application mobile	X	X	X	X	✓	✓	X	X	✓

5 Cas clinique

Afin d'illustrer le protocole de traitement des données pour la réalisation du projet esthétique 3D virtuel, un cas clinique a été réalisé avec la participation du Dr AIT OUARABI. Pour la réalisation de ce cas clinique, le logiciel SmileCloud® a été utilisé.

5.1 Acquisition des données du patient

Le patient Mr. D âgé de 26 ans consulte pour une réhabilitation esthétique. Il trouve que son sourire n'est pas uniforme, que ses dents ne sont pas bien alignées et voudrait revoir notamment la forme de ses incisives latérales maxillaires. Après discussion avec le patient, il est décidé de fermer les diastèmes en distal des incisives latérales maxillaires et d'harmoniser les volumes coronaires.

Les photographies exobuccales ont été réalisées, en vue de profil et en vue frontale (Fig. 17) :

- Visage au repos – sans écarteurs
- Visage avec sourire maximal et arcades non jointives – sans écarteurs
- Visage avec sourire maximal et arcades jointives – sans écarteurs

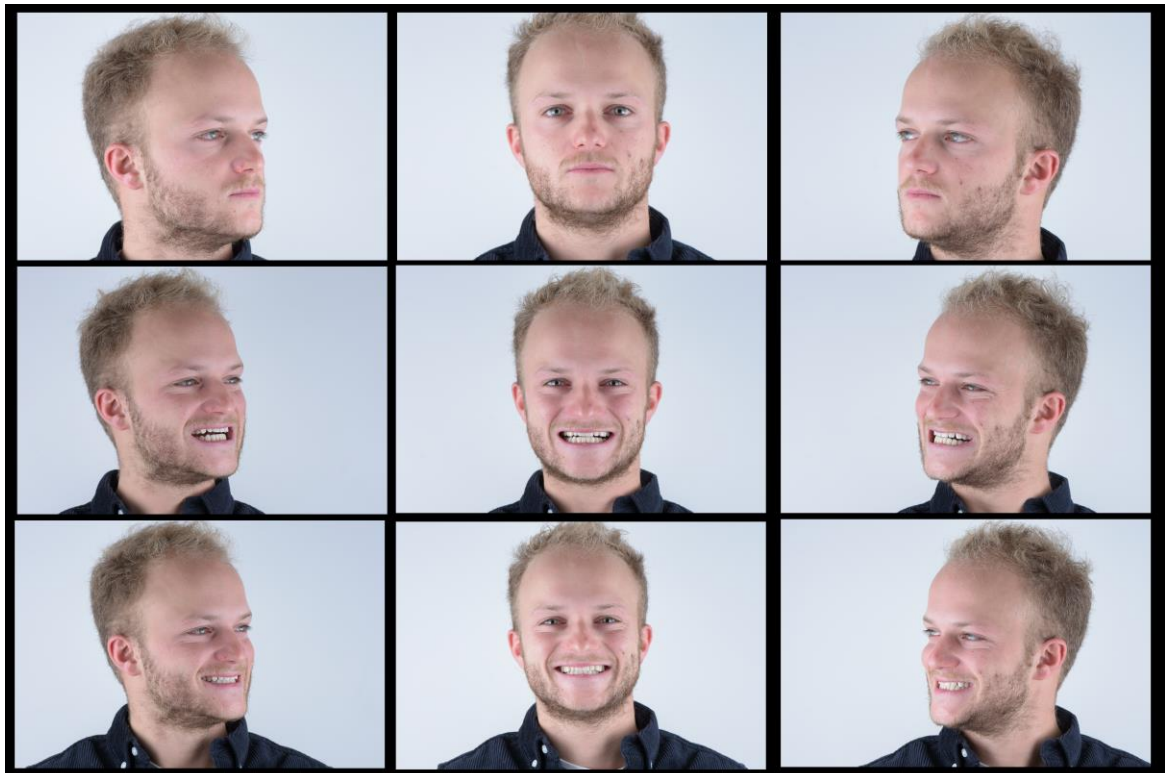


Figure 17 : Photographies exobuccales du patient [Photographies du Dr AIT OUARABI]

- Visage avec sourire maximal et arcades non jointives – avec écarteurs (Fig. 18)



Figure 18 : Photographie du visage avec écarteurs [Photographie du Dr AIT OUARABI]

Les photographies endobuccales suivantes ont été réalisées (Fig. 19) :

- Vue occlusale de l'arcade maxillaire de la seconde prémolaire à la seconde prémolaire
- Vue frontale de l'arcade maxillaire
- Vue frontale des arcades maxillaire et mandibulaire en occlusion maximale
- Vue frontale de l'arcade mandibulaire
- Vue latérale gauche et vue latérale droite des arcades maxillaire et mandibulaire en occlusion maximale



Figure 19 : Photographies endobuccales du patient [Photographies du Dr AIT OUARABI]

En supplément des photographies, les arcades maxillaire et mandibulaire ont été scannées par empreinte optique (Fig. 20).



Figure 20 : Modèle numérique des arcades du patient [Iconographie personnelle]

5.2 Elaboration du projet esthétique 3D numérique

Les fichiers photographiques et le fichier STL sont ensuite importés sur la plateforme SmileCloud® (Fig. 21).

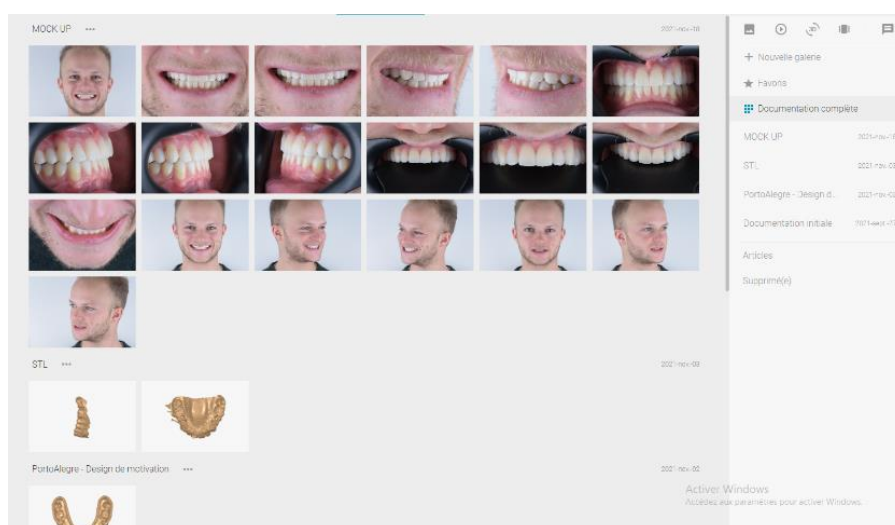


Figure 21 : Importation des fichiers dans le logiciel SmileCloud® [Iconographie personnelle]

L'élaboration du projet esthétique 3D virtuel commence sur la photographie en vue frontale du patient en sourire maximal sans écarteurs (Fig. 22). Le praticien règle sur la photographie le plan inter-pupillaire, le plan sagittal médian ainsi que les courbures des lèvres inférieure et supérieure. Ensuite, à l'aide du logiciel SmileCloud®, le praticien choisit avec le patient la forme du sourire parmi plusieurs propositions de sourires adaptées à la biométrie du visage. Le praticien peut alors retoucher individuellement chaque dent comme il le souhaite.

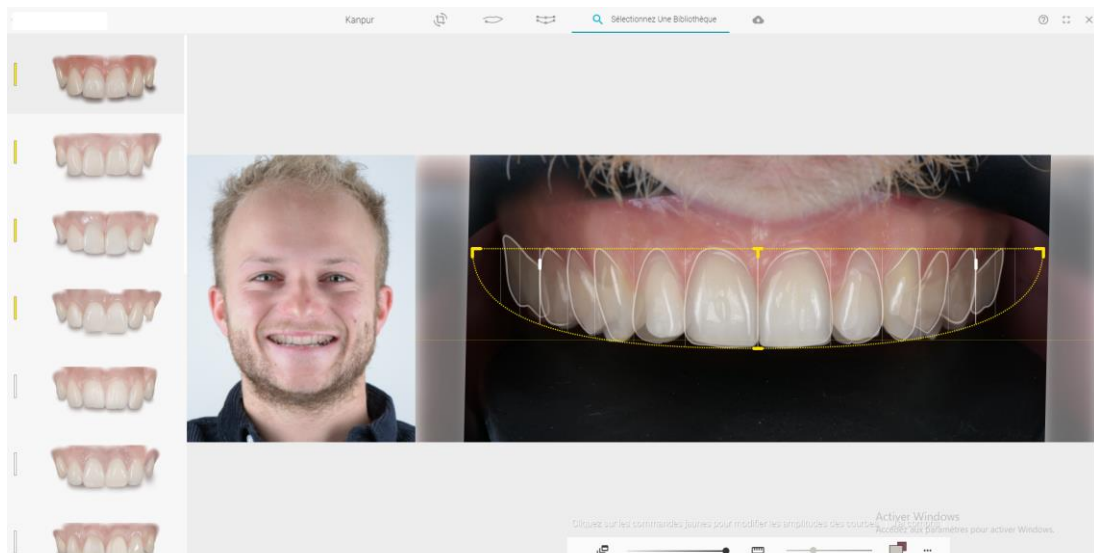


Figure 22 : Planification esthétique du sourire à l'aide de la bibliothèque de sourires [Iconographie personnelle]

Une fois le choix validé par le praticien et le patient, le projet esthétique sur la photographie 2D et les fichiers sont envoyés à SmileCloud® pour transfert du modèle 2D vers le modèle .STL en 3D (Fig. 23).

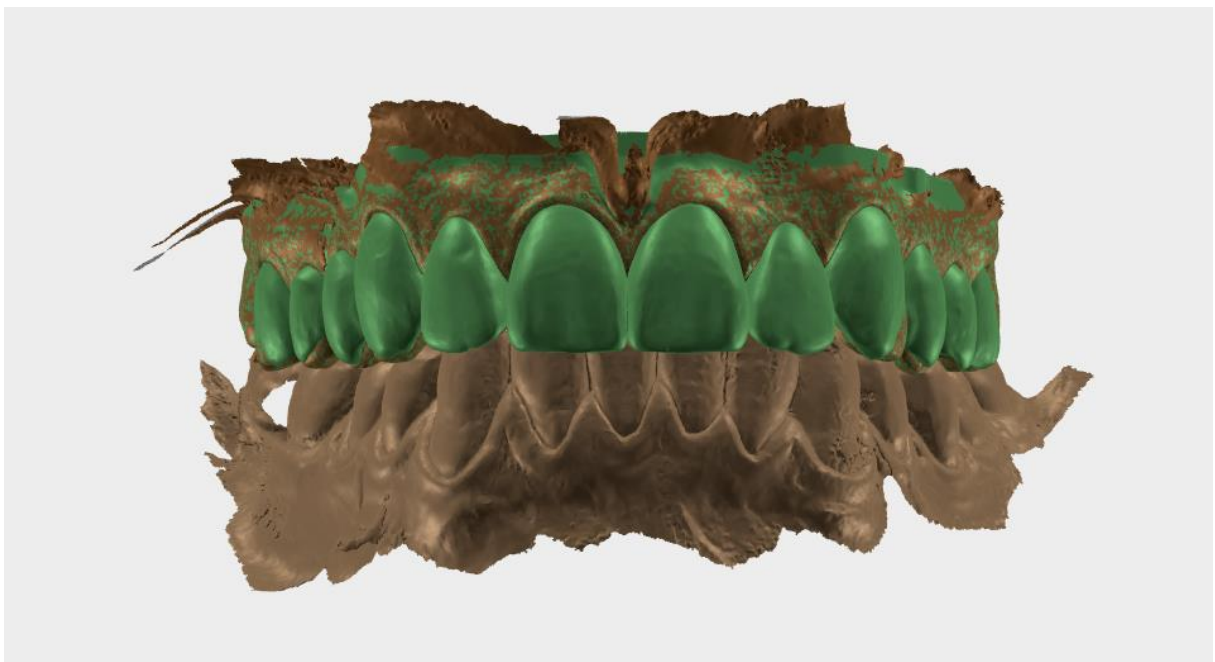


Figure 23 : "Wax-up" numérique sur le modèle .stl en 3D [Iconographie personnelle]

5.3 Réalisation du mock-up esthétique

A partir du projet esthétique 3D virtuel, la plateforme SmileCloud® envoie au praticien le modèle 3D imprimé (Fig. 24). Sur ce modèle en résine, le praticien réalise une clé en silicone pour pouvoir ensuite placer le mock-up en bouche. On peut également réaliser une clé en silicone supplémentaire qui servira de guide de réduction pour les préparations périphériques.

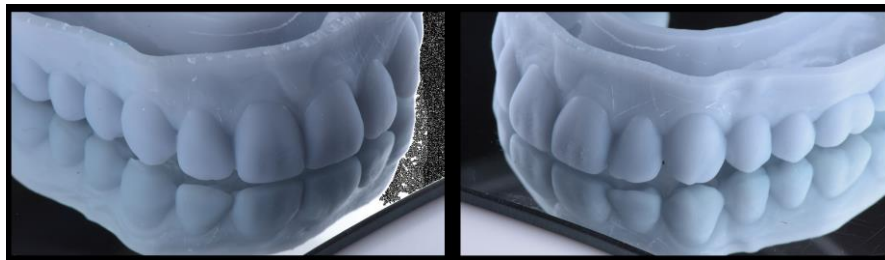


Figure 24 : Modèle 3D imprimé [Photographies du Dr AIT OUARABI]

Le mock-up est réalisé en bouche à l'aide d'une résine bis-acrylique (ici Luxatemp de DMG® en teinte A1) et de la technique spot-etch (Fig. 25), puis validé par le praticien et le patient.



Figure 25 : Photographies avec mock-up mis en place [Photographies du Dr AIT OUARABI]

Conformément à la demande du patient, les diastèmes en distal des incisives latérales maxillaires ont été fermés en retravaillant leur forme et volume. De plus, les incisives centrales maxillaires et les canines maxillaires ont été harmonisées selon la nouvelle forme des incisives latérales.

Le patient peut alors visualiser le projet esthétique 3D virtuel et se rendre compte des modifications proposées sur son sourire (Fig. 26). Le patient valide alors la proposition et la réalisation des restaurations définitives.



Figure 26 : Photographie situation initiale / mock-up en bouche [Photographies du Dr AIT OUARABI]

La suite du traitement ne sera pas détaillée dans ce travail de thèse, qui a consisté en la réalisation de composites injectés grâce au projet esthétique 3D virtuel réalisé sur SmileCloud®.

6 Discussion

6.1 Avantages

6.1.1 Communication avec le patient

Dans les techniques conventionnelles, le prothésiste réalise des wax-up sur le modèle en plâtre au laboratoire. Le projet esthétique est ensuite présenté au patient sur le modèle analogique, ce qui ne permet pas au patient de visualiser directement la proposition en bouche. S'il y a des modifications, les modèles sont renvoyés au laboratoire pour qu'elles soient effectuées jusqu'à validation du projet esthétique avec le patient.

Le projet esthétique 3D virtuel permet au praticien, à l'issue de la séance de première consultation, de présenter au patient le plan de traitement tout en s'adaptant en direct aux attentes spécifiques du patient (Fig. 27). En effet, le patient participe à l'élaboration du design de son sourire avec le praticien, ce qui permet une acceptation beaucoup plus importante du plan de traitement [20].

Le projet esthétique 3D virtuel est un puissant outil de communication qui permet donc au praticien de proposer rapidement un traitement précis et reproductible.

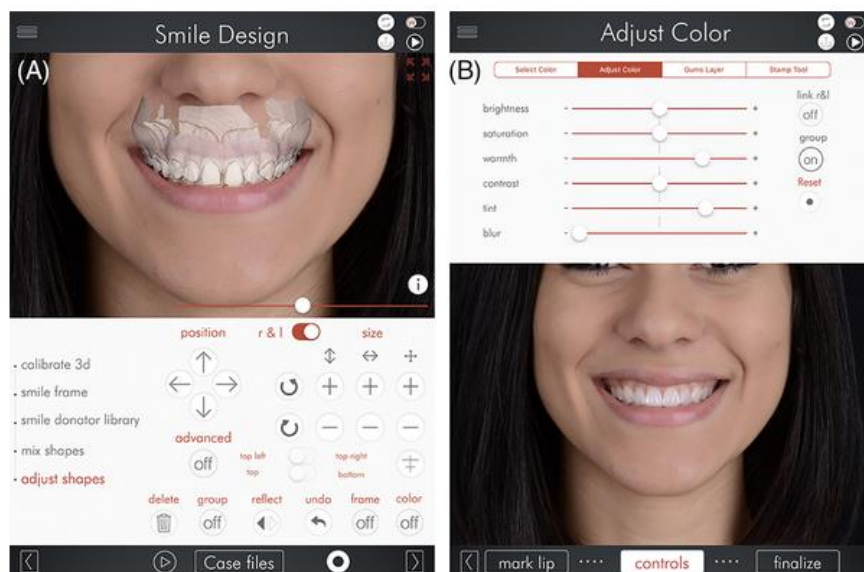


Figure 27 : Planification esthétique du sourire avec le logiciel DSDapp by Coachmann [21]

Une fois le projet esthétique 3D virtuel validé par le patient et le praticien, le modèle digital est imprimé en 3D, qui est aussi précis qu'un modèle en plâtre conventionnel. Une clé en silicone de ce modèle est alors réalisée, on réalise le mock-up en bouche avec une résine bis-acrylique et la technique spot-etch (Fig. 28). Le patient peut alors visualiser directement en bouche la proposition du plan de traitement et la valider esthétiquement comme fonctionnellement pendant plusieurs jours [22].

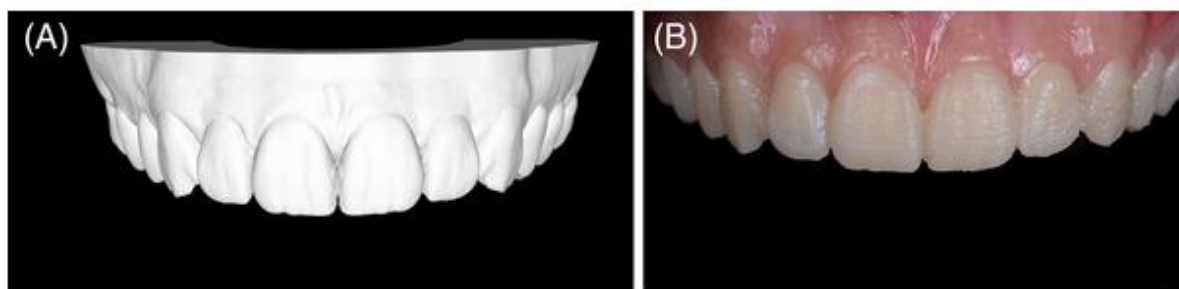


Figure 28 : Réalisation du mock-up en bouche selon le projet esthétique 3D virtuel [21]

6.1.2 Communication avec le prothésiste

Une fois le projet esthétique 3D virtuel validé, le praticien effectue les préparations dentaires au travers du mock-up et réalise son empreinte numérique. Les fichiers sont alors envoyés au prothésiste qui peut réaliser les restaurations prothétiques en visualisant directement le résultat attendu.

La conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO), qui permet de s'affranchir du risque d'erreur de transfert de mesures entre le modèle virtuel et le modèle analogique [23], est alors toute indiquée pour la réalisation des restaurations prothétiques. Le processus de transfert des données jusqu'à la fabrication des restaurations est ainsi plus simple, plus rapide et plus prédictible [20]. De plus, le flux numérique total permet d'avoir une sauvegarde, une traçabilité des données du patient, tout en réduisant les transports d'empreintes conventionnelles et donc l'empreinte environnementale ainsi que les délais (Fig. 29).



Figure 29 : Empreinte optique des préparations dentaires [24]

6.2 Limites

6.2.1 Investissement financier

Les logiciels de projet esthétique présentent des tarifs très variés. En effet, certains sont inclus nativement dans des suites logicielles gratuites comme Keynote sur les appareils Apple. D'autres peuvent être obtenus avec un abonnement mensuel comme Photoshop, Smile Designer Pro, VisagiSmile, SmileCloud et Planmeca Romexis Smile Design pour un tarif mensuel compris entre 20 et 80 € environ. A noter que VisagiSmile propose une version d'essai gratuite avec fonctions réduites et que PRSD et SmileCloud proposent 30 jours d'essai gratuit. Enfin, Cerec 4.2 Software est un logiciel de la suite de conception – fabrication assistée par ordinateur.

6.2.2 Investissement horaire

L'utilisation des logiciels de projet esthétique 3D virtuel prend du temps. Cependant, il existe une courbe d'apprentissage à leur utilisation. L'élaboration d'un projet esthétique 3D virtuel devient de plus en plus simple et rapide avec le temps.

Par ailleurs, cet investissement horaire est à nuancer par le temps gagné ensuite dans la réalisation du traitement. En effet, la prédictibilité permet de réduire le temps passé au fauteuil avec le patient, permettant de rentabiliser le temps d'élaboration du projet esthétique 3D virtuel [13].

6.2.3 Limites inhérentes aux logiciels

Chaque logiciel présente ses propres limites dans le nombre de fonctionnalités disponibles. De plus, l'analyse occlusale dynamique et l'intégration faciale dynamique du projet esthétique ne sont intégrées que dans très peu de logiciels [24].

Le choix du logiciel se fera donc selon les outils de numérisation dont dispose le praticien et la façon dont ce dernier veut intégrer le projet esthétique 3D virtuel au sein de sa pratique quotidienne.

Conclusion

La gestion de l'esthétique du sourire est une tâche complexe pour le chirurgien-dentiste. En effet, les patients attendent un résultat toujours plus précis et toujours plus rapide.

Historiquement, la réalisation du projet esthétique se faisait de manière analogique, méthode qui se révélait relativement chronophage et qui peut se montrer en inadéquation avec la demande initiale du patient.

Aujourd'hui, l'apport du numérique et son évolution constante en font donc l'outil idéal pour la réalisation de projet esthétique. Le patient devient acteur de son plan de traitement, il participe directement avec le praticien à la phase d'élaboration du sourire et visualise en temps réel les ajustements réalisés. Le projet esthétique 3D virtuel permet en effet de proposer un plan de traitement dès l'issue de la première consultation et ce grâce à quelques photographies ainsi que le fichier STL du patient. Cet outil de communication puissant permet d'augmenter l'acceptation du plan de traitement par le patient en s'approchant au plus près de sa demande esthétique.

Il permet également de communiquer au mieux avec le prothésiste sur le résultat attendu grâce au projet esthétique 3D virtuel élaboré conjointement entre le patient et le praticien.

Cette technique présente encore des limites (financières, horaires, techniques), qui restent cependant à nuancer par rapport aux nombreux avantages qu'elle apporte par le flux numérique total.

Dans le but de rendre les outils de projet esthétique 3D virtuel plus complets, il serait intéressant d'ajouter une analyse occlusale dynamique ainsi que l'intégration faciale dynamique, grâce notamment à l'utilisation du scan facial.

Références bibliographiques

1. Jafri Z, Ahmad N, Sawai M, Sultan N, Bhardwaj A. Digital Smile Design-An innovative tool in aesthetic dentistry. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2020;10(2):194-8.
2. Digital Smile Design [Internet]. 2017 [Consulté le 29 novembre 2020]. Disponible sur: <https://media.digitalsmiledesign.com/christian-coachman-thoughts/smile-design-evolution>
3. Coachman C, Yoshinaga L, Calamita M, Sesma N. Digital smile design concepts. *The Technologist*. 2014.
4. Fürhauser R, Florescu D, Benesch T, Haas R, Mailath G, Watzek G. Evaluation of soft tissue around single-tooth implant crowns: the pink esthetic score. *Clinical Oral Implants Research*. 2005;16(6):639-44.
5. Lanza A, Di Francesco F, De Marco G, Femiano F, Ito A. Clinical Application of the PES/WES Index on Natural Teeth: Case Report and Literature Review. *Case Reports in Dentistry*. 2017;8(1):1-5.
6. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber H-P, Buser D. Outcome Evaluation of Early Placed Maxillary Anterior Single-Tooth Implants Using Objective Esthetic Criteria: A Cross-Sectional, Retrospective Study in 45 Patients With a 2- to 4-Year Follow-Up Using Pink and White Esthetic Scores. *Journal of Periodontology*. 2009;80(1):140-51.
7. Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review Virtuelle Smile Design-Systeme: eine aktuelle Übersicht. *International Journal of Computerized Dentistry*. 2015;18(4):303-17.
8. Khan M, Kazmi SMR, Khan FR, Samejo I. Analysis of different characteristics of smile. *BDJ Open*. 2020;6(1):8-14.
9. Nold S, Horvath S, Stampf S, Blatz M. Analysis of Select Facial and Dental Esthetic Parameters. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34(5):623-9.
10. Magne P, Gallucci GO, Belser UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2003;89(5):453-61.
11. Coachman C, Calamita M, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and 2D/3D digital smile design pro. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2017;37(2):182-93.
12. Chu SJ, Tarnow DP. Papilla Proportions in the Maxillary Anterior Dentition. *Restorative Dentistry*. 2009;29(4):10.
13. Coachman C, Georg R, Bohner L, Rigo LC, Sesma N. Chairside 3D digital design and trial restoration workflow. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. nov 2020;124(5):514-20.

14. Jreige CS, Kimura RN, Segundo ÂRTC, Coachman C, Sesma N. Esthetic treatment planning with digital animation of the smile dynamics: A technique to create a 4-dimensional virtual patient. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021.
15. Duret F, Péliissier B. Différentes méthodes d’empreinte en CFAO dentaire. *EMC Médecine buccale*. 2010;(10):1-16.
16. Felizardo R, Martin-Duverneuil N. Tomographie volumique à faisceau conique (cone beam computed tomography). *EMC Chirurgie orale et maxillo-faciale*. 2018;13(3):1-23.
17. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2015;44(1):20140224.
18. Omar D, Duarte C. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: A review of literature. *The Saudi Dental Journal*. 2018;30(1):7-12.
19. FilterGrade. The History of Photoshop - Photoshop Through the Years [Internet]. 2020 [Consulté le 14 juin 2021]. Disponible sur: <https://filtergrade.com/history-of-photoshop-through-the-years/>
20. Cattoni F, Mastrangelo F, Gherlone EF, Gastaldi G. A New Total Digital Smile Planning Technique (3D-DSP) to Fabricate CAD-CAM Mockups for Esthetic Crowns and Veneers. *Int J Dent*. 2016;2016:1-5.
21. Voigt M do V, Espíndola-Castro LF, Monteiro GQ de M, Ortigoza LS, Torreão A dos S, Georg R. DSDapp use for multidisciplinary esthetic planning. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020;32(8):738-46.
22. Magne P, Belser UC. Novel Porcelain Laminate Preparation Approach Driven by a Diagnostic Mock-up. *J Esthet Restor Dent*. 2004;16(1):7-16.
23. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *Journal of Prosthodontic Research*. 2020;64(2):109-13.
24. Sanchez-Lara A, Chochlidakis KM, Lampraki E, Molinelli R, Molinelli F, Ercoli C. Comprehensive digital approach with the Digital Smile System: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2019;121(6):871-5.

Table des illustrations

Figure 1 : Illustration de la génération n°1 selon Coachman [2]	9
Figure 2 : Illustration de la génération n°2 selon Coachman [2]	10
Figure 3 : Illustration des photographies nécessaires au projet esthétique lors de la génération n°3 selon Coachman [2]	11
Figure 4 : Utilisation de la règle numérique de Coachman [2]	12
Figure 5 : Logiciel NemoDSD 2D/3D créé en 2013 [2]	13
Figure 6 : Illustration de modèles intégrés à l'algorithme du logiciel [2]	14
Figure 7 : Acquisition vidéo du patient [3].....	15
Figure 8 : Alignement de la photographie frontale du visage selon les lignes de référence [7]	18
Figure 9 : Types de ligne du sourire : (a) haute, (b) moyenne, (c) basse [8]	19
Figure 10 : Types de courbe du sourire : (d) parallèle, (e) droite, (f) inversée [8]	20
Figure 11 : Matching du modèle digital issu de l'empreinte optique et de la photographie exobuccale frontale [13]	21
Figure 12 : Exemple d'aménagement standardisé pour la réalisation des photographies/enregistrements vidéo [11].....	22
Figure 13 : Exemple de photographies pour la réalisation du projet esthétique 3D virtuel [14]	23
Figure 14 : Fonctionnement du tube à rayons X lors d'une acquisition par le CBCT [17]	25
Figure 15 : Superposition du fichier DICOM et du fichier STL [3].....	25
Figure 16 : Scan facial obtenu après traitement des photographies synchronisées [14]	26
Figure 17 : Photographies exobuccales du patient [Photographies du Dr AIT OUARABI]	30
Figure 18 : Photographie du visage avec écarteurs [Photographie du Dr AIT OUARABI]	31
Figure 19 : Photographies endobuccales du patient [Photographies du Dr AIT OUARABI] ..	31
Figure 20 : Modèle numérique des arcades du patient [Iconographie personnelle].....	32
Figure 21 : Importation des fichiers dans le logiciel SmileCloud® [Iconographie personnelle]	32
Figure 22 : Planification esthétique du sourire à l'aide de la bibliothèque de sourires [Iconographie personnelle]	33
Figure 23 : "Wax-up" numérique sur le modèle .stl en 3D [Iconographie personnelle]	33
Figure 24 : Modèle 3D imprimé [Photographies du Dr AIT OUARABI].....	34
Figure 25 : Photographies avec mock-up mis en place [Photographies du Dr AIT OUARABI]	34
Figure 26 : Photographie situation initiale / mock-up en bouche [Photographies du Dr AIT OUARABI].....	35
Figure 27 : Planification esthétique du sourire avec le logiciel DSDapp by Coachmann [21] ..	36
Figure 28 : Réalisation du mock-up en bouche selon le projet esthétique 3D virtuel [21]	37
Figure 29 : Empreinte optique des préparations dentaires [24]	37

Table des tableaux

Tableau 1 :Tableau du PES/WES selon Fürhauser et Belser [6]	17
Tableau 2 : Fonctionnalités additionnelles des différents logiciels de DSD en 2017 [18].....	29

Annexe

Autorisation de droit à l'image

Objet : Autorisation de photographier et publier des images.

Je soussigné,

Nom : DEMETRIOU Prénom : Lucas

Adresse : 10 rue du meunier

Code postal : 59390 Ville : Sailly-Lez-Lannoy

Autorise, à titre gratuit, le Docteur AIT OUARABI Idir

- A photographier ma dentition
- A effectuer un montage, reproduire et diffuser ces images lors de publications à visée médicale
- A publier ces images sur le web

Je peux me rétracter à tout moment, sur simple demande écrite

➤ Cabinet dentaire du Dr AIT OUARABI

18B Rue Camphin

59780 Baisieux

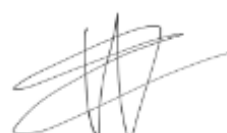
Je m'engage à ne pas tenir responsable la personne ou structure précitée ainsi que ses représentantes et toute personne agissant avec sa permission pour ce qui relève de la possibilité d'un changement de cadrage, de couleur qui pourrait survenir lors de la reproduction.

Ce contrat est reconduit de manière tacite chaque année. La présente autorisation est personnelle et incessible et ne s'applique qu'aux supports explicitement mentionnés.

Je déclare avoir 18 ans ou plus et être compétente à signer ce formulaire en mon propre nom. J'ai lu et compris toutes les implications de cette autorisation.

Fait à Sailly-Lez-Lannoy Le 29/11/21

Signature



Le projet esthétique 3D virtuel : la voie du futur / **TEITEN Théo**. - 53 p. : 29 ill. ; 24 réf.

Mots clés libres: Projet esthétique 3D virtuel, Prothèse, Mock-up, Esthétique, Flux numérique

Résumé de la thèse :

En 2021, la demande esthétique des patients est de plus en plus forte, avec une demande de résultats efficiente.

Depuis de nombreuses années, les propositions de projet esthétique sont réalisées en analogique par le prothésiste sur des modèles de travail en plâtre. Aujourd'hui, les outils numériques ont connu une évolution majeure permettant la réalisation de projet esthétique 3D virtuel qui constitue une solution d'avenir.

Le chirurgien-dentiste peut, de façon presque immédiate à l'issue de la première consultation, proposer un projet esthétique 3D virtuel grâce à différentes photographies du patient et de l'empreinte numérique des arcades dentaires. Le patient participe directement avec le praticien à l'élaboration de son sourire, permettant de s'approcher au mieux de sa demande.

Le numérique est un puissant outil de communication, entre le praticien et le patient mais également entre le praticien et le prothésiste. Le traitement est ainsi plus rapide, plus fiable, plus précis.

Ce travail présente la technique du projet esthétique 3D virtuel et notamment de l'outil SmileCloud au travers d'un cas clinique, ses avantages et limites ainsi que les axes d'améliorations.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur P. BEHIN

Assesseurs : Monsieur le Docteur J. VANDOMME

Madame le Docteur M. DEHURTEVENT

Monsieur le Docteur A. DEMETRIOU

Membre invité : Monsieur le Docteur I. AIT OUARABI