

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

2021 TOU3 3023

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Anthony HENON

Le 13 Avril 2021

Analyse et planification de la prise en charge en dentisterie esthétique

Directeur de thèse : Docteur Antonin HENNEQUIN

JURY

Président

Professeur Franck DIEMER

1^{er} assesseur

Docteur Karim NASR

2^{ème} assesseur

Docteur Florent DESTRUHAUT

3^{ème} assesseur

Docteur Antonin HENNEQUIN

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année 2021

2021 TOU3 3023

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Anthony HENON

Le 13 Avril 2021

Analyse et planification de la prise en charge en dentisterie esthétique

Directeur de thèse : Docteur Antonin HENNEQUIN

JURY

Président

Professeur Franck DIEMER

1^{er} assesseur

Docteur Karim NASR

2^{ème} assesseur

Docteur Florent DESTRUHAUT

3^{ème} assesseur

Docteur Antonin HENNEQUIN



Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

M. Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

CHARGÉS DE MISSION

M. Karim NASR (Innovation Pédagogique)
M. Olivier HAMEL (Maillage Territorial)
M. Franck DIEMER (Formation Continue)
M. Philippe KEMOUN (Stratégie Immobilière)
M. Paul MONSARRAT (Intelligence Artificielle)

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

M. Jean LAGARRIGUE +
M. Jean-Philippe LODTER +
M. Gérard PALOUDIER
M. Michel SIXOU
M. Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

M. Damien DURAN
Mme Geneviève GRÉGOIRE
M. Gérard PALOUDIER

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE
Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY
Assistants : Mme Alice BROUTIN, Mme Marion GUY-VERGER
Adjoint d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, Mme Christine MARCHAL, M. Maxime ROTENBERG
Assistants : Mme Isabelle ARAGON, Mme Anaïs DIVOL

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL
Maître de Conférences : M. VERGNES Jean-Noël
Assistant : M. Julien ROSENZWEIG
Adjoints d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, Mme FOURNIER Géromine, M. Fabien BÉRLIOZ

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Bruno COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : M. Pierre BARTHET, Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL
Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN
Adjoints d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,
Mme Myriam KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS
Assistants : Mme Léonore COSTA-MENDES, M. Clément CAMBRONNE
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY, M. Jérôme SALEFRANQUE,

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Vincent BLASCO-BAQUE
Assistants : M. Antoine TRIGALOU, Mme Inessa TIMOFEEVA, M. Matthieu MINTY, Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Maxime LUIS

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHÈSES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Serge ARMAND)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE
Assistants : M. Jérôme FISSE, M. Sylvain GAILLAC, Mme Sophie BARRERE, Mme Manon SAUCOURT
M. Ludovic PELLETIER, M. Nicolas ALAUX
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean-Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Serge ARMAND, M. Philippe POMAR
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rémi ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT
Assistants : M. Antonin HENNEQUIN, M. Bertrand CHAMPION, Mme Caroline DE BATAILLE, Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE
Assistant Associé : M. Antoine GALIBOURG
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Louis Philippe GAYRARD, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND, M. Thierry DENIS

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Paul MONSARRAT
Assistants : M. Thibault CANCEILL, M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, Mme Josiane BOUSQUET, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 12 Février 2021

Remerciements

A ma grand-mère partie trop tôt. Ta maladie t'a empêché d'assister à ma soutenance de thèse. Mamie, je m'en veux énormément de ne pas avoir pu t'offrir ce plaisir que tu attendais tant. Je ne sais pas si tu peux me lire ou m'entendre mais tu seras avec moi par la pensée. Tu nous as quitté avec peine, mes sentiments et regrets seront toujours présents. Tu as été ma force, mon inspiration. Je t'aime. Je te dédie cette thèse.

Maman, Papa, Dylan, merci pour votre soutien. Une mère sans limite et dévouée. Un père indestructible et déterminé. Un frère avec un grand cœur et un amour démesuré pour son grand frère. Je vous en remercie et je vous aime. Vous le savez.

A Papy, tes œufs, tes pâtés, tes fritons de canard nous régaleront toujours autant. Bientôt nous irons à Cahors chercher des truffes.

A mes grands-parents de Saint-Pierre. Papy, je ne me lasserai jamais de ton humour et de ta joie de vivre. Mamie, tes gestes de réconfort dès qu'on vient te voir, tes repas, tes plats aussi excellents les uns que les autres : tes frites, tes moules, on en est tous fan ! Merci.

A mes beaux-parents, merci de m'apporter votre sagesse et expérience. Nous avons vécu beaucoup de choses ensemble, et nous en vivrons pleins d'autres. Merci de vos conseils.

A Sébastien et Marina, je suis ravi de devenir tonton. Sachez que j'aurai plein d'amour à donner !

Adri. A nos années de collocation, à ta bonne humeur qui m'ont permis d'avancer. A nos délires et nos beuveries. Tu as été le grand frère que je n'ai jamais eu. Mon teammate de Rocket League, mon ami, tu me manques.

Lucas, mon binôme. On s'est perdu de vue, mais le temps passé ensemble ne me sera jamais indifférent. Nos rires, nos soirées délires et gaming, nos soirées juste à deux où on parlait de tout et de rien. Les soirs où je t'ai supporté et où tu m'as supporté. Merci poulet, tu me manques.

A tous mes gars : Ulysse, Paul, Arthur, Lilian, Nico, Matthis, Geo, Léon. Je vous remercie pour tous les bons moments. Au bistrot des chicos ! Au plaisir de vous revoir très bientôt !

A Carole. A ton soutien, ton amour, ta motivation ainsi que ta joie de vivre. Tu es ma source d'inspiration. Je suis heureux et fier de vivre avec toi. J'espère avoir encore de nombreux projets avec toi. Je t'aime.

A notre Président du jury,

Monsieur le Professeur Franck Diemer

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Responsable de la sous-section d'Odontologie Conservatrice, Endodontie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R),
- Vice-Président de la Société Française d'Endodontie,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de présider notre jury de thèse.

Nous garderons en mémoire la qualité de votre enseignement et la passion que vous nous avez transmis dans vos cours et votre pratique clinique.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre plus grand respect.

A notre Jury de thèse,

Monsieur le Docteur Karim Nasr

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- Master 1 mention Biotechnologie-Biostatistiques,
- Master 2 Recherche en Science des Matériaux,
- Certificat d'Etudes Supérieures de technologie des matériaux employés en Art Dentaire,
- Certificat d'Etudes Supérieures de prothèse Dentaire (Option prothèse Scellée),
- Responsable du domaine d'enseignement Imagerie et Numérique,
- Responsable de l'Attestation d'Etudes Universitaires d'Imagerie Maxillo-Faciale (CBCT),
- Responsable du Diplôme Universitaire de CFAO en Odontologie,
- Chargé de mission à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse

Nous sommes honorés de l'intérêt que vous avez pu porter à notre travail et nous vous remercions d'avoir accepté de prendre part à ce jury.

Qu'il soit permis de vous exprimer ici notre profond respect et nos sincères remerciements.

A notre Jury de thèse,

Monsieur le Docteur Florent Destruhaut,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- Certificat d'Etudes Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- Certificat d'Etudes Supérieures en Prothèse Conjointe,
- Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes ravis que vous ayez accepté de siéger dans le jury de cette thèse.

Merci pour votre enseignement, votre rigueur et votre bonne humeur.

Veuillez trouver ici l'expression de notre gratitude et de tout notre respect.

A notre Directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Antonin Hennequin

- Chargé d'enseignement en Occlusodontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous faites en dirigeant cette thèse.

Nous vous remercions du temps que vous avez consacré pour l'élaboration de ce travail et la confiance dont vous avez fait preuve.

Veillez trouver, ici, le témoignage de ma sincère reconnaissance, de ma sympathie et de toute mon estime.

Table des matières

Introduction	12
I. La demande esthétique	13
I.1. Evaluation de la demande esthétique	13
I.2. Origines de l'augmentation de la demande esthétique	15
I.2.1. Le poids des médias	15
I.2.2. La quête d'une identité	16
I.2.3. Le poids de la beauté	17
I.2.4. La dysmorphophobie	17
I.2.5. Avancées technologiques et accessibilité	19
I.3. Rôle et place du chirurgien-dentiste	21
I.4. Le schéma esthétique.....	22
II. Critères esthétiques	23
II.1 Notion d'ensemble.....	23
II.2 Le cadre facial	24
II.2.1 Le plan frontal	24
II.2.2 Le plan sagittal	25
II.2.2.1 L'angle nasio-labial	25
II.2.3. Plan esthétique de Ricketts.....	26
II.3. Le cadre labial	28
II.3.1. Rappel anatomique de l'étage inférieur	28
II.3.2. Anatomie du sourire	29
II.3.3. Le corridor buccal ou espace négatif	31
II.3.4. La ligne du sourire.....	31
II.3.4.1. La ligne du sourire basse	33
II.3.4.2. La ligne du sourire moyenne	33
II.3.4.3. La ligne du sourire haute.....	34
II.3.5. Le plan frontal esthétique	34
II.3.5.1. Le plan esthétique idéal	34
II.3.5.2. Le plan esthétique bas	35
II.3.5.3. Le plan esthétique haut.....	35
II.3.5.4. Le plan esthétique oblique.....	36
II.3.5.5. Le plan esthétique inversé	36
II.3.6. Facteur sexe et âge	37
II.3.7. Hauteur de la lèvre supérieure	37
II.4. Le cadre dentaire	38
II.4.1. Positionnement des dents dans le plan sagittal.....	38
II.4.1.1. Le milieu inter-incisif.....	38
II.4.2. Positionnement des dents dans le plan horizontal	39
II.4.2.1. Position antéro-postérieure des dents.....	39
II.4.2.2. Phonèmes.....	39
II.4.3. Composition dentaire	40
II.4.3.1. Dimensions des dents antérieures.....	40
II.4.3.2. Couleur des dents antérieures	41

II.5. Composition gingivale.....	44
II.5.1. La ligne du sourire.....	44
II.5.2. Les festons et zéniths gingivaux.....	45
II.5.3. Les papilles inter-dentaires.....	46
II.5.4. La convexité alvéolaire.....	46
II.5.5. Critères de bonne santé gingivale.....	46
II.5.6. Grille de Fürhauser : « Pink Esthetic Score ».....	47
III. Techniques de prévisualisation	48
III.1. La chaîne numérique ou « Digital Work Flow ».....	48
III.2. La photographie numérique.....	48
III.2.1. Définition : la macrophotographie.....	48
III.2.2. Outil de diagnostic	49
III.2.3. Outil de communication.....	49
III.2.4. Suivi.....	50
III.2.5. Protocole photographique.....	50
III.2.6. Matériel.....	52
III.2.7. Vues spécifiques esthétiques	53
III.2.8. Etape initiale de la chaîne numérique.....	54
III.2.9. Simulation	55
III.2.10. Intérêt de la vidéo	56
III.3. L’empreinte optique	56
III.4. Scans faciaux.....	59
III.4.1. A l’aide d’application pour smartphone : Bellus3D.....	60
III.4.2. A partir de photographies	62
III.4.3. A partir du CT-Scan et image 2D de face du patient (exemple de Dolphin 3D Surgery).....	62
III.4.4. Dispositifs d’enregistrements des mouvements mandibulaires	65
III.5. Mock-up	67
III.5.1. Mock-up réalisé « à main levé »	67
III.5.2. Le mock-up issu de la transposition du Wax-up	68
III.5.3. Mock-up virtuel indirect.....	70
III.5.3.1. DSD Concept.....	71
III.5.3.2. Smilecloud	77
III.5.4. Mock-up virtuel direct.....	83
III.5.5. « Skyn concept »	84
III.6. Réalité augmentée	85
III.6.1. Kapanu	85
Conclusion	89
Table des illustrations	90
Bibliographie	93

Introduction

Planifier c'est anticiper un projet à venir afin de valider sa faisabilité et de vérifier les caractéristiques assurant sa réussite. La prévision d'un succès final ne saurait se dispenser d'un plan à suivre. La planification d'un traitement implique l'utilisation de certaines règles et procédures ainsi que d'outils adéquats pour obtenir le résultat souhaité, en tenant compte des attentes des patients.

De la même façon qu'un artiste utilise les pinceaux et la peinture pour créer ses œuvres, les chirurgiens-dentistes utilisent des logiciels, des outils photographiques et radiologiques, pour une qualité visuelle remarquable, en utilisant le visage et ses caractéristiques en guise de toile. Il est indispensable d'avoir au préalable une connaissance et une compréhension approfondie de ces caractéristiques et des références établies. L'utilisation de ces références, fait partie intégrante dans la conception des reconstructions faciales esthétiques pour créer un sourire fonctionnel et esthétique, notions toutefois dichotomiques mais qui doivent être alliées pour un résultat optimal et satisfaisant.

Les restaurations dentaires qu'elles soient réparatrices ou correctrices peuvent être de nos jours, grâce à l'évolution des techniques, qualifiées « d'esthétiques ». Elles permettent de restaurer ou maintenir la jeunesse, embellir et remédier aux apparences physiques disgracieuses, améliorant la qualité de vie des patients qui gagnent en assurance, estime de soi par une nouvelle image.

Toutefois, la question identitaire peut se poser et implique une intégration progressive de l'appropriation de cette nouvelle image, facteur qui peut être remédié par des techniques comme le mock up ou des logiciels 2D, 3D ou 4D. Prévisualiser consiste en une approche psychologique à chaque étape clinique du traitement en intégrant des traits de personnalités propres à chaque patient. En ce sens, la singularité d'un individu implique un traitement unique et personnalisé pour chaque patient.

Même si des critères de beauté sont définis, la beauté reste une notion subjective et libre au travers de laquelle chacun vit son rapport avec son corps et son rapport avec les autres. Pour nous praticiens, qui allons modifier des sourires et par extension des visages, la réhabilitation peut faire apparaître des notions qui nous dépassent. Le caractère progressif et anticipé des traitements trouve là tout son sens.

Le chirurgien-dentiste est au cœur de cette transformation autant physique que psychologique. De quelle manière la prévisualisation de la gestion des traitements esthétiques améliore la pratique du chirurgien-dentiste et l'acceptation des traitements par les patients ? Prévisualiser suffit-il pour assurer la réussite des traitements esthétiques ?

I. La demande esthétique

I.1. Evaluation de la demande esthétique

En 2005, G. Tirlet et J.P. Attal ont réalisé une étude permettant d'évaluer la demande esthétique qu'ils publieront en 2008. Ils ont établi un questionnaire qu'ils feront remplir à 200 patients avec 3 critères d'inclusion : (1)

- patients se présentant pour une première consultation
- patients majeurs
- patients francophones

et 1 critère de non-inclusion :

- patients se présentant pour une urgence dentaire.

Le questionnaire renseigne sur l'âge, le sexe et la profession du patient puis d'une question « Lorsque vous consultez le dentiste, diriez-vous que vous avez une demande esthétique ? », si la réponse est « Oui. » le patient devra la justifier en précisant le degré de satisfaction et les modifications qu'il souhaite apporter sur le visage, le sourire, les dents et les gencives.

Sur 200 patients, 120 étaient des femmes et 80 des hommes soit 60% de femmes pour 40% d'hommes. Les patients ont été classés par tranches d'âge avec un âge moyen de 43 ans.

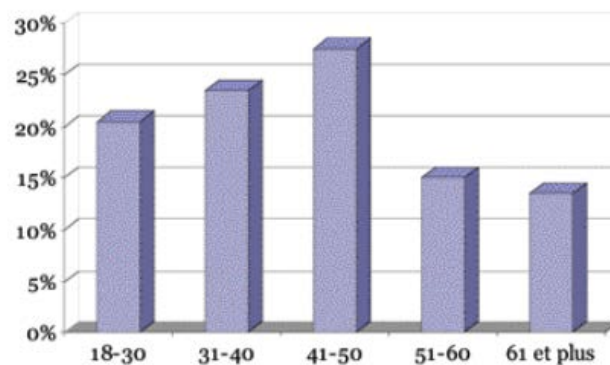


Figure 1 : Classification du nombre de patient par classe d'âge en pourcentage

Enfin, la demande esthétique a pu être matérialisée avec 65,5% de « Oui. » avec 73% des femmes qui répondent de manière positive et 55% d'hommes.

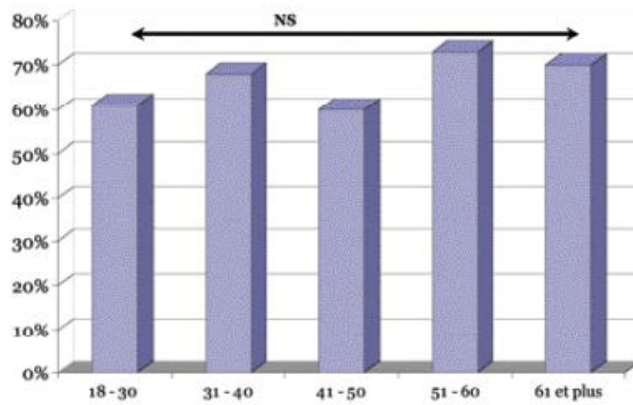


Figure 2 : Pourcentage de "Oui." selon la tranche d'âge

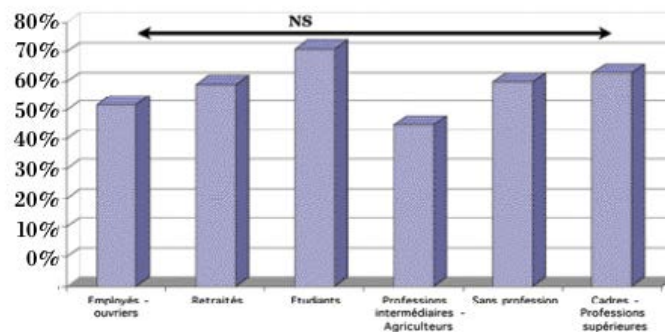


Figure 3 : Pourcentage de "Oui." en fonction des catégories socio-professionnelles

L'étude a pu démontrer qu'il n'y avait pas de différence significative entre les classes d'âge et le niveau socio-professionnel des patients par rapport à leur demande esthétique. 80% des patients ont des modifications à apporter à leurs dents. 47,5% des patients souhaitent remplacer des dents manquantes et 47,5% aimeraient apporter des modifications sur la teinte. En plus de ces 2 critères, la position des dents et le remplacement d'anciennes restaurations sont les critères fréquemment cités.

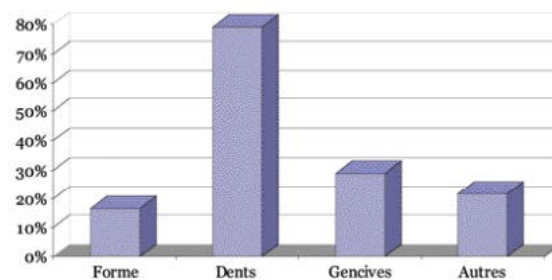


Figure 4 : Histogramme représentatif du pourcentage des réponses pour le sourire (un patient peut choisir plusieurs critères)

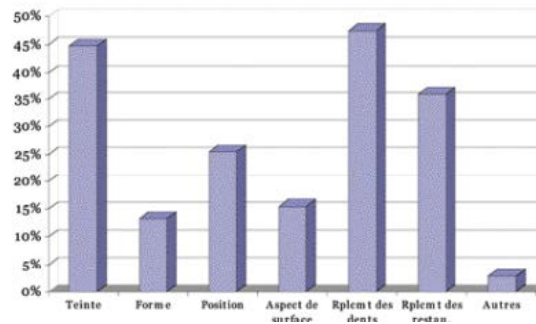


Figure 5: Histogramme représentatif du pourcentage des réponses pour les dents (un patient peut choisir plusieurs critères)

Cette étude a donc permis de relever une demande esthétique croissante dans les cabinets dentaires et que 66% des patients sont insatisfaits de l'apparence de leurs dents. Elle a aussi démontré que la demande esthétique concerne les patients de tout âge sans distinction du milieu socio-professionnel avec pour seule différence une demande plus importante chez les femmes que chez les hommes.

De plus, la préoccupation principale des patients concerne les dents et le sourire. Bien que le remplacement des dents manquantes puisse avoir un enjeu esthétique et fonctionnel, le désir de changer la teinte des dents n'est que purement esthétique, tout comme l'alignement des dents, qui peut être motivé respectivement par l'essor des éclaircissements (internes et externes) et l'orthodontie.

L'accessibilité à différents traitements, l'évolution des techniques, l'influence des médias, la nécessité de retrouver une estime de soi ou encore la motivation propre du patient à retrouver un beau sourire sont autant de critères qui peuvent expliquer l'augmentation de cette demande esthétique. (2)

I.2. Origines de l'augmentation de la demande esthétique

I.2.1. Le poids des médias

La télévision, les publicités, les réseaux sociaux, les magazines, le cinéma ainsi que les médias relayent sans cesse des visages parfaits avec un large sourire, des dents blanches et bien alignées. Ces notions sont associées à la vitalité, à la jeunesse et au dynamisme, ce qui provoque chez le patient le désir de se rapprocher le plus possible de cet idéal. En d'autres termes, les médias influencent notre inconscient.

On constate par exemple une augmentation à la télévision d'émissions de « relooking » avec des transformations physiques et esthétiques impressionnantes, mais également au cinéma où

L'esthétique et l'apparence des acteurs ne sont jamais négligées. Ceci reflète les critères esthétiques standards auxquels le spectateur peut se comparer et lui donner envie de s'y conformer.

Cette tendance, variable selon les cultures et les époques, incite les patients de tout âge et de tous milieux socio-professionnels à vouloir modifier leur apparence pour être similaire aux looks et goûts du moment.

Les canons de beauté sont facilement relayés par les médias et la mondialisation, ce qui influence l'augmentation de la demande esthétique dans les cabinets dentaires face à laquelle les chirurgiens-dentistes sont confrontés. (3)

I.2.2. La quête d'une identité

L'image du corps tel qu'il est perçu par le sujet et la représentation qu'il s'en fait, sont aussi conditionnées par des facteurs socio-culturels.

Cette vision du corps associée à l'estime de soi constitue et façonne le caractère d'une personne. Il arrive que l'image du corps ne corresponde pas à la personnalité du patient, celui-ci éprouvera le besoin de modifier certains aspects de son corps pour être en accord avec lui-même, sa personnalité, et ainsi revaloriser sa propre estime de soi.

Les médias affichent des modèles idéaux de beauté, signe de séduction et de réussite socio-professionnelle. Ils amènent une envie consciente ou inconsciente de changement chez des patients avec une certaine insatisfaction physique afin d'avoir une symbiose entre corps et esprit. Toutefois, un changement corporel mal vécu par un patient peut avoir des conséquences psychologiques avec apparition d'anxiété, anxiété et renfermement sur soi-même. Il est très important de déterminer au préalable la motivation et le désir de chaque patient.

On retrouve deux types d'interventions :

- sur la jeunesse : c'est l'intervention qui « crée » une recherche d'identité et de socialisation
- sur les personnes de 40 ans ou plus : c'est l'intervention qui « restaure » et maintient de l'identité ou la recherche d'un nouveau départ.

Comme l'ont dit J.C. Paris et A.J. Faucher, « Le candidat à l'intervention esthétique, par le jeu d'identification à un idéal, est en quête de singularité et d'identité à un groupe social ».

La demande esthétique vise donc à réunir le « corps et l'esprit », « l'être et le paraître » afin que le patient puisse être en accord avec l'image qu'il se fait de son corps et son estime de soi. (3,4)

I.2.3. Le poids de la beauté

Le visage est un élément majeur dans l'apparence du corps humain et constitue avec le sourire un vrai passeport social. Il est un véritable outil de communication et joue donc un rôle prépondérant dans l'apparence extérieure et dans les relations humaines.

Les mentalités ont beaucoup évolué au travers des époques quant à la définition sociale du Beau. Autrefois les rides étaient considérées comme signe de sagesse, elles sont aujourd'hui vues comme les signes de vieillesse. L'idée du modèle idéal, associé à la beauté, à la jeunesse et au dynamisme provoque une envie chez les patients de vouloir rester jeune, synonyme de réussite, de succès et de séduction.

L'amélioration de la qualité de vie amenant à une augmentation de l'espérance de vie, permet aux patients de travailler, de conserver des interactions sociales ou d'être des retraités très actifs pendant beaucoup plus longtemps. Il faut donc tenir compte de l'identité, de l'âge et du désir du patient dans chaque réhabilitation. (3,4)

I.2.4. La dysmorphophobie

Ce terme a été décrit pour la première fois en 1891 par l'italien Enrico Morselli, psychiatre, anthropologue et sociologue. La dysmorphophobie ou *Body Dysmorphic Disorder (BDD)* est parfois comparée à de l'hypochondrie qui est une peur excessive relative au bon fonctionnement du corps. Selon le manuel diagnostic et statistique des troubles mentaux (DSM), la dysmorphophobie est un « trouble psychologique caractérisé par une préoccupation ou une obsession excessive concernant un défaut dans l'apparence, fût-ce une imperfection légère réelle voire délirante » (DSM-IV).

Selon une étude allemande de 2010 (5), elle toucherait 2% de la population générale selon un questionnaire où 2510 personnes ont participé avec un taux quasi-équivalent selon les sexes.

Critères DSM-IV	Hommes (N = 1142)	Femmes (N = 1368)	Chi ² (df = 1)
Pensez-vous avoir un ou plusieurs défauts d'apparence peu attrayants ou défigurants, bien que d'autres personnes ne partagent pas votre opinion ou croient que votre préoccupation est nettement exagérée? Pensez-vous à vos soucis d'apparence pendant au moins 1 h par jour?	5,3% (61)	14,8% (203)	66,4 **
B1. Si oui, est-ce très pénible pour vous? (réf.au total N = 264)	37,7% (23)	35,5% (72)	1.0
B2. Cela cause-t-il un handicap important dans votre vie quotidienne (par exemple, dans votre travail ou votre vie sociale)? (réf.au total N = 264)	34,4% (21)	16,3% (33)	9,7 *
Critères A et B remplis (réf.au total N = 2510)	2,5% (29)	5,6% (77)	14,7 **
Tous les critères (A, B et C) du BDD remplis	1,5% (17)	2,0% (28)	1.1
Prévalence globale du BDD			1,8% (N = 45)

Figure 6 : Taux de base pour les critères du DSM-IV pour le BDD

Un nouveau questionnaire a été donné aux participants pour avoir des informations sur l'âge, l'état civil, la situation professionnelle, le revenu, l'objectif concernant l'apparence (sur les différentes parties du corps), le recours à la chirurgie et enfin sur le suicide.

L'étude a permis de mettre en évidence que 8,9% des personnes avec un BDD souhaitaient modifier leur bouche contre 0,8% chez les personnes non atteintes. Les personnes atteintes de dysmorphophobie par rapport à celles non atteintes ont eu plus recours à de la chirurgie esthétique. De manière plus tragique, les personnes atteintes ont d'avantage eu des envies ou des tentatives suicidaires liées à leur apparence corporelle.

Tableau 1 : Caractéristiques associées à des personnes avec et sans BDD

		Personnes avec BDD N=45	Personnes sans BDD N=2465
Objectifs concernant l'apparence	Bouche	8,9%	0,8%
Chirurgie	A subi une chirurgie esthétique	15,6%	3,0%
Suicide	Pensées suicidaires	31,0%	3,5%
	Tentatives	22,2%	2,1%

Cette étude a permis de démontrer que la dysmorphophobie est bien réelle et qu'elle peut se retrouver chez certains patients.

Le rôle du chirurgien-dentiste est de dépister ce type de patient, mais il ne pourra pas établir un diagnostic de la pathologie car celui-ci doit être établi par un professionnel de la santé mentale.

Certains signes pourront alerter le praticien avant même la consultation, à travers le questionnaire médical, la situation socio-économique, les antécédents familiaux ou encore le comportement du patient. En effet, ces patients ont tendance à reporter voire annuler fréquemment les rendez-vous, ils tentent de cacher leur défaut (mettre la main devant la bouche lorsqu'ils rient), leur attitude avec le personnel soignant ou le praticien.

Ces patients essayent de diminuer leur anxiété en se rassurant et en regardant devant le miroir de façon excessive leur défaut alors que c'est l'inverse qui se produit. D'autres évitent tout contact avec le miroir pour ne pas aggraver la vision qu'ils ont d'eux-mêmes.

Tant d'éléments que le chirurgien-dentiste doit pouvoir analyser chez ces patients, pour pouvoir leur proposer la meilleure solution thérapeutique qui pourra aboutir à une prise en charge psychiatrique si elle s'avère nécessaire. (6)(7)



I.2.5. Avancées technologiques et accessibilité

Les soins dentaires ont énormément évolué depuis de nombreuses années. Les soins réalisés auparavant étaient beaucoup plus invasifs qu'ils ne le sont depuis une dizaine d'années. Les problèmes esthétiques étaient auparavant pris en charge par des préparations très délabrantes, parfois avec des dévitalisations. Mais l'évolution de la dentisterie sous toutes ses formes permet à présent d'être moins mutilants et plus conservateurs dans nos traitements.

En 2009, G. Tirlet et J.P. Attal ont décrit le « Gradient Thérapeutique » qui constitue un guide pour le chirurgien-dentiste afin de répondre à une demande esthétique. L'idée est que face à l'augmentation de la demande esthétique, le praticien doit établir son plan de traitement avec une préservation tissulaire maximale afin d'être le plus conservateur possible.

Sur un axe horizontal, les techniques thérapeutiques à visée esthétique sont présentées de la moins mutilante (à gauche) vers le plus mutilante (à droite).

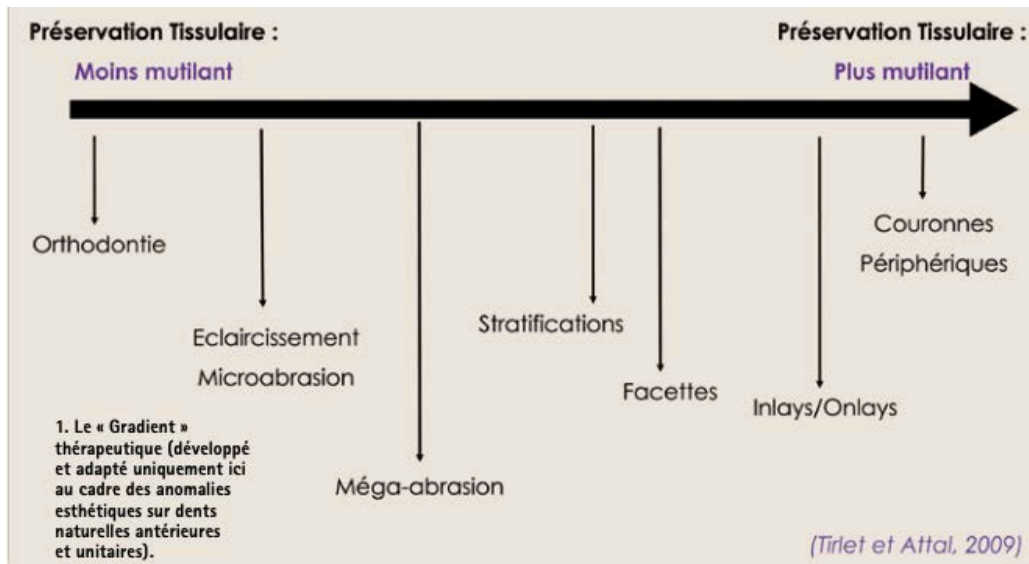


Figure 7 : Gradient thérapeutique par G. Tirlet et J.P. Attal (2005)

L'orthodontie est, comme décrit sur le schéma, l'option la moins mutilante et il est parfois intéressant de la proposer car elle peut, selon le cas, régler à elle seule le problème esthétique.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'étude menée par ces mêmes auteurs en 2005 a relevé un taux important de patients qui souhaitent modifier la teinte de leurs dents. L'éclaircissement ainsi que la micro-abrasion peuvent palier le désir de ces patients sans passer par une étape de stratification par composite ou encore des facettes ou couronnes qui nécessitent un fort délabrement des tissus dentaires.

Suite aux couronnes périphériques, l'extraction dentaire est la solution la plus mutilante mais elle peut s'avérer, dans certains cas, être la seule option. Enfin en dernière position suivant l'extraction, la solution implantaire est l'ultime solution thérapeutique.

De plus, les patients ont de plus en plus accès à ce type de soins qui avant n'étaient pratiqués que par certains praticiens. Aujourd'hui, l'avènement de la dentisterie, des formations et de la technologie permettent à un plus grand nombre de praticien de pouvoir proposer et réaliser ces traitements offrant ainsi aux patients une gamme de possibilités thérapeutiques accrue.

Certaines spécialités comme l'orthodontie et l'implantologie sont de plus en plus répandues et connues des patients, les poussant ainsi plus facilement à venir consulter pour une demande esthétique qu'il ne pouvait se faire auparavant. (8)

I.3. Rôle et place du chirurgien-dentiste

Le chirurgien-dentiste a pour rôle l'accompagnement psychologique de son patient. La mise en place d'une consultation initiale spécifique, durant laquelle le patient exprimera ses désirs de changements en expliquant ce qu'il souhaite modifier dans son sourire et durant laquelle le praticien déterminera la faisabilité ou non de la demande, est indispensable. Le praticien écoutera les attentes du patient mais il devra également détecter celles que le patient cherche à dissimuler, de façon consciente ou inconsciente.

C'est durant ces moments que la relation patient-praticien s'instaure. Par un dialogue et une écoute mutuelle, ils détermineront ensemble un plan de traitement auquel le patient aura plus de chance d'adhérer, ceci par la mise en place d'une relation de confiance.

Durant cette première consultation, le chirurgien-dentiste devra :

- déterminer ce que souhaite exactement modifier son patient et si la demande est justifiée. Si elle l'est, la modification d'un léger défaut esthétique pour le patient aura des conséquences positives sur lui.
- détecter et réduire les attentes irrationnelles. Le praticien peut refuser une demande s'il la juge irréaliste.
- Connaître la position de l'entourage quant au désir de changement de son patient qui peut être positive ou négative.

Il existe deux types de demandes :

- soit la demande est justifiée par un défaut esthétique réel, dans ce cas là, le chirurgien-dentiste sait que son intervention ne pourra avoir qu'un effet positif sur son patient.
- soit la demande est injustifiée ou pathologique. Dans le cas d'une demande pathologique pouvant refléter un malaise profond et intérieur psychologique, le praticien peut se retrouver face à une personne ayant peu d'estime de soi ou des problèmes d'identité rendant alors la réhabilitation très compliquée car le patient ne sera jamais satisfait du résultat proposé. Le patient pourra alors dans ce cas de figure se montrer revendicateur ou aura une attitude de désespoir et dépressive. C'est le cas des patients dysmorphophobiques.

Cependant le praticien peut se retrouver en situation d'échec. Soit la demande a été mal interprétée par le praticien (cf. demande justifiée et injustifiée/pathologique), soit la relation de confiance n'a pas été suffisante.

La restauration esthétique a un rôle psychologique et social fort sur le patient, d'où l'intérêt d'instaurer une relation de confiance patient-praticien forte et le plus tôt possible en passant par des temps de dialogues longs permettant au praticien de bien cerner la demande et aboutir à la meilleure décision thérapeutique.

I.4. Le schéma esthétique

Le schéma esthétique correspond à toutes les techniques possibles existantes pour planifier un projet esthétique avant sa matérialisation clinique.

Il est constitué de 2 temps, le bilan photographique et le Guide Esthétique. Le bilan photographique obligatoire et parfaitement séquencé correspond au premier temps du schéma esthétique. Il permet une étude approfondie du cas avec et sans la présence du patient. En sa présence, il permet de faire participer le patient (connaître la demande esthétique du patient et expressions des modifications qu'il souhaite apporter), d'éviter d'éventuels conflits entre le patient et le praticien, de pouvoir comparer les photographies pré et post-opératoires et aussi de valoriser le travail du praticien. Une fois les photos réalisées, le praticien réalise un recueil d'informations anatomiques, morphologiques et esthétiques du patient, c'est le Guide Esthétique. Pour déterminer un plan de traitement, il faudra analyser le cadre facial, labial, la composition dentaire, la composition gingivale et l'occlusion. Cette étape se fait avec le patient au fauteuil, avec les photos et les modèles d'étude montés sur articulateur.

Le schéma esthétique joue un rôle primordial dans l'approche psychologique du patient. La prise de clichés permettra au patient de s'exprimer sur les modifications visibles qu'il souhaite apporter à son sourire qui seront matérialisées numériquement grâce à divers logiciels 2D ou 3D.

Grâce à la visualisation numérique, le praticien recueillera les remarques du patient. Il pourra modifier la forme des dents, la teinte, y apporter des caractérisations (diastème par exemple). Cette visualisation permettra au patient de concrétiser son désir et ainsi permettre une meilleure intégration du projet. Le patient est actif dans son traitement et il sera alors possible d'établir une relation entre sa morphologie et sa personnalité.

II. Critères esthétiques

II.1 Notion d'ensemble

L'analyse du sourire se fait en présence du patient au fauteuil et ne doit pas se porter uniquement sur les organes dentaires ou les gencives. Le sourire, à proprement parler, constitue une partie d'un ensemble qu'est le visage. Le visage doit être analysé par rapport au cadre facial, au cadre labial et au cadre dentaire. Ces 3 cadres sont eux-mêmes représentés par différents référentiels horizontaux et verticaux. Certains de ces référentiels pourront être modifiables et influencer sur l'harmonie du visage. D'autres, au contraire, ne pourront pas être modifiés mais pourront servir de point de départ dans notre analyse du visage et ainsi diriger la conception d'un nouveau sourire pour notre patient. (9)

La face est constituée de 3 étages : supérieur (ou frontal), moyen (ou nasal) et inférieur (ou buccal). L'étage supérieur va de la ligne d'implantation des cheveux (ophrion) jusqu'à la glabella. L'étage moyen de la glabella au point sous nasal et l'étage inférieur du point sous nasal au bord inférieur du menton.

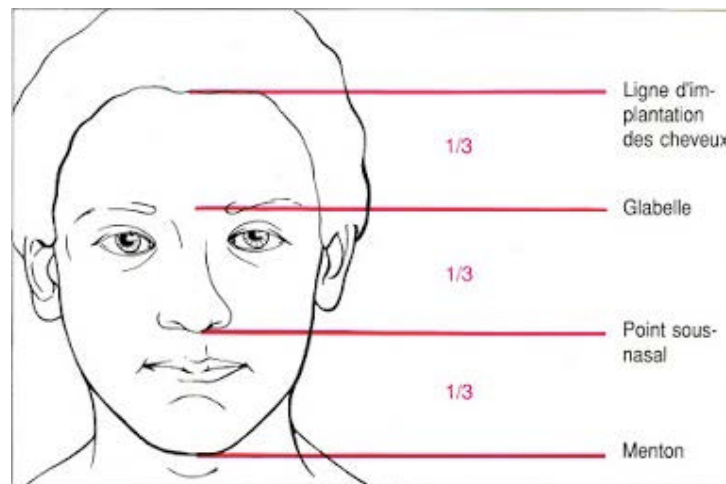


Figure 8 : Les étages de la face (10)

Ces étages sont sensiblement égaux afin d'obtenir une harmonie dans le visage. L'étage supérieur et l'étage moyen sont fixes, contrairement à l'étage inférieur qui lui peut être variable en fonction de différentes actions (mastication, phonation, respiration).

Pour définir la dimension verticale de l'étage inférieur, 2 mesures peuvent être étudiées : la dimension verticale de repos (DVR) et la dimension verticale d'occlusion (DVO).

La DVR est la position dite de « repos » qu'occupe la mandibule quand la tête est droite, que les muscles ne sont pas toniques et que les condyles ne subissent aucune contrainte dans les cavités glénoïdes. Dans cette position, il n'y pas de contact entre les dents mais les lèvres se touchent légèrement. Ces conditions gardent la mandibule suspendue à une distance inter-occlusale de 1 à 3mm, dite de repos.

La DVO est la distance entre le point sous nasal et le gnathion lorsque le patient est en position ou occlusion d'intercuspidation maximale (PIM ou OIM). De façon générale, on a $DVO = DVR - 2\text{mm}$. (11)(3)

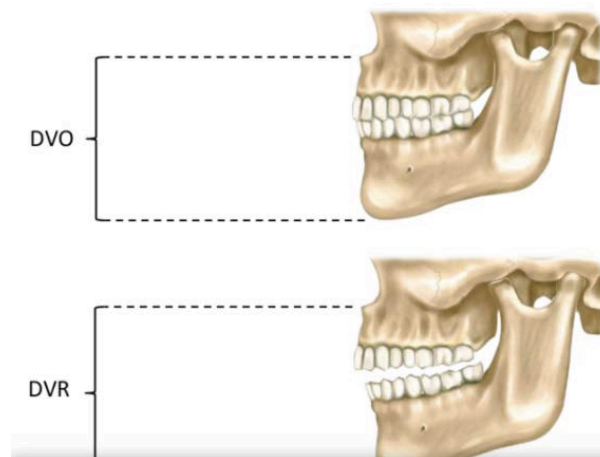


Figure 9 : DVO et DVR ([https://www.semanticscholar.org/paper/Perte-de-la-dimension-verticale-d'occlusion-\(DVO\)-%3A-Marsil/fc9c507aeaa3936b9d4186dc31acf270ba1c58d4](https://www.semanticscholar.org/paper/Perte-de-la-dimension-verticale-d'occlusion-(DVO)-%3A-Marsil/fc9c507aeaa3936b9d4186dc31acf270ba1c58d4))

II.2 Le cadre facial

La symétrie absolue (image en miroir) d'un visage n'existe pas dans la nature. Il est cependant possible de se servir de plans qui sont retrouvés dans l'ensemble de la population afin de définir une symétrie propre à chaque personne.

II.2.1 Le plan frontal

Dans le plan frontal, un visage doit être symétrique par rapport au plan sagittal médian qui passe par la glabella, le nasion, l'acanthion et le gnathion. Ce plan doit être perpendiculaire aux plans horizontaux. Parmi ces derniers, on retrouve de haut en bas : le plan bisourcilier, bipupillaire, le plan bicommissural, le plan esthétique frontal et le plan gingival.

Une légère déviation du plan sagittal médian n'aura pas de conséquence esthétique tant que le respect du parallélisme des plans horizontaux entre eux sera respecté par rapport à ce plan sagittal médian.

Parallèle au plan bisourcillier et perpendiculaire au plan sagittal médian, le plan bipupillaire est le plan de référence. Il permettra de souligner certaines asymétries musculaires, osseuses, dentaires ou gingivales. (9)(12)

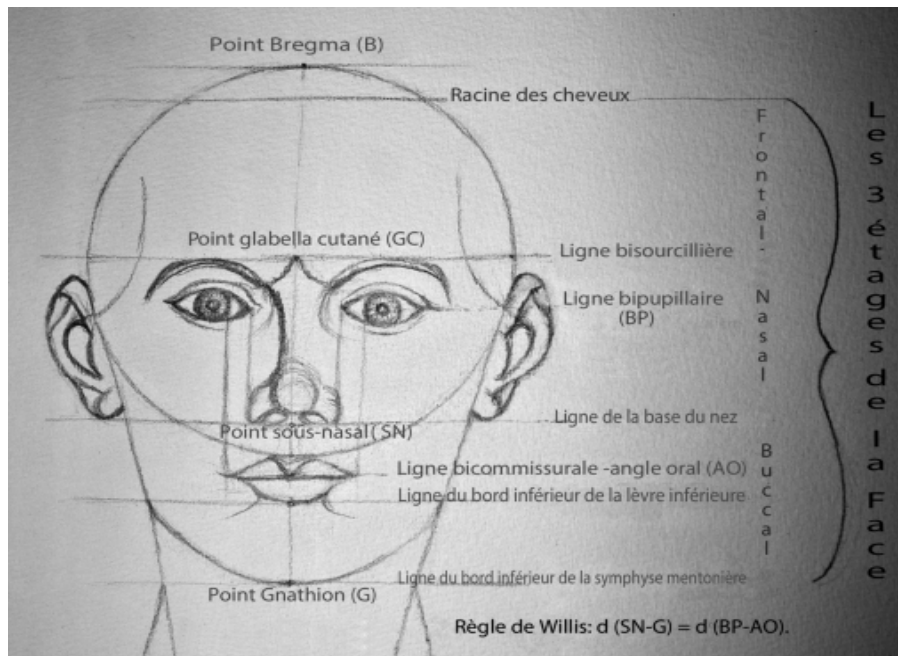


Figure 10 : Plan sagittal médian et plan horizontaux du visage (13)

II.2.2 Le plan sagittal

II.2.2.1 L'angle nasio-labial

L'angle nasio-labial est constitué par l'intersection de la tangente point sous-nasal/bord inférieur du nez et la tangente point sous nasal/point le plus antérieur de la lèvre supérieure.

Cet angle varie selon le sexe, il est de :

- 90-100° chez les hommes
- 100-120° chez les femmes



Figure 11: Angle nasio-labial moyen (3)

Cet angle est variable :

- S'il est plus aigu, la lèvre est protrusive, ce qui peut être lié à une proalvéolie, biproalvéolie ou à un prognathisme.
- S'il est plus obtus, la lèvre est rétrusive, ce qui peut alors être lié à une rétroalvéolie, birétroalvéolie, une endoalvéolie ou encore à une perte dentaire du secteur antérieur. (3,14)



Figure 12: Angle naso-labial aigu et obtus (3)

II.2.3. Plan esthétique de Ricketts

La ligne « E » de Ricketts permet d'analyser les rapports interlabiaux en fonction du nez, du menton et du cou. Ce plan fait appel à une notion d'environnement, ce qui rappelle un des principes fondamentaux de perception visuelle : « les objets que nous regardons sont visuellement indissociables de leur environnement ».

Ce plan passe par la pointe du nez et le pogonion. Cela permet donc de définir si le profil est normal, convexe ou concave.

Pour un profil normal, la distance entre le plan de Ricketts et la lèvre supérieure doit être de 4mm et de 2mm avec la lèvre inférieure.

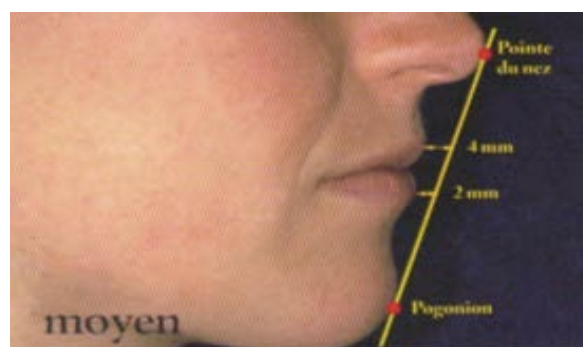


Figure 13 : Plan esthétique de Ricketts: type moyen (3)

Dans le cadre d'un profil convexe, les lèvres supérieure et inférieure se rapprocheront de la ligne « E » (inférieure à 4 et 2mm). Le nez semble plus court, les joues plus proéminentes. Les lèvres sont en protrusion, caractéristique d'une personne jeune.

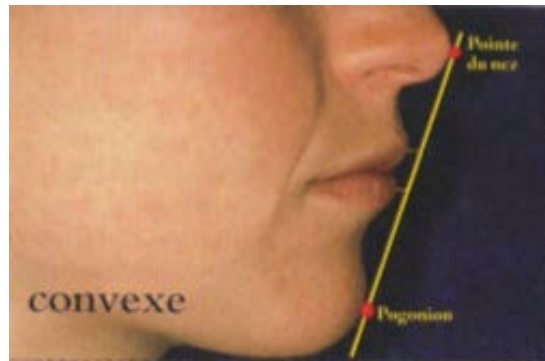


Figure 14: Plan esthétique de Ricketts: type convexe (3)

Dans un profil concave, la distance entre le plan de Ricketts et la lèvre supérieure est augmentée (supérieure à 4mm), la lèvre est rétrusive. La conséquence est un nez qui paraît allongé du fait de l'augmentation de l'angle nasio-labial, des joues en retrait et un visage vieillit.

Le recul de la lèvre supérieure vieillit le visage car on se retrouve dans la même configuration après la perte des dents antérieures qui ne soutiennent alors plus la lèvre.

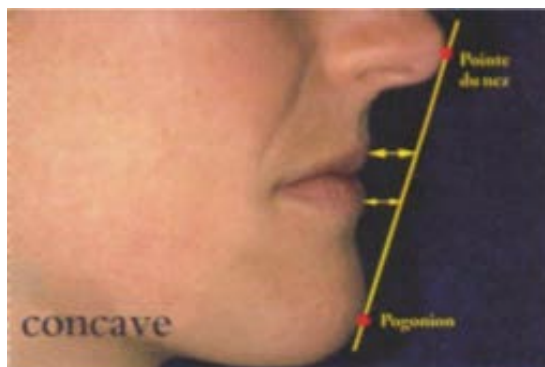


Figure 15: Plan esthétique de Ricketts: type concave (3)

Même s'il s'agit d'un critère déterminant dans l'analyse du cadre facial, il est à nuancer car il existe des variations selon le sexe, l'ethnie ou la culture. En plus des variations inter-individuelles, il existe des variations intra-individuelle, en effet, le nez et le menton sont aussi à analyser afin d'obtenir un diagnostic différentiel : un profil concave peut très bien avoir un soutien labial correct. (9)(14)(3)

II.3. Le cadre labial

Au niveau de l'étage inférieur, les lèvres en sont l'élément déterminant avec les gencives et les dents qui constituent un ensemble qu'est le sourire.

II.3.1. Rappel anatomique de l'étage inférieur

Les lèvres sont constituées d'une partie blanche et d'une partie rouge qui se rejoignent au niveau du vermillon. Les deux lèvres se recourbent vers l'arrière au niveau des commissures labiales.

La lèvre supérieure est encadrée de part et d'autre par les sillons naso-géniens (ou naso-labiaux) qui les séparent des joues. Ce sillon part des ailes du nez jusqu'aux coins externes des lèvres. Lorsqu'il est bien dessiné et gracieux, il permet de relever le sourire, mais s'il est trop prononcé, il vieillit l'expression du visage et amène même un sentiment de tristesse.

Le philtrum, situé au-dessus de la lèvre supérieure est une fossette dans le plan sagittal médian dessinée par 2 crêtes philtrales. Son étymologie vient du grec ancien φίλτρον / *phíltron* (« charme ») dérivé de φιλεῖν / *phileîn* (« aimer ; embrasser »). On peut alors imaginer son importance pour les grecs dans l'harmonie du sourire.

De manière générale, la lèvre inférieure est plus épaisse que la lèvre supérieure. Elle possède une dépression en son milieu dans laquelle vient se loger le tubercule central de la lèvre supérieure.

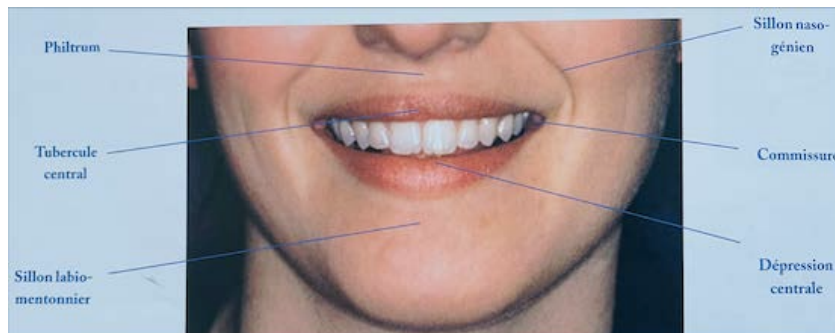


Figure 16: Rappels anatomiques (3)

Le vermillon dessine à la lèvre supérieure un « M » aplati. La partie centrale de ce « M » est aussi appelée « arc de Cupidon ». Au niveau de la lèvre inférieure, le vermillon prend la forme inverse, soit un « W » aplati. La partie blanche de la lèvre inférieure est ancrée au menton au niveau du sillon labio-mentonnier en forme de forme à cheval.

En position close, les lèvres forment un « M » parallèle au « M » de la lèvre supérieure mais plus étalé.

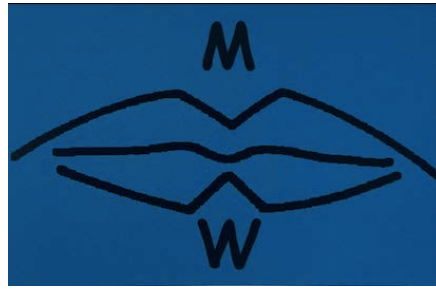


Figure 17 : Forme en "M" et "W" des lèvres

Au repos, on constate une exposition des dents maxillaires plus importante chez les sujets jeunes mais avec l'âge, les dents maxillaires sont peu à peu effacées au profil des dents mandibulaires. Le degré de visibilité des dents antérieures dépend aussi du sexe et de la longueur de la lèvre:

- chez les femmes, le degré de visibilité des dents antérieures maxillaires et mandibulaires est plus important que chez les hommes.
- Lorsque la lèvre supérieure est courte, la fente labiale au repos, et donc l'exposition des dents antérieures maxillaires, augmente et celle des dents mandibulaire diminue. Si elle est trop longue, les dents maxillaires sont moins visibles au profit des dents mandibulaires. (3,9)

II.3.2. Anatomie du sourire

Aboucaya a décrit 4 étapes lors différentes dans la formation du sourire, sollicitant consécutivement la contraction de différents muscles. (15)

Etape 1 : l'attitude ou la position de repos

Il s'agit de l'expression neutre de départ. On constate un écart entre elle qui varie de 1 à 5mm et qui est plus accentué chez les femmes que chez les hommes.



Figure 18 : Photo de PARIS et FAUCHER (3)

Etape 2 : le pré-sourire

Grâce à l'action du buccinateur, on peut constater un écartement des commissures avec un léger élargissement de la fente labiale et l'apparition du sillon naso-génien.



Figure 19 : Photo de PARIS et FAUCHER (3)

Etape 3 : le sourire dento-labial ou sourire posé

A cet étape, c'est au tour du risorius et au grand zygomatique d'entrer en action ce qui aura pour conséquence de tirer les commissures vers le haut et à l'extérieur tout au long du mécanisme du sourire. La fente labiale s'entrouvre de plus en plus et laisse apparaître les dents par action du muscle releveur de la lèvre supérieure. Le sillon naso-génien est alors divisé en une partie transversale à partir du nez, et une partie verticale entre la lèvre supérieure, la joue et se termine en encadrant la commissure. Le sillon naso-labial souligne et renforce l'expression des commissures sur le plan visuel.



Figure 20 : Photo de PARIS et FAUCHER (3)

Etape 4 : le pré-rire ou sourire spontané

Il préfigure le rire, avec une participation plus importante des muscles peauciers, en particulier l'orbiculaire des paupières.



Figure 21 : Photo de PARIS et FAUCHER (3)

II.3.3. Le corridor buccal ou espace négatif

Les corridors buccaux sont des espaces négatifs entre les faces vestibulaires des dents postérieures et les commissures labiales pendant le sourire. Leur importance dépendra de la tonicité musculaire, de l'arcade maxillaire et de la largeur du sourire. Il est présent lorsque les courbes de la lèvre supérieure et de l'arcade maxillaires sont différentes et tangentes au niveau des incisives centrales. Cet espace crée une ligne de fuite, une diminution de la luminosité des dents mais il apporte de la profondeur au sourire. On obtient ainsi un contraste entre le rouge des lèvres, le blanc des dents et le noir des corridors buccaux.

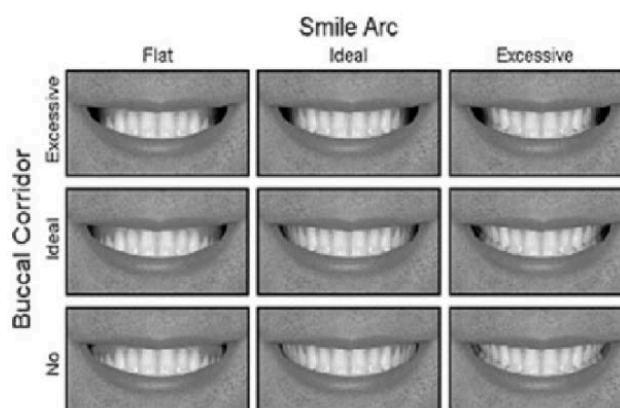


Figure 22 : Variations du sourire en fonction du corridor buccal et de la ligne du sourire (16)

Lors de reconstitutions complètes ou de reconstitutions fixes au niveau des prémolaires, on constate une perte de cet espace négatif, du fait d'une vestibulo-version trop importante des prémolaires. Ce sont elles qui jouent un rôle primordial dans l'existence ou non de cet effet de profondeur du sourire. Ainsi, cette vestibulo-version des secteurs postérieurs maxillaires donne l'impression d'un sourire rempli, artificiel. (3,9,17)

II.3.4. La ligne du sourire

Le sourire est une résultante étroite entre les tissus durs (les dents et les gencives) et les tissus mous (les lèvres) correspondant à la ligne du sourire. Autrefois, seule la composante dentaire était associée à l'esthétique du sourire. Cependant certains auteurs ont permis de démontrer que le parodonte et l'esthétique dentaire agissait de façon symbiotique dans l'harmonie du sourire. (3,9,18,19). La ligne du sourire est définie comme le tracé d'une ligne imaginaire qui suit le bord inférieur de la lèvre supérieure étirée par le sourire.

P. Magne a ainsi réalisé une « check-list » composée de 14 critères fondamentaux proposés par Belser (REF) en 1982 et les ordonne par ordre d'influence sur les résultats esthétiques :

1. La santé gingivale	Gencive libre mate et gencive attachée texturée avec un aspect en « peau d'orange ».
2. La fermeture de l'embrasure gingivale	Présence de papille interdentaire.
3. Les axes dentaires	Inclinés de distal à mésial dans le sens apico-incisal, accentuée des incisives centrales aux canines.
4. Le zénith du contour gingival	Distalé par rapport au milieu de la dent.
5. L'équilibre des festons gingivaux	Symétrie des festons gingivaux des incisives centrales. Ceux des canines sont plus apicaux que ceux des incisives centrales.
6. Le niveau des contacts interdentaires	Le point de contact mésial est plus coronaire que le point de contact distal de l'incisive centrale jusqu'à la deuxième prémolaire.
7. Les dimensions relatives des dents	Rapport largeur/longueur idéal et variable d'une dent ; par exemple entre 75 et 80% pour une incisive centrale.
8. Les éléments de base de la forme dentaire	Relative à chaque patient.
9. La caractérisation de la dent	Colorations intenses (tâches, fissures...) et les détails morphologiques (marco et microgéographie de surface, attrition...).
10. Les états de surfaces	Qui influencent les effets optiques (réflexion, absorption, transmission). Ces effets diminuent avec le temps et les dents deviennent plus « sombres ».
11. La couleur	Une petite erreur de couleur peut passer inaperçue si la forme et la luminosité sont respectées.
12. La configuration des bords incisifs	Les bords libres des incisives s'usent avec le temps, au contraire, des bords incisifs jeunes présentent une ligne convexe dite positive.
13. La ligne de la lèvre inférieure	Des contacts proximaux et des bords libres bien agencés forment avec la lèvre inférieure des lignes parallèles, donnant une situation harmonieuse.
14. La symétrie du sourire	Subjectif en fonction du patient, la forme du visage, l'âge et le caractère.

Dans cette « check-list », on peut s'apercevoir que :

1. Les critères 1 à 5 sont responsables de l'harmonie de la composition gingivale
2. Les critères 6 à 12 sont relatifs à l'harmonie de la composition dentaire
3. Les critères de 13 à 14 caractérisent l'harmonie du sourire. (3,9,18,19)

Selon l'âge, le sexe, la longueur de la lèvre supérieure et le positionnement du plan esthétique, la surface dentaire dévoilée lors du sourire est variable.

On distingue alors 3 lignes du sourire. Une ligne de sourire basse, moyenne et haute (ou « sourire gingival »)

II.3.4.1. La ligne du sourire basse

Exposition des incisives maxillaires : moins de 75%

Incidence dans la population : 20%

Etiologie : lèvre supérieure longue, hypotrophie maxillaire verticale, faible tonicité de la lèvre supérieure, usure dentaire, âge.



Figure 23 : Ligne du sourire basse (20)

II.3.4.2. La ligne du sourire moyenne

Exposition des incisives maxillaires : 75 à 100%

Incidence dans la population : 70%

Elle correspond à la position idéale des dents par rapport aux lèvres et inversement.

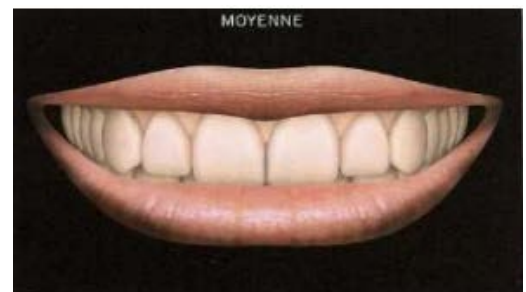


Figure 24 : Ligne du sourire moyenne (20)

II.3.4.3. La ligne du sourire haute

Exposition des incisives maxillaires : exposition du bandeau gingival en plus des incisives

Incidence dans la population : 10%

Etiologie : lèvre supérieure courte, hypertrophie maxillaire verticale, couronnes cliniques courtes, élévation labiale supérieure exagérée.



Figure 25 : Ligne du sourire haute (20)

Les lignes du sourire, basse et haute, ne doivent pas être caractérisées comme étant disgracieuses si les critères d'harmonie des lèvres, des gencives et des dents sont respectés entre eux. (3,9,21)

II.3.5. Le plan frontal esthétique

Le plan frontal esthétique ou ligne esthétique ou courbe incisive correspond à une ligne passant par les bords libres des incisives, les pointes canines ainsi que par les pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires et des molaires. Généralement, il se situe entre 2 et 5mm en dessous de la lèvre supérieure et rencontre les commissures labiales au niveau des prémolaires. Selon « l'ouverture » du sourire, ce plan frontal s'arrêtera à la première ou seconde prémolaire ou encore à la première molaire. L'attrition des dents antérieures conduira à un aspect vieilli et monotone de la courbe. (3,9,21)

On relève 5 plans esthétiques.

II.3.5.1. Le plan esthétique idéal

Le plan esthétique idéal présente une courbure convexe. Les incisives centrales ainsi que les pointes canines sont en contact avec le bord supérieur de la lèvre inférieure.



Figure 26 : Plan esthétique idéal

II.3.5.2. Le plan esthétique bas

Si il est situé trop bas au niveau de l'espace interlabial, il engendre un sourire artificiel ou un sourire gingival. Dans ce cas là, soit les dents sont trop longues, soit elles sont de longueurs normales mais il y a présence d'un défaut osseux.

Dans le dernier cas, il faudra faire le diagnostic différentiel afin de déterminer si il faudra réaliser un traitement orthognatique ou uniquement orthodontique par ingression dans le cadre d'une supraclusion antérieure. La courbure est convexe avec un recouvrement des dents maxillaires par la lèvre inférieure.



Figure 27 : Plan esthétique bas

II.3.5.3. Le plan esthétique haut

Il est en position trop haute. Il est caractéristique d'un âge avancé de part le recouvrement des dents par les tissus. On constate un manque de générosité et un vieillissement du sourire. La courbure est convexe mais les dents maxillaires ne sont pas en contact avec la lèvre inférieure.



Figure 28 : Plan esthétique haut

II.3.5.4. Le plan esthétique oblique

Ce plan doit impérativement être parallèle au plan bipupillaire et aux autres plans horizontaux du visage pour ne pas créer de stress visuel qui augmenterait l'obliquité.



Figure 29 : Plan esthétique oblique (22)

II.3.5.5. Le plan esthétique inversé

Dans ce plan esthétique, la courbe n'est pas à convexité inférieure mais à convexité supérieure au niveau des incisives. Les secteurs prémolaires sont donc plus bas que le secteur antérieur.



Figure 30 : Plan esthétique inversé

Le Dr R.E. Lombardi a défini en 1973 que lorsqu'on regarde le sourire d'une personne, nous ne retenons qu'une vision d'ensemble de ses dents si nous n'avons pas d'intérêt à les connaître. C'est ce qu'il a appelé « l'arc dentaire antérieur ». Cet « arc dentaire antérieur » est régi par 2 lignes, l'une gingivale et l'autre incisale. Ces 2 lignes ont un fort pouvoir expressif. Il a constaté que la ligne incisale doit être convexe et suivre la lèvre inférieure et que la ligne gingivale ne peut supporter que très peu d'asymétrie par rapport au plan sagittal médian. Cet « arc dentaire antérieur » est donc à la fois défini par la ligne du sourire mais aussi par le plan esthétique. (23)

II.3.6. Facteur sexe et âge

On constate chez les femmes une visibilité dentaire supérieure que chez l'homme. Cela s'explique par une différence de texture de peau, une musculature plus élastique et par une prévalence d'un excès de développement maxillaire. On remarque aussi que le sourire gingival est 2 fois plus présent chez la femme et que la ligne du sourire basse est, quant à elle, 2,5 fois plus présente chez l'homme. La visibilité des dents maxillaires lors du sourire diminue avec le l'âge. Ceci s'explique par un affaissement des tissus directement lié à la ptose cutanée (vieillissement des fibres de collagènes et des fibres élastiques). On a alors une diminution de l'épaisseur des lèvres avec le temps. Ce recouvrement sera d'autant plus accentué si le patient a perdu des dents dans les secteurs postérieurs mandibulaires avec perte de la DVO et un enfoncement de la zone labiale vers l'arrière. (3)(24)



Figure 31: Sourire à environ 30, 50 et 70 ans (3)

II.3.7. Hauteur de la lèvre supérieure

La hauteur de la lèvre supérieure se mesure du point sous-nasal et le rebord inférieur de la lèvre supérieure et se situe entre 19 et 25mm selon certains auteurs. La hauteur de la lèvre inférieure se mesure du gnathion au bord supérieur de la lèvre inférieure et se mesure entre 38 et 45mm. On définit un ration lèvre supérieure/lèvre inférieure de $\frac{1}{2}$. (3)

II.4. Le cadre dentaire

Après avoir décrit le cadre facial et le cadre labial, il faut s'intéresser au cadre dentaire. Bien que plus restreint, il répond à des règles esthétiques indéniables dans l'harmonie du visage et du sourire.

II.4.1. Positionnement des dents dans le plan sagittal

II.4.1.1. Le milieu inter-incisif

Le milieu inter-incisif correspond à une ligne verticale qui sépare les deux incisives centrales maxillaires. De manière idéale, le milieu inter-incisif doit coïncider avec le plan sagittal médian.

D'un point de vue visuel, le milieu inter-incisif a plus d'importance par rapport à sa verticalité que sa coïncidence avec le plan sagittal médian. En d'autres termes, si sa verticalité présente une déviation ou une obliquité trop importante, ceci impactera plus facilement sur le rendu visuel par rapport aux autres lignes verticales du visage. Alors que si ce même milieu inter-incisif est décalé (tout en étant inférieur à 4mm) par rapport au plan au plan sagittal médian tout en étant parallèle à ce dernier et perpendiculaire au plan incisif et occlusal, l'harmonie du sourire sera respectée.



Figure 32 : Exemple d'asymétrie entre le plan sagittal médian (ligne rouge) et le milieu inter-incisif (pointillés bleus). La ligne inter-incisive n'est pas parallèle au plan sagittal médian mais l'inclinaison y est déviée impactant d'autant plus sur l'asymétrie et l'esthétisme du sourire

<https://www.orthodontisteonline.com/les-lignes-medianes/>

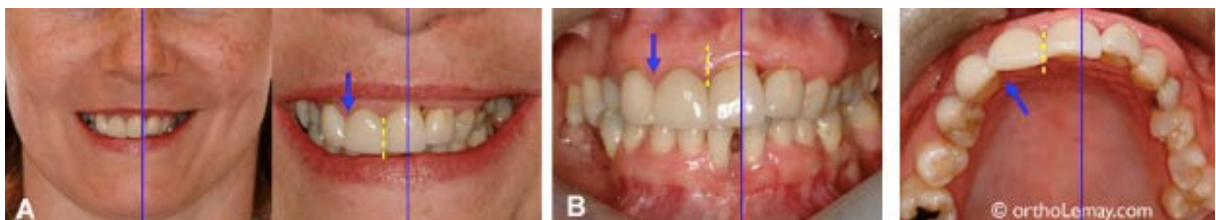


Figure 33 : Cas où le milieu inter incisif (pointillés jaunes) est décalé de plus de 4mm par rapport au plan sagittal médian (ligne bleue) présentant alors un sourire jugé inesthétique

<https://www.orthodontisteonline.com/les-lignes-medianes/>

Il est important de faire la différence entre la symétrie horizontale et la symétrie radiante. La symétrie horizontale correspond à une image identique mais inversée, soit une symétrie miroir. La symétrie radiante correspond à une symétrie par rapport à un point précis ou central. Dans le cadre dentaire, il s'agira essentiellement des contacts inter-proximaux. Ces deux symétries se retrouvent dans l'harmonisation du sourire en prenant en compte la hauteur, la position et le contour des limites cervicales et gingivales.

Si le milieu inter-incisif est correctement placé et qu'il est associé à un long contact inter-proximal avec les deux incisives centrales, alors on retrouvera une stabilité et une cohésion dans le sourire. (3,25)

II.4.2. Positionnement des dents dans le plan horizontal

II.4.2.1. Position antéro-postérieure des dents

La position de la lèvre supérieure est directement influencée par la position antéro-postérieure des dents maxillaires antérieures. Sur le plan dentaire, une projection des dents antérieures d'origine parodontale, des restaurations prothétiques aux contours exagérés ou encore une protrusion entraîneront une projection antérieure excessive de la lèvre supérieure.

Au contraire, une rétrusion ou une rétroalvéolie entraîneront un soutien insuffisant de la lèvre supérieure. Ceci donne l'impression d'un patient édenté, avec une diminution du vermillon, une augmentation du sillon naso-labial, une diminution de l'avancée du philtrum. (3)(12)

II.4.2.2. Phonèmes

La bonne relation entre les dents, les lèvres et la langue peut être déterminée par la prononciation de phonème, permettant ainsi d'évaluer la bonne longueur des dents et leur bonne position antéro-postérieure.

Le phonème « M » permet d'évaluer la longueur des incisives maxillaires. Lors de sa prononciation, la mandibule est en position de repos. Il peut alors être convenu d'augmenter ou de diminuer leur longueur en respectant les critères âge et sexe. La dimension verticale d'occlusion (DVO) peut aussi être déterminée à l'aide de ce phonème par la position de repos de la mandibule lors de sa prononciation et par la présence de l'espace libre d'inocclusion de 2 à 4mm.

La longueur des incisives peut aussi être évaluée avec le phonème « E ». Sa prononciation entraîne un espace entre les lèvres exposant la surface des dents des incisives. Comme pour le phonème « M », il conviendra de se baser sur l'âge et le sexe du patient.

Pour déterminer la position antéro-postérieure et la longueur des incisives supérieures, les phonèmes « F » et « V » sont utilisés. De manière conventionnelle, lors de la prononciation de ces phonèmes, les bords libres des incisives supérieures ne sont en contact qu'avec la partie muqueuse de la lèvre inférieure et non pas avec la partie cutanée. Un contact avec la partie cutanée de la lèvre inférieure entraînera un trajet de fermeture incompatible avec la lèvre inférieure et traduira une position trop vestibulée des incisives supérieures maxillaires.

Le phonème « S » permet d'évaluer la position des dents antérieures mandibulaire par rapport aux dents antérieures maxillaires ainsi que la DVO. Lors de la prononciation, les bords libres des incisives supérieures et inférieures doivent être alignés. (20)(3)

Phonème « M »	- Longueur des incisives - DVO
Phonème « E »	- Longueur des incisives
Phonème « F » et « V »	- Longueur des incisives - Position antéro-postérieure
Phonème « S »	- Relation et position des dents antérieures maxillaires et mandibulaires - DVO

II.4.3. Composition dentaire

II.4.3.1. Dimensions des dents antérieures

De nombreux auteurs ont décrit les dimensions idéales des dents antérieures afin de parvenir à une harmonie entre le sourire et les structures environnantes. L'incisive centrale joue un rôle central dans l'expression du sourire, elle doit dominer la composition dentaire. Selon Pascal Magne, sa longueur doit être très légèrement supérieure à 11mm (26).

Selon les travaux de Schillingburg, sa longueur est de 10,4mm. (3)

	Largeur	Longueur
Incisives centrales	8,5mm	10,4mm
Incisives latérales	7,0mm	9,9mm
Canines	7,4mm	10,4mm

Selon de nombreux auteurs, les proportions idéales des incisives centrales, à savoir le rapport largeur/Longueur, doivent se situer entre 75 et 80%. Si le ratio est inférieur, la dent semblera trop étroite. Au contraire, si le ratio est supérieur, la dent semblera trop large. La longueur de l'incisive latérale doit être d'1,5mm en dessous de celle de l'incisive centrale et la canine doit avoir une longueur quasi similaire à celle de l'incisive centrale. (3,27)

II.4.3.2. Couleur des dents antérieures

La **couleur** présente 3 dimensions classiques :

- la luminosité : quantité de lumière réfléchiée par un objet.

Un objet noir présentera une luminosité nulle du fait qu'il ne réfléchit aucune lumière. Contrairement à un objet blanc qui la réfléchit dans sa totalité.

- la teinte : dépendante de la longueur d'onde de la lumière réfléchiée par un objet.

La teinte correspond aux différentes couleurs présentes dans la nature (bleue, rouge, verte, jaune etc.). Dans notre domaine les teintes sont comprises entre le jaune et le jaune-orangé qui est déterminé par la dentine.

- la saturation : quantité de pigment contenue dans un objet. La saturation d'une dent dépend essentiellement de la dentine dont sa visibilité est directement liée à la translucidité et l'épaisseur de l'émail.

La couleur finale dépend de la couleur des structures anatomiques environnantes (gencive, lèvres), de l'épaisseur de la lèvre supérieure qui peuvent créer de l'ombre mais aussi de l'éclairage environnant.

L'opalescence est une caractéristique de l'émail liée à sa structure minérale haute qui produit un reflet caractéristique gris-bleue, notamment dans la partie incisale où les indices de réfractions varient selon la composition organique ou inorganique. Lors de restaurations du bord libre de l'incisive supérieure, il faudra reconstruire cette zone pour donner un aspect naturel.

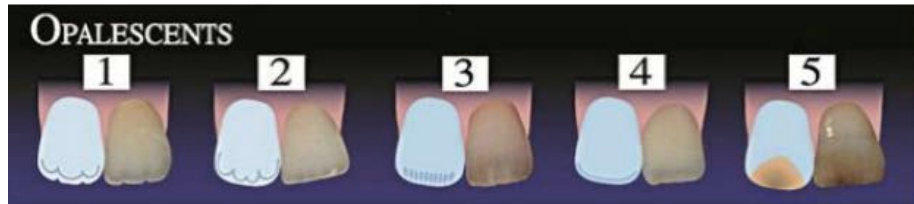


Figure 34: Classification des opalescents selon L. Vanini

Type I : Le halo translucide souligne le bord incisif du corps dentinaire trilobé.

Type II : Même caractéristiques avec un mamelon central dédoublé.

Type III : Les zones translucides et dentinaires verticales par leur alternance donne un aspect en dents de peigne.

Type IV : Une simple bande translucide régulière sépare le corps dentinaire du bord incisif.

Type V : Un halo ambré s'étendant du bord incisif vers le tiers moyen.

Les intensifs correspondent aux taches que peuvent présenter certaines dents, comme dans le cas de chocs traumatiques durant l'enfance, des « Molaire Incisive Hypominéralisation » (MIH), des leucomes pré-carieux ou encore des fluoroses plus ou moins sévères.

Ces intensifs sont classifiés en fonction de leur répartition sur la face vestibulaire et de leur quantité.

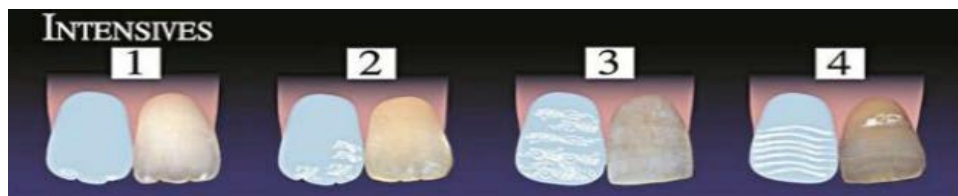


Figure 35: Classification des intensifs selon L. Vanini

Type I : Tache définie et localisée

Type II : Tache diffuse localisée/Petits nuages à différents niveaux

Type III : Tache diffuse généralisée/Flocons de neige distribués uniformément

Type IV : Tache en bandes horizontales

Enfin, L. Vanini a classifié **les caractérisations** qui sont les éléments colorés localisés qu'il est possible de rencontrer sur une dent.



Figure 36: Classification des caractérisations selon L. Vanini

Type I : Bord libre de type mamelons associés à une zone de blanc interne qui rehausse la luminosité de la dent.

Type II : Bande blanche interne qui rehausse la luminosité de la dent et qui est horizontale sur la face vestibulaire et verticale dans les faces proximales.

Type III : Le bord libre présente une bande blanche marquée.

Type IV : Taches ambrées ou marron au bord libre.

Type V : Fêlures et fentes brunes et blanches dans la profondeur de l'émail.

La **fluorescence** est une caractéristique propre à la dentine du fait de sa constitution protéique haute, contrairement à l'émail qui présente une constitution protéique basse mais une constitution minérale haute. La fluorescence est très importante car elle permet d'éviter le phénomène de métamérisme qui correspond aux variations de couleurs que subit un objet en fonction de différentes sources lumineuses. Cette fluorescence va nous permettre de déterminer si notre restauration esthétique est bonne. L'éclairage de notre fauteuil est influencé par la décoration environnante, la disposition des fenêtres ; la couleur d'une restauration pourra sembler correcte au fauteuil, mais incorrecte lorsque le patient se relèvera.

La couleur évolue en fonction de l'âge, et ce principalement à cause des effets optiques de l'émail et de la dentine. L'épaisseur de l'émail diminue avec le temps, sa translucidité augmente ce qui a pour conséquence de diminuer sa luminosité et sa réflectivité. (3)(13)(14)(15)

Caractéristiques	Email jeune	Email vieux
Densité	Haute	Basse
Translucidité	Basse	Haute
Luminosité	Haute	Basse
Réflexion	Haute	Basse

II.5. Composition gingivale

« L'esthétique dentaire et l'esthétique gingivale agissent ensemble pour donner au sourire son harmonie et son sourire » Pascal Magne.

L'objectif de la dentisterie esthétique est de créer un bon agencement entre les dents, la gencive, les lèvres et le visage du patient. Pour arriver à une harmonie dento-gingivale, plusieurs critères doivent être pris en compte.

II.5.1. La ligne du sourire

La ligne du sourire peut-être de 3 types. C'est lorsqu'on se retrouve avec une ligne du sourire moyenne ou haute (sourire gingival), que la gencive est visible lors du sourire, ce qui correspond donc à une incidence de 80% (70% pour la ligne du sourire moyenne et 10% pour la ligne du sourire haute).

Un échec d'intégration esthétique sera constaté dans ces 80% si on remarque lors du sourire, un mauvais état parodontal, des récessions, un mauvais alignement des collets, des colorations radiculaires, des couronnes iatrogènes etc.

Il est primordial d'évaluer au préalable cette ligne du sourire, car dans certains cas, la gencive sera directement exposée lors du sourire et aura tout autant d'importance que les dents. (3,31)

II.5.2. Les festons et zéniths gingivaux

La ligne des collets peut être décrite comme l'alignement des festons gingivaux des dents maxillaires antérieures sur le plan horizontal. Cette ligne doit suivre le bord inférieur de la lèvre supérieure.

La ligne des collets doit être parfaitement symétrique au niveau des 2 incisives centrales, qui sont les dents prédominantes du sourire mais peuvent présenter un certain degré d'asymétrie.

Les collets des incisives latérales sont généralement situés 1mm plus coronairement que les centrales, et celui canines au même niveau que celui des centrales. Enfin, pour les prémolaires et les molaires, la ligne des collets est plus coronaire que celle des canines. (3)

Sur le plan vertical, on retrouve au niveau des incisives un profil en « aile de mouette » d'Abrams qui représente le profil d'émergence de la dent. Le galbe vertical doit respecter le principe selon lequel :

- aux gencives épaisses correspondent des profils dentaires axiaux bombés
- et aux gencives fines, correspondent des profils axiaux plats.

Les zéniths gingivaux correspondent au point le plus apical du feston gingival. Ils se situent légèrement en distal par rapport à l'axe de la dent au niveau des incisives et des canines et particulièrement au niveau des incisives centrales. (20)(32)

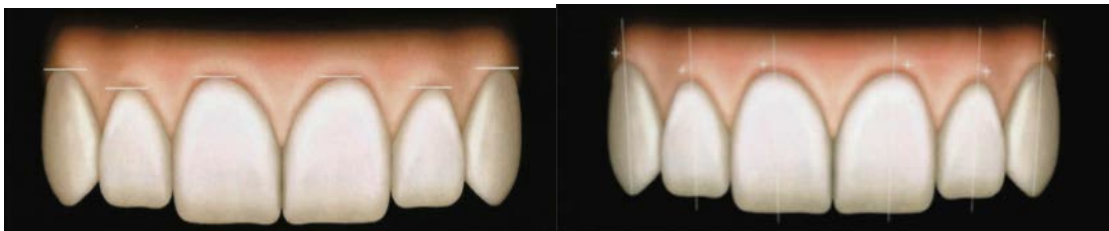


Figure 37: Festons et zéniths gingivaux (20)

II.5.3. Les papilles inter-dentaires

La papille inter-dentaire est située sous le point de contact qui se trouve de manière générale au niveau du tiers occlusal dans le plan vertical et au tiers vestibulaire dans le plan horizontal. Elle est constituée d'une papille vestibulaire et d'une papille palatine ou linguale et existe de part la présence d'un septum osseux proximal. Une distance idéale de 5mm entre le point de contact et le sommet du septum doit être retrouvée. (33)

La perte de cette papille est souvent la conséquence d'une parodontite et entraîne l'apparition de trous noirs qui vont entraver à l'esthétique et l'harmonie dento-gingivale (3,31).

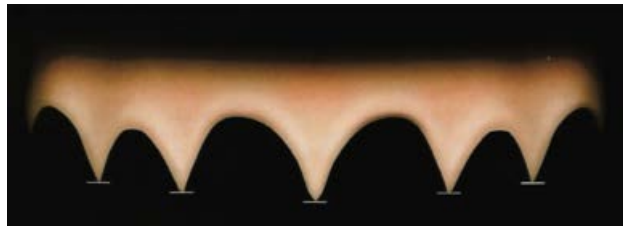


Figure 38: Papilles inter-dentaires (20)

II.5.4. La convexité alvéolaire

La conséquence de la perte d'une dent est la résorption de l'os alvéolaire verticalement et dans le sens vestibulo-palatin (ou lingual). La perte de cet os entraînera des complications dans les thérapeutiques prothétiques et implantaires.

II.5.5. Critères de bonne santé gingivale

La texture : la gencive attachée saine est en aspect de peau d'orange et de texture lisse. Le rebord gingival doit être bien appliqué sur la dent. Cette texture varie avec l'âge.

La couleur : elle est de couleur rose. La gencive attachée est plus rouge que la gencive libre qui est moins vascularisée et comportant moins de tissus conjonctif et moins de fibres de collagène.

Le contour : il varie en fonction de la forme et de l'alignement des dents.

La consistance : elle doit être ferme, tant sur la gencive attachée que sur la gencive libre. (3,31,34)

II.5.6. Grille de Fürhauser : « Pink Esthetic Score »

Le « Pink Esthetic Score » ou PES a été établi par Fürhauser en 2005 et il permet une évaluation objective du résultat esthétique sur le plan gingival.

Il est composé de 7 paramètres à 3 variables : 0, 1 et 2. La note maximale est donc 14.

Ces critères sont (dans l'ordre du schéma suivant) :

1. La présence d'une papille mésiale
2. La présence d'une papille distale
3. L'alignement des collets
4. Le contour gingival
5. La convexité alvéolaire
6. La couleur gingivale
7. La texture

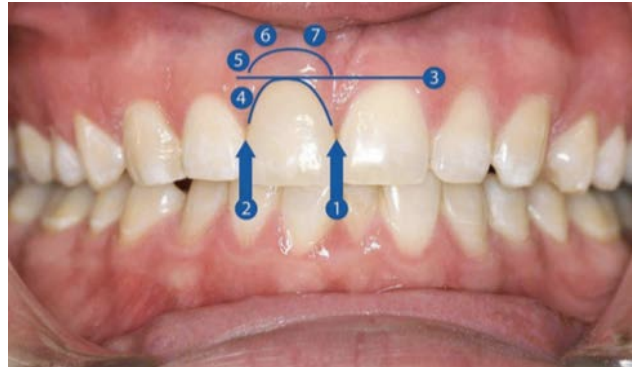


Figure 39 : "Pink Esthetic Score" de Fürhauser

Ce PES peut-être combiné avec le « White Esthetic Score » ou WES, établi par Belser (3,31,34). Cet indice tient compte des caractéristiques de la couronne. Comme pour le « PES », il est composé de 5 caractéristiques, chacune pouvant posséder 3 variables : 0, 1 et 2 pour un total de 10 points au total :

1. Le volume coronaire
2. La forme
3. La couleur
4. L'état de surface
5. La translucidité

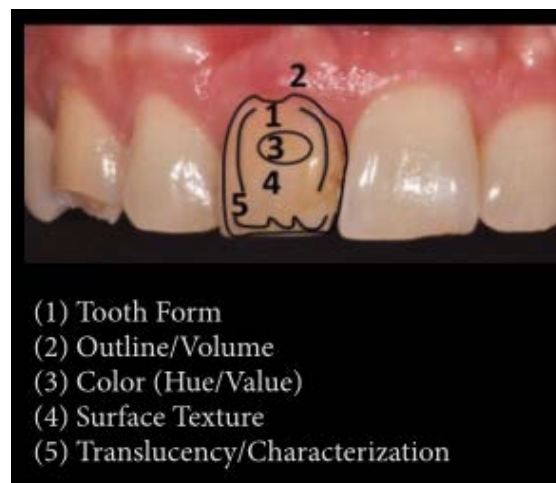


Figure 40 : "White Esthetic Score" de Belser

III. Techniques de prévisualisation

III.1. La chaîne numérique ou « Digital Work Flow »

La chaîne numérique en dentisterie est constituée de 3 étapes successives (35) :

- l'acquisition : il s'agit d'un recueil de données sur l'ensemble de la cavité buccale du patient. Elle passe par la réalisation d'empreintes (empreintes extra ou intra-orales), de panoramique, de CBCT, d'IRM, etc. Ces données vont être converties numériquement.
- le traitement des données par Conception Assistée par Ordinateur (CAO) : l'objectif va être de confectionner numériquement une prothèse et qu'elle soit à la fois fonctionnelle et esthétique.
- la Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) : elle se fera à l'aide de machine à commande numérique soit par méthode additive (impression 3D) ou soustractive (usinage).



Figure 41 : Digital Work Flow (36)

III.2. La photographie numérique

III.2.1. Définition : la macrophotographie

La photographie a une place essentielle dans la conception, la réalisation et le suivi des traitements esthétiques.

« La macrophotographie est une photographie sans grossissement d'un sujet ou d'un objet de petite taille, reproduite ensuite dans des dimensions plus grandes que l'original, ce qui permet d'étudier des détails invisibles à l'œil nu ».

La macrophotographie présente plusieurs intérêts : (37) (38) (3) (39)

- elle sert d'outil de diagnostic, en complément de l'étude clinique, radiologique et de la réalisation des modèles d'étude,
- une meilleure communication du praticien avec le patient, le laboratoire de prothèse et les confrères et spécialistes,
- une comparaison objective entre la situation initiale et la situation finale.

III.2.2. Outil de diagnostic

La photographie doit être considérée comme un outil de diagnostic, au même titre que l'étude clinique, les radiographies (rétro-alvéolaire, panoramique, CBCT) et les modèles d'étude. Lors du rendez-vous au cabinet avec le patient, une contrainte de temps peut amener à l'oubli de certains éléments essentiels à la bonne réalisation du projet prothétique qui pourront être repérés et analysés ultérieurement par la photographie.

III.2.3. Outil de communication

L'importance première de la photographie est de faire prendre conscience au patient de l'état initial de sa cavité buccale, des efforts qu'il doit faire pour retrouver une bonne hygiène bucco-dentaire et constitue un support pour une meilleure compréhension et acceptation des différents plans de traitements envisageables. En disposant d'une bibliothèque d'images cliniques de cas effectués auparavant, le patient pourra avoir une idée plus précise des options thérapeutiques réalisables et des compétences de son chirurgien-dentiste. Cela permettra d'obtenir son adhésion au plan de traitement ainsi que son consentement éclairé.

La photographie permet de transférer un maximum d'informations au prothésiste, ce qui lui permettra d'intégrer plus facilement la restauration prothétique en bouche. Il sera plus aisé pour lui de réaliser une couronne qui s'intégrera de manière biologique et esthétique et au plus proche des attentes du patient. La photographie permet de mieux apprécier la translucidité du bord libre par exemple, la différence de teinte entre le bord libre et le collet ou encore d'adapter l'intégration de la prothèse aux tissus mous, aux dents voisines ainsi qu'aux lèvres et au visage. Lors de l'essayage, si l'attente esthétique est insuffisante, des modifications pourront être apportées en signalant les défauts ou par la présence directe du prothésiste au fauteuil.

La photographie joue également un rôle dans la communication d'éléments en ce qui concerne les diagnostics et examens de pathologie orale avec les confrères et spécialistes (orthodontistes, ORL, chirurgiens oraux, stomatologues, etc.). La photodocumentation permet de fournir des informations pour faire état de la lésion et établir un diagnostic précis.

Un ensemble d'informations devra être associé aux clichés tels que le questionnaire médical du patient, la localisation de la lésion accompagnée d'une description précise de cette dernière et les symptômes associés. Ces données permettront au spécialiste de réaliser un pré-examen et de programmer un rendez-vous le plus rapidement possible si nécessaire.

Grâce aux clichés, l'orthodontiste peut, par exemple, mieux analyser les profils faciaux, les dysharmonies dento-dentaires, dento-maxillaires ou encore les différentes anomalies du sens sagittal, vertical et longitudinal.(3) (38) (37) (39)

III.2.4. Suivi

L'intérêt du suivi se retrouve dans différents domaines. En comparant les clichés photographiques pré et post-opératoires, on peut s'assurer de la bonne cicatrisation des tissus mous et durs suite à une chirurgie (orale ou implantaire), un traitement parodontal ou prothétique, ou encore dans le cadre de greffes gingivales et/ou osseuse. En cas d'anomalie de cicatrisation, une intervention pourra être envisagée dans le but d'une prise en charge rapide. Dans le cas de lésions buccales constatées, l'évolution de la pathologie pourra être observée par confrontation des différents clichés réalisés à intervalles réguliers. L'évolution des traitements orthodontiques pourra être évaluée de la même manière, et en cas de déplacements anormaux, l'orthodontiste sera toujours à même de corriger son plan de traitement.

Par ailleurs, la photographie permettra aussi de voir si les conseils d'hygiène bucco-dentaires auront été compris et bien effectués par le patient.

III.2.5. Protocole photographique

Dans le cas d'une réhabilitation esthétique dentaire, il est important de réaliser un bilan photographique systématique, codifié et reproductible. Il fait partie intégrante du dossier du patient et aide à l'élaboration du plan de traitement.

Pour cela, SINGER préconise un bilan photographique constitué de 12 photos. 6 photos seront prises sans écarteurs : vue du visage de face et de profil, sourire large, sourire serré de 4 à 6 dents, sourire $\frac{3}{4}$ droite et gauche et 6 avec écarteurs : vue frontale (arcades en occlusion et bout-à-bout incisif), vue $\frac{3}{4}$ droite et gauche en bout-à-bout canin et une vue occlusale supérieure et une inférieure. Il sera important de refaire ces mêmes clichés à la fin de la thérapeutique pour une comparaison objective entre le début et la fin du traitement. (3) Un certain nombre plus limité de clichés pourra être pris en fonction du logiciel 2D ou 3D qui sera utilisé.



Figure 42: Exemple de protocole photographique

III.2.6. Matériel

Appareil photo

L'appareil photo est constitué d'un boîtier et doit permettre de prendre des photos macrographiques. Il existe le boîtier de type visée réflex (ou TTL « Through The Lens ») qui permet de voir dans le viseur l'image que l'on va prendre en photo ou le boîtier de type visée par l'écran qui permet d'observer l'image que l'on va prendre en photo sur un écran située à l'arrière du boîtier. On retrouvera le capteur, qui permet de capter la lumière sur une pellicule électronique, l'objectif qui est caractérisé par sa focale, son ouverture, sa distance minimale de mise au point et sa stabilisation et enfin le flash qui peut être de différents types et qui est indispensable dans notre pratique.

Les photos pourront également être prises à l'aide d'un smartphone ou d'une tablette numérique afin de pouvoir les intégrer directement dans les logiciels. (3)(40)(41)



Figure 43: Appareil photo à visée réflex et à visée par l'écran

Accessoires photographiques indispensables

Ecarteurs

Les écarteurs permettent d'écarter les lèvres et les joues du patient lors de la réalisation des clichés. Ils peuvent être simples, si le praticien est accompagné de son assistante, ou doubles si le praticien est seul. Il existe aussi des écarteurs type Optragate qui ne nécessitent pas de préhension de la part du praticien ou de son assistante.

Les écarteurs utilisés sont de manière générale en plastique et transparents car les écarteurs en métal reflètent la lumière et nécessitent donc une utilisation plus complexe pour obtenir une photographie de bonne qualité. Ils doivent également être résistants aux produits de décontamination. (3)(42)



Figure 44 : Exemple d'écarteurs simples (à gauche), double (au centre) et type Optragte (à droite)

Miroirs

Pour photographier des éléments impossibles à obtenir en vue directe, l'utilisation de miroirs est indispensable. Ils permettent d'obtenir des vues indirectes occlusales ou latérales. Ils sont également utilisés en tant que fond pour mettre en valeur certains travaux prothétiques ou éléments de petites tailles. Ils doivent être préférentiellement en verre plutôt qu'en métal (pour limiter l'apparition de rayures) et stérilisables. Certains possèdent un manchon pour faciliter la préhension. Pour ce qui est des caractéristiques intrinsèques des miroirs, les miroirs à couche réfléchissante avant sont les plus communément utilisés en dentisterie. En effet, les miroirs à couche réfléchissante arrière produisent une image dédoublée, parasite due à la double réflexion de l'image sur le verre et sur le revêtement réflecteur. Lors de son utilisation, il faudra réchauffer le verre pour éviter l'apparition de buée. (3)(42)(40)



Figure 45 : Exemple de miroirs pour la prise de clichés

III.2.7. Vues spécifiques esthétiques

Dans certains cas, il est nécessaire d'utiliser des filtres polarisants qui permettent de supprimer les reflets susceptibles de gêner notre perception de certains détails constituant la microgéographie de la dent. Il sera alors possible de mieux apprécier la couleur, la transparence et même la couche dentinaire.



Figure 46 : Filtre polarisant

Pour réaliser une étude plus approfondie de la surface dentaire, l'utilisation d'un contrasteur en association avec un filtre polarisant peut s'avérer utile. Ce fond noir, placé derrière les dents, crée un contraste entre le blanc des dents et le noir du contrasteur.

Un réflecteur, dont le rôle est d'atténuer les zones d'ombre en reflétant la lumière afin d'obtenir une image avec une lumière douce et naturelle, peut être ajouté. En général, des murs blancs et un plafond blanc servent de très bons réflecteurs.



Figure 47: Contrasteurs (à gauche) et réflecteur (à droite)

Pour choisir la couleur d'une prothèse, ou encore pour constater l'évolution d'un éclaircissement, une photo avec un teintier peut s'avérer très utile pour le praticien et le prothésiste.

III.2.8. Etape initiale de la chaîne numérique

Une fois les différentes images capturées, les images de l'appareil photo doivent être transférées sur l'ordinateur. Pour ce faire, différentes options sont possibles. Le transfert peut se faire à l'aide d'un câble (USB ou FireWire) ou directement par Wi-Fi si l'appareil possède cette fonctionnalité. Une méthode plus simple consiste à insérer directement la carte mémoire de l'appareil photo dans un lecteur sur l'unité centrale ou l'ordinateur portable.

Une fois les éléments transférés sur l'ordinateur, des modifications pourront être apportées aux photographies grâce à des logiciels de retouches photos. L'objectif de l'utilisation de ces logiciels est de recadrer l'image afin de supprimer tous les éléments étrangers qui ont servi lors de la prise de clichés tels que les écarteurs, les rouleaux de cotons, etc. Le recadrage permet de se focaliser sur un détail précis ou de mettre une image à l'échelle. Lors de ces manipulations, il faudra veiller à ne pas perdre certains détails de l'image, d'où l'intérêt de se procurer un matériel et un logiciel performant. D'autres paramètres pourront être modifiés comme l'exposition ou l'orientation, ce qui sera relativement aisé grâce à la simplicité d'utilisation des différents logiciels.

Une fois l'image enregistrée selon les différents types de formats disponibles (RAW, JPEG, TIFF, PDF, etc.), il se doit d'organiser la gestion des fichiers. Elle peut être manuelle, ce qui consiste à renommer les fichiers selon la date de prise, le nom du patient et le numéro de la photo (par exemple : AAAAMMJJ_nomdupatient_numéro) ou à l'aide de logiciels qui permettent de classer les photos en fonction de différents mots clés, catégories, type d'actes, etc. La gestion des fichiers est propre à chaque praticien. L'intérêt est de retrouver plus efficacement les différents clichés de tel ou tel patient.

Enfin, toutes ces images devront être stockées. Pour cela, le stockage peut être physique (carte mémoire, disque dur externe, CDROM, etc.) ou via un réseau de stockage gérés par des serveurs à distance auxquels les utilisateurs peuvent s'y connecter à l'aide d'une connexion internet sécurisée. Le principal intérêt du stockage à distance est d'éviter la perte ou l'endommagement des données (comme il pourrait être le cas pour le stockage physique), de partager des données sur tous les ordinateurs du cabinet ce qui constitue un gain de temps et d'argent. (43)

III.2.9. Simulation

Une fois les photographies analysées, retouchées, classées et stockées, elles vont pouvoir être utilisées grâce à différents logiciels comme le VEP (Virtual Esthetic Project) de Hélène et Didier CRESCENZO ou le DSD (Dental Smile Design) de Christian COACHMAN à partir de logiciel classique tel que Keynote, PowerPoint ou encore Photoshop. Ces images vont permettre au praticien de réaliser un diagnostic et une planification globale du plan de traitement.

Ces logiciels vont permettre au chirurgien-dentiste de recréer un sourire de manière informatique, sans demander au laboratoire un wax-up avant la validation du plan de traitement. La simulation offre au praticien un gain de temps en anticipant les éventuelles difficultés et permet de valider le projet avec son patient. Il est important de préciser au patient que la manipulation est faite seulement à des fins d'illustration et que ce qui est visible sur la simulation ne correspondra pas forcément au résultat final. Enfin, elle offre au prothésiste une idée précise du sourire à reconstruire. (39)(44)

III.2.10. Intérêt de la vidéo

Lors de la prise des clichés photographiques, il est possible que le patient adopte une attitude et une posture qui ne reflètent pas la réalité. Dans les prises en charge des traitements esthétiques, les patients présentent en général une gêne liée à leur sourire. Ils adoptent des stratégies, conscientes ou inconscientes, pour cacher, masquer leur sourire (sourire bouche fermée, la main devant la bouche lorsqu'ils sourient) ce qui peut amener à des clichés photographiques non représentatifs de la réalité. De plus, le stress que peut engendrer la venue au cabinet chez certains patients et le fait de leur demander de sourire, peuvent aboutir à un sourire crispé et non naturel.

Pour éviter ce risque, qui pourrait amener à un allongement trop important des dents antéromaxillaires, un enregistrement vidéo est réalisé. Le chirurgien-dentiste tentera de capturer l'expression naturelle et ainsi obtenir une image dynamique de son patient, là où la photographie n'offre qu'une image statique. Durant l'enregistrement, le praticien questionnera le patient sur ses besoins et ses attentes ce qui permettra d'enregistrer la position des lèvres au repos, avec un large sourire, de face et de profil. Une fois, les enregistrements photos et vidéos effectués, le chirurgien-dentiste procèdera à une analyse esthétique globale rigoureuse en vue de demander un mock-up. Après essayage du projet esthétique (Mock-up), celui-ci pourra être validé ou non par de nouveaux clichés photographiques et d'enregistrements vidéo. (45)(3)(46)

III.3. L'empreinte optique

L'empreinte optique constitue la base de la chaîne numérique. Depuis l'apparition de la Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO), l'empreinte optique est de plus en plus présente dans les cabinets dentaires. Son fonctionnement consiste en l'émission d'un signal lumineux qui une fois réfléchi par les surfaces (dentaires et muqueuses) permet l'enregistrement de différents points de surfaces. Une fois traités par le logiciel, ces points vont permettre d'obtenir une modélisation 3D des surfaces enregistrées.



Figure 48 : Différents scanners intra-oraux (47)

La prise d’empreinte conventionnelle consiste à réaliser une empreinte physique, à couler le modèle et réaliser la pièce prothétique par le prothésiste. La prise d’empreinte numérique consiste en la réalisation d’une empreinte optique et de réaliser la prothèse par CFAO soit au cabinet dentaire, soit d’envoyer les données numériques au prothésiste qui réalisera lui-même la prothèse par CFAO.

Il existe deux types d’acquisitions numériques :

- l’acquisition intra-orale : elle se fait directement en bouche du patient et est opérateur-dépendante. Elle ne permet pas de contrôler de manière précise la distance, la vitesse et l’accessibilité des zones de contre-dépouille,
- l’acquisition extra-orale : elle est indirecte et automatisée ce qui permet facilement de contrôler la vitesse, la distance et l’accessibilité des zones de contre-dépouille.



Figure 49 : Caméra extra-orale (3Shape) et caméra intra-orale 3shape Trios

A noter qu’il existe différent type de CFAO :

- CFAO directe : l’empreinte optique et la prothèse sont directement réalisées au cabinet dentaire si le praticien possède le matériel nécessaire.
- CFAO semi-directe : l’empreinte optique est réalisée au cabinet dentaire et la prothèse au laboratoire.
- CFAO indirecte : une empreinte physique est réalisée au cabinet dentaire, le prothésiste réalisera une empreinte extra-orale au laboratoire en scannant soit directement l’empreinte physique soit le modèle issue de cette empreinte et réalisera, par CFAO, la prothèse.

L’empreinte optique au cabinet dentaire suivra alors la CFAO directe ou semi-directe. L’empreinte optique permet de limiter la perte d’information dans la chaîne prothétique. Elle permet de passer de la réalité au numérique par l’acquisition optique et l’obtention d’un modèle numérique, et de passer du numérique au réel par la CFAO.

Elle se fait selon trois étapes :

- enregistrement des préparations,
- enregistrement de l'antagoniste,
- enregistrement des faces vestibulaires en occlusion pour obtenir l'OIM.

Ces fichiers issus de l'acquisition numérique vont être enregistrés sous format STL (Standard Tessellation Language) ou sous format PLY (Polygonal File Format) plus récent. Ce sont les deux fichiers universels présents actuellement. Certains fichiers sont enregistrés sous certains formats qui ne peuvent être ouverts que par les logiciels de même marque. Grâce à ces formats, le praticien peut transférer directement les données de l'acquisition au laboratoire de prothèse pour l'ouverture du fichier et la CFAO. Le travail de CAO ne se fera pas à partir de l'empreinte couleur mais du modèle monochrome, qui s'apparente au modèle en plâtre et qui permet une meilleure lisibilité des limites cervicales et de l'empreinte dans son ensemble.



Figure 50 : En haut le modèle couleur, en bas le modèle monochrome (48)

Bien qu'elle apporte une précision et une optimisation des résultats, son utilisation est très opérateur-dépendant. Son utilisateur se doit de respecter certaines indications fournies par le fabricant pour rendre son empreinte la plus fidèle à la réalité comme :

- isolement des dents de la salive et du sang,
- nécessité d'avoir une bonne ouverture buccale du patient
- respect de la durée, de la vitesse et de la trajectoire de scannage,
- adopter une gestuelle fluide,
- coordination entre le scannage et l'écran,
- visibilité des limites cervicales et des lignes de transition,
- visibilité des papilles et points de contact des dents adjacentes.

Tous ces éléments vont contribuer à rendre plus aisée la CAO pour obtenir une FAO de qualité. Alors qu'une empreinte physique pourra entraîner des problèmes au niveau de l'adaptation marginale, des sur ou sous-occlusion, des points de contact trop forts, etc.

Certains systèmes nécessitent une étape préalable de poudrage ou « coating ». En effet, certains systèmes peuvent voir leurs limites lorsqu'ils rencontrent des zones réfléchissantes ou très polies au niveau des surfaces dentaires ou gingivales rendant alors la numérisation illisible dans ces zones. Pour remédier à ce problème, un poudrage homogène doit être réalisé sur la totalité des zones à enregistrer. Le logiciel de ces systèmes prend en compte, lors de l'enregistrement, cette épaisseur permettant de rendre l'empreinte fidèle à la réalité. Cependant, la difficulté réside dans la dextérité de l'opérateur à pouvoir obtenir un poudrage homogène.



Figure 51 : Poudrage des surface avant la réalisation de l'empreinte optique (49)

Leur utilisation devient de plus en plus présente dans les cabinets du fait de leurs nombreux avantages : gain de temps, ergonomie, précision, validation de l'empreinte par le logiciel, transmission au laboratoire, confort du patient et adaptation marginale entre autres. (47)(50)(51)(52)

III.4. Scans faciaux

La numérisation faciale en 3D est de plus en plus en vogue, notamment en dentisterie esthétique. L'intérêt majeur de la numérisation 3D est de permettre au praticien de réaliser des scans faciaux rapides et de fusionner les scans faciaux avec les scans intra-oraux et les CBCT. Il pourra communiquer directement l'ensemble au laboratoire de prothèse pour avoir une représentation complète du visage et du sourire du patient. Il existe différents moyens pour réaliser des scans faciaux : le scan à l'aide d'application, à partir de photographie ou encore à l'aide d'un CT-Scan et d'images 2D de face du patient.

III.4.1. A l'aide d'application pour smartphone : Bellus3D

Bellus3D est une entreprise technologique fondée en mars 2015 qui développe le scan facial 3D et la reconnaissance faciale. Elle s'intéresse à différents domaines comme le médical, le dentaire, le cosmétique, les lunettes ou encore les jeux vidéo de réalité virtuelle. Une fois le visage scanné, il sera alors possible à son utilisateur de voir la planification esthétique dentaire envisagée, essayer des lunettes ou encore se maquiller. Tout ça de manière purement virtuelle.

Cette superposition est possible grâce à la compatibilité de l'application avec les caméras optiques 3Shape, Dental Wings et d'autres plateformes dentaires.

Il existe 2 applications compatibles avec IOS :

- Bellus3D FaceApp : compatible avec l'Iphone,
- Bellus3D Dental Pro : compatible avec l'Iphone X et Ipad pro.



Figure 52 : Superposition du scan facial et des scans intra-oraux

Bellus 3D propose l'utilisation de système multi-caméras 3D spécifiques : Bellus3D Arc. Il en existe 3 modèles, le Bellus3D ARC-1, ARC-4 ou ARC-7 et sont compatibles avec Windows. Ces caméras permettent de réaliser un scan facial de haute résolution en moins de 3 secondes, avec un enregistrement précis des mesures faciales et ne nécessitent aucun mouvement de la part du système de caméras ni du patient. Si la numérisation faciale ne se fait pas avec ce type de caméra, elle se fera sur Iphone ou Ipad en demandant au patient de tourner la tête de gauche à droite pour modéliser le visage en 3D. Il existe aussi pour Iphone et Ipad une caméra spécifique : la Bellus3D Face camera pro.



Figure 53 : Caméras Bellus3D ARC-1, -4 et -7 et la Face camera pro (53)

La sortie de Dental Pro 2.0 va proposer au praticien de nouvelles fonctionnalités afin de contrôler du début à la fin la chaîne numérique. On retrouvera :

- le partage des numérisations faciales 3D entre le praticien et le laboratoire,
- le partage du travail effectué par le laboratoire au praticien,
- un alignement précis des numérisations 3D avec les empreintes optiques intra-orale grâce à Virtuel Smile Aligner,
- une bibliothèque du sourire pour aider le praticien dans sa conception virtuelle du sourire.

L'utilisation d'un smartphone ou de systèmes multi-caméras facilite et accélère la planification esthétique et améliore l'acceptation du projet et la communication avec le patient et le prothésiste pour optimiser au mieux le traitement. (53)(54)(55)

Pour anecdote, en mars 2020, Bellus3D a permis de rendre les masques chirurgicaux plus efficaces en utilisant le scan 3D. Ce système a été élaboré en raison de l'épidémie mondiale liée à la COVID-19 mais également à la demande des praticiens porteurs de masques d'équipement de protection individuelle (EPI). En effet, les masques chirurgicaux ne sont pas aussi étanches que les masques FFP2 du fait que leur adaptation n'est pas assez ajustée entre le visage et le masque permettant l'entrée et sortie d'aérosols.

Le scan facial permet donc de générer une trame, une matrice qui permet de plaquer le masque sur le visage, réduisant les risques de diffusion des aérosols. Ajustée, personnalisée et confortable, cette matrice améliore grandement la protection des utilisateurs.(56)



Figure 54 : Amélioration de l'efficacité des masques chirurgicaux grâce au scan facial (56)

III.4.2. A partir de photographies

Cette technique demande plus de temps que l'utilisation d'applications. Elle consiste à réaliser 3 photos du patient : une photo de face, 45° droite et 45° gauche. Ces 3 photographies suffisent à elles seules à réaliser un scan facial. Pour se faire, il est nécessaire d'utiliser un logiciel de conception 3D. En alignant et en fusionnant les photos, il est possible de reconstituer le volume du visage du patient, bien que cette technique peut présenter certaines erreurs du fait de son imprécision. Cependant, elle peut suffire pour permettre au patient et au praticien de visualiser la planification esthétique.

III.4.3. A partir du CT-Scan et image 2D de face du patient (exemple de Dolphin 3D Surgery)

Cette technique est utilisée lors de chirurgie maxillo-faciale ou dentaire (implantologie, extraction, greffe osseuse, etc). L'idée est de réaliser un CT-Scan de la sphère oro-faciale du patient avec création d'un fichier STL, des empreintes optiques intra-orales et une photo de face.

Le CT-Scan (Computerized Tomography Scanner) consiste à mesurer l'absorption des rayons X par les tissus afin de reconstruire en 2D et 3D des structures anatomiques par numérisation et traitement informatique.

Pour l'acquisition des ces données, le patient est soumis à un balayage d'un faisceau de rayon X permettant une analyse tomographique.



Figure 55 : CT-Scan

Le logiciel Dolphin 3D Surgery propose des outils de manipulation et d'analyse numérique de l'ensemble des données volumétriques du visage en toute simplicité. Le logiciel permet en réglant les seuils de densité tissulaire de visualiser au mieux les surfaces dures ou molles du visage, de visualiser les trajets nerveux, les sinus ou encore des pathologies tissulaires. Il permet à l'utilisateur de se déplacer librement à travers les structures et les coupes, de modifier les axes de visualisation (vues latérales, frontales ou sous mentonnières), d'effectuer des rotations numériques ou encore d'isoler certaines structures.

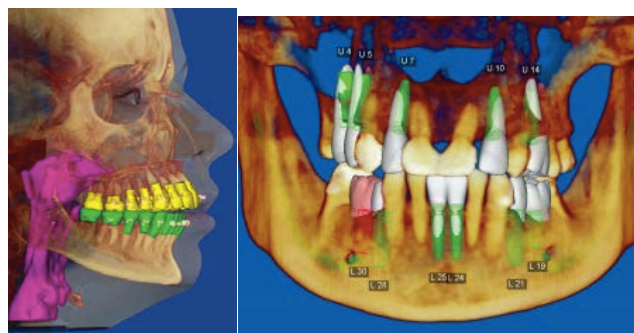


Figure 56 : Possibilité de se déplacer dans le volume et de modifier les densités tissulaires

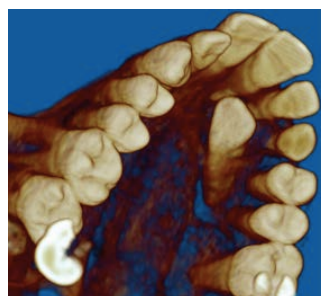


Figure 57 : Possibilité d'isoler n'importe quelles structures

Ce logiciel peut être utilisé en chirurgie implantaire. Le libre déplacement et la possibilité de positionner des implants dans le volume à partir d'une base de données facilitent et améliorent la planification implantaire (détermination de la longueur, de l'orientation et de l'angulation de l'implant, visualisation des trajets nerveux ou des ATM) pour une meilleure communication avec le patient et l'équipe chirurgicale.

A partir d'une simple photo de face du patient, le logiciel est capable de superposer la photo avec le CT-Scan (au praticien de sélectionner des points de repères pour un ajustement optimal), rendant ainsi une reconstitution complète en 3D du visage du patient.

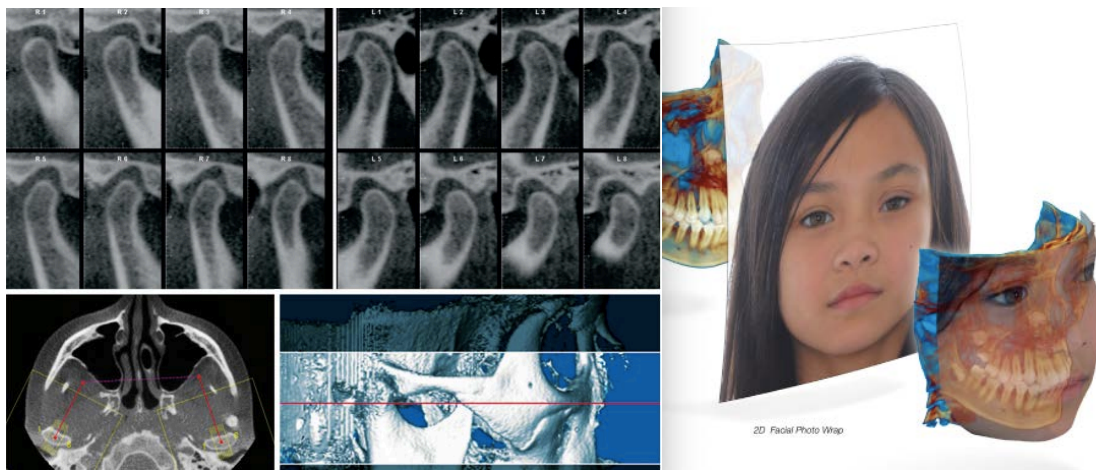


Figure 58 : Visualisation de l'ATM (à gauche) et superposition du CT-Scan et de la photo de face du patient (à droite)

Il est également possible de générer des modèles d'études digitaux en 3D grâce au logiciel 3D Digital Study Models. Il est alors possible de :

- régler l'occlusion,
- afficher les modèles selon différentes vues,
- effectuer des mesures en 3D et en 2D,
- activer et désactiver les couleurs pour passer en mode « modèle en plâtre »,
- effacer certaines surfaces pour ne laisser que les couronnes dentaires.

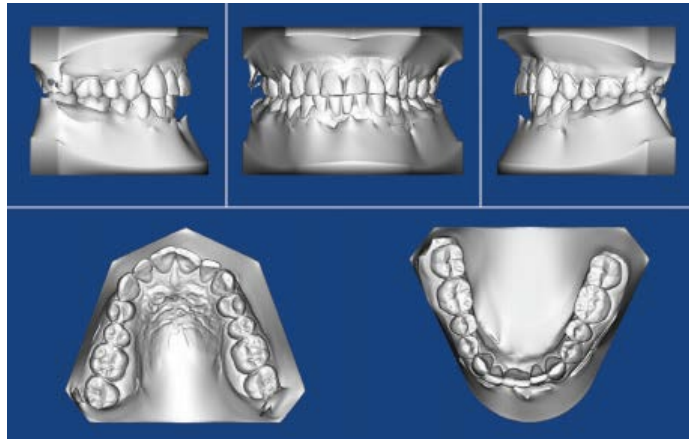


Figure 59 : 3D Digital Study Models

Toutes les données sont enregistrées au format .STL, .PLY ou .OBJ permettant un facile échange de données entre le praticien et le laboratoire de prothèse pour la conception de guide chirurgicaux par exemple. (<https://www.dolphinimaging.com/product/ThreeD>)

III.4.4. Dispositifs d'enregistrements des mouvements mandibulaires

Certains systèmes comme le Modjaw permettent l'enregistrement des mouvements mandibulaires. Son utilisation nécessite d'avoir les empreintes optiques du patient au format STL ou PLY pour proposer en temps réel sur l'écran les mouvements masticatoires, de contrôler l'occlusion statique et dynamique ainsi que les trajets condyliens. Le praticien pourra alors diagnostiquer divers problèmes au niveau de l'occlusion et des ATM.

Le dispositif est constitué d'un chariot avec un écran tactile et une caméra infrarouge. Le patient sera équipé d'un diadème (serre-tête) qui prend appui sur le nasion et qui est équipé de 4 pastilles réfléchissantes. Une fourchette mandibulaire sera également placée au niveau de la bouche du patient similaire à une fourchette d'arc facial possédant aussi 4 pastilles réfléchissantes. Cette fourchette possède une gouttière paraocclusale qui n'interfère donc pas avec les mouvements et l'occlusion du patient. Ces pastilles permettent de renvoyer le signal infrarouge émis par la caméra et ainsi déterminer avec précision la position dans l'espace des mâchoires. Des repères devront être indiqués au logiciel à l'aide d'un stylet spécial pour optimiser la position tels que les points condyliens, les épines nasales inférieures et le point inter-incisif. Le système enregistre 60 images par seconde soit 60 mouvements de la mandibule par seconde.



Figure 60 : Chariot et dispositif facial du Modjaw

Il est alors possible de voir en temps réel les déplacements mandibulaires par animation sur l'écran des moulages du patient issu des empreintes optiques. Divers mouvements vont être demandés au patient : ouverture, fermeture, propulsion, latéralité, arcade en occlusion et enfin sans contact. Il est alors facile d'identifier une prématurité grâce à la visualisation des contacts occlusaux comme pourrait le faire le papier articulé. Si une prématurité est présente, le système permet de créer une simulation avec suppression de cette prématurité proposant ainsi une équilibration en relation centrée.

L'enregistrement de la relation centrée pourra être déterminée pour que le laboratoire dispose d'un maximum d'informations pour la réalisation du projet prothétique et respecter au mieux l'anatomie occlusale. Le laboratoire pourra disposer des informations par exportation des enregistrements pour la création d'un articulateur virtuel et ainsi commencer le travail par CAO.

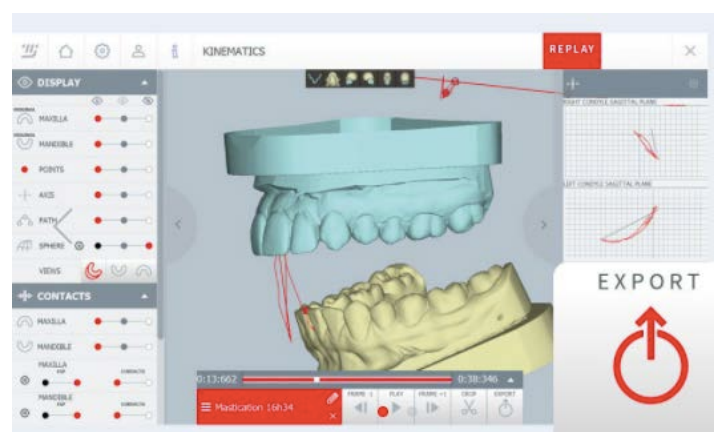


Figure 61 : Enregistrement, visualisation et exportations des mouvements mandibulaires

L'enregistrement 4D de la cinétique mandibulaire peut être superposée avec un CT-Scan, un scan facial ou un CBCT. Le Modjaw présente alors de nombreux avantages :

- amélioration de la précision des diagnostics,
- augmentation de la prédictibilité des traitements,
- alliage du fonctionnel et de l'esthétique,
- gain de temps au laboratoire,
- meilleure conception prothétique,
- diminution des risques d'usures et des pathologies condyliennes.

Il existe d'autres systèmes permettant ce type d'enregistrement. Le Modjaw est basé sur l'enregistrement optique mais d'autres sont basés sur la propagation d'ondes ultrasonores (Zebris JMA, JMT+, SICAT Fonction) ou via un CBCT à faible dose (système Planmeca 4D Jaw Motion). (57)

III.5. Mock-up

III.5.1. Mock-up réalisé « à main levé »

Le mock-up « à main levé » est la solution la plus rapide et directe pour apporter des modifications au sourire du patient. L'idée est de monter un matériau composite sur les dents (séchées au préalable) du patient. Il n'y pas de préparation faite avant, ni même d'utilisation d'un acide orthophosphorique ou d'adhésif. Une fois terminé, le mock-up est présenté au patient et des modifications peuvent y être apportées à l'aide d'une fraise diamantée. Cette technique permet de modifier la teinte, le volume, la longueur des dents mais aussi l'axe dentaire, l'aspect général de la dent, le guide fonctionnel, etc.

Cette technique permettra après validation, de réaliser une empreinte en silicone pour l'élaboration du wax-up par le laboratoire. Le praticien apporte ainsi au prothésiste une aide et le patient a pu valider directement avec le praticien le mock-up. Le laboratoire reçoit donc une empreinte du sourire initial, une empreinte avec le mock-up en bouche, une empreinte de l'arcade inférieure, des photos ainsi qu'un enregistrement vidéo si possible pour voir la relation du sourire avec le reste du visage. (58)(59)

III.5.2. Le mock-up issu de la transposition du Wax-up

- Méthode directe :

C'est la méthode la plus conventionnelle. Elle s'effectue en plusieurs étapes dictées par un protocole.

Une fois le wax-up réalisé sur le modèle en plâtre du patient, un duplicata du wax-up est créé. C'est sur ce duplicata qu'une clé en silicone (putty) sera conçue. Pour obtenir une clé suffisamment rigide et solide, MAGNE et BELSER préconise de polymériser le silicone dans une enceinte sous vide de 4 atmosphères. Cette technique permet une meilleure insertion en bouche de la clé. A noter que la clé doit recouvrir une à deux dents en plus de part et d'autre des dents qui seront modifiées par le wax-up.



Figure 62 : Clé initiale sur le modèle d'étude (60)

La clé va à présent être modifiée. Les faces palatines des dents de la clé vont être retirées ainsi que les embrasures pour une meilleure élimination en bouche des excès de résine composite. Les contre-dépouilles doivent être éliminées pour faciliter la désinsertion.



Figure 63 : Elimination des faces palatines (à gauche) et des embrasures (à droite) (60)

Il n'est laissé que 1 à 2mm au-dessus du collet des dents. Une fois terminé, la clé doit être insérée en bouche en s'assurant de sa bonne insertion et désinsertion.



Figure 64 : Eviction du silicone 1 à 2mm au dessus des collets (à droite) et clé terminée sur le modèle (à gauche) (60)

Pour s'assurer de la bonne rétention du mock-up, on peut réaliser un mordantage punctiforme de 30 secondes sur les faces vestibulaires des dents à l'aide d'un acide orthophosphorique sur dents séchées. Après rinçage et séchage, la clé est remplie de résine composite autopolymérisable. La résine utilisée est une résine de type bis-acryl (Luxatemp). Cette résine chauffe durant la prise, il est donc conseillé de refroidir avec de l'air ou d'anesthésier les dents au préalable.

La clé est alors insérée et maintenue en place durant 2 à 3 minutes. Pendant la prise, les excès de résine peuvent déjà être retirés à l'aide d'une curette au niveau des embrasures.



Figure 65 : Remplissage de la clé (à gauche) et mise en bouche et élimination des excès (à droite) (60)

Une fois la résine polymérisée, la clé est désinsérée et tous les excès de résine doivent être éliminés autant en vestibulaire qu'en palatin. On procède ensuite au polissage afin d'avoir un bon état de surface.



Figure 66 : Elimination des excès de résine et polissage (60)

A ce stade, il convient d'évaluer avec le patient la satisfaction esthétique et fonctionnelle. Des modifications peuvent être apportées par rajout ou élimination de composite. Il est également possible de maquiller le mock-up avec des colorants photopolymérisables, d'ajouter des composites de la teinte souhaitée etc. Pour un rendu plus harmonieux, on pourra y rajouter une résine de glaçage que l'on photopolymérisera.



Figure 67 : Résultat avant/après (60)

Le mock-up sera laissé en bouche 2 à 3 semaines ce qui permettra au patient et à son entourage de valider l'esthétique et de noter ce qu'il aimerait modifier ou apporter à son sourire. Il pourra ainsi s'y habituer de manière fonctionnelle et sur le plan phonétique. Après cette période d'essai, le patient validera ou non et décidera de la suite du traitement.

Pour le praticien, ceci lui permet d'estimer les proportions des dents, l'axe, les rapports intra et inter-dentaires, le sourire dans sa globalité et y apporter des modifications si nécessaire. Cette étape est donc primordiale autant pour le patient que pour le praticien et le laboratoire. Le prothésiste pourra se servir de ce mock-up comme référence de base pour la réalisation des futures restaurations. (61)(60)(19)

- Méthode indirecte :

Après une première empreinte, un modèle sera coulé sur lequel le prothésiste va réaliser lui-même le mock-up en utilisant des résines acryliques de différentes translucidités pour apporter un meilleur rendu esthétique. Du fait des propriétés mécaniques et esthétiques supérieures, la période d'essai pourra être prolongée et le mock-up sera collé ou scellé.

III.5.3. Mock-up virtuel indirect

Les logiciels de conception numérique du sourire sont devenus une étape essentielle du plan de traitement esthétique. Ils permettent d'analyser précisément le sourire des patients à partir de photographies et de simuler les objectifs esthétiques et fonctionnels auxquels à atteindre.

En plus de faciliter le diagnostic et l'analyse complète du sourire au praticien, ils permettent de définir les différents plans de traitement réalisables et de déterminer les différentes étapes thérapeutiques pour obtenir une solution idéale et personnalisée pour chaque patient.

Cette prévisualisation du résultat final facilite la communication avec le patient mais également avec le laboratoire de prothèse permettant un gain de temps, de matériels et d'argent.

III.5.3.1. DSD Concept

Un minimum de 3 photos est nécessaire : de face au repos, de face avec un large sourire et une photo des dents avec écarteurs. Une fois la prise de photographies (extra et intra-orales) et de vidéos effectuées, ces images seront traitées et la mise en place des lignes de références sur les clichés sera effectuée.

A partir de la photo de face du visage, il sera créé l'arc facial numérique. Il sera placé la ligne bipupillaire (ligne de référence horizontale) qui servira à aligner la photographie et la ligne médiane qui passe par la glabella, le philtrum et le gnathion. Dans certains cas, la ligne médiane ne sera pas alignée avec la ligne interincisive. Il a été remarqué qu'un décalage du milieu interincisif de 2 ou 3mm n'était pas visible si l'on regardait une photographie du sourire seul. Par contre, un décalage d'1mm avec la ligne médiane de la face lorsqu'on regarde une photographie du visage complet pouvait donner un agencement disgracieux avec le nez et le menton en fonction de la direction de déplacement de ce décalage.

Enfin, la ligne horizontale sera reportée (parallèle à la ligne bipupillaire) sur le secteur intra-oral ce qui permettra directement d'apprécier la relation des lignes du visage avec celles du sourire (bord incisal, ligne du sourire, proportions des dents etc.). La seconde étape consiste à relier l'harmonie du visage avec celle du sourire. Pour ce faire, il sera tracé la ligne du sourire, la position de la lèvre supérieure et la courbure de la lèvre inférieure sur la photo du visage.

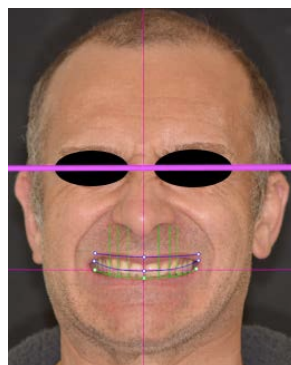


Figure 68 : Tracé des lignes du visage et du sourire

Pour intégrer la nouvelle conception du sourire dans le visage du patient il faudra transférer la photo intra-orale. Sur la photo intra-orale une « croix » va être réalisée à l'aide de 3 lignes de transfert :

- Une ligne horizontale du bout de la pointe canine jusqu'à la pointe canine controlatérale
- Une ligne horizontale du bord incisal de l'incisive centrale jusqu'au bord incisal de l'autre centrale
- Une ligne verticale du bout de la papille à l'embrasure incisale

Grâce à cette croix, la photo intra-orale va pouvoir être transférée correctement sur la photo du visage et les lignes de référence du visage sont par conséquent reportées sur la photo intra-orale.



Figure 69 : Superposition de la photo intra-orale avec la photo-extra-orale grâce à la croix (46)

Cette superposition va alors permettre de conduire l'analyse esthétique et d'évaluer : la coïncidence du milieu inter-incisif avec la ligne médiane faciale, l'orientation du plan d'occlusion par rapport à la ligne bipupillaire et le positionnement des bords libres par rapport à la courbe du sourire. Il est également possible d'évaluer la position des lignes cervicales par rapport à la lèvre supérieure, la forme, la taille et l'aspect des dents par rapport au visage et à la dynamique des lèvres.



Figure 70: Transfert des lignes de références du visage sur la photo-intra-orale (46)

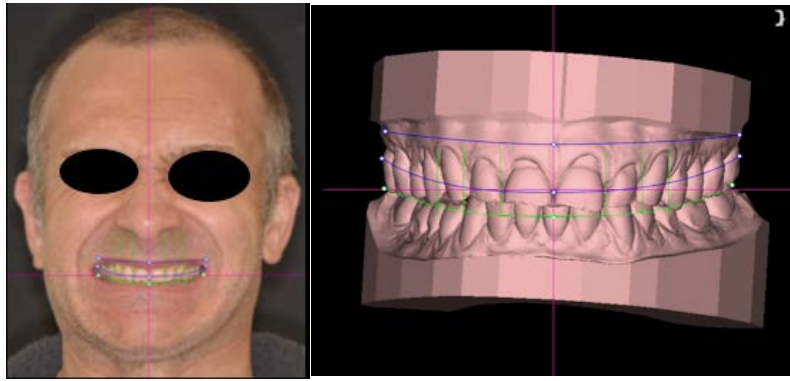


Figure 71 : Informations d'analyse du sourire (46)

Il est alors possible de passer à la troisième étape. A partir de la photo, une analyse critique du sourire initial va permettre de trouver les défauts du sourire et les différentes possibilités pour l'améliorer.

La position idéale des bords libres et les proportions des incisives centrales (75-85% : le pourcentage correspond au ratio de la largeur sur la longueur) vont être tracées à partir des critères esthétiques dictés par les lignes du visage, les désirs du patient, l'entretien morphopsychologique et les données de la littérature.

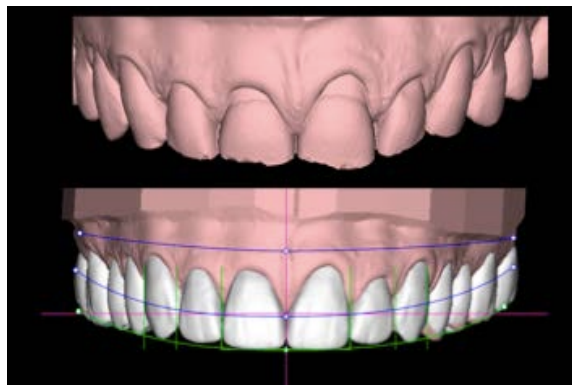


Figure 72: Détermination de la position et de la forme des incisives centrales (46)

La comparaison des proportions des incisives centrales du patient avec les proportions de la littérature entame le travail sur le « digital smile design ». Il est possible d'utiliser le RED (Recurring Esthetic Dental) proportion. L'idée est de considérer la proportion de l'incisive centrale comme étant « x ». L'incisive latérale aura alors une valeur « 0,7x » et la canine « 0,5x ».

La courbe gingivale sera tracée. La courbe du sourire sera dupliquée et placée au-dessus des cadres de proportions des dents. Elle doit passer par le sommet de la nouvelle incisive centrale et son inclinaison vers les secteurs postérieurs sera déterminée de manière harmonieuse avec la courbe de la lèvre supérieure.

La courbe papillaire sera tracée. Elle correspond sensiblement à la courbe gingivale mais se situe à 40% de la hauteur de couronne des dents antéro-maxillaires.

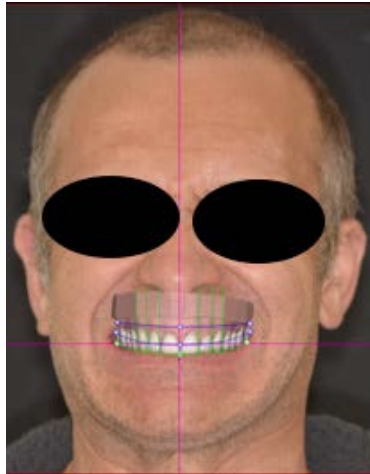


Figure 73 : Intégration du wax-up numérique sur la photo du visage

Si une photo du patient est prise à midi, on pourra tracer la courbe du vermillon, ce qui va permettre de déterminer la position vestibulo-palatine de chaque dent du sourire. Cette photo peut être utile dans les traitements orthodontiques mais elle ne présente qu'un faible intérêt.

La forme des dents est déterminée en fonction de la psychologie et du visage du patient. La taille des dents est ajustée pour les faire rentrer dans les cadres de proportions. L'incisive latérale et la première prémolaire seront placées à 1mm de la ligne du sourire et de la ligne gingivale. Les autres dents devront quant à elles toucher ces 2 lignes. Pour le positionnement du bord distal de la canine, il est possible de le faire coïncider avec l'angle interne de l'œil. Il est possible alors de modifier le plan, l'angulation des dents, tracer les lignes de références dentaires etc. Pour faciliter la réalisation du wax-up et optimiser sa prédictibilité, des informations comme l'axe des dents, la convexité vestibulaire ou encore les lignes de transition peuvent être rajoutées.

La divergence (si elle est présente) entre la ligne médiane faciale et la ligne inter-incisive, la relations entre les dents et la ligne du sourire, la relation interdentaire, la proportion des dents, l'axe des dents, la position des bords incisifs, la hauteur des papilles etc. sont autant d'éléments qui ont déjà été identifiés et corrigés. (46)(62)(63)(64)

Pour faciliter la lecture du projet au prothésiste, une règle graduée sera intégrée au DSD ainsi que les mesures de toutes les dents afin de donner les bonnes mesures pour la réalisation du wax-up. Sur le modèle en plâtre, il est possible de mesurer par exemple à l'aide d'un pied à coulisse la distance entre la partie distale de la 11 et la partie distale de la 21, mesure qui sera reportée sur le logiciel en modifiant la taille de la règle jusqu'à l'obtention de la mesure relevée en bouche. En dupliquant cette règle, il est possible de tracer toutes les longueurs et largeurs de toutes les dents mais également les ajouts ou soustractions qui devront être fait par rapport au sourire initial.

Avant d'envoyer toutes les données au laboratoire, il est nécessaire de valider ce projet numérique avec le patient. Des textures dentaires seront rajoutées au futur sourire du patient correspondant à chaque forme dentaire. Il suffit alors de faire coïncider la proportion de la texture pour qu'elle remplisse le contour de la nouvelle dent.

La diapositive est dupliquée avec suppression des tracés et mesures. Il reste alors uniquement la photo du sourire du patient avec les modifications apportées. Il est obtenu alors la photo du visage du patient avec la simulation de son nouveau sourire. A ce moment-là, le projet pourra être validé ou y apporter des modifications. Il est également possible de présenter différentes simulations, en faisant varier la forme des dents, ou les proportions des incisives centrales en essayant différents ratios etc.



Figure 74: Wax-up numérique

Une fois les corrections réalisées, la séquence de prévisualisation du sourire ainsi que les empreintes ou les modèles en plâtre du patient pourront être transférés au prothésiste. Le laboratoire a donc toutes les informations pour pouvoir réaliser le wax-up le plus fidèle par rapport au futur sourire du patient.

Avant de réaliser le wax-up, il faudra transférer la conception numérique sur le modèle en plâtre. Il faut relever à l'aide de la règle numérique les mesures afin de pouvoir placer sur le modèle en plâtre les zéniths gingivaux de toutes les dents à reconstruire puis tracer une ligne reliant tous les zéniths.

Le wax-up peut alors être conçu en respectant les mesures d'ajouts ou de soustractions de toutes les dents établit par le projet numérique. Il est important de notifier que la réalisation du wax-up sur le modèle doit se faire dans le même axe que celui de la photo pour que les mesures soient respectées soit de face, même pour la largeur des canines.

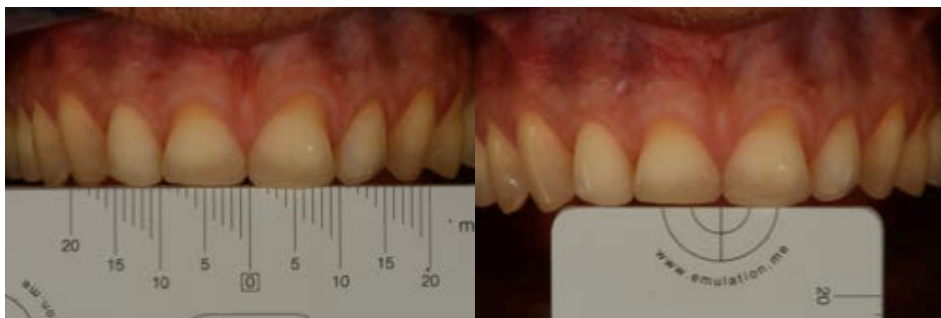


Figure 75: Informations métriques

La conception numérique et l'ensemble des mesures permettent la réalisation fidèle du wax-up. Cependant certains éléments comme l'épaisseur du bombé vestibulaire ou les mesures pour les prémolaires seront déterminés par le prothésiste (46).

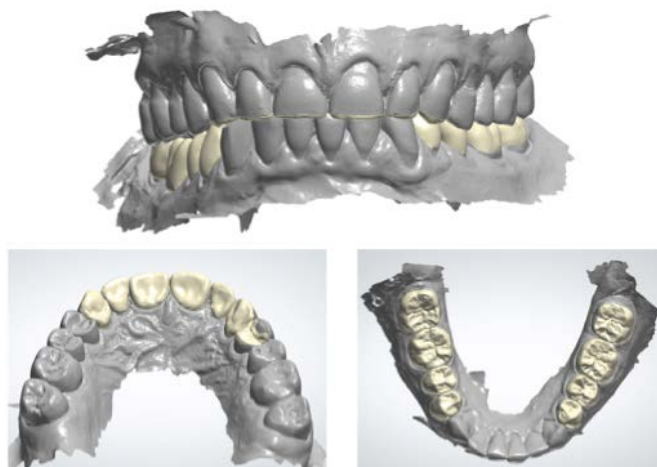


Figure 76 : CAO

III.5.3.2. Smilecloud

Le logiciel Smilecloud 2.0 RUBICON a été développé par COFAR Florin en 2020 et constitue à présent la nouvelle version du Smilecloud 1.0. Cette nouvelle version présente une interface simplifiée qui améliore la manipulation pour le praticien et facilite les échanges entre le praticien, le patient et le laboratoire de la conception 2D à la conception 3D.

Comme tout logiciel de conception 2D, un bilan photographique devra être réalisé au préalable et les photos devront être placées dans la bibliothèque du logiciel.

Sur la photo de face, il faudra régler la position et l'alignement du visage, tracer le contour de la lèvre supérieure et inférieure, déterminer le milieu inter-incisif ; ce dernier pourra être placé où on le souhaite tout en respectant un seuil de tolérance et les données de la littérature.

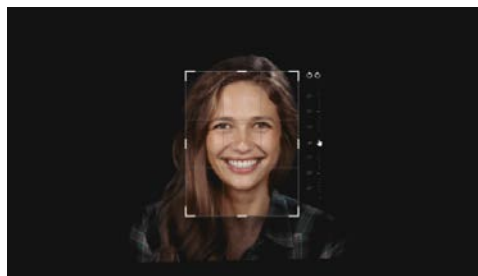


Figure 77 : Réglage et alignement de la photo de face du visage (65)

La courbe gingivale et la courbe du sourire peuvent être tracées. Le déplacement de la courbe du sourire aura pour conséquence de modifier les proportions des dents antérieures, proportions qui sont directement affichées sur la photo. La proportion de la dent est affichée en jaune si la proportion correspond aux standards de la littérature (entre 75 et 85%). Si la proportion va en-deçà ou au delà de cette tranche, la proportion sera alors affichée en blanc. Ce qui permet d'avoir un indicateur visuel et concret sur les modifications apportées.

Il est également possible de modifier l'amplitude de la courbe du sourire, de façon symétrique ou asymétrique s'il est nécessaire.



Figure 78 : Tracé de la courbe gingivale et de la courbe du sourire (65)

Une « librairie du sourire » va permettre au praticien de superposer les sourires numériques de la librairie directement sur la photo du patient selon les modifications apportées. Cette librairie propose différents sourires en fonction des critères recherchés par le praticien. Il peut alors déterminer ce qu'il trouve esthétique en relation avec son patient. Il existe un code couleur dans cette librairie. Lorsque une bande jaune apparaît à gauche des sourires sélectionnés par le logiciel, cela signifie que ce modèle correspond énormément aux modifications apportées précédemment. Les formes, les proportions et les zones de contacts sont les mêmes, ce qui facilitera la conception 3D ainsi que le travail pour le prothésiste. Si la bande est blanche, cela correspond à une similitude d'environ 90%, soit un seuil de tolérance de 10%, ce qui rendra plus compliqué le design 3D pour l'adapter à la situation clinique actuelle. Enfin, si le sourire choisi possède une bande grise, cela signifie qu'il sera très compliqué de faire correspondre le 3D avec le 2D.



Figure 79 : Librairie du sourire à gauche avec les codes couleurs (65)

Ces sourires superposent à la fois les dents et les contours gingivaux. Cependant s'il est décidé de conserver la couleur naturelle de la gencive pour avoir une meilleure immersion numérique, il est possible de sélectionner une partie de la gencive du patient et de demander au logiciel d'utiliser cette teinte lors de la superposition. Ce travail est également possible avec la teinte des dents si celle-ci est convenable. A la fin de ces étapes le résultat numérique est photo-réaliste.

Une réglette numérique sera utilisée pour modifier l'opacité (en rouge) des dents du sourire et une autre permet de modifier la luminosité (en bleu).



Figure 80 : Avant/après avoir modifier la luminosité à l'aide la réglette (en bleu) (65)

L'axe dentaire, la position des papilles, la position du zénith, le contour des lignes de transition sont autant d'éléments modifiables selon le respect de la biologie et des critères esthétiques.

Si la photo est calibrée, il est alors possible de tout mesurer en déterminant avec la souris la distance que l'on veut mesurer.

Une fois le travail validé, il est tout à fait possible de voir le résultat en intra-buccal. Pour cela, il suffit de sélectionner deux photos intra-orales (en OIM et l'arcade supérieure), de les superposer en calibrant. Le logiciel présentera le design 2D de la photo de face directement sur les photos intra-buccales. De plus, toute modification apportée sur la photo intra-orale sera directement reportée sur la photo de face du patient et inversement.



Figure 81 : Design 2D sur la photo de face du patient (65)

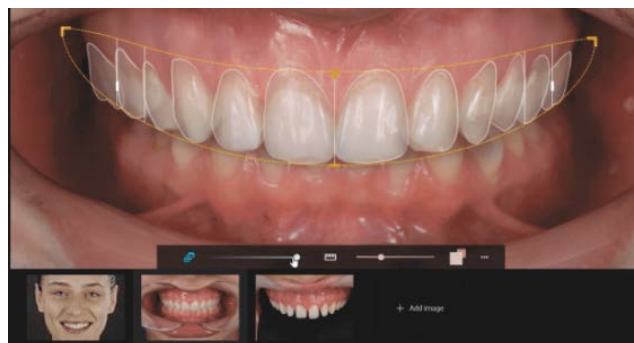


Figure 82 : Superposition du design 2D de la photo de face sur la photo en OIM (65)

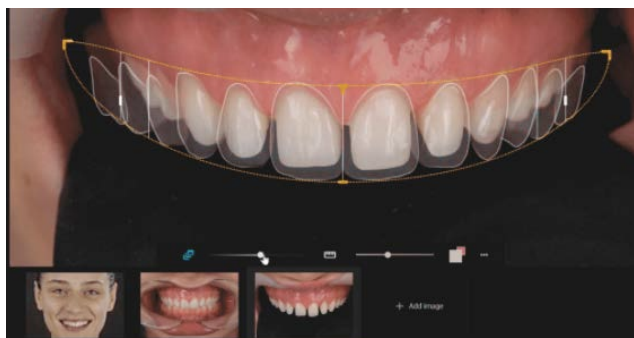


Figure 83 : Superposition avec la photo de l'arcade supérieure (65)

Une fois le design 2D terminé, une slide permet au praticien de montrer l'avant/après au patient. Cette slide se déplace de gauche à droite et montre le nouveau sourire ou la situation initiale en fonction de sa position. Le résultat peut directement être envoyé au patient sur l'application de son téléphone mobile. Evidemment, différentes versions peuvent être réalisées.

Le design est alors enregistré dans une librairie spécifique. Un 3D sera alors réalisé pour la confection d'un wax-up qui pourra être converti en mock-up.

Les avantages du Smilecloud :

- Visualisation du résultat final en temps réel
- Rapidité de réalisation
- Simplicité d'utilisation du logiciel
- Communication aisée avec le patient et le prothésiste
- Facilitation de la conception 3D



Figure 84 : Etapes successives entre le cabinet et le laboratoire du début jusqu'à la fin du traitement (66)

Le 2D Design terminé, des empreintes optiques intra-orales, supérieure et inférieure, vont être réalisées ainsi qu'un CBCT et un enregistrement Modjaw.

Le fichier STL est alors enregistré et envoyé au laboratoire. Il en reviendra un Wax-up et le praticien pourra alors réaliser le Mock-up en bouche. Le wax-up peut être un modèle en cire ou un modèle imprimé et sera livré avec une clé en silicone qui sera chargée avec du composite type bysacril.

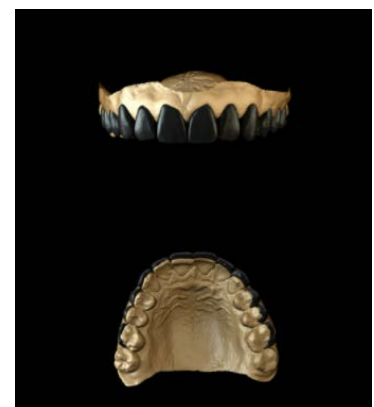


Figure 85 : Wax-up (66)

Ces maquettes sont toujours conçues au-delà des collets des dents. Elles sont donc plus précises dans les cas additifs que dans les cas réducteurs ce qui peut être préjudiciable vis à vis du patient en cas d'échec de ses maquettes. Cependant, ces cas cliniques où une réduction de tissus doit être faite peuvent être gérés. Des marqueurs peuvent être utilisés pour « peindre » la zone à diminuer dans le sens vertical, des composites roses permettent également de simuler en intra-oral une meilleure relation avec les tissus gingivaux.



Figure 86 : De gauche à droite: résine composite type bysacril, composite rose et marqueur noir (67)

Le mock-up fait et validé par le patient, il est alors possible de demander un guide d'allongement coronaire si la position des tissus mous doit être corrigée. Le laboratoire aura alors besoin de la documentation initiale pour pouvoir réaliser le guide en fonction de la position future des tissus gingivaux ainsi qu'une empreinte optique haut et bas avec le mock-up en bouche.



Figure 87 : Guide d'allongement coronaire (66)

Le laboratoire confectionnera également la maquette finale. Cette maquette ne pourra pas être placée en bouche avant toute préparation. Elle servira de guide pour la préparation ainsi que pour la réalisation des couronnes provisoires. Une fois la préparation des dents réalisée, une nouvelle empreinte optique est réalisée ainsi qu'un mordu.



Figure 88 : Maquette finale (66)

Le laboratoire peut alors procéder à la conception des restaurations finales numériques avant de passer à la réalisation des restaurations finales en céramique. Enfin, le praticien n'aura plus qu'à essayer et poser le travail. (65)(66)(67)



Figure 89 : Restaurations finales numériques et céramiques (66)

Il existe de nombreux logiciels qui permettent une planification 2D en vue de l'obtention d'un mock-up virtuel indirect. En voici une liste non exhaustive :

Logiciel	Marque	Date de Sortie	Pays	Acquisition des données	Analyse esthétique/ diagnostic	PEV 2D / PEV 3D	Aide à la réalisation de prothèse par CFAO	Système ouvert/ fermé	Prix
Cerec Smile Design	Sirona	2013	Allemagne	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Non	3D	CFAO seulement	Fermé	Vendu avec les logiciel Cerec Chairside et InLab Software.
DSD Connect	DSD Technology	2013	Roumanie	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, adaptable en fonction des besoins via Ppt ou Keynote	2D, via Ppt ou Keynote	Oui, transfert complet du PEV	Ouvert	989 €/an
Nemo DSD 2D	NemoTec	2016	Espagne	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Non	Ouvert	1190 €
Nemo DSD 3D	NemoTec	2016	Espagne	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	3D	Non	Ouvert	2990 €
Dental GPS	Dental GPS	2006	Canada	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Limitée, basée sur la théorie de Méthot	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Ouvert	1990 \$
Digital Smile System	Digital Smile System	2013	Italie	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Ouvert	949 € pour le version premium
G Design	Hack Dental	2015	Roumanie	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	2D	CFAO seulement	Ouvert	500 € pour le version premium
Romexis Smile Design	Planmeca	2015	Finlandais	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Fermé	990 €
Smile Composer 3Shape	3Shape	2010	Danemark	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, limitée	3D	CFAO seulement	Fermé	Vendu avec le logiciel Dental System 2015 (CAD)

Figure 90 : Liste de logiciels disponibles en 2017 pour la planification 2D

III.5.4. Mock-up virtuel direct

Comme pour la technique du mock-up en méthode indirecte, il faudra réaliser des photographies, des vidéos, des empreintes pour obtenir un modèle d'étude et réaliser le projet esthétique virtuel à l'aide par exemple du DSD. Une fois le projet validé par le patient, le praticien pourra réaliser une empreinte optique de la bouche du patient ou alors le modèle d'étude sera scanné par le laboratoire.

Le logiciel va permettre de transposer le projet virtuel 2D issu du DSD sur le modèle d'étude en 3D. Les logiciels comme le DSD permettent donc de faire le lien entre le projet virtuel numérique et les techniques de Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO).

L'impression va donc fournir des cupules en résine représentant les modifications apportées lors de la planification en 2D. Le praticien va placer ces cupules directement en bouche du patient. Une fois celles-ci positionnées, une empreinte pourra être réalisée pour obtenir une clé en silicone qui pourra être transparente ou non.

La clé peut être remplie de silicone et placée en bouche. Enfin, il suffira de réaliser les différentes étapes décrites précédemment.

III.5.5. « Skyn concept »

Développé par YOSHINAGA Livio, KANO Paulo et HAJTO Jan, le « skyn concept » consiste à réaliser un mock-up à partir de modèles standardisés en plastique qui reproduisent les dents considérées comme esthétiques.



Figure 91. Exemple de modèles antérieurs standards

Il suffit de mesurer la distance du bloc incisivo-canin du patient et de reporter cette distance sur un modèle standard correspondant.

Une fois le modèle choisi, il est aussi possible de déterminer la morphologie des dents, étape qui sera réalisée en relation avec le patient.

Ensuite, le praticien peut réaliser une clé en silicone du modèle en plastique choisi et concevoir directement le mock-up en bouche.

Il est possible de faire une empreinte optique de la bouche du patient et du modèle. Le logiciel pourra superposer le modèle choisi sur l'empreinte optique du patient et le mock-up pourra être usiné selon les techniques de CFAO.

III.6. Réalité augmentée

La réalité augmentée (RA) présente un large champ d'application dans l'industrie, le tourisme, l'architecture, l'immobilier et autres. Elle se développe dans le domaine médical (neurochirurgie, urologie, chirurgie endoscopique etc.) et touche à présent le domaine de la dentisterie.

Il est important de faire la différence entre la réalité augmentée (RA) et la réalité virtuelle (RV) :

- la RA correspond à une technologie qui peut intégrer des éléments virtuels en 3D, donc en temps réel au sein d'un environnement réel. Elle permet ainsi d'augmenter la perception visuelle de la réalité.
- la RV est la combinaison de plusieurs technologies offrant à l'utilisateur une immersion et une interaction avec des entités virtuelles en temps réel.

En d'autres termes, la RV permet une interaction dans un monde virtuel, alors que la RA combine le monde réel et des éléments virtuels.

III.6.1. Kapanu

Fondée en 2015, KAPANU AG est une société spin-off de l'université technique suisse ETH Zurich. La première présentation de cette application de réalité augmentée (RA) a été faite en 2017 lors de l'International Dental Show. Rachetée par Ivoclar Vivadent, elle est utilisée dans les applications IvoSmile et IvoSmile Orthodontics publiées respectivement en 2018 et 2020 par Ivoclar Vivadent.

Le principe de IvoSmile est de montrer en RA une idée du résultat esthétique final au patient.



Figure 92 : Prévisualisation du projet esthétique par Kapanu

L'application propose différents champs d'applications comme l'éclaircissement, la prothèse conjointe et la prothèse adjointe.

Avant toute simulation, l'application propose d'enregistrer le nom, prénom et l'identifiant du patient. Ensuite, une photo du patient devra être prise avec un éclairage direct et homogène pour augmenter le résultat de la simulation. La photo prise, le praticien pourra voir directement avec le patient l'éclaircissement que ce dernier souhaite obtenir à l'aide d'une barre horizontale qui permet de diminuer ou d'augmenter l'éclaircissement. Par exemple, s'il souhaite avoir des dents très blanches, le praticien pourra toujours le conseiller en lui disant que le résultat voulu n'est possible qu'avec des facettes, que l'éclaircissement sera insuffisant. Une fois le résultat convenu avec le patient, celui-ci pourra, voir, grâce à la RA, le résultat sur la tablette ou le Smartphone en direct. Il pourra alors tourner la tête de droite à gauche en souriant pour une meilleure immersion. Des captures d'écran pourront être envoyées directement sur le Smartphone du patient. Il suffira alors d'enregistrer la simulation dans l'application.



Figure 93 : Eclaircissement virtuel

Pour la prothèse conjointe et adjointe le départ est le même : enregistrement du patient et prise de photo en souriant de face. Ensuite, le patient devra sourire et tourner lentement la tête vers la droite et vers la gauche permettant à l'application de réaliser une série de captures d'écrans. Le logiciel oriente la photo directement selon le plan bi-pupillaire, le plan sagittal médian et le plan frontal esthétique.



Figure 94 : Résultat avant/après en RA

Ensuite, un panel de forme de dent sera proposé, il conviendra de déterminer quelle forme de dent choisir pour le patient en fonction du visage, du sexe et de l'âge.



Figure 95 : Choix des différents mock-up virtuel

Le modèle choisi peut être déplacé verticalement, incliné latéralement et augmenté horizontalement pour être superposé à la denture actuelle du patient. La forme des dents, la largeur de l'arcade peuvent être modifiées automatiquement ou manuellement. Enfin, l'éclaircissement, la luminosité et la teinte de la dent ainsi que la luminosité de la gencive peuvent également être modifiés avec l'application.

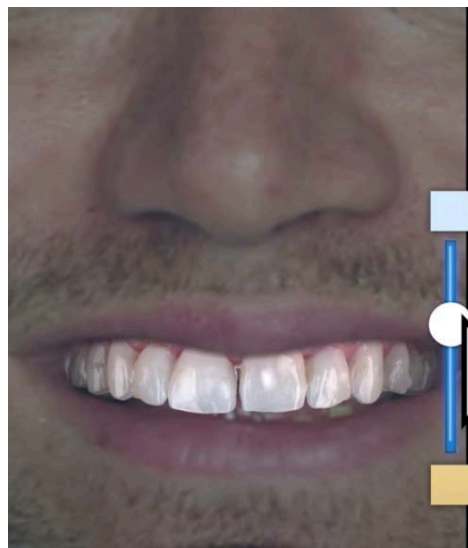


Figure 96 : Modifications dynamiques du sourire

A la fin de ces étapes le patient peut voir en statique et en mouvement le résultat avant/après en balayant la slide de droite à gauche. A ce stade, toutes modifications pourront être rectifiées avec le patient.

L'application réalise également une analyse faciale automatique. Elle segmentarise les 3 étages de la face : le plan sagittal médian, le plan bisourcilier et le plan bipupillaire. L'application permet de transmettre des informations au laboratoire qui pourra alors réaliser le projet par CFAO.
(68)(69)(70)

Conclusion

Les chirurgiens-dentistes se doivent de prendre en compte les demandes esthétiques de leurs patients et les impacts psycho-sociaux que peuvent avoir leurs restaurations prothétiques, complexes ou non. Le poids des médias et de la beauté, et la quête d'identité en sont notamment à l'origine.

Grâce aux avancées technologiques, le praticien peut prévisualiser le résultat qu'il souhaite obtenir en relation directe avec son patient. En passant par la photographie, l'empreinte optique, la réalisation d'une étude radiologique (panoramique, CBCT, CT-Scan etc.), l'étude de la cinétique des mouvements mandibulaires et l'utilisation de logiciels de conception numérique, il peut transférer un maximum d'informations à son laboratoire. Là où le patient pouvait être anxieux quant au travail à réaliser, celui-ci peut, à l'aide de logiciels, visualiser en temps réel le projet esthétique. Il en devient acteur grâce à la possibilité d'y apporter des modifications, de choisir la teinte, la forme des dents et du sourire, et d'y ajouter des caractérisations. Enfin, il validera ou non le plan de traitement.

Toutefois, la prévisualisation virtuelle est-elle suffisante pour la réalisation des traitements esthétiques ? Bien qu'elle facilite énormément la relation patient-praticien-laboratoire, la réalisation de projet virtuel ne permet que de donner une « idée ». C'est pourquoi le recueil de toutes ces informations et la transmission au laboratoire vont avoir pour but la conception d'un wax-up qui permettra au praticien de réaliser un mock-up sur son patient. Durant une période d'essai de quelques semaines, il pourra valider ou non l'esthétique et l'intégration fonctionnelle. La prévisualisation permet une représentation virtuelle et nécessite une complémentarité entre les différents logiciels afin d'aboutir à une représentation réelle du projet.

Le recueil des informations et la planification virtuelle sont à l'origine de la chaîne numérique pour la réalisation la plus fidèle et précise du projet prothétique convenue avec le patient. La Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur n'en seront que facilitées et la réhabilitation esthétique n'en sera que meilleure tant sur le point biologique, fonctionnel et esthétique.

Vu, le directeur de Thèse

Docteur Antonin HENNEQUIN



Vu le président du Jury

Professeur Franck DIEMER



Table des illustrations

Figure 1 : Classification du nombre de patient par classe d'âge en pourcentage	13
Figure 2 : Pourcentage de "Oui." selon la tranche d'âge.....	14
Figure 3 : Pourcentage de "Oui." en fonction des catégories socio-professionnelles.....	14
Figure 4 : Histogramme représentatif du pourcentage des réponses pour le sourire (un patient peut choisir plusieurs critères)	14
Figure 5: Histogramme représentatif du pourcentage des réponses pour les dents (un patient peut choisir plusieurs critères)	15
Figure 6 : Taux de base pour les critères du DSM-IV pour le BDD	17
Figure 7 : Gradient thérapeutique par G. Tirlet et J.P. Attal (2005)	20
Figure 8 : Les étages de la face (10)	23
Figure 9 : DVO et DVR (https://www.semanticscholar.org/paper/Perte-de-la-dimension-verticale-d'occlusion-(DVO)-%3A-Marsil/fc9c507aea3936b9d4186dc31acf270ba1c58d4)	24
Figure 10 : Plan sagittal médian et plan horizontaux du visage (13)	25
Figure 11: Angle naso-labial moyen (3).....	25
Figure 12: Angle naso-labial aigue et obtus (3).....	26
Figure 13 : Plan esthétique de Ricketts: type moyen (3)	26
Figure 14: Plan esthétique de Ricketts: type convexe (3)	27
Figure 15: Plan esthétique de Ricketts: type concave (3)	27
Figure 16: Rappels anatomiques (3).....	28
Figure 17 : Forme en "M" et "W" des lèvres.....	29
Figure 18 : Photo de PARIS et FAUCHER (3).....	29
Figure 19 : Photo de PARIS et FAUCHER (3).....	30
Figure 20 : Photo de PARIS et FAUCHER (3).....	30
Figure 21 : Photo de PARIS et FAUCHER (3).....	30
Figure 22 : Variations du sourire en fonction du corridor buccal et de la ligne du sourire (16).....	31
Figure 23 : Ligne du sourire basse (20).....	33
Figure 24 : Ligne du sourire moyenne (20).....	33
Figure 25 : Ligne du sourire haute (20).....	34
Figure 26 : Plan esthétique idéal	34
Figure 27 : Plan esthétique bas	35
Figure 28 : Plan esthétique haut	35
Figure 29 : Plan esthétique oblique (22).....	36
Figure 30 : Plan esthétique inversé.....	36
Figure 31: Sourire à environ 30, 50 et 70 ans (3).....	37
Figure 32 : Exemple d'asymétrie entre le plan sagittal médian (ligne rouge) et le milieu inter-incisif (pointillés bleus). La ligne inter-incisive n'est pas parallèle au plan sagittal médian mais l'inclinaison y est déviée impactant d'autant plus sur l'asymétrie et l'esthétisme du sourire https://www.orthodontisteenligne.com/les-lignes-medianes/	38
Figure 33 : Cas où le milieu inter incisif (pointillés jaunes) est décalé de plus de 4mm par rapport au plan sagittal médian (ligne bleue) présentant alors un sourire jugé inesthétique https://www.orthodontisteenligne.com/les-lignes-medianes/	38
Figure 34: Classification des opalescents selon L. Vanini	42
Figure 35: Classification des intensifs selon L. Vanini.....	42
Figure 36: Classification des caractérisations selon L. Vanini.....	43
Figure 37: Festons et zéniths gingivaux (20)	45
Figure 38: Papilles inter-dentaires (20)	46
Figure 39 : "Pink Esthetic Score" de Fürhauser.....	47

Figure 40 : "White Esthetic Score" de Belser	47
Figure 41 : Digital Work Flow (36).....	48
Figure 42: Exemple de protocole photographique	51
Figure 43: Appareil photo à visée réflex et à visée par l'écran	52
Figure 44 : Exemple d'écarteurs simples (à gauche), double (au centre) et type Optragte (à droite).....	53
Figure 45 : Exemple de miroirs pour la prise de clichés	53
Figure 46 : Filtre polarisant	54
Figure 47: Contrasteurs (à gauche) et réflecteur (à droite).....	54
Figure 48 : Différents scanners intra-oraux (47).....	56
Figure 49 : Caméra extra-orale (3Shape) et caméra intra-orale 3shape Trios	57
Figure 50 : En haut le modèle couleur, en bas le modèle monochrome (48).....	58
Figure 51 : Poudrage des surface avant la réalisation de l'empreinte optique (49).....	59
Figure 52 : Superposition du scan facial et des scans intra-oraux.....	60
Figure 53 : Caméras Bellus3D ARC-1, -4 et -7 et la Face camera pro (53).....	61
Figure 54 : Amélioration de l'efficacité des masques chirurgicaux grâce au scan facial (56).....	62
Figure 55 : CT-Scan	63
Figure 56 : Possibilité de se déplacer dans le volume et de modifier les densités tissulaires	63
Figure 57 : Possibilité d'isoler n'importe quelles structures.....	63
Figure 58 : Visualisation de l'ATM (à gauche) et superposition du CT-Scan et de la photo de face du patient (à droite).....	64
Figure 59 : 3D Digital Study Models	65
Figure 60 : Chariot et dispositif facial du Modjaw.....	66
Figure 61 : Enregistrement, visualisation et exportations des mouvements mandibulaires	66
Figure 62 : Clé initiale sur le modèle d'étude (60)	68
Figure 63 : Elimination des faces palatines (à gauche) et des embrasures (à droite) (60)	68
Figure 64 : Eviction du silicone 1 à 2mm au dessus des collets (à droite) et clé terminée sur le modèle (à gauche) (60)	69
Figure 65 : Remplissage de la clé (à gauche) et mise en bouche et élimination des excès (à droite) (60).....	69
Figure 66 : Elimination des excès de résine et polissage (60).....	69
Figure 67 : Résultat avant/après (60).....	70
Figure 68 : Tracé des lignes du visage et du sourire	71
Figure 69 : Superposition de la photo intra-orale avec la photo-extra-orale grâce à la croix (46).....	72
Figure 70: Transfert des lignes de références du visage sur la photo-intra-orale (46)	72
Figure 71 : Informations d'analyse du sourire (46).....	73
Figure 72: Détermination de la position et de la forme des incisives centrales (46)	73
Figure 73 : Intégration du wax-up numérique sur la photo du visage.....	74
Figure 74: Wax-up numérique.....	75
Figure 75: Informations métriques.....	76
Figure 76 : CAO.....	76
Figure 77 : Réglage et alignement de la photo de face du visage (65).....	77
Figure 78 : Tracé de la courbe gingivale et de la coube du sourire (65)	77
Figure 79 : Librairie du sourire à gauche avec les codes couleurs (65).....	78
Figure 80 : Avant/après avoir modifier la luminosité à l'aide la règlette (en bleu) (65).....	78
Figure 81 : Design 2D sur la photo de face du patient (65)	79
Figure 82 : Superposition du design 2D de la photo de face sur la photo en OIM (65)	79
Figure 83 : Superposition avec la photo de l'arcade supérieure (65).....	79
Figure 84 : Etapes successives entre le cabinet et le laboratoire du début jusqu'à la fin du traitement (66)..	80
Figure 85 : Wax-up (66).....	80
Figure 86 : De gauche à droite: résine composite type bysacril, composite rose et marqueur noir (67).....	81
Figure 87 : Guide d'allongement coronaire (66).....	81

<i>Figure 88 : Maquette finale (66).....</i>	<i>82</i>
<i>Figure 89 : Restaurations finales numériques et céramiques (66)</i>	<i>82</i>
<i>Figure 90 : Liste de logiciels disponibles en 2017 pour la planification 2D.....</i>	<i>83</i>
<i>Figure 91. Exemple de modèles antérieurs standards.....</i>	<i>84</i>
<i>Figure 92 : Prévisualisation du projet esthétique par Kapanu.....</i>	<i>85</i>
<i>Figure 93 : Eclaircissement virtuel.....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 94 : Résultat avant/après en RA.....</i>	<i>86</i>
<i>Figure 95 : Choix des différents mock-up virtuel</i>	<i>87</i>
<i>Figure 96 : Modifications dynamiques du sourire</i>	<i>87</i>

Bibliographie

1. Tirlet G. Evaluation de la demande esthétique [Internet]. L'Information Dentaire. [cited 2021 Mar 7]. Available from: <https://www.information-dentaire.fr/formations/evaluation-de-la-demande-esthetique/>
2. Simon J, Tirlet G, Attal J-P. à la consultation externe du service d'odontologie de l'hôpital Charles Foix Ivry sur Seine. 2008;6.
3. Paris J-C, Faucher A-J. Le guide esthétique: comment réussir le sourire de vos patients. Quintessence international; 2003. 309 p.
4. Alain Jeannel, Dominique Gillet Esthétique dentaire et Beau sourire - PDF Free Download [Internet]. [cited 2020 Nov 28]. Available from: <https://docplayer.fr/49663056-Alain-jeannel-dominique-gillet-esthetique-dentaire-et-beau-sourire.html>
5. Buhlmann U, Glaesmer H, Mewes R, Fama JM, Wilhelm S, Brähler E, et al. Updates on the prevalence of body dysmorphic disorder: A population-based survey. Psychiatry Res. 2010 Jun 30;178(1):171–5.
6. Body dysmorphic disorder | The BMJ [Internet]. [cited 2021 Jan 28]. Available from: <https://www.bmj.com/content/350/bmj.h2278>
7. Jongh AD, Aartman IHA, Parvaneh H, Ilik M. Symptoms of body dysmorphic disorder among people presenting for cosmetic dental treatment: a comparative study of cosmetic dental patients and a general population sample. Community Dent Oral Epidemiol. 2009;37(4):350–6.
8. Tirlet G, Attal J-P. Le gradient thérapeutique : un concept médical pour les traitements esthétiques [Internet]. L'Information Dentaire. [cited 2020 Nov 27]. Available from: <https://www.information-dentaire.fr/formations/le-gradient-therapeutique-un-concept-medical-pour-les-traitements-esthetiques/>
9. Hue O. Le sourire en prothèse ou l'éloge du sourire. Actual Odonto-Stomatol. 2008 Jun;(242):129–41.
10. INDICES ET MESURES EN ODF [Internet]. INDICES ET MESURES EN ODF. [cited 2021 Mar 14]. Available from: <https://csd23.blogspot.com/2010/10/indices-et-mesures-en-odf.html>
11. Le Gall MG, Lauret J-F. La fonction occlusale: implications cliniques. Rueil-Malmaison: Éd. CdP; 2011.
12. Fajri L, Abdelkoui A, Abdedine A. Approche esthétique en prothèse amovible complète. Actual Odonto-Stomatol. 2013 Nov;(266):16–26.

13. Bonnefoy C, Chikhani L, Dichamp J. Anatomie artistique en prothèse faciale et muscles peauciers de la face et du cou (2^e partie). Actual Odonto-Stomatol. 2015 Apr;(271):37–48.
14. Ricketts RM. Esthetics, environment, and the law of lip relation. Am J Orthod. 1968 Apr;54(4):272–89.
15. Classification d'Aboucaya [Internet]. Annexe thèse. 2011 [cited 2021 Feb 3]. Available from:
<https://dynamiquedelabouche.wordpress.com/bibliographie/classification-daboucaya/>
16. Parekh S, Fields H, Beck F, Rosenstiel S. The acceptability of variations in smile arc and buccal corridor space. Orthod Craniofac Res. 2007;
17. Jameson WS. Dynesthetic and dentogenic concept revisited. J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al. 2002;14(3):139–48.
18. Dodds M, Laborde G, Devictor A, Maille G, Sette A, Margossian P. Les références esthétiques : la pertinence du diagnostic au traitement. 2014;14:8.
19. 11. Magne P, Belser UC. Restaurations adhésives céramiques sur dents antérieures : approche biomimétiques. In : Paris : Quintessence international 2003 - Recherche Google [Internet]. [cited 2020 Jul 3]. Available from:
https://www.google.com/search?q=11.+Magne+P%2C+Belser+UC.+Restaurations+adh%C3%A9sives+c%C3%A9ramiques+sur+dents+ant%C3%A9rieures+%3A+approche+biomim%C3%A9tiques.+In+%3A+Paris+%3A+Quintessence+international+2003&rlz=1C5CHFA_enFR828FR828&oq=11.+Magne+P%2C+Belser+UC.+Restaurations+adh%C3%A9sives+c%C3%A9ramiques+sur+dents+ant%C3%A9rieures+%3A+approche+biomim%C3%A9tiques.+In+%3A+Paris+%3A+Quintessence+international+2003&aqs=chrome..69i57.310j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
20. Fradeani M, Barducci G, Corrado M, Liger F, Perelmuter S. Réhabilitation esthétique en prothèse fixée. une approche systématique du traitement prothétique Volume 1, Volume 1,. 2006.
21. PARIS J.C. La ligne du sourire : comment les lèvres dévoilent les dents. Indépendantaire 2010 - Recherche Google [Internet]. [cited 2020 Jul 3]. Available from:
https://www.google.com/search?q=PARIS+J.C.+La+ligne+du+sourire+%3A+comment+les+l%C3%A8vres+d%C3%A9voilent+les+dents.+Ind%C3%A9pendentaire+2010&rlz=1C5CHFA_enFR828FR828&oq=PARIS+J.C.+La+ligne+du+sourire+%3A+comment+les+l%C3%A8vres+d%C3%A9voilent+les+dents.+Ind%C3%A9pendentaire+2010&aqs=chrome..69i57.580j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
22. Grossmann Y, Sadan A. The prosthodontic concept of crown-to-root ratio: a review of the literature. J Prosthet Dent. 2005;

23. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent*. 1973 Apr;29(4):358–82.
24. Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent*. 1978 May;39(5):502–4.
25. L'esthétique dentaire et l'orthodontie | Bücco [Internet]. Bücco Orthodontie, par vos orthodontistes. [cited 2020 Nov 23]. Available from: <https://www.orthodontisteenligne.com/les-lignes-medianes/>
26. Magne P, Belser UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent*. 2003;89(5):9.
27. (PDF) Evaluating Recurring Esthetic Dental Proportion (RED) and Golden Proportion in Natural Dentition [Internet]. [cited 2020 Oct 1]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319908496_Evaluating_Recurring_Esthetic_Dental_Proportion_RED_and_Golden_Proportion_in_Natural_Dentition
28. Vanini L, Mangani FM. Determination and communication of color using the five color dimensions of teeth. *Pract Proced Aesthetic Dent PPAD*. 2001 Feb;13(1):19–26; quiz 28.
29. Vanini L. Conservative Composite Restorations that Mimic Nature. 2010;26(3):18.
30. Vichi A, Fraioli A, Davidson CL, Ferrari M. Influence of thickness on color in multi-layering technique. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater*. 2007 Dec;23(12):1584–9.
31. 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. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Jan 1;16:639–44.
32. Esthétique et profil d'émergence en implantologie - CDP - Guide clinique - 2843610400 [Internet]. [cited 2020 Nov 2]. Available from: http://www.remede.org/librairie-medicale/livre_3926_268.html
33. Chu SJ, Tarnow DP. Papilla Proportions in the Maxillary Anterior Dentition. *Restorative Dent*. 2009;29(4):10.
34. 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. *J Periodontol*. 2009 Jan;80(1):140–51.
35. Stanley M, Paz A, Miguel I, Coachman C. Fully digital workflow, integrating dental scan, smile design and CAD-CAM: case report. *BMC Oral Health*. 2018 Aug 7;18.

36. Digital Workflow | ZFX-Dental [Internet]. [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://dentaltec.zfx-dental.com/fr/node/413>
37. Digital Photography Enables Better Soft Tissue Screening, Diagnosis, and Case Acceptance [Internet]. [cited 2020 Apr 4]. Available from: <https://www.dentistrytoday.com/restorative/photography/1639>
38. Christensen GJ. Important clinical uses for digital photography. J Am Dent Assoc 1939. 2005 Jan;136(1):77–9.
39. (PDF) Digital dental photography. Part 2: Purposes and uses [Internet]. [cited 2020 Apr 4]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/24410175_Digital_dental_photography_Part_2_Purposes_and_uses
40. Emmanuel D. Manuel de photographie dentaire. 2016 Nov 1.
41. Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: Choosing a camera. Br Dent J. 2009 Jul 1;206:575–81.
42. McKeown HF, Murray AM, Sandler PJ. How to avoid common errors in clinical photography. J Orthod. 2005 Mar;32(1):43–54.
43. Ahmad I. Digital dental photography. Part 9: Post-image capture processing. Br Dent J. 2009 Sep 1;207:203–9.
44. Crescenzo D, Crescenzo H. Le projet esthétique virtuel [Internet]. L'Information Dentaire. [cited 2020 Apr 17]. Available from: <https://www.information-dentaire.fr/formations/le-projet-esthetique-virtuel/>
45. L'importance de la vidéo dans le diagnostic esthétique - Dentisterie Esthétique [Internet]. [cited 2020 Apr 11]. Available from: <https://www.idweblogs.com/dentisterie-esthetique/limportance-de-video-diagnostic-esthetique/>
46. Finelle G, Lehmann N, Coachman C. Technique de prévisualisation du sourire dans la réhabilitation implantaire du secteur antérieur. :13.
47. Banc d'essais 2019 7 scanners intra-oraux [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2019 [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/banc-d-essais-2019-7-scanners-intra-oraux/>
48. Sept caméras d'empreintes optiques intra-orales au banc d'essai [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2018 [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/analyse/materiel/sept-cameras-d-empreintes-optiques-intra-orales-au-banc-d-essai/>

49. CFAO Dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2014 [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/cfao-dentaire-et-empreinte-optique-les-cameras-au-banc-d-essai/>
50. L'empreinte numérique : 1er maillon de la chaîne CFAO dentaire -3Dcelo [Internet]. 2018 [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://www.3dcelo.com/empreinte-numerique-les-etapes-de-la-cfao-dentaire/>
51. L'empreinte optique en odontologie [Internet]. Owandy Radiology. 2020 [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://www.owandy.fr/empreinte-optique-en-odontologie/>
52. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study - PubMed [Internet]. [cited 2021 Feb 4]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24878708/>
53. ARC [Internet]. Bellus3D: High-quality 3D face scanning. [cited 2021 Feb 11]. Available from: <http://www.bellus3d.com/arc>
54. Bellus3D Announces Dental Pro 2.0 [Internet]. PRWeb. [cited 2021 Feb 11]. Available from: https://www.prweb.com/releases/bellus3d_announces_dental_pro_2_0/prweb16919527.htm
55. Bellus3D Introduces Visual Smile Aligner" in Dental Pro App. :2.
56. Bellus3D Makes Surgical Masks More Effective [Internet]. PRWeb. [cited 2021 Feb 11]. Available from: https://www.prweb.com/releases/bellus3d_makes_surgical_masks_more_effective/prweb17019836.htm
57. Dentisterie numérique occlusion jaw motion : pourquoi le mouvement est la clé [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2020 [cited 2021 Feb 18]. Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/dentisterie-numerique-occlusion-jaw-motion-pourquoi-le-mouvement-est-la-cle/>
58. Magne P, Magne M. Use of additive waxup and direct intraoral mock-up for enamel preservation with porcelain laminate veneers. Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent. 2006 Apr;1(1):10–9.
59. Discovering the Artist Inside: A Three-Step Approach to Predictable Aesthetic Smile Designs, Part | Dentistry Today [Internet]. [cited 2020 Nov 20]. Available from: <https://www.dentistrytoday.com/aesthetics/9215-discovering-the-artist-inside-a-three-step-approach-to-predictable-aesthetic-smile-designs-part->
60. Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a

diagnostic mock-up. J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent AI. 2004;16(1):7–16; discussion 17-18.

61. (PDF) Diagnostic mock-ups as an objective tool for predictable outcomes with porcelain laminate veneers in esthetically demanding patients: A clinical report | Pascal Magne - Academia.edu [Internet]. [cited 2020 Nov 21]. Available from: https://www.academia.edu/25586318/Diagnostic_mock_ups_as_an_objective_tool_for_predictable_outcomes_with_porcelain_laminate_veneers_in_esthetically_demanding_patients_A_clinical_report

62. Coachman C, Yoshinaga L, Calamita M, Sesma N. THE DIGITAL SMILE DESIGN CONCEPT. :35.

63. DMD M, MA P, DDS M. Comparing the Perception of Dentists and Lay People to Altered Dental Esthetics. J Esthet Restor Dent. 2007 Jul 1;11:311–24.

64. Silva BP, Jiménez-Castellanos E, Martinez-de-Fuentes R, Fernandez AAV, Chu S. Perception of maxillary dental midline shift in asymmetric faces. Int J Esthet Dent. 2015;10(4):588–96.

65. Smilecloud 2.0 Rubicon is here – Smilecloud Spotlight [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://blog.smilecloud.com/2020/10/23/smilecloud-2-0-rubicon-is-here/>

66. Andreea Buciuman. Outsourcing Digital designs – Smilecloud Spotlight [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://blog.smilecloud.com/2020/02/18/metalab/>

67. Cofar F. Biometric Design Motivational Mockup – Smilecloud Spotlight [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://blog.smilecloud.com/2020/08/04/biometric-design-motivational-mockup/>

68. Carlier par M. Kapanu - La réalité augmentée pour les dentistes [Internet]. Le Blog Domotique. 2017 [cited 2021 Feb 18]. Available from: <http://www.leblogdomotique.fr/sante/kapanu-realite-augmentee-dentistes-6690>

69. Kapanu AG – Digital Dental Innovation [Internet]. [cited 2021 Feb 18]. Available from: <https://kapanu.com/>

70. Réalité Augmentée en dentisterie, perspectives actuelles – DENTISFUTURIS [Internet]. [cited 2021 Feb 18]. Available from: <https://www.dentisfuturis.com/realite-augmentee-en-dentisterie/>

ANALYSE ET PLANIFICATION DE LA PRISE EN CHARGE EN DENTISTERIE ESTHETIQUE

RESUME EN FRANÇAIS :

La demande esthétique est en hausse dans les cabinets dentaires et les praticiens font face à une exigence de plus en plus importante de la part des patients. Les avancées technologiques favorisent une meilleure communication avec le patient et le laboratoire de prothèse permettant une meilleure planification, prévisualisation et acceptation du projet prothétique. L'apparition et le développement de logiciels 2D, 3D et 4D facilitent la prise en charge avec une participation active du patient au traitement et garantissent la qualité des réhabilitations tant du point de vue esthétique que fonctionnel. Après s'être intéressé à l'origine de la demande esthétique et avoir présenté les critères esthétiques fondamentaux du sourire, les techniques de prévisualisation sont abordées avec présentation des principaux logiciels d'analyse esthétique.

TITRE EN ANGLAIS : Analysis and planning in aesthetic dentistry

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : Dentisterie esthétique, prévisualisation, planification, projet prothétique, numérique

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de Chirurgie Dentaire 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex

DIRECTEUR DE THESE : Dr Antonin HENNEQUIN
