

UNIVERSITE DE NANTES

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2016

N° 030

**Planification d'une restauration
esthétique en prothèse fixée avec un
logiciel de « Smile Design » et ses
applications en CFAO**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR

EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Alexis GUERIN

Né le 18/08/1992

Le 09/06/2016 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : M. le Docteur Edouard LANOISELEE

Assesseur : M. Le Docteur Christian VERNER

Invité : M. le Docteur Bertrand DINAHET

Directeur de thèse : M. le Docteur François BODIC

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr AMOURIQ Yves
Assesseurs	Dr BADRAN Zahi Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs Emérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens Hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE GALIERE Héliène
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Madame CLOITRE Alexandra Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Monsieur DRUGEAU Kévin Madame GOUGEON Béatrice Monsieur LANOISELEE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MERAMETDJIAN Laure Madame MOREIGNE MELIN Fanny Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan
Enseignants Associés	A.T.E.R.
Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (MC Associé)	Monsieur LAPERINE Olivier

Cette liste est valable à compter du 1^{er} octobre 2015

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

Remerciements

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ,

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département de Prothèses

Doyen de l'UFR d'Odontologie de Nantes

Chef de service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale.

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Pour la qualité de vos enseignements théoriques et cliniques dont j'ai pu bénéficier tout le long de mon cursus universitaire.

Veillez trouver ici le témoignage de ma sincère gratitude et de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur François BODIC,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherches Dentaires

Département de Prothèses.

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse.

Pour la qualité de vos enseignements théoriques et cliniques tout au long de mes études.

Pour votre gentillesse et votre humour.

Pour la confiance que vous m'avez accordée pour mener à bien ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de toute ma considération et de mes sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Edouard LANOISELEE,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Assistant Hospitalo Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches Dentaires

Attaché Hospitalo Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignements et de Recherches Dentaires

Département de Prothèses

-NANTES-

Qui m'a fait l'honneur de participer à mon jury.

Je vous remercie pour votre bienveillance et pour l'attention que vous avez accordées à mon travail, ainsi que pour votre disponibilité durant ces cinq années.

Trouvez ici l'expression de ma respectueuse reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Christian VERNER,

Docteur en chirurgie dentaire

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Département de Parodontologie

-NANTES-

*Pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail,
Pour la qualité et la rigueur de votre enseignement,
Pour avoir su me transmettre votre engouement pour la discipline qui vous passionne,
Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde estime et de mes sincères remerciements*

A Monsieur le Docteur Bertrand DINAHET,

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Assistant Hospitalo Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches Dentaires

Attaché Hospitalo Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches Dentaires

Département de Prothèses.

-RENNES-

Pour m'avoir fait l'honneur de participer activement à cette thèse.

Pour tous nos échanges, pour ta patience et ton soutien actif dans ce travail.

Vois en ce témoignage la marque de mon amitié et de mon profond respect.

TABLE DES MATIERES :

1) Esthétique :.....	16
1.1) La demande esthétique de nos jours :.....	16
1.1.1) Les demandes :.....	16
1.1.2) Les attentes :.....	16
1.1.3) Etablir un plan de traitement :.....	17
1.2) Analyse esthétique :.....	18
1.2.1) « Check-list esthétique » :.....	18
1.2.2) « Critères fondamentaux objectifs »:.....	19
1.3) Rappels des critères esthétiques actuels :.....	20
1.3.1) Analyse de la face :.....	20
1.3.1.1) De face :.....	20
1.3.1.2) De profil :.....	20
1.3.2) Analyse dento-labiale :.....	21
1.3.3) Analyse phonétique :.....	22
1.3.4) Analyse dentaire :.....	22
1.3.4.1) Rapports dents maxillaires et mandibulaires :.....	22
1.3.4.2) Les dents maxillaires :.....	23
1.3.4.2.1) Incisive centrale maxillaire :.....	23
1.3.4.2.2) Incisive latérale maxillaire :.....	24
1.3.4.2.3) Canine maxillaire :.....	24
1.3.4.3) La composition dentaire au maxillaire :.....	24
1.3.4.3.1) Proportions dent à dent :.....	24
1.3.4.3.2) Surfaces de contacts inter-dentaires et angle inter-incisifs :.....	25
1.3.4.3.3) Inclinaison des axes :.....	25
1.3.4.3.4) Position et agencement dentaire :.....	25
1.3.4.4) Les dents mandibulaires :.....	26
1.3.5) Analyse de la gencive :.....	26
2) Logiciel de « smile design » :.....	28
2.1) Histoire :.....	28
2.2) Logiciels disponibles :.....	29
2.3) Fonctionnement :.....	32
2.3.1) Lignes de référence :.....	33
2.3.2) Positionnement des images :.....	33
2.3.3) Analyse du sourire :.....	34

2.3.4)	Simulation du sourire :	34
2.3.5)	Transfert des lignes de référence aux images intra-orales :	34
2.3.6)	Mesure de la proportion des dents :	35
2.3.7)	Dessins des contours dentaires :	35
2.3.8)	Evaluation esthétique des dents et des tissus mous :	35
2.3.9)	Calibrage d'une « règle numérique » :	37
2.3.10)	Transfert des lignes de références et des modifications sur le modèle en plâtre :	38
2.4)	Indications :	41
2.4.1)	Prothèse fixée, amovible partielle ou totale :	41
2.4.2)	Implantologie :	41
2.4.3)	Orthodontie :	42
2.5)	Intérêt de la planification en prothèse fixée :	45
2.5.1)	Wax-up et mock-up « conventionnel » :	45
2.5.1.1)	Wax-up :	45
2.5.1.2)	Mock-up :	45
2.5.2)	Mock-up virtuel :	47
2.5.2.1)	Diagnostic:	47
2.5.2.2)	Communication :	47
2.5.2.3)	Retour d'information :	47
2.5.2.4)	Gestion du patient :	48
2.5.2.5)	Inconvénients et limites :	48
2.5.3)	Comparaison des différentes techniques :	49
2.5.3.1)	Communication avec le patient :	49
2.5.3.1.1)	Discussion du plan de traitement au fauteuil :	50
2.5.3.1.2)	Principe des « opposés accordés » :	50
2.5.3.1.3)	Concept du Visagism	51
2.5.3.2)	Communication avec le prothésiste :	53
2.5.3.3)	Planification des interventions :	54
2.5.3.3.1)	Technique conventionnelle :	54
2.5.3.3.2)	Technique utilisant le « Digital Smile Design » :	54
2.5.3.3.2.1)	Première consultation :	54
2.5.3.3.2.2)	Inter-séances :	55
2.5.3.3.2.3)	Deuxième consultation :	55
3)	Applications du « Digital Smile Design » en CFAO :	57
3.1)	Fonctionnement :	57
3.1.1)	Pré-requis:	57

3.1.2)	Empreinte optique :	57
3.1.2.1)	Principe :	57
3.1.2.2)	Avantages :	58
3.1.2.3)	Inconvénients :	58
3.1.2.4)	Exemples de systèmes disponibles :	58
3.1.3)	Le « Digital Smile Design » appliqué à la conception et fabrication assistées par ordinateur (CAO/FAO) :	60
3.1.4.1)	Mock-up virtuel indirect :	60
3.1.4.2)	Mock-up virtuel direct :	60
3.1.4.3)	« Skyn Concept » :	62
3.2)	Impératifs de préparation :	65
3.3)	Matériaux utilisés :	67
3.3.1)	Les céramiques esthétiques :	67
3.3.1.1)	Les céramiques feldspathiques :	67
3.3.1.2)	Les céramiques feldspathiques renforcées par la leucite :	69
3.3.2)	Les vitrocéramiques renforcées :	70
3.3.3)	Les céramiques polycristallines :	71
3.3.3.1)	Les céramiques à base d'oxyde de zirconium :	71
3.3.3.2)	Céramiques alumineuses :	72
3.3.4)	Céramiques hybrides et nanocéramiques :	73
3.3.5)	Résine composite :	74
3.3.5)	Matériaux provisoires acryliques :	74
3.4)	Cas clinique :	75
3.4.1)	Utilisation du « Digital Smile Design » concept :	77
3.4.2)	Utilisation du « Smile Designer Pro » :	80
	Conclusion :	85
	Bibliographie :	86

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

<i>Figure 1: "Check-list" esthétique de M. Fradeani (partie 1)</i>	18
<i>Figure 2: "Check-list" esthétique de M. Fradeani (partie 2)</i>	19
<i>Figure 3: Analyse du visage de face d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	20
<i>Figure 4: Analyse du visage de profil d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	20
<i>Figure 5: Exposition des dents au repos d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	21
<i>Figure 6: Situation de la courbe incisive et son rapport avec la lèvre inférieure d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	21
<i>Figure 7: Situation de la ligne du sourire d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	21
<i>Figure 8: Evaluation du corridor labial d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	22
<i>Figure 9: Evaluation de l'alignement des lignes incisives par rapport au plan sagittal médian d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	22
<i>Figure 10: Evaluation du parallélisme du plan occlusal par rapport aux lignes de référence verticales d'après la "check list" de M. Fradeani</i>	22
<i>Figure 11: Illustration de la règle du nombre d'or appliquée à l'art dentaire</i>	25
<i>Figure 12: Situation idéale des points de contact des dents du bloc incisivo-canin maxillaire et inclinaisons idéales des axes de ces dernières d'après P.Magne et U.Belser</i>	25
<i>Figure 13: Situation idéale des papilles, des collets et des zéniths gingivaux d'après l'analyse gingivale de la "check list" de M. Fradeani</i>	27
<i>Figure 14 : Tableau récapitulatif de certaines caractéristiques de plusieurs systèmes de «Smile Design»</i>	32
<i>Figure 15: Positionnement des lignes de référence sur la photographie exobuccale dans le cadre du "Digital Smile Design" concept</i>	33
<i>Figure 16: Transfert des lignes de référence sur la photographie endobuccale</i>	34
<i>Figure 17: Positionnement d'autres lignes de référence, propres au patient, sur la photographie endobuccale</i>	34
<i>Figure 18: Mesure de la proportion des dents sur la photographie endobuccale</i>	35
<i>Figure 19: Choix possibles de nouvelles proportions longueur/largeur des incisives centrales maxillaires</i>	35
<i>Figure 20: Situation des bords incisifs, des axes dentaires et de la ligne des collets</i>	36
<i>Figure 21: Choix possibles de nouvelles proportions longueur/largeur des incisives centrales, les incisives latérales et les canines</i>	36
<i>Figure 22: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours vestibulaires des futures restaurations (vue de face, horizontale)</i>	36
<i>Figure 23: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours vestibulaires des futures restaurations (vue de face, à 45°)</i>	36
<i>Figure 24: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours occlusales des futures restaurations</i>	37
<i>Figure 25: Mesure de la largeur « réelle » des incisives centrales maxillaires sur le modèle en plâtre</i>	37
<i>Figure 26: Positionnement de la règle numérique sur la photographie intra-buccale</i>	37
<i>Figure 27: Calibrage de la règle numérique sur la photographie</i>	37
<i>Figure 28: Ligne horizontale située, dans cet exemple, au niveau du tiers coronaire</i>	38
<i>Figure 29: Mesure des distances entre la ligne de référence et les bords incisifs et cuspides</i>	38
<i>Figure 30: Tracé de la ligne de référence horizontale suite au report des distances "bord incisif - ligne de référence" mesurées sur la photographie</i>	38
<i>Figure 31: Mesure de la distance « ligne inter-incisive – ligne verticale de référence »</i>	39

Figure 32: Tracé de la ligne verticale de référence sur le modèle en plâtre	39
Figure 33: Wax-up diagnostique réalisé par le prothésiste grâce à la planification effectuée avec le "Digital Smile Design" concept.....	39
Figure 34: Réglages des bourrelets d'occlusion et mesures des premières proportions	41
Figure 35: Planification numérique intrabuccale.....	41
Figure 36: Essayage des prothèses amovibles d'usage	41
Figure 37: Exemple de planification implantaire obtenu avec le logiciel NemoDSD 2D®	42
Figure 38: Exemple de comparaison des Clincheck® « avant-après traitement».....	42
Figure 39: Situation clinique initiale : agénésie des deux incisives latérales maxillaires et présence d'un diastème entre les incisives centrales maxillaires.....	43
Figure 40: Intégration du premier Clincheck® sur le logiciel ADSD® à l'aide de points de repère ..	43
Figure 41: Comparaison de la planification virtuelle et du résultat final obtenu	43
Figure 42: Exemple d'une planification orthodontique obtenu avec le logiciel NemoDSD 3D®.....	44
Figure 43: Enregistrement de lignes de référence esthétiques avec le système Ditramax puis tracé de ces lignes sur le modèle.....	46
Figure 44: Système One Bite® de Bisico®	46
Figure 45: Calques dentaires proposés par le concept du Visagism appliqué à l'art dentaire, associés aux différents traits de caractères	51
Figure 46: Intégration de l'image au logiciel et orientation	52
Figure 47: Sélection des points de repères demandés et résultats obtenus	52
Figure 48: Questionnaire Visagismile® à faire remplir par le patient	52
Figure 49: Planification proposée par le logiciel Visagismile®	53
Figure 50: Tableau présentant différents systèmes d'empreinte optique et certaines de leurs caractéristiques	59
Figure 51: Superposition d'un exemple de planification, réalisée avec Power Point, sur l'empreinte optique, puis modification de la transparence de la fenêtre CEREC® via Vitrite®.....	62
Figure 52: « DSD Skyn Model set » par Jan Hajto	63
Figure 53: Superposition du "Skyn" et de l'empreinte optique lors de la conception assistée par ordinateur via CEREC® 4.4	63
Figure 54: Vues occlusale et frontale de la superposition du scan du « Skyn » sur l'empreinte optique	64
Figure 55: Exemple de modèle proposé par « Shappes® »	64
Figure 56: CEREC® Blocs PC	68
Figure 57: Vitablocks® Mark II.....	68
Figure 58: IPS Empress® CAD	69
Figure 59: Paradigm® C Block	69
Figure 60: IPS E.max CAD block	70
Figure 61: CEREC® Blocs C In	70
Figure 62: Vita Suprinity	71
Figure 63: Celtra Duo®.....	71
Figure 64: InCoris® TZI.....	71
Figure 65: InCeram®.....	72
Figure 66: Lava® Ultimate	73
Figure 67: Vita® Enamic	73
Figure 68: GC Cerasmart®	73
Figure 69: Paradigm® MZ100 Block	74
Figure 70: Vita® CAD-Temp	74
Figure 71: Telio® CAD.....	74

<i>Figure 72: Photographies exobuccales de face et de profil de la patiente Madame C.</i>	75
<i>Figure 73: Photographie endobuccale en occlusion d'intercuspidie maximale</i>	75
<i>Figure 74: Radiographie panoramique de la patiente Madame C.</i>	76
<i>Figure 75: Situation des lignes de référence sur la photographie exobuccale</i>	77
<i>Figure 76: Positionnement de point de référence et mesures diverses sur la photographie endobuccale à l'aide de Microsoft® Power Point</i>	78
<i>Figure 77: Exemple de planification pour la patiente Madame C. réalisée avec Microsoft® Power Point</i>	78
<i>Figure 78: Application de teintes sur les calques via le logiciel Gimp®</i>	79
<i>Figure 79: Transfert de la planification endobuccale sur la photographie endobuccale avec le logiciel Gimp®</i>	79
<i>Figure 80: Positionnement des lignes de référence</i>	80
<i>Figure 81: Renseignement de la situation des bords libres des incisives centrales maxillaires sur les photographies avec et sans écarteurs.</i>	80
<i>Figure 82: Calibrage de la règle numérique</i>	81
<i>Figure 83: Positionnement des calques et planification en cours de réalisation.</i>	81
<i>Figure 84: Exemple de positionnement de calque et du guide de proportion sur les vues occlusale et « à douze heures »</i>	82
<i>Figure 85: Utilisation de la palette de caractérisation « whitening » de l'outil « simulation »</i>	82
<i>Figure 86: Utilisation de l'outil « mouth mask » pour préciser la situation des lèvres.</i>	82
<i>Figure 87: Interface entre le « Smile Designer Pro® » et le CEREC® via l'onglet « 3D Connect »</i>	83
<i>Figure 88: Préparations périphériques de 13 à 23 après élongation coronaire sur la 22</i>	83
<i>Figure 89: Empreinte optique des préparations périphériques de 13 à 23 avec une Omnicam®</i>	83
<i>Figure 90: Résultat obtenu à J0</i>	84
<i>Figure 91: Résultat obtenu à J+21</i>	84

« Faire de la dentisterie esthétique, c'est d'abord savoir visualiser les dysharmonies, définir avec son équipe les étapes du plan de traitement et pouvoir donner simplement la possibilité au patient de valider son futur sourire. » Ghandour Imad, prothésiste à Cannes.

1) Esthétique :

1.1) La demande esthétique de nos jours :

La demande esthétique ne cesse de croître aujourd'hui. Elle est en effet l'un des principaux motifs de consultation au cabinet dentaire.

« La bouche est beauté, séduction, éclat » (1). De ce fait, une grande partie de la population considère qu'une amélioration de l'aspect esthétique de leur denture améliorerait leur vie relationnelle (la possibilité de faire des rencontres, d'obtenir un emploi,...), les rendrait plus intelligents, plus attirants, etc. (2,3).

Face à cette demande grandissante, la communication semble être l'élément central de la relation entre le patient et le praticien afin que le résultat obtenu soit satisfaisant pour le patient.

Identifier clairement les demandes du patient, les différencier de ses attentes réelles et proposer un plan de traitement réaliste et précis seront les principaux challenges du praticien.

1.1.1) Les demandes :

Les demandes exprimées par le patient peuvent être nombreuses, parfois surprenantes, étant donné que la notion d'esthétique est subjective et que les critères retenus par le praticien (concernant la forme, la teinte ou encore le positionnement des dents) ne sont pas toujours les mêmes que ceux du patient (4) (5) (6). Plusieurs problèmes peuvent se présenter pour le praticien.

Tout d'abord, le fait que le langage du patient soit différent de celui du praticien (nécessairement plus technique) peut aboutir à une incompréhension. Utiliser un langage simple et clair est fondamental pour que les deux acteurs du soin adoptent une vision commune de l'objectif du traitement.

D'autre part, certains patients ne savent pas, ou n'osent pas, dire ce qui les gêne. De ce fait, les demandes sont parfois en décalage avec les attentes. La communication et la planification du traitement prennent ici tout leur sens pour pallier ce problème.

1.1.2) Les attentes :

Bien souvent, les patients souhaitent que leur sourire se rapproche le plus possible de celui d'une personne qu'ils jugent comme étant un « modèle de beauté ». Ces sourires sont le plus souvent stéréotypés et correspondent à certains critères de beauté actuels et culturels. Pour F. Saint-Pierre, « La beauté est relative par rapport à une culture, à une société, à un moment donné ; relative au sujet lui-même, à ses propres modèles. »(1)

Le patient doit donc avoir une prise de conscience quant au fait que le résultat optimal qui sera obtenu ne sera pas nécessairement un sourire figé, ou parfaitement symétrique, mais qu'il tiendra compte des particularités du sujet (changement de teinte, légères malpositions,...) pour une meilleure intégration des restaurations et un sourire naturel . Il est important de savoir si le patient accepte l'apparence naturelle de ses dents ou s'il souhaite un sourire « Hollywoodien » avec des dents uniformément blanches et des caractéristiques esthétiques artificielles (7).

Dès les premières étapes, l'utilisation de magazines ou encore de photos permet de discuter avec le patient des premières solutions thérapeutiques existantes.

1.1.3) Etablir un plan de traitement :

Avant de réaliser des actes « irréversibles » chez le patient, il est important d'obtenir son consentement éclairé. Le patient doit adhérer entièrement et sans réserve au plan de traitement qu'il a conjointement établi avec le praticien (8). Le plan de traitement doit donc être clair, précis, réaliste et l'aboutissement de la collecte d'informations au cours de l'examen clinique, et des discussions avec le patient (notamment au sujet des différentes solutions thérapeutiques) (9).

La chronologie doit être expliquée précisément au patient car les traitements sont souvent longs et nécessitent parfois des phases de temporisation.

Le praticien va donc tâcher de répondre aux attentes du patient, mais ce dernier se devra de respecter les recommandations données (exemple : concernant l'hygiène orale et les rendez-vous de contrôle) pour assurer la pérennité des résultats.

1.2) Analyse esthétique :

L'analyse esthétique d'un patient ne peut en aucun cas se limiter aux dents. De ce fait, on se penche successivement sur différents paramètres qui vont influencer l'esthétique du sourire : analyse faciale, dento-labiale, phonétique, dentaire et gingivale.

1.2.1) « Check-list esthétique » :

La check-list esthétique suivante a été proposée par M. Fradeani (10).

ESTHETIC CHECKLIST

1/4

Examiner _____ Date ____/____/____

Patient _____ Age _____





PATIENT'S PHOTOGRAPH PATIENT'S PHOTOGRAPH PATIENT'S PHOTOGRAPH

Esthetic self-evaluation _____

Patient's requests and expectations _____

Preferences White and aligned teeth Teeth with slight irregularities

Past records: Smile photo Yes No Study casts Yes No Radiographs Yes No

FACIAL ANALYSIS

Interpupillary line vs horizon
 Parallel Slanted Rt Lt

Commissural line vs horizon
 Parallel Slanted Rt Lt

Facial midline
 Centered Deviated Rt Lt



Profile
 Normal
 Convex
 Concave

E-line
 Max _____ mm Mand _____ mm

Lips
 Thick
 Medium
 Thin

Notes _____

Copyright © by Quintessence Publishing Co. Inc.

DENTOLABIAL ANALYSIS

2/4

TOOTH EXPOSURE AT REST 4





Indicate A B C

Max _____ mm
Mand _____ mm

INCISAL CURVE vs LOWER LIP 4

Convex

Contacting
 Rt Lt

Flat

Not contacting
Rt _____ mm
Lt _____ mm

Reverse

Covering
Rt _____ mm
Lt _____ mm

SMILE LINE 4

Average

Low

High
Gingival exposure
Rt _____ mm
Lt _____ mm

SMILE WIDTH (NO. OF TEETH VISIBLE) 4

6-8

10

12-14

LABIAL CORRIDOR 4

Normal

Wide
Rt _____ mm
Lt _____ mm

Absent

UPPER INTERINCISAL LINE vs MIDLINE 4

Coincident

Deviated Rt
_____ mm

Deviated Lt
_____ mm

OCCUSAL PLANE vs COMMISSURAL LINE/HORIZON 4

Parallel

Slanted Rt
_____ mm

Slanted Lt
_____ mm

Indicate by tooth number current situation; mark deviation (in mm) from ideal: + (if too long), - (if too short)

18	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26
46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36

Copyright © by Quintessence Publishing Co. Inc.

Figure 1: "Check-list" esthétique de M. Fradeani (partie 1)

3/4

PHONETIC ANALYSIS

M Intercuspal rest space
 mm
 Dental exposure
 Max _____ mm Mand _____ mm

E Interlabial space occupied by maxillary teeth
 ≤ 80% _____ %
 > 80% _____ %

F V Incisal profile
 Verrillion _____ mm
 Buccal _____ mm
 Lingual _____ mm

S Mandibular movement
 Vertical _____ mm
 Horizontal _____ mm
 Interarch space
 _____ mm Absent

TOOTH ANALYSIS

Table of esthetic changes (natural and/or iatrogenic) that have occurred over the years, by tooth number

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

INDICATE: O = Restoration, X = Missing, A = Abraded, D = Dyschromic, E = Extruded, F = Fractured, R = Rotated

MAXILLARY vs MANDIBULAR INTERINCISAL LINE
 Coincident Deviated Rt _____ mm Deviated Lt _____ mm

TOOTH TYPE
 Ovoid Tapering Square

TEXTURE
 Macro No Slight Pronounced
 Micro No Slight Pronounced

MAXILLARY CENTRAL INCISORS: SHAPE, CONTOUR, AND PROPORTION

11 21
 H W
 H W
 W/H ratio 11 _____ %
 21 _____ %

Profile 11 Normal Buccal Lingual
 21 Normal Buccal Lingual

OCCUSAL RELATIONSHIP

Dental Class I II III
 Overbite _____ mm
 Overjet _____ mm

Interarch relationship
 MIP CO-CR
 Incisal guidance Yes No
 Canine guidance RT Yes No
 LT Yes No

Copyright © by Quintessence Publishing Co., Inc.

4/4

TOOTH ANALYSIS

CONTOUR
 Normal
 Abnormal

PROPORTION
 Normal
 Abnormal

INTERINCISAL ANGLES
 Normal
 Abnormal

TOOTH AXES
 Normal
 Abnormal

TOOTH ARRANGEMENT
 Regular
 Crowded
 Diastemata

GINGIVAL MARGINS
 Symmetric
 Asymmetric

ZENITHS
 Regular
 Irregular

PAPILLAE
 Present
 Absent

BIOTYPE
 Thick
 Thin

ALTERATIONS
 Gingival inflammation
 Hypertrophy
 Recession

EDENTULOUS RIDGES
 Normal
 Deformed

Notes

TOOTH ANALYSIS

CONTOUR
 Normal
 Abnormal

PROPORTION
 Normal
 Abnormal

TOOTH ARRANGEMENT
 Regular
 Crowded
 Diastemata

TOOTH AXES
 Normal
 Abnormal

INCISAL EDGE
 Regular
 Irregular

GINGIVAL MARGINS
 Symmetric
 Asymmetric

PAPILLAE
 Present
 Absent

BIOTYPE
 Thick
 Thin

ALTERATIONS
 Gingival inflammation
 Hypertrophy
 Recession

EDENTULOUS RIDGES
 Normal
 Deformed

Notes

Figure 2: "Check-list" esthétique de M. Fradeani (partie 2)

1.2.2) « Critères fondamentaux objectifs »:

- Ces critères fondamentaux objectifs ont été proposés par P. Magne et U. Belser (11)
 Il en existe 14, auxquels ils ont ajouté 4 critères subjectifs liés à l'intégration esthétique :
- Santé gingivale
 - Fermeture de l'embrasure gingivale
 - Axes dentaires
 - Zénith du contour gingival
 - Equilibre des festons gingivaux
 - Niveau de contact inter-dentaire
 - Dimensions relatives des dents
 - Eléments de base de la forme dentaire
 - Caractérisation de la dent
 - Etat de surface
 - Couleur
 - Configuration des bords incisifs
 - Ligne de la lèvre inférieure
 - Symétrie du sourire.

1.3) Rappels des critères esthétiques actuels :

1.3.1) Analyse de la face :

1.3.1.1) De face :

Concernant les lignes horizontales de la face, il est souhaitable de rétablir un parallélisme du plan occlusal et des lignes inter-pupillaire et commissurale (12,13).

La ligne verticale de référence de la face est le plan sagittal médian. Il ne faut pas tenir compte de l'asymétrie par rapport à la ligne médiane de la face (il existe une symétrie entre ces deux lignes dans 70,4% de la population d'après Miller et al.(14)) mais il faut rétablir la verticalité de la ligne inter-incisive (10,12).

D'autre part, pour la proportion des étages de la face, rétablir une dimension verticale correcte pour recréer une hauteur adéquate du tiers inférieur de la face est essentiel (15).



Figure 3: Analyse du visage de face d'après la "check list" de M. Fradeani

1.3.1.2) De profil :

Ricketts estime que la lèvre supérieure et la lèvre inférieure doivent idéalement se trouver respectivement 4mm et 2mm en arrière de la « ligne E » (ligne joignant la pointe du nez et la pointe du menton) (16).

D'après Owens et al. l'angle naso-labial (angle formé par la tangente à la base du nez et la tangente au bord externe de la lèvre supérieure) est considéré comme « esthétique » s'il est compris entre 97 +/- 6,3° chez l'homme et entre 104,9 +/- 4° pour une femme (17).

Concernant le profil, on considère que la valeur de l'angle formé par trois points (glabellle, point sous nasal et pointe du menton) forme un angle de 170° si le profil est « normal » (ni concave, ni convexe) (18).

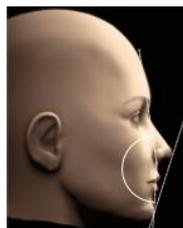


Figure 4: Analyse du visage de profil d'après la "check list" de M. Fradeani

1.3.2) Analyse dento-labiale :

L'exposition des dents au repos : la partie du tiers incisif des incisives maxillaires est visible de 1 à 5mm selon la hauteur des lèvres, l'âge et le sexe du patient (19,20).



Figure 5: Exposition des dents au repos d'après la "check list" de M. Fradeani

La courbe incisive est convexe, parallèle à la lèvre inférieure (12,19,21).

D'autre part, il apparaît important de garder le profil incisif à l'intérieur du bord vermillon de la lèvre inférieure (10). Dans la majorité des cas, au repos, les bords incisifs des incisives maxillaires sont légèrement en contact avec la lèvre inférieure (21).

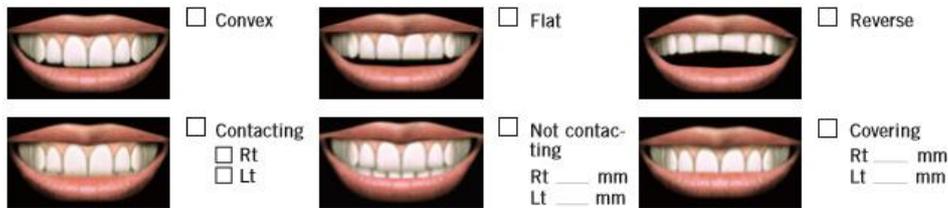


Figure 6: Situation de la courbe incisive et son rapport avec la lèvre inférieure d'après la "check list" de M. Fradeani

La ligne du sourire est le plus souvent moyenne, peut être parfois haute (il faut alors assurer l'intégration biologique des restaurations dont les limites de préparation sont sous-gingivales) et plus rarement basse (les limites de préparation peuvent alors être supra-gingivales) (10,21)

Liébart et al. ont utilisé quatre classes en fonction de la position d'une ligne de sourire déterminée qui peut être très haute (classe I : gencive découverte d'au moins 2mm lors du sourire), haute (classe II : gencive découverte de moins de 2mm lors du sourire), moyenne (classe III : seuls les espaces interdentaires sont découverts lors du sourire) ou basse (classe IV : la gencive et la jonction amélocémentaire ne sont pas découvertes) (22).



Figure 7: Situation de la ligne du sourire d'après la "check list" de M. Fradeani

La largeur du sourire est à évaluer, c'est-à-dire le nombre de dents exposées. Le plus souvent, lors du sourire, les patients découvrent les incisives centrales et latérales, les canines, les premières prémolaires et parfois les deuxièmes prémolaires (21).

Le corridor labial est « l'espace observé de chaque côté de la cavité buccale lors du sourire, entre les faces vestibulaires des dents maxillaires et les coins de la bouche ». La présence de petits espaces permet la progression du sourire et évite de donner un aspect manifestement artificiel aux restaurations, il apparaît donc important de le conserver ou le restaurer (10,12).



Figure 8: Evaluation du corridor labial d'après la "check list" de M. Fradeani

Si le fait de rétablir la verticalité des lignes incisives est considéré comme un impératif esthétique (10,21), un éventuel écart par rapport à la ligne médiane faciale peut être toléré (10).



Figure 9: Evaluation de l'alignement des lignes incisives par rapport au plan sagittal médian d'après la "check list" de M. Fradeani

De plus, il apparaît important de rétablir le parallélisme du plan occlusal avec les lignes bi-pupillaires et bi-commissurales (19,21,23).



Figure 10: Evaluation du parallélisme du plan occlusal par rapport aux lignes de référence verticales d'après la "check list" de M. Fradeani

1.3.3) Analyse phonétique :

Les fonctions de phonation et d'esthétique sont liées entre elles (24). Le praticien se doit donc de réaliser plusieurs tests phonétiques afin de contrôler la position ou encore la forme des incisives.

La longueur des incisives et la dimension verticale vont influencer la prononciation du « M ». L'exposition des dents entre deux prononciations du « M » se situe entre 1 et 1,5mm et l'espace inter-arcade de 2 à 4mm (10).

La longueur des incisives intervient également dans la prononciation du « E ». Chez le patient jeune, les dents maxillaires peuvent occuper 80% de l'espace inter-labial alors qu'elles ne doivent pas occuper plus de 50% chez le patient âgé (10)

Lors de la prononciation des « F » et « V », la longueur des incisives est de nouveau primordiale car le bord des incisives maxillaires doit frôler la lèvre inférieure alors que les dents n'entrent jamais en contact lors de la prononciation du « S ». (10,15)

1.3.4) Analyse dentaire :

1.3.4.1) Rapports dents maxillaires et mandibulaires :

Il apparaît plus important que les lignes inter-incisives maxillaire et mandibulaire soient verticales plutôt qu'elles soient alignées à tout prix (10).

On distingue principalement trois formes de dents pour les incisives maxillaires (carrée, conique ou ovale), qui semblent corrélées à la forme du visage (25,26).



La couleur se compose de la luminosité, de la saturation et de la teinte proprement dite (en anglais « HSB » pour hue, saturation & brightness). La luminosité correspond à la quantité de gris contenu dans la couleur (moins il y a de gris, plus la teinte est lumineuse), la saturation à la quantité de pigments contenus dans la teinte (ou variation de densité chromatique) et la teinte elle-même à la nuance de couleur.

Dans la nature, on n'observe jamais d'uniformité de la couleur dans deux arcades, au sein d'une même arcade ni même au sein d'une dent. Par exemple, l'incisive latérale et l'incisive centrale sont de la même teinte mais la latérale est moins lumineuse que la centrale. D'autre part, la canine est plus saturée que les incisives donc apparaît plus sombre (10).

L'épaisseur d'émail et l'inclinaison de la dent vont également influencer sur notre perception de la couleur. L'épaisseur d'émail n'est pas homogène au niveau de la surface dentaire (27) : elle est beaucoup plus faible en cervical qu'au niveau du bord incisif, ce dernier apparaîtra donc plus translucide. On aura davantage tendance à observer un tiers incisif translucide et une teinte lumineuse chez un patient jeune, par rapport à un patient plus âgé où l'on observe une abrasion d'où une diminution du volume et de l'épaisseur de l'émail (augmentant la saturation).

D'un point de vue mécanique, il apparaît important lors d'une réhabilitation par prothèse fixée du secteur antérieur de restaurer la dent au niveau de l'émail originel par un matériau avec les mêmes propriétés que l'émail car des contraintes excessives sont exercées sur face vestibulaire en son absence (28).

Si une dent est plus vestibulée ou a une plus grande surface qu'une autre, elle apparaîtra plus lumineuse. Et inversement, une dent avec une luminosité plus faible sera par la force des choses moins proéminente (12).

L'état de surface (macro et micro-texture) et la caractérisation de surface (démarcation émail-cément sur une fausse-racine, lignes verticales brunâtres stratifiées en profondeur donnant une impression de longueur chez le patient âgé ou lignes de croissance, fines lignes horizontales colorées simulant des décalcifications ou segmentant la dent lobes bien distincts, etc.) doivent être étudiées pour permettre une meilleure intégration des restaurations. En effet, l'état de surface influence grandement la perception de la couleur car il influence directement la luminosité. Avec l'âge, la dent devient plus lisse donc reflète moins la lumière et apparaît alors plus sombre.

1.3.4.2) Les dents maxillaires : **(10–12,27,29–34)**

1.3.4.2.1) Incisive centrale maxillaire :

Elle possède une forme triangulaire ovoïde ou carrée.

Les résultats de Sterett et coll. indiquent que la longueur moyenne d'une incisive centrale est de 10,2mm pour un homme et 9,4 pour une femme. Quant à sa largeur, elle serait de 8,6mm pour un homme et 8,1mm pour une femme.

La symétrie des incisives centrales est essentielle au sourire. M. Fradeani estime qu'il ne faut pas une différence de plus de 0,3mm en largeur et 0,3 à 0,4mm en longueur entre deux incisives centrales.

La face vestibulaire présente trois crêtes et deux concavités.

Le collet est plutôt triangulaire et son zénith est décalé en position distale par rapport au grand axe de la dent.

Le profil mésial est plutôt droit ou légèrement convexe, avec une large surface de contact interproximal dans le tiers incisif. Le profil distal est convexe avec un point de contact légèrement plus apical que celui de la face mésiale.

Le bord incisif est légèrement convexe chez les adolescents alors qu'il est plus droit avec une inclinaison vestibulo-linguale chez les adultes.

L'angle mésio-incisif est plutôt droit ou légèrement arrondi. L'angle disto-incisif est arrondi.

1.3.4.2.2) Incisive latérale maxillaire :

Son profil est semblable à celui de l'incisive centrale, mais plus petit. Une incisive latérale plus courte de 1 à 1,5mm par rapport à l'incisive centrale maxillaire adjacente semble être considérée comme esthétique par les patients.

Son point de contact distal est plus apical que le point de contact mésial.

Sa convexité et sa forme arrondie sont plus marquées que celles de l'incisive centrale.

Son bord distal est nettement arrondi.

1.3.4.2.3) Canine maxillaire :

Son lobe médian a une proéminence marquée.

Le tiers cervical est légèrement concave en mésial et en distal.

L'angle disto-incisif est très arrondi.

Une asymétrie axiale peut exister.

Les collets des canines peuvent être asymétriques du fait des inclinaisons vestibulo-linguales différentes.

La pointe de la cuspide est souvent abrasée.

1.3.4.3) La composition dentaire au maxillaire :

1.3.4.3.1) Proportions dent à dent :

Il faut tout d'abord évaluer la dominance correcte des incisives centrales (12,32).

On s'intéresse également aux proportions (largeur/longueur) correctes des incisives centrales (de 75 à 86% selon le sexe et selon les résultats des auteurs), des incisives latérales (76% en moyenne pour les hommes, 79% pour les femmes) et des canines (77% en moyenne pour les hommes, 81% pour les femmes) (10,11,35).

Pour jouer sur la proportion de la dent (plus ou moins de largeur et plus ou moins de longueur), on peut intervenir sur plusieurs facteurs : lignes de transitions, situation du bord incisif (tiers incisif plus ou moins lingual), convexité du tiers cervical, accentuer les crêtes et les lignes horizontales ou verticales (10).

La notion de nombre d'or en dentisterie a été évoquée par Lombardi en 1973 puis Levin en 1978. Elle suggère que les parties visibles des dents du bloc incisivo-canin (en vue frontale, lors du sourire par exemple) présentent les proportions suivantes : incisive centrale=1,618 ; incisive latérale=1 ;

canine=0,618 (12,36). Cependant, ces valeurs ne sont que très rarement retrouvées chez les sourires naturels des patients sans pour autant affecter l'esthétique. Il peut donc servir de guide pour le clinicien plutôt qu'un ratio que l'on cherche à retrouver systématiquement chez nos patients.

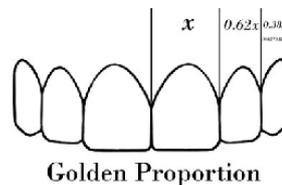


Figure 11: Illustration de la règle du nombre d'or appliquée à l'art dentaire

1.3.4.3.2) Surfaces de contacts inter-dentaires et angle inter-incisifs :

Il semble important de rétablir une progression des surfaces de contact plus apicale de l'incisive centrale à la canine et d'élargir progressivement les angles inter-incisifs de l'incisive centrale à la canine (10,11) (Cf. schéma ci-dessous).

1.3.4.3.3) Inclinaison des axes :

Idéalement, une symétrie et un effet miroir des côtés droit et gauche existent par rapport à la ligne médiane. L'inclinaison distale des apex doit être de plus en plus marquée des incisives centrales aux canines si bien que les bords incisifs des incisives maxillaires convergent mésialement (10,11,37).

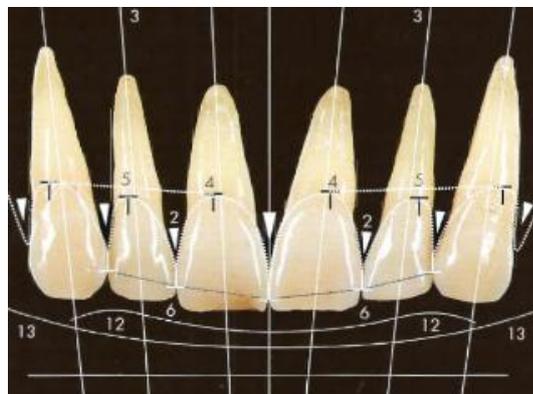


Figure 12: Situation idéale des points de contact des dents du bloc incisivo-canin maxillaire et inclinaisons idéales des axes de ces dernières d'après P.Magne et U.Belser

1.3.4.3.4) Position et agencement dentaire :

Les incisives latérales se placent entre les deux lignes joignant les collets et les bords incisifs des incisives centrales et des canines.

La forme d'arcade influe sur l'agencement des dents. Une arcade carrée alignera les incisives avec les canines). Une arcade ovale disposera les incisives centrales, latérales et les canines sur une courbe. Une arcade triangulaire entrainera des chevauchements, des rotations, etc. (10,11)

1.3.4.4) Les dents mandibulaires :

(10,12,27,29–32)

Le profil distal de l'incisive latérale est plus convexe que celui de l'incisive centrale.

L'incisive latérale a une largeur environ 10% plus grande que celle de la centrale. Pour Reynolds, la valeur moyenne de l'incisive centrale est de 5,0mm et de 5,5mm pour l'incisive latérale.

Le tiers cervical des incisives est convexe et les tiers moyen et incisif sont plats.

Les quatre incisives sont alignées. Il apparaît important de restaurer cet alignement sans sacrifier ni leurs formes ni leurs contours.

Réaliser de légers recouvrements et rotations permet de donner à la composition dentaire une apparence naturelle et dynamique.

Le bord incisif est incliné dans le sens antéro-postérieur. Le contour lingual est plus haut que le contour vestibulaire.

1.3.5) Analyse de la gencive :

Elle débute par l'analyse de la santé parodontale (38).

La gencive libre est festonnée et suit la ligne de jonction amélo-cémentaire des dents. Les dimensions de la gencive attachée sont variables (de 1 à 9mm). Son épaisseur est également variable (de 0,5 à 2,5mm). La caractérisation de la couleur, de la forme, de la texture, et du volume de la gencive est à la base de l'observation clinique du tissu gingival. A l'état sain, la gencive est rose pâle (même si, comme pour la peau, sa pigmentation varie avec les taux de mélanine du sujet), festonnée et présente un piqueté caractéristique (mais inconstant) en peau d'orange (39).

Le risque de récession gingivale et/ou le pronostic des différents traitements parodontaux doivent être évalués en identifiant le type de biotype parodontal du patient. La classification de Maynard et Wilson distingue 4 types parodontaux classés en ordre de risque croissant d'apparition de récession gingivale (39,40):

-type I : dimensions idéales de gencive (hauteur de 3 à 5mm, bonne épaisseur) et d'os alvéolaire.

-type II : dimensions réduites de gencive (hauteur inférieure à 2mm, faible épaisseur) mais dimensions idéales d'os alvéolaire.

-type III : dimensions idéales de gencive et dimensions réduites d'os alvéolaire.

-type IV : dimensions réduites de gencive (hauteur inférieure à 2mm, faible épaisseur) et d'os alvéolaire.

On s'intéresse ensuite aux collets gingivaux qui doivent présenter un parallélisme avec les bords incisifs et la lèvre inférieure. La ligne des collets est considérée comme esthétique si les collets des incisives latérales sont coronaires à la tangente aux collets de l'incisive centrale et de la canine (41). Si les collets des incisives latérales se trouvent sur la tangente ou si l'un s'y trouve et l'autre est coronaire à celle-ci, la ligne est également considérée comme esthétique.

La symétrie des côtés droit et gauche, observée au niveau dentaire, doit être retrouvée au niveau gingival. En revanche, la symétrie du contour gingival des incisives latérales et des canines n'est pas obligatoire et l'exposition unilatérale de la gencive libre d'une incisive latérale ou d'une canine lors du sourire est esthétiquement acceptable (42).

Comme évoquer précédemment, les zéniths gingivaux des incisives centrales maxillaires se trouvent idéalement en distal de l'axe de la dent (1mm environ). Ceux des incisives centrales sont centrés ou très légèrement décalés et ceux des canines sont centrés (41,42).

La présence de papilles inter-dentaires est également importante pour l'esthétique du sourire. Les trous noirs observés au niveau inter-dentaires rendent le sourire disgracieux. Tarnow et al. ont constaté que si la distance entre le point de contact et le sommet de la crête osseuse en inter-proximal était égale ou inférieur à 5mm, la papille inter-dentaire était présente dans près de 100% des cas (elle remplissait tout l'espace inter-dentaire). Ce pourcentage diminuait à 56% si la distance était de 6mm et la papille était présente dans 27% des cas ou moins si la distance était au moins de 7mm (43).



Figure 13: Situation idéale des papilles, des collets et des zéniths gingivaux d'après l'analyse gingivale de la "check list" de M. Fradeani

2) Logiciel de « smile design » :

2.1) Histoire :

Le concept de « Digital Smile Design » a été proposé par Christian Coachman (qui est à la fois prothésiste et chirurgien dentiste au Brésil) et Livio Yoshinaga (qui est architecte au Brésil) en 2007. Ce « DSD concept » a ensuite beaucoup évolué au niveau marketing, si bien que plusieurs entreprises proposent leurs propres logiciels et protocoles de « digital smile design ».

Le concept de « digital smile design » peut être traduit en français comme le design (ou conception) numérique du sourire. Il a pour but un positionnement 3D des dents en tenant compte du visage (dans son ensemble) et de l'harmonie avec des caractéristiques physiques et émotionnelles du patient. C'est en réalité un protocole de réflexion et de création d'un projet prothétique (44).

Cet outil permet donc une planification des traitements, notamment en prothèse fixée.

Mais l'un des principaux avantages de ce concept mis en avant par le Dr. Coachman lorsqu'il l'a créé est qu'il permet de faciliter grandement le travail interdisciplinaire et la communication avec le patient et le prothésiste.

La conception numérique du sourire utilise donc un logiciel de présentation de type KeyNote® (iWork, Apple, Cupertino,...), Microsoft Power Point® (Microsoft, Microsoft Office, Redmond,...), ou Photoshop®.

2.2) Logiciels disponibles : (45,46)

De nombreux logiciels existent aujourd'hui pour la conception numérique du sourire. Voici une liste non exhaustive de logiciels existants :

- Digital Smile Design® Software (Digital Smile Design®):

« NemoDSD 2D et 3D Software » sont les deux logiciels existants et permettant la création de modèles en deux ou trois dimensions. Le « DSD Connect » permet la numérisation et ainsi une interface avec un logiciel de CFAO. Le fonctionnement du Digital Smile Design est décrit dans la partie 2.3.

- G-Design (Hack Dental Software®) :

Ce logiciel permet au praticien de créer un modèle en deux dimensions (sur une photographie de face avec écarteurs) et un modèle en transparence qui sert de guide pour plusieurs systèmes de conception assistée par ordinateur. Les pupilles sont automatiquement repérées comme points de repère pour la ligne de référence horizontale (ligne bipupillaire). Dans le même temps, le logiciel réalise l'orientation de l'image et les calculs relatifs à la ligne du sourire. Toutes ces références peuvent être éditées manuellement. Durant la conception assistée par ordinateur, le logiciel G-Design apparaît en arrière plan mais reste actif.

- Smile Designer Pro® (Tasty Tech®) :

L'utilisation du « Smile Designer Pro® » implique la prise d'une photographie de face lors du sourire mais également des clichés supplémentaires (comme une photographie à douze heures avec un angle de 45° par rapport au plan horizontal de référence) pour la réalisation des modèles en deux dimensions. Le logiciel inclut cinq modèles de formes de dents préfabriquées. L'utilisation de ce logiciel se rapproche de celle de Photoshop® avec des outils semblables tels que « Photoshop Smudge Brush » simulant des récessions gingivales. Un autre outil peut être utilisé pour simuler un éclaircissement dentaire. Seule la version « Pro » permet de générer un modèle transparent que l'on peut utiliser sur le modèle en trois dimensions, issu de l'empreinte optique lors de la conception et la fabrication assistées par ordinateur.

- Planmeca Romexis® Smile Design (Planmeca®):

Il nécessite deux photographies de face : une lorsque le patient sourit naturellement, l'autre avec des écarteurs. Une fois que la photographie a été convenablement orientée manuellement, le logiciel génère des préformes de dents (il en existe cinq) avec des ratios longueur/largeur prédéfinis. Ces préformes sont modifiables et peuvent être étendues à quatorze dents. Ce logiciel présente la particularité de disposer des teintier Vita Classic® et Vita 3D Master® pour choisir la teinte des dents que l'on souhaite restaurer. L'outil « Color Picker » permet de sélectionner la teinte des dents existantes sur la photographie et de l'incorporer dans nos restaurations virtuelles. La teinte et la translucidité peuvent ensuite être modifiées à l'aide d'un curseur. Le logiciel permet également la création d'un modèle transparent servant de guide à la conception et fabrication assistées par ordinateur.

- Cerec Smile Design® (Sirona®) :

Il a été intégré à la version 4.2 du CEREC. Il nécessite une photo de face du visage entier lors du sourire. Une fois que la photographie a été intégrée au logiciel, un avatar est produit par le logiciel sur lequel 16 points sont à référencer. Un calibrage est réalisé par la mesure de la distance séparant les

deux coins latéraux des yeux. L'image en deux dimensions est ensuite convertie en trois dimensions et le modèle en trois dimensions (issu de l'empreinte optique) est projeté sur l'avatar. La superposition exacte des dents du modèle en trois dimensions issu de l'empreinte, et des dents de la photographie du visage entier lors du sourire est effectuée par le logiciel. Ce système offre donc la possibilité d'intégrer directement la CFAO dans notre planification.

Le CEREC dispose également du mode « Biocopy » permettant de réaliser un « scan » du mock-up essayé en bouche et de l'utiliser comme référence lors du design de la restauration finale.

- Smile Composer® (3Shape®) :

C'est l'utilisation du RealView® au sein du Smile Composer® qui permet la planification du sourire. Ce logiciel requiert l'importation d'une photographie de face lors du sourire que l'on va ensuite orienter convenablement. L'une des propriétés intéressantes de ce logiciel est sa faculté à automatiquement superposer le modèle en trois dimensions issu de l'empreinte optique avec la photographie en deux dimensions, dès lors qu'au moins quatre points de référence ont été renseignés. Les teintes proposées par le logiciel (aussi bien des dents scannées que des restaurations envisagées) sont très fidèles à la réalité. L'utilisateur a la possibilité d'utiliser les cinquante formes de dents existantes. Comme le logiciel « Planmeca Romexis® Smile Design », « Smile Composer® » dispose d'un outil « Color Picker » pour le choix de la teinte.

Selon le même principe que le mode « Biocopy » proposé par Sirona®, 3Shape® dispose du « Align & Reuse Technology » permettant de scanner les mock-up en bouche et de les utiliser comme références pour la conception assistée par ordinateur.

- Digital Smile System® (DSS®) :

L'utilisation de ce logiciel nécessite des photographies de face (une lors du sourire et une avec des écarteurs) où le patient porte des lunettes spécifiques avec des points de référence qui vont permettre une reproduction exacte des proportions sur le logiciel. Il permet uniquement une planification du sourire mais pas d'interface avec un logiciel de CFAO (via la création d'un modèle transparent que l'on superpose sur le modèle en trois dimensions issu de l'empreinte optique). Ce système propose neuf modèles préfabriqués présentant des caractéristiques différentes, auxquels on peut intégrer des modèles supplémentaires que l'on a créés.

- Aesthetic Digital Smile Design® :

Il s'agit d'un protocole d'utilisation d'Adobe Photoshop appliquée à l'esthétique. Ce protocole a été proposé par V. Bini. Très proche du concept DSD, l'ADSD utilise directement un logiciel de retouche photo permettant d'obtenir un résultat plus compatible avec la réalité.

- GPS 3D Smile design ® (Dental GPS®) :

Ce logiciel utilise une seule photographie exobuccale lors du sourire « naturel ». Son créateur, Dr. Methot explique que la réalisation de plusieurs photographies induit la réalisation de plusieurs planifications différentes, les différents clichés ne pouvant être parfaitement superposables. L'une des particularités de ce logiciel concerne le fait que la planification ne s'arrête pas aux canines mais aux dents visibles lors du sourire. En effet, Dr. Methot a inventé la « règle M » qui, contrairement au nombre d'or, va prendre en compte la largeur inter-maxillaire, le nombre de dents visibles et la largeur des incisives centrales. Les lignes de référence choisies sont le plan sagittal médian et la ligne bi-commissurale. La teinte est modifiable via les outils : « teinte », « contraste », « saturation », « luminosité ». Deux choix s'offrent ensuite à nous pour la réalisation des prothèses d'usage :

-envoi des empreintes et de planification à un prothésiste employé par Dental GPS® qui va réaliser le wax-up (35€/dent).

-interface avec n'importe quel système de CFAO via un calque en 2 dimensions superposables sur l'empreinte optique pour la conception assistée par ordinateur.

- Autres : SmilePix® (plugin d'Adobe Photoshop Smile Design), Smile Me®, Snap® Cosmetic Simulation Software (Snap dental®), DentalMagic® (Dental Master®).

	Digital Smile Design	Smile Designer Pro	G-Design	Planmeca Romexis Smile Design	Ceres Smile Design	Smile Composer (RearView Engine)	Aesthetic Digital Smile Design	Digital Smile System	Visagismile	GPS 3D Smile Design
Marque/créateurs	DSD	Tasty Tech	Hack Dental Software	Planmeca	Sirona	3Shape	V. Bini	DSS	G. Gürel	GPS Dental
Photos nécessaires	Obligatoires: -face lors du sourire -face avec écarteurs Facultatifs: -face au repos -à 12 heures -occlusale	Obligatoires: -face lors du sourire -face avec écarteurs Facultatifs: -à 12 heures -occlusales	Obligatoire: -face avec écarteurs	Obligatoire: -face lors du sourire	Obligatoire: -de face lors du sourire	Obligatoire: -de face lors du sourire	Obligatoires: -face lors du sourire -face avec écarteurs Facultatifs: -face au repos -à 12 heures -occlusale	Toutes les photos sont prises avec lunettes spécifiques permettant la calibration automatique. Obligatoires: -face lors du sourire -intraorale de face Facultatifs: -face au repos	Obligatoire: -de face lors du sourire	Obligatoire: -de face lors du sourire
Orientation des photos et positionnement des lignes de référence	Manuel	Positionnement des lignes: manuel Orientation: automatique ou manuelle	Automatique ou manuel	Positionnement des lignes: manuel Orientation: automatique ou manuelle	Manuel	Manuel	Manuel	Automatique ou manuel	Manuel	Manuel
Préformes disponibles	Modèles modifiables: -4 calques maxillaires -1 calque occlusal Modèles modifiables point par point	Modèles de Jan Hajto: -10 calques maxillaires -1 calque mandibulaire -1 calque occlusal Modèles modifiables point par point	Conception d'un modèle personnalisé en 3D directement sur l'empreinte optique avec un système de CFAO, après avoir superposé la photographie de face avec écarteurs et renoncé les lignes de référence	Modèles modifiables: -7 calques maxillaires	Conception d'un modèle personnalisé en 3D directement sur l'empreinte optique via le procédé biogénérique	Conception d'un modèle personnalisé en 3D directement sur l'empreinte optique après avoir choisi une des 50 formes de dents existantes, que l'on peut modifier	Implique la création d'une base de données de formes dentaires	9 préformes disponibles auxquelles on peut ajouter des modèles supplémentaires	1 seule préforme personnalisée modifiable via PowerPoint ou Keynote par exemple	1 calque (modifiable) est généré par le logiciel selon le nombre de dents visibles lors du sourire, la largeur inter-maxillaire et la largeur des incisives centrales
Teintes disponibles	2 teintes modifiables via un logiciel de retouche photo.	Teinte modifiable avec les outils "whitening", "highlights" et "brightness"	Dépend du système de CFAO utilisé	Teintiers Vita Classic et Vita 3D Master	Pas de teinte disponibles, la restauration apparaît de couleur blanc/jaune	7 Teintes Outil "Color Picket" pour le choix d'une teinte existant sur la photo.	Implique l'utilisation de teintes issues de la base de données, modifiables via Photoshop	Teinte modifiable avec les outils "luminance" et "saturation"	Teinte unique modifiable via un logiciel de retouche photo	Teinte modifiable via les outils "luminosité", "contrast", "saturation" et "couleur"
Interface CFAO	possible avec NemoDSD 3D	Superposition manuelle du calque 2D sur l'empreinte optique avec l'outil 3D Connect (transparence)	Possible uniquement avec la version Pro. L'empreinte optique est superposée sur la photographie de face (2D) avec écarteurs (transparence)	Planification (2D) exportable vers n'importe quel système de CFAO	Planification 3D réalisée après superposition de l'empreinte optique sur la photographie avec le CEREC	Planification réalisée après superposition automatique du calque en 2 dimensions sur l'empreinte optique en 3 dimensions si l'on renseigne au moins 4 points de référence Modifications possibles	x	x	x	Planification (2D) exportable vers n'importe quel système de CFAO
Durée de la période d'essai	x	30 jours	x	30 jours	x	x	x	15 jours	30 jours	10 jours
Coût	Gratuit via Microsoft PowerPoint ou Keynote. Des formations au DSD concept existent. NemoDSD 2D : 1190€ NemoDSD 3D : 2590€	699€/an ou 1699€ à vie	Version Lite : 250€ Version Pro : 500€	1 690 €	Intégrer au système CEREC de Sirona depuis la version 4.2	Non communiqué. Destinée, d'après le fabricant, à l'usage des techniciens de laboratoire	Gratuit si l'on dispose d'Adobe Photoshop. Des formations au protocole ADSD existent.	99€/mois ou 949€ à vie	199€/an	1990€/an Aucun 5 ajoute 35€/dent en cas de wax-up

Figure 14 : Tableau récapitulatif de certaines caractéristiques de plusieurs systèmes de «Smile Design»

2.3) Fonctionnement : (44,47-56)

Le protocole suivant est celui du logiciel de « Digital Smile Design » (DSD), de Christian Coachman, qui a inspiré les logiciels nés par la suite.

Le logiciel de DSD est un protocole d'utilisation de KeyNote ou Microsoft PowerPoint appliqué à la dentisterie esthétique. Ce logiciel permet la manipulation facile des images et d'intégrer facilement des lignes de références, des mesures, etc.

Plusieurs photographies sont nécessaires :

- photographies de la face entière avec un large sourire et les dents apparentes.
- photographie de la face entière « au repos », sans sourire.
- photographie centrée sur l'arcade maxillaire avec les dents apparentes.
- photographie centrée avec une vue supérieure (45° par rapport à la ligne de référence horizontale).
- photographie occlusale de l'arcade maxillaire
- photographie de profil

Une courte vidéo dans laquelle il est demandé au patient d'expliquer au praticien ses attentes vis-à-vis du traitement, est aussi nécessaire. Cette vidéo permet de capturer toutes les situations des dents et du sourire, et notamment des vues de profil et à 45° (par rapport au plan sagittal médian).

Ces photographies et vidéo sont ensuite téléchargées et vont permettre la planification.

2.3.1) Lignes de référence :

Deux lignes de référence doivent être placées au centre de l'image, formant une croix.

La photographie de la face avec les dents apparentes doit être positionnée derrière ces lignes.

2.3.2) Positionnement des images :

Mettre en relation la photographie du visage lors du sourire (avec les dents apparentes) avec la ligne horizontale de référence est l'étape la plus importante dans le processus de « création » du sourire.

Il faut donc dans un premier temps orienter la photographie de façon convenable.

La ligne bi-pupillaire est la ligne de référence. Elle est donc tracée sur la photographie.

Une fois la ligne de référence horizontale déterminée, la ligne médiane du visage est définie en tenant compte des caractéristiques du visage comme la glabelle, le nez et le menton.

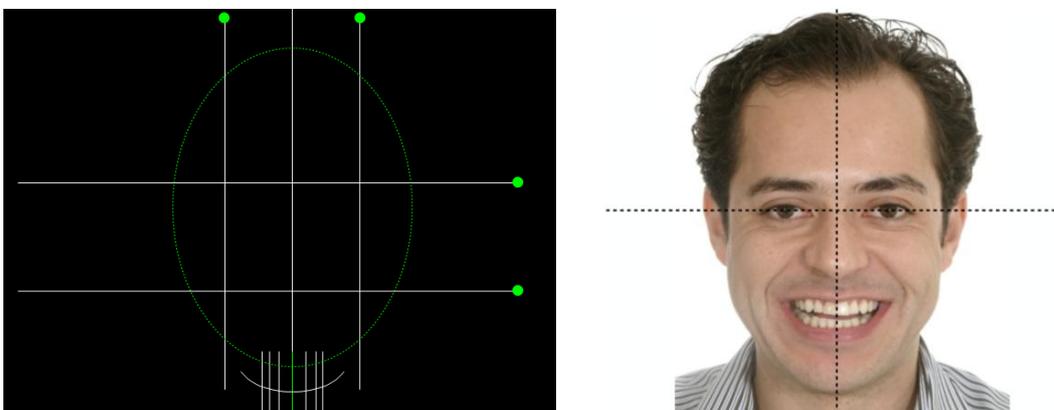


Figure 15: Positionnement des lignes de référence sur la photographie exobuccale dans le cadre du "Digital Smile Design" concept

2.3.3) Analyse du sourire :

En déplaçant la ligne horizontale sur la bouche, on peut évaluer la relation des lignes de référence du visage avec le sourire. Superposer les lignes de référence et les photographies permet au praticien de zoomer sur l'image sans perdre la situation des lignes par rapport au visage. Des déviations par rapport au plan sagittal médian ou au plan d'occlusion peuvent ainsi être détectées.



Figure 16: Transfert des lignes de référence sur la photographie endobuccale

2.3.4) Simulation du sourire :

Des simulations peuvent être réalisées en modifiant la position des incisives, leurs proportions, ou encore la situation des tissus mous.

2.3.5) Transfert des lignes de référence aux images intra-orales :

Pour analyser les photographies intra-orales en tenant compte des lignes de référence faciale, ces dernières doivent être transférées depuis la photographie de la face avec le sourire.

On dessine ensuite sur la photographie des lignes propres au patient :

- ligne 1 : du sommet de la cuspide d'une canine au sommet de la cuspide de la canine controlatérale.
- ligne 2 : du milieu du bord incisif d'une incisive centrale maxillaire au milieu du bord incisif de l'incisive centrale controlatérale.
- ligne 3 (inter-incisive) : du sommet du milieu de la papille inter-dentaire jusqu'à l'embrasure incisive.

Il est nécessaire de régler quatre paramètres sur la photographie : taille, position, situation du bord incisif et de la ligne inter-incisive.

La ligne 1 va guider les deux premiers aspects (taille et position), la ligne 2 la situation du bord incisif et la ligne 3 la ligne inter-incisive.

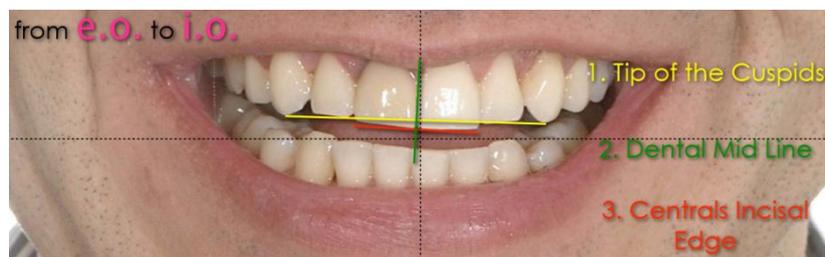


Figure 17: Positionnement d'autres lignes de référence, propres au patient, sur la photographie endobuccale

2.3.6) Mesure de la proportion des dents :

Mesurer le rapport Largeur/Longueur des incisives centrales est la première étape pour comprendre comment rendre un sourire plus esthétique.

Un rectangle est dessiné autour des incisives centrales pour que le logiciel puisse mesurer ces proportions. Ces proportions peuvent ensuite être comparées aux proportions idéales retrouvées dans la littérature.

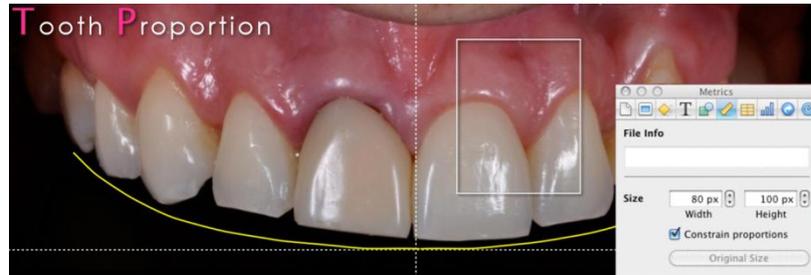


Figure 18: Mesure de la proportion des dents sur la photographie endobuccale

2.3.7) Dessins des contours dentaires :

A partir de cette étape, tous les dessins pourront être réalisés selon les nécessités du cas.

Par exemple, les contours dentaires peuvent être dessinés sur la photographie ou des « formes de dents » existantes peuvent être copiées et introduites sur la photographie.

La sélection de la forme des dents dépendra de plusieurs facteurs relevés lors de l'anamnèse et l'examen clinique, des désirs du patient, des caractéristiques du visage, etc.



Figure 19: Choix possibles de nouvelles proportions longueur/largeur des incisives centrales maxillaires

2.3.8) Evaluation esthétique des dents et des tissus mous :

Une fois que les lignes de référence et les premiers dessins ont été introduits, le clinicien doit avoir une idée précise des modifications esthétiques à entreprendre sur l'arcade maxillaire du patient, notamment : la forme des dents, les relations inter-dentaires, la relation entre les dents et la ligne du sourire, des déviations de la ligne médiane de la face ou du plan d'occlusion, des disharmonies au niveau des tissus mous, la relation entre les tissus mous et les dents, la hauteur des papilles inter-dentaires, la situation de la gencive marginale, la situation du bord incisif et les axes dentaires.

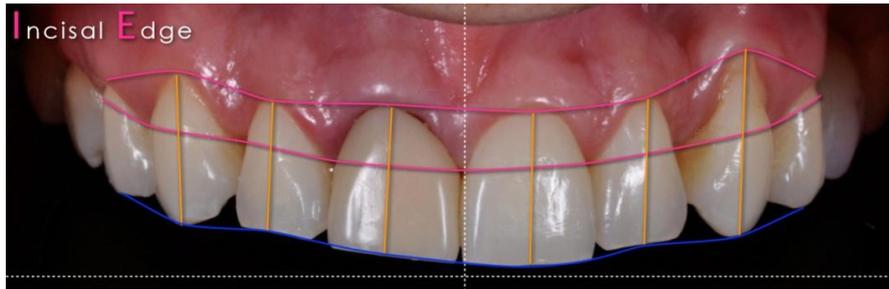


Figure 20: Situation des bords incisifs, des axes dentaires, de la ligne des collets et de la ligne des papilles

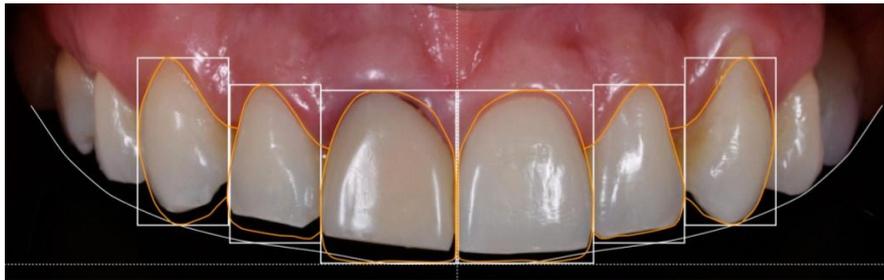


Figure 21: Choix possibles de nouvelles proportions longueur/largeur des incisives centrales, les incisives latérales et les canines

Les contours des futures restaurations peuvent être tracés manuellement ou s'aidant de modèles préexistants que l'on adapte au cas. Ces contours concernent les faces vestibulaires mais peuvent aussi concerner les faces mésiales, distales et palatines si besoin est. Les contours sont alors dessinés sur la photographie occlusale.

Il faut tout de même se méfier des banques de données numériques où certaines situations risqueraient de donner une planification irréalisable (aux vues des impératifs biologiques par exemple) qui aurait l'effet inverse de celui escompté (planification précise et satisfaction du patient). Même si des préformes sont utilisées, la planification doit être individualisée, et des modifications sont toujours nécessaires.



Figure 22: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours vestibulaires des futures restaurations (vue de face, horizontale)

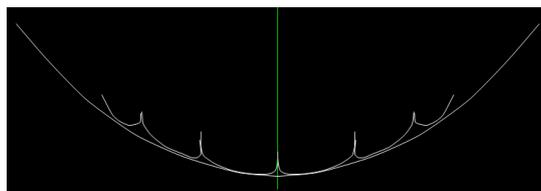


Figure 23: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours vestibulaires des futures restaurations (vue de face, à 45°)

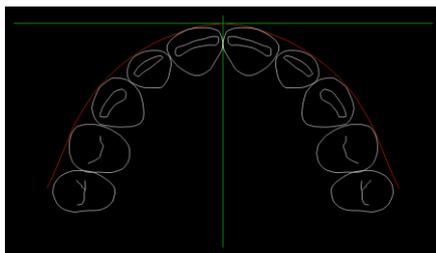


Figure 24: Préformes dentaires pouvant servir d'aide à la réalisation des contours occlusales des futures restaurations

2.3.9) Calibrage d'une « règle numérique » :

La « règle numérique » est une photographie d'une règle (fichier JPEG) qui est positionnée en haut de l'écran et qui peut être déplacée si nécessaire.

La règle numérique peut être calibrée sur la photographie intra-orale en mesurant la distance séparant les points de contacts distaux des deux incisives centrales maxillaires (par exemple) sur un modèle en plâtre puis en transférant cette mesure sur l'ordinateur. Une fois que cette règle numérique est calibrée, le clinicien peut réaliser toutes les mesures qu'il souhaite sur le secteur antérieur de l'image. Les modifications envisagées pourront donc être reportées avec précision sur le modèle en plâtre.



Figure 25: Mesure de la largeur « réelle » des incisives centrales maxillaires sur le modèle en plâtre



Figure 26: Positionnement de la règle numérique sur la photographie intra-buccale



Figure 27: Calibrage de la règle numérique sur la photographie

2.3.10) Transfert des lignes de références et des modifications sur le modèle en plâtre :

Tout d'abord, on déplace de façon aléatoire la ligne de référence horizontale de la photographie intra-buccale au niveau des dents antérieures ou de leur gencive marginale.



Figure 28: Ligne horizontale située, dans cet exemple, au niveau du tiers coronaire

La distance entre la ligne de référence horizontale et la gencive marginale (si la ligne de référence a été positionnée au niveau de la gencive) ou entre la ligne de référence horizontale et le bord incisif/cuspide (si la ligne de référence a été positionnée au niveau des dents) de chaque dent est mesurée en utilisant la règle numérique. Ces mesures sont notées sur l'écran.



Figure 29: Mesure des distances entre la ligne de référence et les bords incisifs et cuspides

Ces mesures sont reportées sur le plâtre à l'aide d'un crayon. Les points notés au crayon se trouvent sur la gencive marginale ou sur les dents, au même endroit que sur la photographie. Les points sont ensuite reliés, créant une ligne horizontale au-dessus des dents.

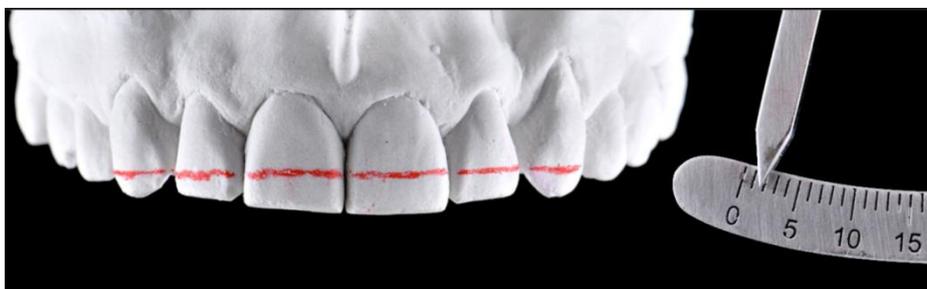


Figure 30: Tracé de la ligne de référence horizontale suite au report des distances "bord incisif - ligne de référence" mesurées sur la photographie

L'étape suivante consiste à transférer sur le plâtre la ligne verticale de référence. Etant donné que cette ligne verticale doit être perpendiculaire à la ligne horizontale, seul un point est nécessaire pour déterminer sa localisation. La distance entre la ligne inter-incisive et la ligne verticale de référence de la face est mesurée sur l'ordinateur et cette distance est transférée sur le plâtre avec le crayon. La ligne verticale de référence peut ainsi être tracée perpendiculairement à la ligne horizontale.



Figure 31: Mesure de la distance « ligne inter-incisive – ligne verticale de référence »

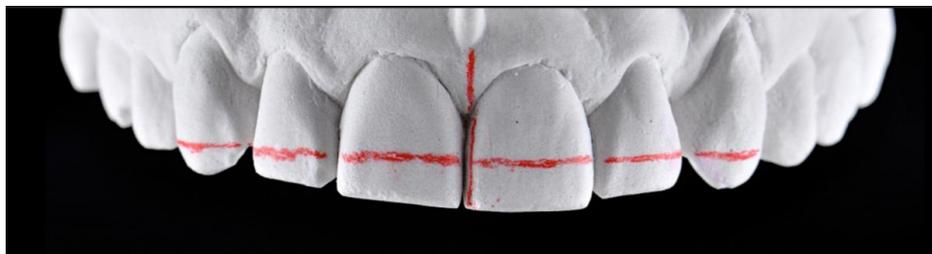


Figure 32: Tracé de la ligne verticale de référence sur le modèle en plâtre

Il semble judicieux de déplacer cette ligne de référence verticale au niveau des tissus mous afin que celle-ci reste exploitable lors de la réalisation des wax-up

Une fois ces deux lignes positionnées sur le plâtre, il est possible de transférer toutes les informations nécessaires comme la situation des futurs collets, l'allongement ou la réduction de la hauteur des couronnes, la largeur des dents, etc.

A cette étape, toutes les informations dont le prothésiste aura besoin pour réaliser un wax-up précis se trouveront à la fois sur les photographies sur l'ordinateur, et également sur le modèle en plâtre.



Figure 33: Wax-up diagnostique réalisé par le prothésiste grâce à la planification effectuée avec le "Digital Smile Design" concept

Ce wax-up diagnostique va être une référence essentielle pour tout acte éventuel de chirurgie, d'orthodontie ou d'odontologie restauratrice.

Plusieurs guides peuvent être produits sur ces wax-up pour améliorer les différentes procédures : guides chirurgicaux (implantaires par exemple), guides orthodontiques, guides pour l'allongement coronaire ou encore les préparations périphériques.

L'étape suivante est primordiale car elle va consister en un essai en bouche des modifications envisagées. Il s'agit donc d'un contrôle de la précision du protocole de « digital smile design » mais aussi du wax-up. L'essai clinique peut être réalisé à l'aide de mock-up ou de restaurations provisoires selon la difficulté du cas. Les restaurations peuvent, à ce stade, être modifiées selon les désirs du patient.

Les préparations dentaires doivent être le plus économe possible au niveau tissulaire, ménageant simplement l'espace nécessaire pour créer un environnement adapté pour la restauration en céramique. La fabrication des restaurations finales devrait être un processus contrôlé, avec peu d'ajustements nécessaires.

2.4) Indications :

L'utilisation d'un logiciel de « digital smile design » peut être indiquée dans l'intégralité des cas concernant le secteur antérieur de la denture.

En effet, la planification virtuelle peut être envisagée lors d'une restauration par prothèse fixée sur dents naturelles ou sur implants, par prothèse amovible partielle ou complète (pour le choix de la forme des dents par exemple). En effet, ces logiciels apportent une aide précieuse au diagnostic, à la communication avec le patient mais aussi avec le prothésiste (dans la transmission des informations), qui s'avère utile pour tout type de cas, peu importe le type de prothèse envisagée.

2.4.1) Prothèse fixée, amovible partielle ou totale :

En effet, l'utilisation d'un logiciel de « digital smile design » peut permettre une intégration esthétique de la prothèse amovible, par le choix des formes de dents ou de leurs couleurs, tout en respectant le cadre fonctionnel (57).

Dans le cadre de la prothèse amovible complète, par exemple, la planification numérique du sourire sera réalisée après les étapes conventionnelles de réalisation d'une prothèse amovible complète (empreinte primaire, empreinte secondaire et enregistrement des rapports intermaxillaires).

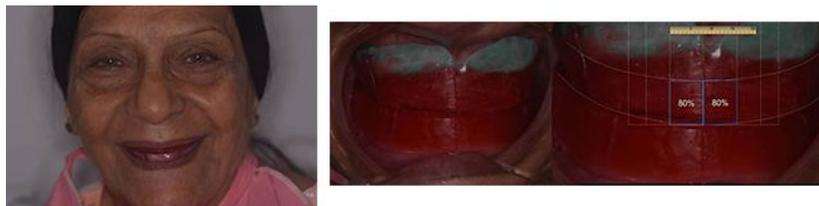


Figure 34: Réglages des bourrelets d'occlusion et mesures des premières proportions



Figure 35: Planification numérique intrabuccale



Figure 36: Essayage des prothèses amovibles d'usage

2.4.2) Implantologie :

L'intérêt de la conception numérique du sourire en implantologie semble intéressant dès lors que l'on admet que c'est la future situation de la prothèse qui va guider la mise en place de l'implant.

Obtenir un positionnement en trois dimensions des futures couronnes, selon les attentes du patient et les impératifs fonctionnels et biologiques, est donc une grande aide pour la planification implantaire, et notamment l'étude de sa faisabilité.

NemoDSD 2D et 3D ® sont les logiciels les plus aboutis du Digital Smile Design®. Ils ont été développés par Christian Coachman et la société NemoTec®.

L'utilisation du logiciel NemoDSD 3D® présente un avantage en comparaison du NemoDSD 2D® seul (qui permet une conception numérique du sourire en deux dimensions via des photos exobuccales et endobuccales), celui de pouvoir être intégré à d'autres logiciels de planification dentaire pour réaliser un plan de traitement multidisciplinaire entièrement numérique.

Autrement dit, une fois la planification esthétique réalisée en deux dimensions via NemoDSD 2D®, elle peut être envisagée en trois dimensions avec NemoDSD 3D® et utilisée avec des logiciels de planification implantaire (NemoDSD Guided Surgery®), de CFAO, d'Orthodontie (NemoCast 3D®), etc.

Dans le cas de l'implantologie, on a donc la possibilité de simuler la position des futurs implants en utilisant comme guide le projet prothétique esthétique défini avec le patient.

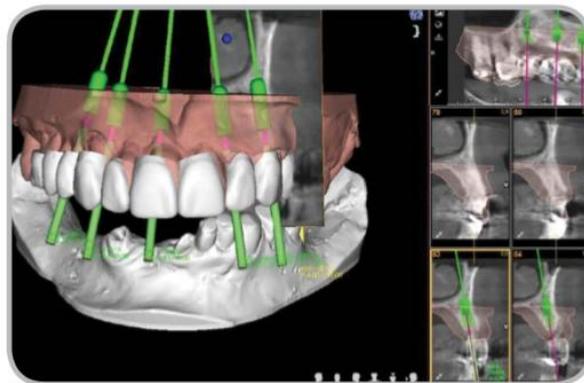


Figure 37: Exemple de planification implantaire obtenu avec le logiciel NemoDSD 2D®

2.4.3) Orthodontie :

Le principe de la conception numérique du sourire existe déjà en Orthodontie avec Invisalign® (Align Technology) qui propose des « Clincheck® » qui sont des simulations de la situation en trois dimensions des dents aux différentes étapes du traitement. L'inconvénient de ces ClinCheck® est qu'ils permettent uniquement une visualisation des résultats « occlusaux » statiques.

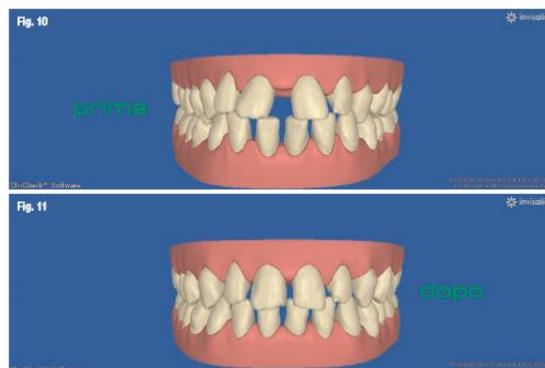


Figure 38: Exemple de comparaison des Clincheck® « avant-après traitement »

V. Bini (58,59) a présenté une solution associant un logiciel de « digital smile design » (Aesthetic Digital Smile Design®) avec les « Clincheck® » d'Invisalign®. Les planifications obtenues via les « Clincheck® » sont superposées sur les photographies endobuccales et exobuccales via l'Aesthetic Digital Smile Design®. A partir de la simulation du traitement orthodontique obtenue, une simulation du projet prothétique est possible.

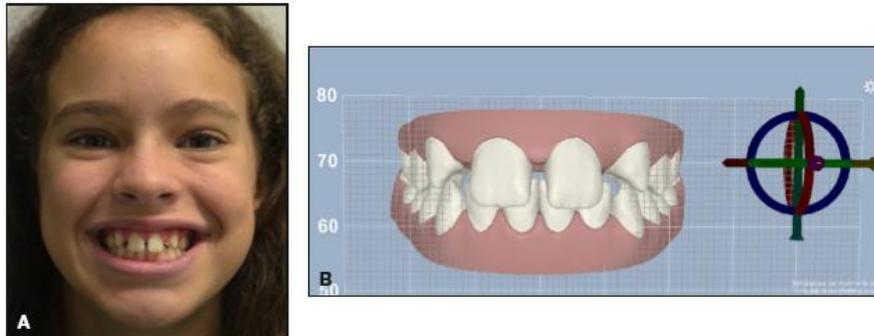


Figure 39: Situation clinique initiale : agénésie des deux incisives latérales maxillaires et présence d'un diastème entre les incisives centrales maxillaires.

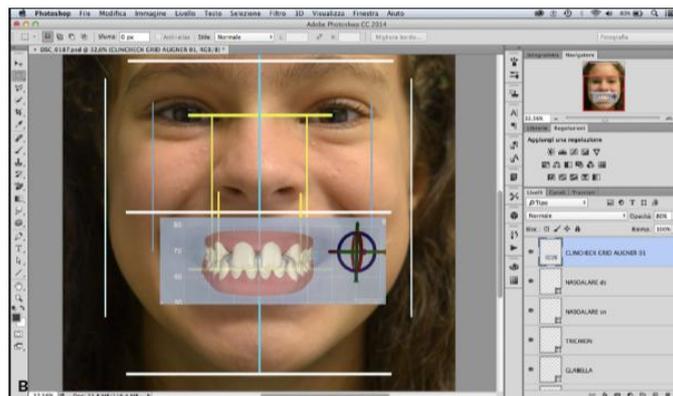


Figure 40: Intégration du premier Clincheck® sur le logiciel ADSD® à l'aide de points de repère



Figure 41: Comparaison de la planification virtuelle et du résultat final obtenu

Comme évoqué précédemment, l'utilisation du logiciel NemoDSD 3D® permet également une planification du traitement orthodontique à partir du projet prothétique esthétique défini avec le patient via NemoCast 3D®.

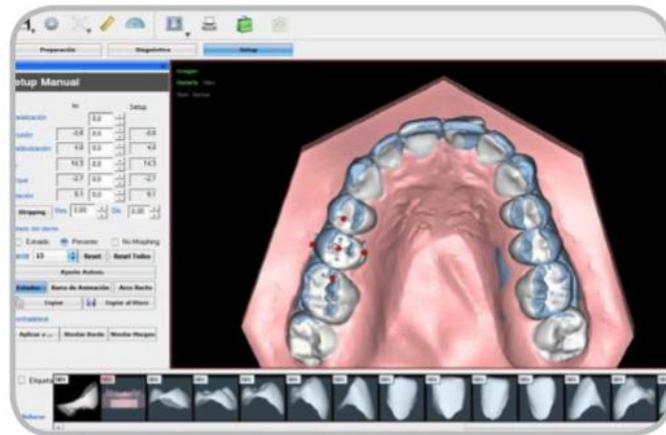


Figure 42: Exemple d'une planification orthodontique obtenu avec le logiciel NemoDSD 3D®

2.5) Intérêt de la planification en prothèse fixée :

2.5.1) Wax-up et mock-up « conventionnel » :

2.5.1.1) Wax-up : (11,60–62)

Le wax-up (ou cire diagnostique) est une maquette en cire permettant d'obtenir un modèle en trois dimensions des dents à restaurer (leurs formes et leurs contours). Il permet donc d'augmenter la prédictibilité du traitement. Il va également nous servir à réaliser des mock-up et ainsi améliorer la qualité de nos préparations. En effet, la prédétermination du volume final de la dent est un élément clé de la préservation de l'émail lors de la préparation. La clé réalisée permettra aussi de concevoir des couronnes provisoires adaptées et proches du projet final souhaité.

Cet outil peut également nous informer d'éventuels traitements spécifiques à effectuer : chirurgie pré-prothétique, orthodontie, augmentation de l'espace prothétique, rétablissement des courbes d'occlusion,...

L'intérêt du wax-up n'est pas uniquement esthétique : il permet de valider sur articulateur le projet prothétique en vérifiant notamment la fonctionnalité du guide incisif et des guidages latéraux. Le wax-up va donc contribuer à l'intégration fonctionnelle des futures restaurations prothétiques.

Ce wax-up est aussi un outil essentiel dans la communication « patient-praticien » et « praticien-prothésiste ». Il permet des modifications réversibles sur un modèle pour affiner le plan de traitement et sert également d'instrument pour l'éducation du patient, augmentant ainsi l'acceptation du patient au plan de traitement.

2.5.1.2) Mock-up : (53,63,64,60,61,65,66)

Un mock-up est un « artifice provisoire en composite issu d'une cire de diagnostic. Positionné en place, il sert de projet esthétique et de guide de préparation dentaire pour facettes céramiques ». Le mock-up permet donc une évaluation « in vivo » de notre plan de traitement et, en conséquence, une validation esthétique et fonctionnelle du projet prothétique.

Le protocole de mise en œuvre est le suivant :

- réalisation d'une clé en silicone à partir de la cire diagnostique (ou wax-up). Elle s'étend jusqu'aux deux dents de part et d'autre des futures dents préparées. On réalise des trous en postérieur afin de vérifier l'enfoncement lors de son positionnement en bouche.
- utilisation de résine provisoire que l'on insère dans la clé et que l'on positionne en bouche.
- retrait des excès et polissage des mock-up une fois la prise du matériau effective.
- possibilité d'utiliser des colorants photo-polymérisables bruns dans les espaces inter-dentaires et bleus au niveau des bords libres.

Le mock-up est souvent laissé en place chez le patient pour plusieurs jours ou semaines afin d'être sûr que le traitement restaurateur envisagé est compatible avec la personnalité, le visage, les fonctions et les attentes du patient. En effet, le wax-up seul ne permet pas d'envisager la relation des futures restaurations avec les lèvres et les autres structures de la face.

Pour plus de confort et de rétention, il est possible de mettre en place les mock-up avec une pointe de gel de mordançage et d'adhésif.

L'un des autres avantages du mock-up, est qu'une fois en place et le projet prothétique validé par le patient, il peut servir de guide. Lors de la réalisation de restaurations de type facettes, du fait que l'épaisseur de celles-ci est faible (0,5mm en cervical, 0,7mm pour le tiers médian et 1,5mm au niveau du bord incisif), la réduction à effectuer doit être minimaliste. Or, l'utilisation d'un mock-up permet la réalisation des préparations directement sur les masques en résine afin de réaliser une économie tissulaire optimale (amélaire notamment) et améliorer la mise en œuvre de notre collage.

L'utilisation d'un guide de réduction à l'aide d'une clé en silicone de nos wax-up peut être une alternative ou un complément à la technique précédemment décrite. La réduction est ainsi contrôlée.

L'utilisation d'un mock-up « conventionnel » présente cependant plusieurs limites. Tout d'abord, la cire diagnostique dont il est issu a été réalisée par le prothésiste qui manque de beaucoup d'informations, notamment relatives au cadre facial (typologie, ligne du sourire, etc.)

En l'absence d'informations complémentaires, le prothésiste sera contraint de réaliser un wax-up selon sa vision de l'esthétique et la manière dont il envisage le résultat final. On peut aisément comprendre que la perspective du prothésiste n'est pas forcément en adéquation avec celle du patient. On note cependant que, dans le cadre de la technique « conventionnelle », certains systèmes comme Ditramax® (Figure 31) ou One Bite® (Bisico®) (Figure 32) permettent de transmettre des informations complémentaires au prothésiste sans utiliser de méthode numérique. En effet, le système One Bite® offre la possibilité de déterminer les axes horizontaux et médian sur le modèle et le système Ditramax® de situer la ligne bipupillaire, le plan sagittal médian et la plan de Camper.

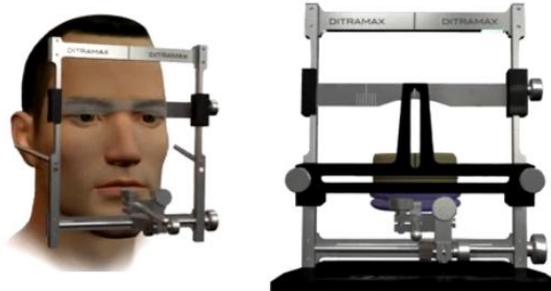


Figure 43: Enregistrement de lignes de référence esthétiques avec le système Ditramax puis tracé de ces lignes sur le modèle



Figure 44: Système One Bite® de Bisico®

Un autre inconvénient pouvant être relevé concerne le temps passé à la réalisation de ces cires diagnostiques et l'essayage des mock-up au fauteuil. Cela implique nécessairement un traitement plus long et un coût supplémentaire pour le patient.

2.5.2) Mock-up virtuel : (44,45,47,49,51-54,56,67-73)

Un mock-up virtuel (ou numérique) peut être défini comme la prévisualisation des restaurations prothétiques envisagées à l'aide de photographies exobuccales et endobuccales. Il s'agit en quelque sorte d'un « essai virtuel » d'une maquette que l'on a réalisé par ordinateur.

Le terme de « mock-up virtuel indirect » utilisé par la suite concerne un mock-up virtuel qui sera transmis au prothésiste afin qu'il se charge de réaliser un wax-up sur le modèle en plâtre (en s'inspirant du mock-up numérique). La clé de ce wax-up permettra de faire un essai en bouche d'un mock-up reproduisant fidèlement celui réalisé par ordinateur.

Le terme de « mock-up virtuel direct » utilisé par la suite concerne un mock-up qui pourra être usiné tel quel, via un logiciel de CFAO (interface entre le logiciel de planification et le logiciel de CFAO).

Les intérêts d'un mock-up virtuel sont nombreux. Ils interviennent essentiellement dans la phase diagnostique et pré-prothétique.

2.5.2.1) Diagnostic:

Une analyse sur ordinateur du cas, via des photos réalisées permet d'affiner le diagnostic, notamment par le tracé de lignes de référence. Certains facteurs à corriger ont pu être non détectés lors de l'examen clinique du patient. Cependant, l'utilisation de ces logiciels ne peut en aucun cas se substituer aux moyens diagnostiques conventionnels (examen clinique au fauteuil, examen radiographique, etc.).

2.5.2.2) Communication :

Le résultat final obtenu est grandement dépendant de la communication entre le patient et le praticien, mais aussi entre le praticien et le prothésiste.

Bien souvent, le prothésiste manque d'information sur les souhaits réels du patient. De ce fait, les résultats obtenus peuvent ne pas être à la hauteur de ce qu'attendait le patient.

L'anticipation du résultat permet d'éviter les doléances psychologiques ou physiques du patient à la fin du traitement.

L'un des intérêts principaux du logiciel de « digital smile design » va être de faciliter la transmission au prothésiste d'informations essentielles à la réussite du traitement, notamment : la situation du plan de référence, la ligne médiane de la face, le « design du sourire » (qui regroupe la forme et l'agencement des dents), et la couleur.

Le prothésiste va ainsi pouvoir créer un wax-up en trois dimensions tenant compte de tous les paramètres que lui a transmis le praticien. Les informations du wax-up sont transférées en bouche pour une phase d'essai via un mock-up ou une restauration provisoire.

2.5.2.3) Retour d'information :

Le « digital smile design » permet une évaluation précise des résultats obtenus dans chaque phase du traitement. Le plan de traitement s'aidera de photographies, de vidéos, de notes, de dessins,...

Des comparaisons entre l'état initial et les différentes phases du traitement sont aussi possibles (par comparaison des axes ou plans de référence par exemple).

Dans l'hypothèse où un traitement interdisciplinaire est entrepris, chaque membre de l'équipe peut avoir accès aux simulations et analyser le traitement envisagé.

Le prothésiste peut également avoir un retour d'informations concernant la forme, l'agencement ou encore la couleur pour effectuer d'éventuelles améliorations.

2.5.2.4) Gestion du patient :

Le digital smile design peut être utilisé comme :

-un outil marketing pour motiver le patient (« emotional dentistry »). Le patient va pouvoir participer activement au processus de conception du design de son propre sourire. Cet aspect est important car l'appréciation de l'esthétique nécessite une attitude attentive, compréhensive mais aussi le maintien d'une distance thérapeutique suffisante. Or, Qualtrough(74) note que la majorité des dentistes s'appuient sur leur propre façon de voir l'esthétique plutôt que sur celle du patient.

De plus, l'utilisation de ce protocole de « digital smile design » permet au patient, non seulement de visualiser le résultat attendu sur des photographies en deux dimensions, mais aussi d'avoir une analyse globale lors de l'essayage des mock-up. Ces deux outils vont permettre de donner au patient une idée assez précise de l'objectif escompté.

-un outil pédagogique pour aider le patient à comprendre les problèmes liés au traitement.

-un outil d'évaluation en comparant les photos pré- et post-traitement.

-un moyen de présenter au patient les solutions possibles avec des cas déjà réalisés (« treatment planning »). Ainsi, le praticien peut avoir une idée du résultat esthétique final qu'il juge réalisable, avant même d'avoir entrepris le moindre soin.

-un outil pronostique, après avoir évalué précisément la difficulté du cas.

-un guide lors de la réalisation des préparations périphériques dentaires afin d'être le plus économe au niveau tissulaire.

Le diagnostic doit guider les phases du traitement esthétique qui tiennent compte:

-de tous les besoins et désirs du patient

-des aspects fonctionnel et biologique.

2.5.2.5) Inconvénients et limites :

Plusieurs inconvénients et limites peuvent cependant être exposés concernant l'utilisation de ce procédé.

On note tout d'abord que l'utilisation d'un logiciel comme celui-ci implique un temps supplémentaire passé au fauteuil ou en dehors de la consultation. Ce temps de travail aura donc un impact sur le coût total des restaurations envisagées.

Un autre facteur à prendre en compte concerne la manipulation de ces logiciels. En effet, on peut estimer que la qualité de la planification, ainsi que la rapidité de son exécution dépendent de l'expérience du praticien avec ces logiciels.

L'une des limites principales de ces mock-up numériques est qu'ils permettent la prévisualisation des restaurations uniquement de façon statique. Il est impossible à l'heure actuelle d'obtenir un mock-up

numérique sur une vidéo, où l'environnement péribuccal est en mouvement (ex : la situation des lèvres lors de la phonation). Ils ne permettent donc pas de se passer de mock-up conventionnels. D'autre part, les restaurations envisagées sont en trois dimensions alors que les préformes réalisées sur les différentes photographies sont en deux dimensions.

Le choix de la teinte et la définition de l'aspect de surface peuvent également être évoqués comme une limite. En effet, si le logiciel permet une intégration idéale des futures restaurations quant à leur contour et à leur forme, il n'est pas encore possible de concevoir avec précision les différents états de surface, texture ou encore les différentes teintes.

Les prix de certains logiciels (notamment ceux possédant une interface avec les logiciels de CFAO) sont parfois importants. Cependant, des logiciels permettant de réaliser la planification, tels que Microsoft Power Point® ou KeyNote® sont intégrés aux ordinateurs et aucun surcoût n'est nécessaire pour la conception du sourire.

Afin de réaliser des planifications les plus précises possibles et au plus proche du résultat final, la qualité des photographies et l'environnement dans lequel elles sont prises influent grandement. Aussi, un investissement dans du matériel photographique (appareil photo, objectif, flash, contrasteurs, écarteurs, miroirs,...) semble indispensable afin de tirer un réel intérêt de ces outils qui s'adressent à une patientèle ayant une demande esthétique importante.

L'autre point que soulève l'utilisation du « digital smile design » comme outil pour augmenter l'adhésion du patient au plan de traitement concerne les attentes de ce dernier. En effet, il semble légitime de se poser la question de savoir si le praticien est tenu à une obligation de résultat après qu'il ait proposé une planification virtuelle au patient.

2.5.3) Comparaison des différentes techniques :

2.5.3.1) Communication avec le patient :

La communication entre deux personnes peut être définie comme un échange d'idées, un dialogue et non comme une tentative de persuasion ou d'explications. Faire participer le patient à chaque étape du plan de traitement (planification, essayage, finitions) comme le permet la conception numérique du sourire semble être un excellent moyen de satisfaire le patient et d'aboutir ainsi à un succès (75).

Dans l'hypothèse où la restauration prothétique esthétique à réaliser est unitaire, les dents adjacentes seront d'une grande aide pour intégrer la restauration à l'environnement existant. Il va s'agir de mimer la nature existante.

En revanche, dans le cas de restaurations plurales (restauration de l'ensemble du bloc incisivo-canin maxillaire par exemple), la communication est plus poussée et constitue un maillon central de la réussite du traitement.

Plusieurs moyens de communication nous permettent une conception numérique du sourire conforme aux attentes du patient.

2.5.3.1.1) Discussion du plan de traitement au fauteuil :

Le succès d'une restauration esthétique repose sur la compréhension des attentes du patient, et son implication dans le processus d'établissement du plan de traitement est une des clés de la réussite (56,61).

Les termes de « motivation » ou encore d' « implication » dans le traitement sont au cœur de notre échange avec le patient. Coachman part du principe que les décisions majeures dans la vie sont le plus souvent guidées par les émotions. Il estime donc que dans le cas de restaurations esthétiques, la dentisterie doit être basée sur ces émotions (« emotional dentistry »).

Ce « lien émotionnel » a pour but de faire « remonter » les besoins dentaires dans la liste des priorités du patient.

Plusieurs éléments vont permettre de former ce lien :

-la conception numérique du nouveau sourire. Il va être important de définir avec le patient ce qu'il souhaite exprimer avec son sourire. Le patient peut, si besoin est, s'aider d'anciennes photographies ou de magazines avec des personnalités présentant un sourire qu'il juge comme esthétique.

Une technique simple peut être de donner un miroir au patient et de nous dire ce qui lui déplaît dans l'image reflétée (48).

-l'intégration de ce nouveau sourire au sein du visage via les mock-up numériques dans un premier temps puis lors de l'essayage en bouche. La transformation observée par le patient joue un rôle essentiel dans son adhésion au plan de traitement. En effet, l'un des rôles du dentiste est de montrer au patient en quoi un traitement esthétique peut influencer positivement son sourire, et la conception numérique le permet (76).

-l'explication des différentes étapes du plan de traitement pour arriver au résultat désiré.

-la possibilité pour le patient de discuter du plan de traitement avec son entourage : la conception numérique du sourire donne au patient la possibilité d'emporter une photographie de la planification (53,71). L'adhésion au plan de traitement sera meilleure si le patient peut présenter à sa famille ou à ses amis la différence « avant-après » et les modifications qu'il a lui-même désiré inclure dans le plan de traitement.

2.5.3.1.2) Principe des « opposés accordés » :

Golub-Evans (77) a exposé en 2003 un principe (« Principles of felicitous opposites) qu'il juge pertinent dans le cadre du choix des dents dans les reconstitutions plurales antérieures. Selon lui, l'objectif est de jouer sur des artifices dentaires pour obtenir l'illusion que le visage est ovale. Il part du principe que dans les sociétés occidentales, le visage ovale est le mieux proportionné et le plus agréable à regarder. Voici quelques exemples illustrant ce principe :

-pour un visage long (on cherche à ce que l'observateur regarde le visage dans le sens horizontal): aplatir légèrement la partie antérieure de l'arcade maxillaire et au contraire gonfler la partie postérieure, obtenir des incisives latérales légèrement plus courtes que les incisives centrales et des cuspides de canines plus courtes également. On obtient un sourire « en escalier ».

-pour un visage rond (on cherche à ce que l'observateur regarde le visage dans le sens vertical): obtenir deux incisives centrales longues, deux incisives latérales plus courtes et deux canines avec des cuspides relativement longues.

L'utilisation de ce principe lors de la conception numérique du sourire au fauteuil peut être un outil supplémentaire à présenter au patient.

2.5.3.1.3) Concept du Visagism

Le terme de « Visagism » est issu du mot « visage » en français. Il implique la création d'une image propre à soi, exprimant l'identité d'une personne.

Le concept de « Visagism » (78,79) appliqué à l'art dentaire, peut être envisagé afin que le patient puisse déterminer les traits de personnalité qu'il souhaite exprimer via son apparence et plus particulièrement via son sourire. En effet, le designer du sourire n'est pas seulement chargé de rendre un sourire attractif, il se doit de correspondre à la personnalité du patient, à ses caractéristiques physiques (77).

Le challenge est donc de traduire par le design du sourire dentaire la personnalité que le patient souhaite dégager : ce qu'on appelle « l'harmonie psycho-dentofaciale ».

D'après Hippocrate, la personnalité d'un individu est déterminée par une combinaison unique des quatre humeurs : mélancolique (sensible), sanguin (dynamique), colérique (fort) et flegmatique (calme). En général, une ou deux de ces humeurs sont dominantes par rapport aux autres. A ces humeurs, correspondent des formes de dents, la projection des incisives centrales ou encore l'axe des dents.

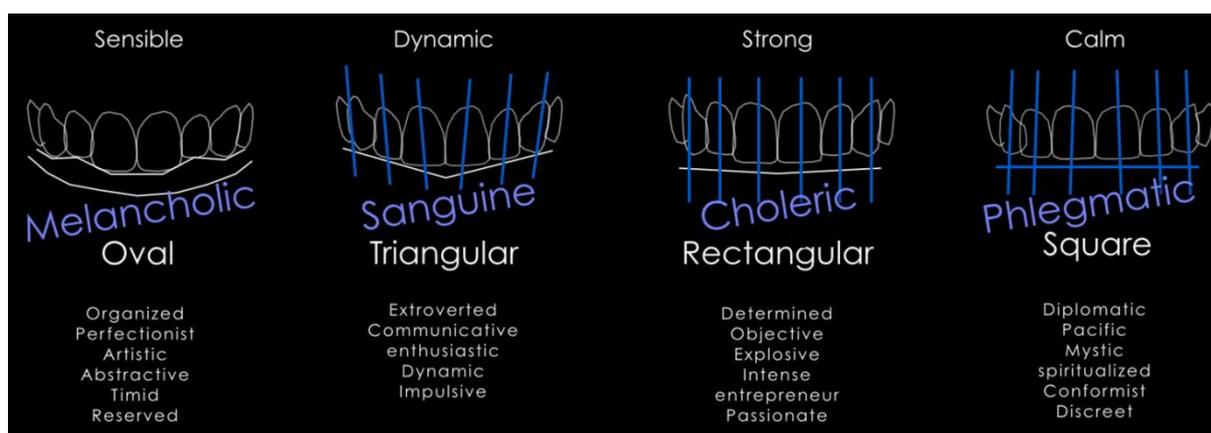


Figure 45: Calques dentaires proposés par le concept du Visagism appliqué à l'art dentaire, associés aux différents traits de caractères

Le Dr. Gürel (80,81) a même défini le « visagismile » qui applique directement le principe du visagisme à la conception du sourire.

Un logiciel a été créé pour appliquer simplement un protocole personnalisé. Il comporte trois étapes : analyse géométrique du visage, questionnaire pour le patient, choix du patient pour certains détails. Ces trois étapes permettent de prévisualiser un mock-up virtuel en deux dimensions sur la photographie endobuccale.

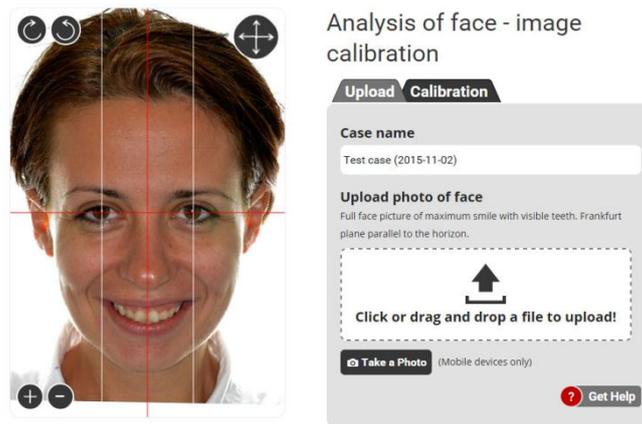


Figure 46: Intégration de l'image au logiciel et orientation

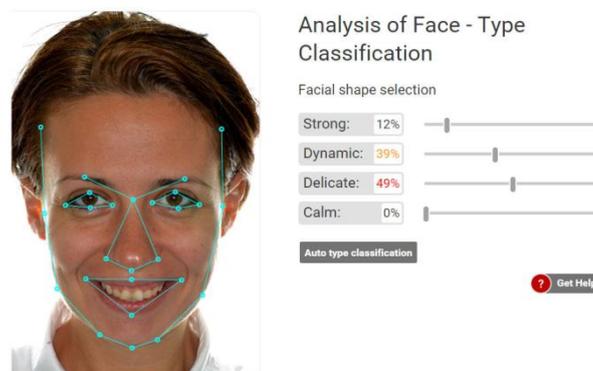


Figure 47: Sélection des points de repères demandés et résultats obtenus

Interview

1 My favorite geometric shape is:

* Please, choose only one figure

2 My friends consider me for:

* Please, choose at least three words

uncommunicative
 helpful
 non-confrontational
 initiative
 quiet
 passive
 pessimistic
 active
 techy
 talkative
 communicative
 optimistic

3 What I think about myself:

* Please, choose at least three words

fragile
 cheerful
 caring
 reflective
 calm
 sensitive
 benevolent
 available
 reliable
 open

4 Three words that describe me best:

* Please, choose exactly three words

carefree
 cautions
 worrisome
 balanced
 restless
 mutable
 impulsive
 peaceable
 reserved
 moody
 rigid
 aggressive

Figure 48: Questionnaire Visagismile® à faire remplir par le patient

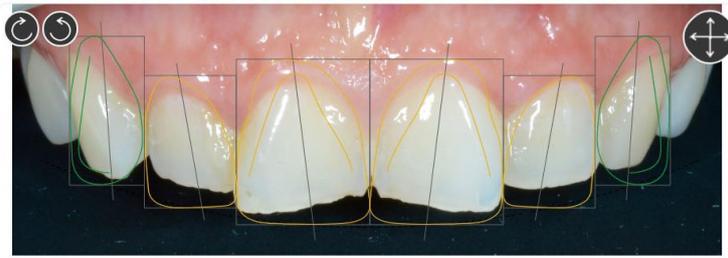


Figure 49: Planification proposée par le logiciel Visagismile®

Il est possible d'apporter des modifications au résultat proposé par le logiciel.

Cette simulation peut ainsi être transmise au prothésiste qui réalise un wax-up fidèle à la planification envisagée. Le mock-up conventionnel est ainsi ensuite essayé en bouche.

2.5.3.2) Communication avec le prothésiste :

Le dentiste et le prothésiste ont une relation interdépendante, qui la rend essentielle.

Il n'est pas rare que la communication (par bons de laboratoire, téléphonique, parfois même via des photographies) échoue entre le praticien et le prothésiste dans la transmission exacte des informations recueillies par le praticien. Le manque d'interactions entre praticien et prothésiste se révèle être l'un des principaux problèmes soulevés (82).

L'objectif de la communication praticien-prothésiste est de retranscrire les désirs du patient en accord avec les impératifs biologiques et fonctionnels.

Des erreurs d'interprétation, ou encore liées au fait que praticien et prothésiste n'aient pas reçu les mêmes formations, donc n'aient pas les mêmes référentiels peuvent survenir, conduisant à une insatisfaction du patient et à un échec.

Plusieurs solutions permettent d'améliorer cette communication (7,82) :

- participer à des formations continues en commun pour pouvoir partager sur les différentes techniques existantes et disposer des mêmes référentiels.
- s'accorder des rendez-vous privés pour pouvoir discuter des cas cliniques.
- améliorer la communication dans la transmission des informations au laboratoire. Cela peut impliquer une prise de photographies, une venue du prothésiste au fauteuil pour voir le patient ou encore des échanges téléphoniques.
- quand cela est possible, avoir un prothésiste travaillant dans l'enceinte même du cabinet.
- compte-rendu post-opératoire, par téléphone par exemple.
- formations communes pour les étudiants en dentaire et les étudiants prothésistes dans certains domaines.
- rendre compte de la situation clinique au prothésiste en lui adressant des informations en trois dimensions : une « réplique du sourire » (c'est un moyen de transmettre au prothésiste des informations sur les restaurations existantes, la ligne du sourire, l'architecture gingivale, les corridors buccaux,... à l'aide d'une empreinte des dents et des lèvres lorsque le patient sourit, avec un hydrocolloïde), reproduction des tissus mous, empreinte des restaurations provisoires,...

L'utilisation d'un outil contenant des informations en trois dimensions (vidéos et planification sur photos) permettant au praticien et au prothésiste d'avoir non seulement les mêmes données, le même diagnostic et la même idée exacte du résultat attendu semble donc particulièrement intéressante (44,47). Suite à une étude sur un échantillon de patients, M. Imburgia et C. Coachman ont démontré que la satisfaction augmentait avec l'utilisation de ces outils numériques ; aussi bien sur la prise en charge que sur le traitement proprement dit (83).

L'avantage supplémentaire que présente ce format numérique est la possibilité pour le(s) praticien(s) et le prothésiste de travailler sur le même support et de partager ces données gratuitement avec une

grande rapidité (exemple : DropBox®, logiciel permettant à un utilisateur de partager, avec qui il le souhaite, et de synchroniser ses fichiers par Internet) (47).

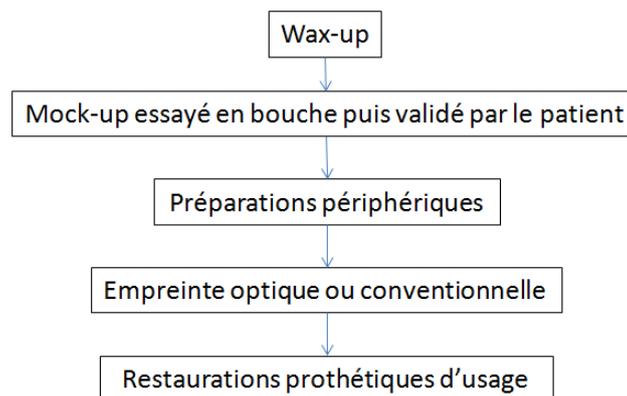
Intérêts :

- valider un projet informatique validé avec un mock-up en bouche sans la moindre retouche ou rajout.
- cette planification personnalisée évite un certain nombre de modifications au fauteuil (étant donné que le projet a été validé par le patient).
- effet surprise de transformation du patient. Le patient perçoit le résultat final avant de commencer son traitement.

2.5.3.3) Planification des interventions :

2.5.3.3.1) Technique conventionnelle :

Dans la technique conventionnelle, une maquette diagnostique en cire est confectionnée par le prothésiste. Une clé en silicone de celle-ci permet l'essayage en bouche à l'aide d'une résine composite. Une fois d'éventuelles modifications apportées aux masques et le projet prothétique validé par le patient, le praticien peut entamer la réalisation des restaurations prothétiques d'usage.



2.5.3.3.2) Technique utilisant le « Digital Smile Design » : (44,48,51,52,54,84,85)

La particularité qu'amène l'utilisation du « digital smile design » vient du fait que l'on doit avoir une continuité entre le cas clinique in vivo, la planification qui, elle, est virtuelle, et la réalisation prothétique qui elle est de nouveau in vivo.

On passe donc d'un monde « réel », à un monde « virtuel » pour revenir dans le monde « réel ».

2.5.3.3.2.1) Première consultation :

- Anamnèse et Entretien clinique :

C'est au cours de cet entretien clinique que le praticien va pouvoir évaluer les attentes du patient, qu'il va évaluer son degré d'implication ainsi que la conscience que le patient a de son sourire.

Comme nous l'avons déjà expliqué, la communication est au cœur de cette relation patient-praticien.

- Examen clinique et examens complémentaires :

L'examen minutieux du patient au fauteuil est essentiel. Tous les critères que nous avons évoqués doivent être étudiés. Le praticien peut s'aider d'une check liste esthétique pour n'omettre aucun élément.

Les examens complémentaires, comme les radiographies panoramiques ou rétro-alvéolaires, les examens radiographiques 3D ou encore les moulages en plâtre sont autant d'éléments qui seront utiles au diagnostic et faciliteront la planification.

- Recueil de documentations qui seront utiles à la conception numérique du sourire :

Plusieurs photographies sont nécessaires: au repos, bouche fermé, bouche ouverte avec écarteurs, sourire face entière, centrée sur sourire, centrée avec vue supérieure et un angle de 45° par rapport au plan frontal, sourire de profil, vue occlusale, en occlusion,...

La prise des vidéos peut s'effectuer en posant des questions au patient qui reprennent le questionnaire, en lui demandant ce qu'est un beau sourire, quelles sont ses attentes, ce qu'il aime et n'aime pas dans son sourire,...

Mais aussi des vidéos centrées sur la bouche : lors de la phonation, des mouvements fonctionnels, etc. L'enregistrement du mouvement des lèvres est un élément important pour le diagnostic et la planification.

2.5.3.3.2) Inter-séances :

La conception numérique du sourire peut être effectuée en inter-séance, après une analyse attentive et minutieuse de tous les éléments recueillis lors de la première consultation. Cette conception se réalise comme expliquée précédemment.

Une fois la conception du sourire établi, le praticien peut définir, si nécessaire, un plan de traitement pluridisciplinaire clair et précis.

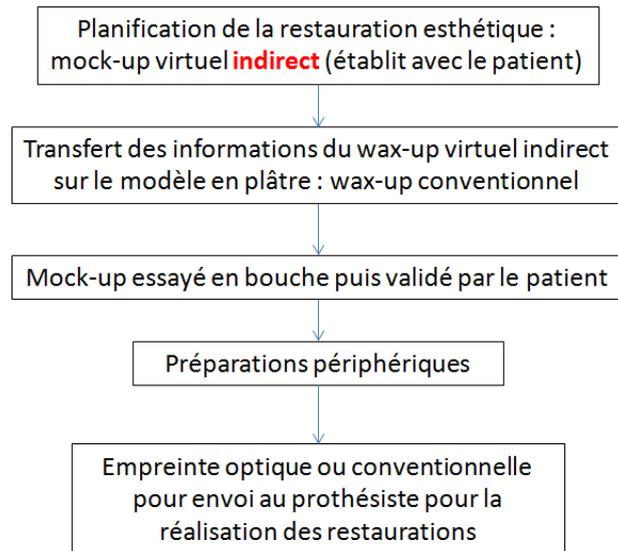
2.5.3.3.3) Deuxième consultation :

Lors de cette consultation, le praticien va pouvoir présenter au patient le résultat du traitement qu'ils souhaitent obtenir. Il s'agit donc d'une première proposition, sur laquelle il est tout à fait possible d'effectuer des modifications. Le patient est en ce sens pleinement acteur de son traitement. Cet outil numérique est intéressant dans la communication, le patient peut en effet se pencher sur les restaurations prothétiques envisagées et évaluer la qualité de leur intégration au sein du visage.

Une fois le projet numérique validé par le patient, le praticien peut lui expliquer chacune des étapes du plan de traitement nécessaire pour aboutir au résultat escompté et présenter des devis.

La motivation et la compréhension du patient sont importantes à évaluer, car le patient doit comprendre que notre traitement implique un respect d'impératifs fonctionnels et biologiques et qu'un traitement pluridisciplinaire est souvent nécessaire.

On peut espérer que ce projet individualisé et construit avec le patient ait plus de chance d'aboutir à une validation du plan de traitement qu'avec une technique conventionnelle.



3) Applications du « Digital Smile Design » en CFAO :

La CFAO est de plus en plus présente au sein des cabinets dentaires. Elle regroupe à la fois le concept de CAO (conception assistée par ordinateur) et celui de FAO (fabrication assistée par ordinateur)

La CFAO est un véritable outil de communication, aussi bien avec le prothésiste qu'avec le patient, qui comprend : la réalisation d'une empreinte numérique, la modélisation d'une restauration prothétique à partir de l'empreinte et l'usinage de l'élément prothétique dans une machine outil reliée à l'ordinateur.

3.1) Fonctionnement :

3.1.1) Pré-requis:

Comme avant tout plan de traitement prothétique, le praticien devra effectuer une phase d'assainissement si elle s'impose. Elle comprend des traitements de chirurgie, d'odontologie conservatrice, d'endodontie et de parodontologie. L'objectif est de réaliser les soins dans un environnement favorable à la réussite du traitement et à sa pérennité.

Une analyse occlusale attentive est également indispensable afin que les futures prothèses s'intègrent parfaitement dans le cadre fonctionnel.

Comme nous l'avons précédemment évoqué, l'analyse esthétique, lors de l'examen clinique et à l'aide de photographies et de vidéos (notamment dentaire avec évaluation des lignes de transition, des textures, aspect de surface,...) est un pré-requis indispensable à l'utilisation d'un logiciel de « digital smile design ».

Le choix des teintes des futures restaurations doit également intervenir précocement dans notre démarche afin de proposer au patient une planification au plus proche du résultat qu'il espère.

3.1.2) Empreinte optique :

(86–91)

3.1.2.1) Principe :

L'empreinte optique consiste en l'acquisition de données numériques tridimensionnelles d'un objet, avec contact physique, ou sans. De plus en plus, l'acquisition avec contact physique (à l'aide d'un palpeur) disparaît au profit d'une acquisition sans contact physique mais par des phénomènes optiques. Aujourd'hui, on ne retrouve au fauteuil que la technique par mesure optique.

Le principe est de projeter un rayonnement lumineux de référence (=rayonnement incident). L'objet éclairé renvoie naturellement une partie du rayonnement qu'il reçoit. Une caméra photosensible mesure la partie réfléchi et la convertit en informations numériques. Ces informations sont comparées au rayon incident (dont on connaît les caractéristiques).

Un ordinateur va ensuite mettre en œuvre un système de traitement d'image. Les données créées pourront être modifiées par l'opérateur. L'ordinateur commande également la machine à outil pour la fabrication (FO).

3.1.2.2) Avantages :

- mesure optique la plus précise (15 à 30 microns) (86).
- contrairement à l’empreinte physique, l’empreinte optique est stable et inaltérable (permettant la pérennisation des informations).
- l’archivage de cette empreinte ne prend pas de place.
- l’utilisation est ergonomique
- l’empreinte optique constitue un réel outil de communication avec le patient.
- une fois que le praticien est habitué à son utilisation, elle permet un gain de temps.
- l’empreinte optique permet d’objectiver les éventuels défauts de nos préparations. Des modifications peuvent ainsi être apportées à nos préparations directement au fauteuil. Une fois l’empreinte validée, elle peut être envoyée directement au prothésiste. Elle contribue donc à faciliter les rapports entre praticien et technicien de laboratoire.
- le confort du patient est augmenté. Cela est particulièrement vrai pour les patients ayant un réflexe nauséux.
- l’empreinte optique n’est pas concernée par le risque de contamination infectieuse.
- permet la réalisation de modèle positifs.

3.1.2.3) Inconvénients :

- investissement dans l’équipement nécessaire.
- ce type de système ne dispense pas des techniques d’accès aux limites conventionnelles.
- l’ouverture buccale limitée du patient n’est pas toujours compatible avec la manipulation de la caméra au-dessus des volumes à enregistrer.
- le fait que certains systèmes soient « fermés » implique que tout le matériel utilisé vienne du même fabricant.
- le praticien se doit d’être en plus un « infoprothésiste ».
- nécessite de maîtriser les techniques d’empreinte conventionnelle en cas de panne informatique.

3.1.2.4) Exemples de systèmes disponibles :

Le tableau ci-dessous, proposé par JF. Chouraqui et C. Moussally(91) n’est pas exhaustif. Il présente plusieurs produits avec certaines de leurs caractéristiques.

Système	Poudrage	Acquisition	Image	Module de prise d'empreinte	Autonome du secteur	Hygiène de la partie intra-buccale	Inlay Cores	Implants	Orthodontie	Possibilité de CFAO directe
3M-ESPE: True Definition Scanner	Oui: blanc	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non	Désinfection par immersion	Non	Oui	Incoognito®, Suresmile®	GACD - Lyra
3Shape : Trios	Non	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes/module USB	Non	Embout autoclavable	Oui	Oui	Suresmile®	GACD - Lyra
3Shape : Trios Color	Non	A la volée	Couleur	Unité mobile à roulettes/module USB	Non	Embout autoclavable	Oui	Oui	Suresmile®	GACD - Lyra
3Shape : Trios 3	Non	A la volée	Couleur	Unité mobile à roulettes/fauteuil/module USB	Non	Embout autoclavable	Oui	Oui	Suresmile®	GACD - Lyra
Align Technologies : iTero Element	Non	A la volée	Couleur	Unité autonome portative/verpied à roulettes en option	Non	Gaine (douille) à usage unique	Non	Oui	Incoognito®, Invisalign®, Suresmile®	Non
Carestream : CS 3500	Non	Image par Image	Couleur	Module USB	Oui : ordinateur portable	Embout autoclavable : 2 tailles	Non	Oui	ClearCorrect®, Suresmile®	CS 3000
Densys 3D : Mia3D	Oui: blanc	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non renseigné	Non renseigné	Non	Non renseigné	Non renseigné	Non
Dental Wings : DVID	Non	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non	Désinfection par immersion	Non	Non	Non	DWLM (prévu en 2018)
Dentium : Rainbow IDS	Non	Image par Image	Couleur	Unité mobile à roulettes	Non	Non renseigné	Non	Non	Non	Rainbow Mill
GC : AADVA	Non	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non	Nettoyage à la lingette	Non	Non	Non	Non
KaVo / Ormco : Lythos	Non	A la volée	Couleur	Unité autonome portative	Non	Embout à usage unique traité antibuée	Non	Non	ADA Lab	Artica
MFI : Condor	Non	A la volée	Couleur	Module USB/fauteuil	Oui : ordinateur portable	Nettoyage à la lingette+stabilisateur autoclavable	Non	Non	Non	Non
Planmeca : Planmescan	Non	A la volée	Monochrome	Module USB/fauteuil	Oui : ordinateur portable	Embout autoclavable : 3 tailles	Non	Non	Non	Planmill 40, Planmill 50
Sirona : Apollo DI	Oui: gris	A la volée	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non	Protection partielle à usage unique	Non	Non	Non	Non
Sirona : Bluecam	Oui: bleu	Image par Image	Monochrome	Unité mobile à roulettes	Non	Nettoyage à la lingette+stabilisateur autoclavable	Non	Oui	Invisalign®	MC, MCX, MCXL, MCXL Premium, MCX5
Sirona : Omnicam ACF Omnicam AF	Non	A la volée	Couleur	Unité mobile à roulettes	Oui, en option	Nettoyage à la lingette	Non	Oui	Invisalign®	MC, MCX, MCXL, MCXL Premium, MCX5
ZFX : Intrascan	Non	A la volée	Monochrome	Module USB/fauteuil	Oui : ordinateur portable	Nettoyage à la lingette	Non	Oui	Non	Non

Figure 50: Tableau présentant différents systèmes d'empreinte optique et certaines de leurs caractéristiques

3.1.3) Le « Digital Smile Design » appliqué à la conception et fabrication assistées par ordinateur (CAO/FAO) :

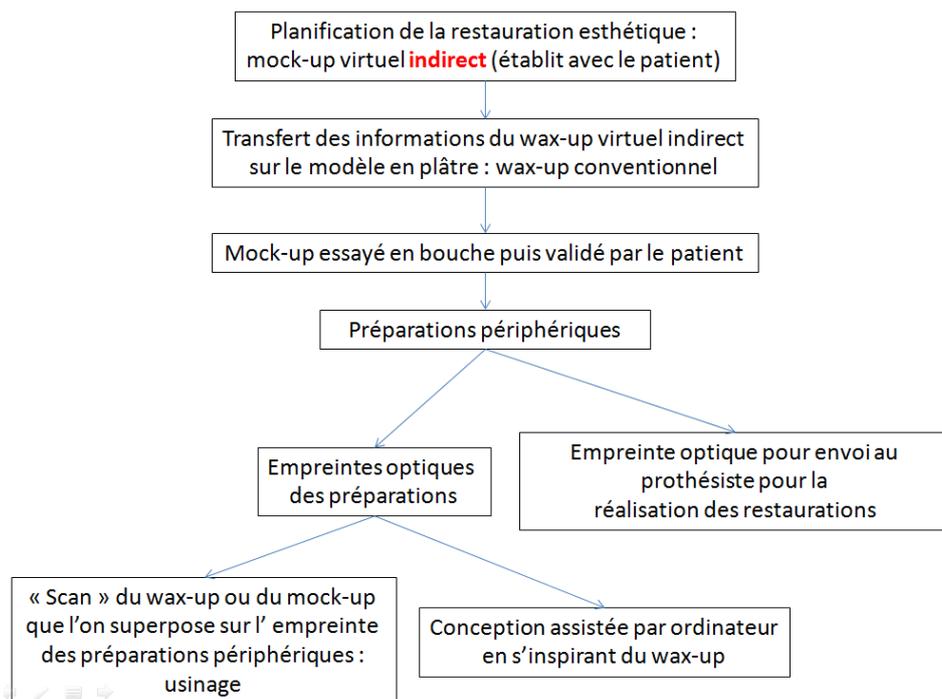
3.1.4.1) Mock-up virtuel indirect :

Il est en effet possible d'utiliser la CFAO à partir du mock-up virtuel indirect.

La première solution est d'envoyer une empreinte optique au laboratoire afin qu'il réalise par CFAO les restaurations d'usage à partir du mock-up virtuel indirect qu'on lui a transmis.

La deuxième solution consiste à réaliser la conception 3D des restaurations en s'inspirant du wax-up réalisé par le prothésiste. Cela semble présenter peu d'intérêt car il semble difficile de reproduire avec exactitude l'ensemble des informations du wax-up.

La dernière option va se décomposer en trois étapes. Tout d'abord il faudra réaliser un « scan » du wax-up conventionnel ou un « scan » du mock-up essayé en bouche, puis une empreinte optique des préparations. Dans un dernier temps, il sera possible de superposer ces deux empreintes et le logiciel de CFAO utilisé sera capable de déterminer la partie à usiner. Pour cela il faut que le logiciel de CFAO utilisé bénéficie de la fonction adaptée comme Biocopy® (CEREC®) ou Align & Reuse® (3Shape®) par exemple.



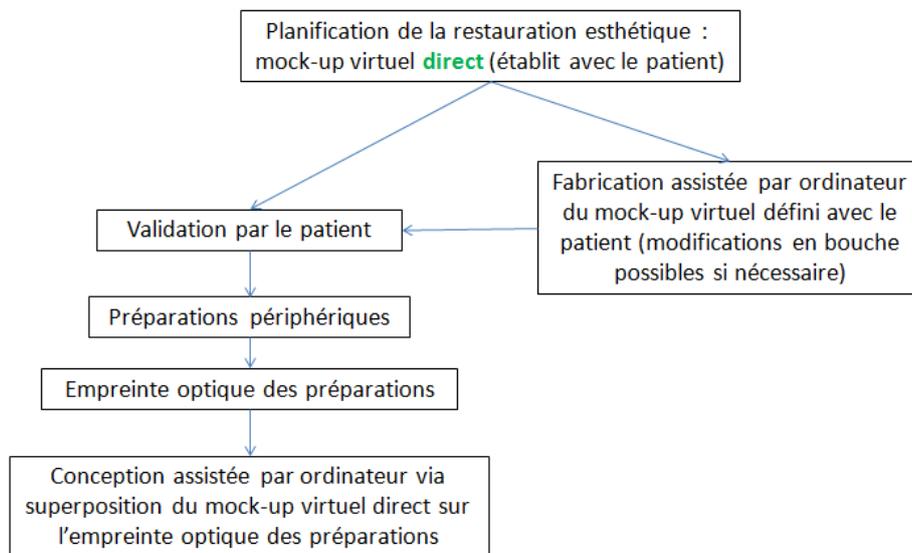
3.1.4.2) Mock-up virtuel direct : (52,84)

Dans cette situation, l'objectif est de « transformer » notre planification en deux dimensions en un modèle en trois dimensions. Bien que cette méthode nous offre la possibilité de réaliser immédiatement les restaurations d'usage dans une seule et même séance, il semble important de passer par une étape de mock-up pour la validation esthétique et fonctionnelle de notre projet prothétique. Dans l'optique d'une chaîne « tout-numérique » on peut envisager de réaliser ces mock-up ou des restaurations provisoires en polyméthacrylate de méthyle, par exemple, par CFAO à l'aide de notre planification en trois dimensions.

Le principe utilisé par les différents logiciels proposant cette option est de générer un calque transparent de cette planification en deux dimensions, que l'on va pouvoir positionner sur le modèle en trois dimensions obtenu à l'aide d'une empreinte optique. Cette image transparente va servir de guide pour la conception assistée par ordinateur. Ces logiciels permettent donc une interface entre notre planification et le logiciel de CFAO.

Exemples de logiciels proposant cette interface :

- « Digital Smile Design » avec « DSD Connect® » (Digital Smile Design®).
- « G-Design » (Hack Dental ®).
- « Smile Designer Pro »



Inconvénient :

- pas de validation fonctionnelle sur articulateur.
- pas de validation esthétique en bouche sauf si un mock-up est usiné par CFAO avec un matériau provisoire.
- pas de masque de réduction pour la préparation sauf si un mock-up est usiné par CFAO avec un matériau provisoire.

Avantages :

- pas d'étape de laboratoire
- gain de temps
- pas de perte d'informations entre le mock-up virtuel et la restauration d'usage.

En dehors de ces logiciels proposant une interface entre la planification en deux dimensions et la conception assistée par ordinateur d'un modèle en trois dimensions, il existe une solution gratuite permettant de créer ce lien entre la « deux dimensions » et la « trois dimensions ».

Dans l'exemple ci-dessous, nous avons utilisé un logiciel gratuit (Vitrite®) permettant de modifier la transparence de n'importe quelle fenêtre Windows®. Après avoir installé ce logiciel sur un système tel que le CEREC®, on peut ouvrir le fichier présentant notre planification (sur une photographie endobuccale par exemple) puis ouvrir notre empreinte optique via CEREC®. A l'étape de la conception assistée par ordinateur, il nous suffit de modifier la transparence de la fenêtre du CEREC®

présentant l’empreinte optique afin de voir apparaître notre planification en arrière plan. Il est alors possible de modéliser nos restaurations en s’inspirant des limites définies sur notre planification.

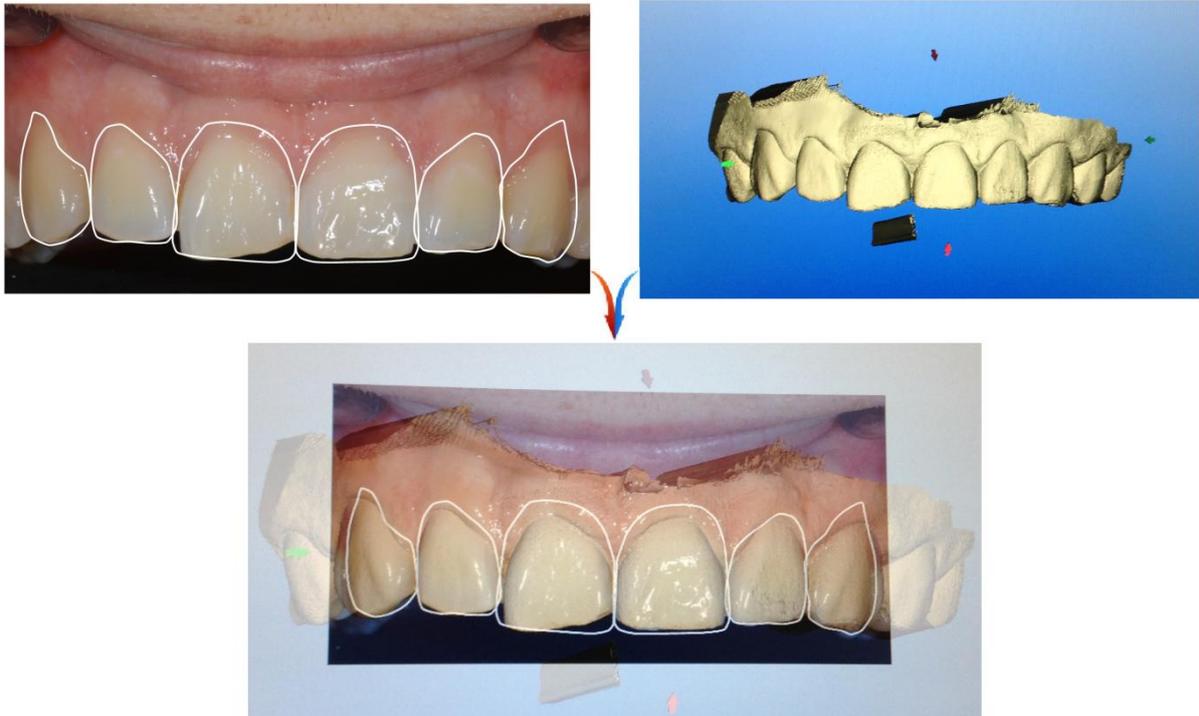


Figure 51: Superposition d'un exemple de planification, réalisée avec Power Point, sur l'empreinte optique, puis modification de la transparence de la fenêtre CEREC® via Vitrite®.

On note cependant que les déformations induites par l’empreinte optique nous empêchent d’étendre la planification au-delà des canines (voir des incisives latérales). En effet, selon les systèmes utilisés (CEREC®, 3Shape®, iTero®,...) la distance séparant, par exemple, les premières molaires maxillaires n’est pas la même. Ainsi, l’empreinte de l’arcade maxillaire apparaît plus ou moins aplatis, empêchant la superposition exacte de l’empreinte optique avec la photographie endobuccale au-delà des canines. Ce constat est valable pour tous les logiciels existants aujourd’hui (Smile Designer Pro®, Planmeca Romexis® Smile Design, GPS 3D Smile Design®,...), à l’exception du Smile Composer® (destiné aux techniciens de laboratoire) et du CEREC® Smile Design qui proposent une planification esthétique en trois dimensions directement sur l’empreinte optique. Ces systèmes ne permettent pas de s’affranchir des déformations mais ils évitent que la planification en deux dimensions ne soit pas superposable sur l’empreinte optique.

3.1.4.3) « Skyn Concept » : (80,84,92)

Ce concept a été inventé par Paulo Kano, Livio Yoshinaga et Jan Hajto.

Paulo Kano est parti du principe que reproduire la nature était bien plus complexe que ce qu’il était susceptible de concevoir avec de la cire sur un modèle en plâtre. Plutôt que de sculpter l’intégralité de la morphologie dentaire, l’idée du « Skyn Concept » est de copier parfaitement une dent.

Jan Hajto a donc conçu des modèles standardisés, en plastique, reproduisant des dents de plusieurs arcades considérées comme esthétiques. Ces modèles sont regroupés au sein de set (DSD Skyn Model Set).



Figure 52: « DSD Skyn Model set » par Jan Hajto

L'avantage de ces modèles par rapport à un wax-up classique est qu'ils représentent fidèlement des formes et des textures de dents naturelles. Il est donc possible de les ajuster ensuite en bouche.

Dans la technique conventionnelle, il faut tout d'abord mesurer en bouche les dimensions dentaires (les dents du bloc incisivo-canin). En partant de ces mesures et de celles que l'on souhaite obtenir (après planification avec le « digital smile design » par exemple), on peut sélectionner plusieurs modèles correspondants et faire participer le patient qui sélectionnera celui qu'il préférera.

Un mock-up direct est donc réalisé (avec du composite fluide) à partir du modèle choisi par le patient. Les masques sont adaptés et collés chacun leur tour. Il est également possible de réaliser une analyse « digital smile design » avec le patient à ce moment, et d'évaluer les éventuels aménagements parodontaux nécessaires. Ces masques sur-mesure sont appelés « skyn ».

Il est à noter que la tendance que l'on observe actuellement est de choisir des dents individuellement au sein de plusieurs modèles pour répondre de façon encore plus précise à la demande du patient, et ainsi ne pas être limité par un nombre de modèles définis.

Une autre alternative est celle proposée par Bertrand Dinahet. Il s'agit de scanner directement les modèles de Jan Hajto et de les superposer sur notre empreinte optique en référençant au minimum huit points de repères. Cela étant possible avec la dernière version du CEREC® 4.4.

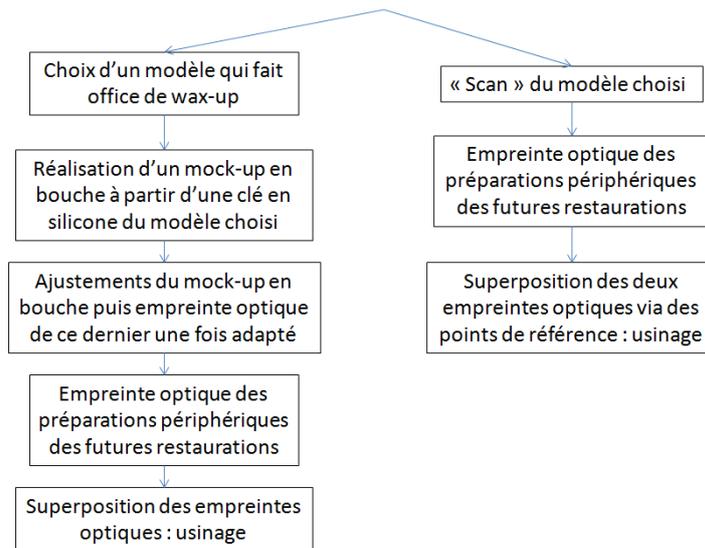


Figure 53: Superposition du "Skyn" et de l'empreinte optique lors de la conception assistée par ordinateur via CEREC® 4.4



Figure 54: Vues occlusale et frontale de la superposition du scan du « Skyn » sur l’empreinte optique

Deux options s’offrent donc à nous :



Dans la droite lignée du « Skyn Concept », Joseph Kunkela est en train d’élaborer le concept « Shappes® ». Il s’agit de proposer une base de données numériques des modèles de Jan Hajto. Afin de faciliter la superposition de ces modèles sur les empreintes optiques des arcades de nos patients, ils concernent l’intégralité d’une arcade (et non plus uniquement les dents antérieures comme dans le « Skyn Concept »).

La superposition d’un modèle numérique sur l’empreinte optique de l’arcade de notre patient est possible grâce au référencement de plusieurs points de référence (bien que les arcades soient différentes).

Ce concept devrait être exclusivement réservé au logiciel InLab 15 (Sirona®).



Figure 55: Exemple de modèle proposé par « Shappes® »

L’utilisation du « Shappes® » Concept sera possible au travers d’un logiciel de « digital smile design » comme G-Design (Hack Dental®) permettant de coupler planification numérique du sourire et fabrication assistée par ordinateur.

3.2) Impératifs de préparation : (93–111)

Les impératifs de préparation relatifs aux restaurations envisagées vont dépendre du type de restauration ainsi que du matériau utilisé. Dans tous les cas, la biocompatibilité des matériaux utilisés, la préservation tissulaire et la pérennité des restaurations sont trois principes fondamentaux à respecter.

Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous sont les valeurs minimales « idéales » de préparation, recommandées par les fabricants, selon le type de restauration. En effet, ces valeurs minimales ne sont pas toujours applicables si l'on choisit la CFAO directe, car la précision d'usinage de tous les systèmes n'est pas équivalente.

	Inlay/Onlay	Facette	CCC antérieure	CCC postérieure
CEREC® Block C et PC	-fissure et isthme : 1,5mm -cuspide : 2mm -dépouille : 10°	-préparation homothétique d'au moins 0,5mm	-cervical : 1mm -corps : >1mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1 à 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm
Vitablock® Mark II	-fissure et isthme : 1,5mm -cuspide : 2mm -dépouille : 6°	- cervical : 0,2-0,3mm -corps : 0,5mm -incisal : 0,5-0,7mm -si bord incif : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1mm -incisal: 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm
IPS Empress®	-fissure et isthme : 1,5mm -cuspide : 2mm -dépouille : 4°	-0,6mm en cervical -0,7mm au niveau du corps et en incisal -si bord incisif : 1mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -incisal : 2mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 2mm
Paradigm® C	« Préparer la dent selon les recommandations des restaurations tout-céramiques décrit en dentisterie».			
IPS E.max®	-fissure et isthme : 1mm -cuspide : 1mm -dépouille : 6°	-cervical : 0,4 (thin veneer) ou 0,6mm. -corps : 0,5 (thin veneer) ou 0,6mm. -incisal : 0,5 (thin veneer) ou 0,7mm. -facette occlusal : 1mm	-cervical : 1mm -corps : 1,2mm -incisal : 1,5mm -si pilier de bridge : 1mm cervical ; 1,5mm corps ; 2mm incisal.	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm -si pilier de bridge : 1mm cervical ; 1,5mm corps ; 2mm en occlusal.
IPS Empress2®	X	X	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -incisal : 2mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 2mm
CEREC® Block C In	X	-préparation homothétique d'au moins 0,3mm	-cervical : 0,8mm -corps : 1mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 0,8mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm
Vita® Suprinity	-fissure et isthme : 1mm -cuspide : 1mm	- cervical : 0,4mm -corps : 0,6mm -incisal : 0,7mm	-cervical : 1mm -corps : 1,2mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm
Celtra® Duo	-fissure et isthme : 1,5mm -cuspide : 2mm	- cervical : 0,4mm -corps : 0,6mm -bord incisif : 1 à 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm
Procera® Zirconia	X	-réduction de 0,5 à 0,7mm d'épaisseur. -bord incisif : 1 à 3mm. -possibilité : étendre préparation 1mm derrière points de contact.	-cervical : 0,8mm -corps : 1,5mm -incisal : 1,5mm -si pilier bridge : réduction de 0,8 à 1,5mm ; moignon résiduel d'au moins 3mm de hauteur.	-cervical : 0,8mm -corps : 0,8mm -occlusal : 1,5 à 2mm -dépouille : 5 à 15° -si bridge : idem

InCoris® TZI	X	X	-cervical : 0,8mm -corps : 1mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 0,8mm -corps : 1mm -occlusal : 1,5mm
Lava® Zirconia Crown & Bridge	X	X	-cervical : 1mm -corps : 1 à 1,5mm -incisal : 1,5 à 2mm	-cervical : 1mm -corps : 1 à 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm
Zenostar®	X	X	-cervical : 1mm -corps : 1,2mm -incisal : 1,5mm -si pilier de bridge > 3 éléments : 1mm cervical ; 1,5mm corps ; 2mm incisal.	-cervical : 1mm -corps : 1,2mm -occlusal : 1,5mm -si pilier de bridge > 3 éléments : 1mm cervical ; 1,5mm corps ; 2mm occlusal.
Lava® Plus HT	X	X	-cervical : 1mm -corps : 1 à 1,5mm -incisal : 1,5 à 2mm	-cervical : 1mm -corps : 1 à 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm
InCeram®	X	X	-cervical : 0,5mm -corps : 0,5mm -incisal : 0,7mm	-cervical : 0,5mm -corps : 0,5mm -occlusal : 0,7mm -si bridge (zirconia) : 0,7mm (cervical et corps) ; 1mm (occlusal)
Procera® Alumina	X	-réduction de 0,5 à 0,7mm d'épaisseur. -bord incisif : 1 à 3mm. -possibilité : étendre préparation 1mm derrière points de contact.	-cervical : 0,8mm -corps : 1,5mm -incisal : 1,5mm -si pilier bridge : réduction de 0,8 à 1,5mm ; moignon résiduel d'au moins 3mm de hauteur.	-cervical : 0,8mm -corps : 0,8mm -occlusal : 1,5 à 2mm -dépouille : 5 à 15° -si bridge : idem
Lava® Ultimate	-fissure et isthme : 1,5mm -cuspide : 1,5mm -dépouille : 5-6°	- cervical : 0,4mm -corps : 0,6mm -incisal : 0,5mm -si bord incisif : 1,5mm	X	X
Vita® Enamic	-fissure : 1mm -isthme : 1,5mm -cuspide : 1,5mm	- cervical : 0,2mm -corps : 0,3mm -incisal : 0,3mm	-cervical : 0,8mm -corps : 1mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 0,8mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm
GC® Cerasmart	-fissure : 1,5mm -isthme : 1,5mm -cuspide : 1,5mm	Non précisé	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5mm
Paradigm® MZ100 Block	-fissure et isthme : 1,5 à 2mm. -cuspide : 1,5 à 2mm -dépouille : 4°	Non précisé	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -incisal : 1,5mm	-cervical : 1mm -corps : 1,5mm -occlusal : 1,5 à 2mm

L'un des inconvénients que peut présenter la chaîne de conception et de fabrication « tout numérique » est l'absence de mock-up physique nous permettant de réaliser nos préparations à même le masque (selon le procédé de Galip Gürel (112)), une fois le projet esthétique validé par le patient.

Cependant, l'existence de matériau provisoire usinable par CFAO, nous offre la possibilité d'essayer en bouche les restaurations envisagées et de réaliser les préparations directement, afin d'optimiser l'économie tissulaire.

3.3) Matériaux utilisés : (93–111,113,114)

Ce sont des restaurations « tout-céramique » ou en composite de laboratoire.

La céramique contient dans sa composition :

- une phase vitreuse (verre) donnant les propriétés optiques et permettant le collage.
- une phase cristalline (incorporée dans le verre) qui augmente la résistance mécanique.

Les céramiques peuvent être classées comme suit (classification de Saadoun et Ferrari):

- Les céramiques feldspathiques :

Ces céramiques présentent une phase vitreuse prépondérante permettant l'« etching » et l'utilisation d'un adhésif sur la dent. Leur translucidité est importante. Leur résistance à la flexion assez faible.

- Les vitrocéramiques :

Ces céramiques sont mises en forme à l'état de verre puis traitées thermiquement pour obtenir une cristallisation contrôlée et partielle.

- Les céramiques polycristallines :

La phase cristalline est prépondérante dans ces céramiques. Les matériaux obtenus sont très résistants (mais on a une opacité importante) permettant de réaliser des céramiques d'infrastructures. On trouve principalement :

- céramique alumineuse : céramique dont le constituant principal est l'alumine (Al_2O_3). Cette céramique est frittée puis infiltrée. Les pourcentages d'alumine varient selon le bloc utilisé.
- céramique à base d'oxyde de zirconium : céramique dont le constituant principal est la zircone.

Les composites de laboratoire sont des matériaux contenant une phase organique composée de polymères acryliques (la matrice) et une phase cristalline composée de particules solides (les charges). La matrice résineuse permet de lier les charges entre elles. Les charges vont, quant à elles, déterminer les propriétés du composite polymérisé. La matrice résineuse est en général constituée de Bis-GMA ou de Bisphénol A.

Concernant les blocs (céramique et composite) utilisés en CFAO et disponibles dans le commerce, on peut les classer comme suit (liste non exhaustive).

Remarque : aux différentes contre-indications stipulées ci-dessous, on rajoute dans chaque cas les contre-indications systématiques à chaque collage (hygiène insuffisante, préparation insuffisante, manque d'espace prothétique, manque de tissu résiduel,...).

3.3.1) Les céramiques esthétiques :

3.3.1.1) Les céramiques feldspathiques :

- CEREC® Blocs (Sirona®) :
 - CEREC® Block C (monocolor) : 11 teintes et trois translucidités (T, M, O : translucide, medium, opaque).
Indications : couronnes partielles, inlay/onlay, facettes.

- CEREC® Block C PC (polychromatic) : ces blocs permettent d'obtenir 3 niveaux de translucidité au sein de la même unité. Disponible en 4 teintes.
Indications : couronnes unitaires (antérieur et postérieur), couronnes partielles, facettes, suprastructure cosmétique sur infrastructure en zircone (ex : InCoris ZI).



Figure 56: CEREC® Blocs PC

- Vitablocs® Mark II (Vident®) :
 - Monochromatique : 10 teintes (du teintier Vita 3D Master)
Indications : inlay/onlay, facettes, endocouronnes molaires, couronnes unitaires antérieures et postérieures, suprastructures cosmétiques bridges.
Contre-indications : hyperfonctions/bruxisme, endocouronnes prémolaires, bridges.
 - Polychromatique :
 - Trilux Blocks : ces blocs possèdent un gradient de teinte de cervical en incisif.
Indications : onlay, facettes, endocouronnes molaires, couronnes unitaires antérieures et postérieures, suprastructures cosmétiques bridges.
Contre-indications : idem blocs monochromatiques.
 - Trilux Forte Blocks : ces blocs possèdent également un gradient de teinte et de translucidité, de cervical en incisif.
Indications : idem Trilux Blocks.
Contre-indications : idem blocs monochromatiques.
 - Reallife blocks : la particularité de ces blocs est de présenter un gradient de teinte et de translucidité de l'intérieur de la couronne vers l'extérieur pour simuler les différentes épaisseurs de tissus.
Indications : facettes et couronnes antérieures.
Contre-indications : idem blocs monochromatiques auxquelles on rajoute la réalisation d'une suprastructure cosmétique d'un bridge.



Figure 57: Vitablocks® Mark II

Maquillage de ces deux types de blocs = Vita Shading Paste Assortment Kit.

3.3.1.2) Les céramiques feldspathiques renforcées par la leucite :

- IPS Empress® CAD (Ivoclar®) (35 à 45% de leucite):
 - Blocs monochromatiques : neuf teintes pour les blocs avec choix d'une haute translucidité (HT) ou d'une basse translucidité (LT).
Indications blocs monochromatiques HT : inlay/onlay et facettes.
Indications blocs monochromatiques LT : couronnes unitaires antérieures et postérieures, couronnes partielles, facettes.
Contre-indications : bridges, préparations infra-gingivales, bruxisme.
 - Blocs polychromatiques : cinq teintes de cervical en incisif et des variations de translucidité.
Indications : idem blocs monochromatiques LT.
Contre indications : idem blocs monochromatiques.

Le maquillage peut être réalisé avec Empress® Universal Stains.

-Shades : masses colorantes semi-translucides permettant de rehausser/ réchauffer une teinte sans créer un effet drapau.

-Stains : oxydes métalliques avec une opacité proche de 100% permettant d'ajouter des effets ponctuels (fonds de sillons, tâches, ...).

-Liquide et seringue de glasure.

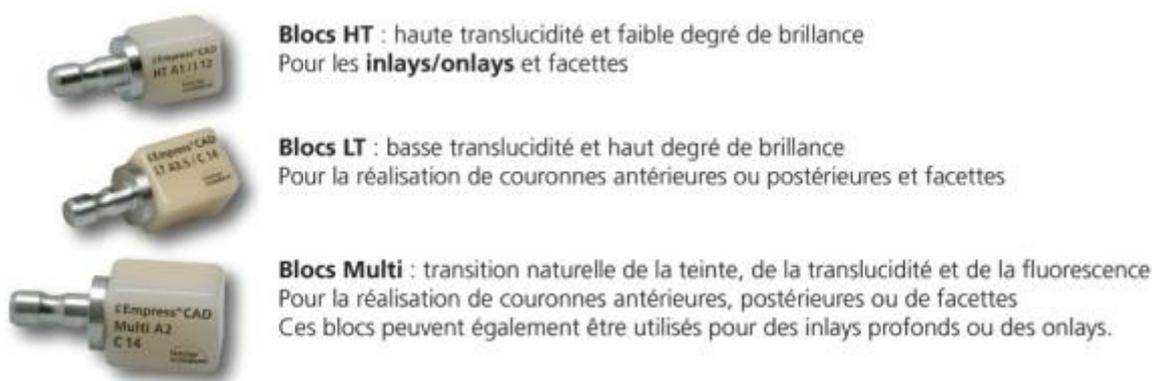


Figure 58: IPS Empress® CAD

- Paradigm® C (3M ESPE®) (30% de leucite): céramique radio-opaque. Sa haute translucidité et fluorescence lui permettent, une fois positionnée sur la dent d'avoir un effet « caméléon ». Bloc monochromatique uniquement.
Indications : couronnes unitaires, inlay/onlay et facettes.
Contre-indications : bruxisme/hyperfonctions, bridges.

Le maquillage peut être réalisé avec Lava® Ceram.



Figure 59: Paradigm® C Block

3.3.2) Les vitrocéramiques renforcées :

Ce sont des céramiques renforcées au disilicate de lithium.

- IPS E.max CAD block : vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium.
C'est un des matériaux de référence en esthétique.
Indications : facettes (jusqu'à 0,3mm), inlay/onlay, couronnes partielles, couronnes unitaires sur dents naturelles ou sur implants, piliers implantaires, facettes occlusales, bridges de trois éléments.
Contre-indications : bridges de plus de trois éléments, parafonctions/bruxisme.



Figure 60: IPS E.max CAD block

- IPS Empress2® CAD block : c'est une vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium. Elle possède une céramique cosmétique en fluoro-apatite.
Re : résistance à la flexion passe de 120MPa (Empress®) à 350MPa (Empress2®).
Indications : couronnes unitaires antérieures et postérieures, bridges de trois éléments maximum avec un seul intermédiaire de bridge (dans le secteur incisivo-canin ou prémolaire).
Contre-indications : bridges de plus de trois éléments (avec plus d'un intermédiaire de bridge), bridges au niveau molaire, bridges collés avec un inlay, préparations sous-gingivales, parafonctions/bruxisme.
- CEREC® Block C In : vitrocéramique renforcée au silicate de lithium sans leucite.
Indications : couronnes unitaires antérieures et facettes. Pas nécessairement indiqués par le fabricant pour les couronnes postérieures car ces céramiques sont esthétiques.
Contre-indications : bruxisme/hyperfonctions, endocouronnes prémolaires, bridge, suprastructure cosmétique d'une couronne.



Figure 61: CEREC® Blocs C In

- Vita Suprinity® (Vita®) : ce sont des vitrocéramiques renforcées au disilicate de lithium dopé à l'oxyde de zirconium (SLZ). Ces céramiques ont pour objectif d'augmenter les propriétés mécaniques des vitrocéramiques renforcées au disilicate de lithium qui présentent de bonnes propriétés optiques. Le recul clinique est encore assez faible.
Plusieurs teintes sont disponibles, chacune en translucidité modérée (T) ou haute (HT).
Indications : couronnes unitaires antérieure ou postérieure, sur dents naturelles (T) ou sur implants (T), facettes (HT), inlay/onlay (HT), couronnes partielles (HT).

Contre-indications : forte contrainte occlusale, bruxomanie, bridges, suprastructure cosmétique d'une couronne.



Figure 62: Vita Suprinity

- Celtra Duo® (Dentsply®) : tout comme Vita Suprinity®, ce sont des vitrocéramiques renforcées au disilicate de lithium dopées à l'oxyde de zirconium (SLZ).
Indications : couronnes unitaires, inlay/onlay et facettes.
Contre indications : bridges, bruxisme, préparations infragingivales, infrastructure cosmétique d'une couronne « tout-céramique » molaire.
Maquillage : Celtra® Universal Stains and glaze.



Figure 63: Celtra Duo®

3.3.3) Les céramiques polycristallines :

3.3.3.1) Les céramiques à base d'oxyde de zirconium :

Le constituant principal de ces céramiques est la zircone (ZrO_2)

- Procera Zirconia® (Nobel Biocare® TM) : céramique à base de zircone partiellement stabilisée par adjonction de 3 à 4% d' Y_2O_3 (Yttirum). Cet ajout d'Yttrium a pour but d'augmenter la ténacité du matériau (sa résistance à long terme) et donc de diminuer le risque de fracture. Propriétés optiques faibles.
Indications : couronnes unitaires postérieures, bridges postérieurs, infrastructures bridges, piliers implantaires.
Contre -indications : cas esthétiques.
- InCoris® ZI et InCoris® TZI (haute transparence) : céramiques à base d'oxyde de zirconium frittées.
Indications : couronnes classiques (antérieures ou postérieures), bridges (pas plus de 2 intermédiaires), piliers implantaires.
Contre-indications : pas de contre-indications particulières.



Figure 64: InCoris® TZI

- Lava® Zirconia Crown & Bridge (3M ESPE®) : céramique à base d'oxyde de zirconium.
Indications : couronnes unitaires, couronnes jumelées (quatre maximum), bridges jusqu'à six éléments (3 si piliers implantaires), armatures de bridges, piliers implantaires.
Contre-indications : cas esthétiques.

- Zenostar® et Zenotec® ZR Bridge (armature haute résistance) (Ivoclar Vivadent®) : comme le système Procera® Zirconia, il s'agit d'une céramique à base de zirconium partiellement stabilisée par adjonction d'Yttrium. Les blocs sont disponibles en plusieurs teintes et en trois translucidités. Compatible avec le système IPS E.max.
Indication : couronne unitaire, bridge longue portée, armature à stratifier.
Contre-indications : bridges avec plus de deux intermédiaires côte-à-côte, préparations infra-gingivales, bruxisme/parafonctions.

- Lava Plus® High Translucency (3M ESPE®) : ce sont des céramiques à base d'oxyde de zirconium haute translucidité. Elles présentent l'avantage d'avoir des propriétés esthétiques supérieures à la céramique à base d'oxyde de zirconium traditionnelle, le rendu étant plus naturel. Cela étant, le bloc étant monochromatique, l'intégration esthétique n'est pas optimale.
Indications : couronnes unitaires (antérieures ou postérieures), bridges de faible étendue en postérieur et d'étendue moyenne en antérieure sur dents naturelles, bridges trois éléments sur implants.
Contre-indications : bruxisme/hyperfonctions.
Le maquillage et la caractérisation peuvent être réalisés avec Lava® Plus Color Marlers.

3.3.3.2) Céramiques alumineuses :

Le constituant principal de ces céramiques est l'alumine (Al_2O_3). La céramique est frittée puis infiltrée. Les produits existants diffèrent selon le pourcentage d'alumine :

- Inceram® (Vita®) : 85% d'alumine.
 - In-Ceram Alumina® : standard
Indications : couronnes unitaires antérieures ou postérieures, bridges trois éléments en antérieur.
 - In-Ceram Zirconia® : plus résistante composée d'alumine et de zirconium (ZrO_2)
Indications : couronnes unitaires en postérieur, bridges trois éléments en antérieur ou postérieur.
 - In-Ceram Spinnelle® : plus translucide et moins résistante composée de $MgAl_2O_4$.
Indications : couronnes unitaires antérieures.
Contre-indications : bruxisme.



Figure 65: InCeram®

- Procera Alumina® (Nobel Biocare TM) : plus de 98% d'alumine.

3.3.4) Céramiques hybrides et nanocéramiques :

Les nanocéramiques et céramiques hybrides ont pour objectif de rassembler des avantages des résines composites (notamment la facilité de manipulation, polissage, etc.) et des céramiques conventionnelles (notamment l'état de surface brillant). Elles présentent l'avantage de permettre des restaurations a minima en offrant, dans le même temps, des propriétés mécaniques proches des dents naturelles.

- Lava® Ultimate (3M ESPE) : contient trois types de particules en céramiques (particules de zircone, de silice et de « zircone-silice») au sein d'une matrice résineuse. 8 teintes disponibles (chacune en HT ou LT).

Indications : inlay/onlay, facettes.

Contre-indications : couronnes unitaires et bridges.



Figure 66: Lava® Ultimate

- Vita Enamic® (Vita®) : matériau hybride combinant deux structures (celle de la céramique et celle de la résine composite) permettant d'obtenir des propriétés intéressantes. Cinq teintes, chacune disponible en deux translucidités (haute ou normale).

Indications : couronnes sur dents naturelles ou sur implants, inlay/onlay, facettes.

Contre indications : bridges, parafonctions.



Figure 67: Vita® Enamic

- GC Cerasmart® : principe identique à celui de Vita Enamic® (Vita®).

Indications : couronne unitaire sur dent naturelle ou sur implant, inlay/onlay, facettes.

Contre-indications : Dans de rares cas ce produit peut entraîner des sensibilités chez certaines personnes. Bridges.



Figure 68: GC Cerasmart®

Pour le maquillage, on utilise des composites colorés photo-polymérisables.

3.3.5) Résine composite :

- Paradigm® MZ100 Block (3M ESPE®): résine composite contenant des particules de « zircone-silice». Disponible en 6 teintes.
Indications : couronnes unitaires, inlay/onlay, facettes.
Contre-indications : bruxisme.



Figure 69: Paradigm® MZ100 Block

Le maquillage peut être effectué avec des composites colorés pour simuler des modifications de translucidité et de teinte comme sur une dent naturelle.

3.3.5) Matériaux provisoires acryliques :

- Vita CAD-Temp® (Vident®). 4 teintes disponibles si monochromatique ; ou bloc polychromatique avec gradient de 4 teintes.



Figure 70: Vita® CAD-Temp

- Telio® CAD (Ivoclar Vivadent®) : matériau de restauration provisoire à long terme (jusqu'à 12 mois). Usiné à partir de disques de PMMA (polyméthacrylate de méthyle). 6 teintes (LT), 2 tailles.



Figure 71: Telio® CAD

3.4) Cas clinique :

Le cas clinique suivant a été réalisé par le Docteur Bertrand Dinahet.

Madame C. s'est présentée au cabinet dentaire avec comme motif de consultation, le souhait d'une réhabilitation esthétique du secteur antérieur.

L'analyse esthétique exobuccale et endobuccale sera réalisée par la suite lors de l'utilisation du « Digital Smile Design » concept.



Figure 72: Photographies exobuccales de face et de profil de la patiente Madame C.



Figure 73: Photographie endobuccale en occlusion d'intercuspidie maximale



Figure 74: Radiographie panoramique de la patiente Madame C.

Examen de l'occlusion :

- ATM : rien à signaler
- position de référence : OIM
- dimension verticale : correcte
- courbes de Spee : correctes
- guidages latéraux : fonctions canine droite et gauche
- guide incisif : fonctionnel

La patiente ayant refusée la solution orthodontique, le plan de traitement a été le suivant :

- avulsion de la 26.
- retraitement endodontique de la 36 présentant une LIPOE.
- résection apicale au niveau de la 25.
- solution implantaire choisie pour remplacer la 26 et la 44.
- réhabilitation prothétique fixée sur la 26, 36, 44 et 46.
- réhabilitation prothétique esthétique de 13 à 23 en conservant la vitalité des dents 21, 11, 12 et 13.

3.4.1) Utilisation du « Digital Smile Design » concept :

La planification du traitement prothétique sera ici réalisée à l'aide de Microsoft® Powerpoint. Elle va notamment nous permettre une analyse précise du cas clinique.

La première étape est donc le positionnement des lignes de référence sur la photographie exobuccale.

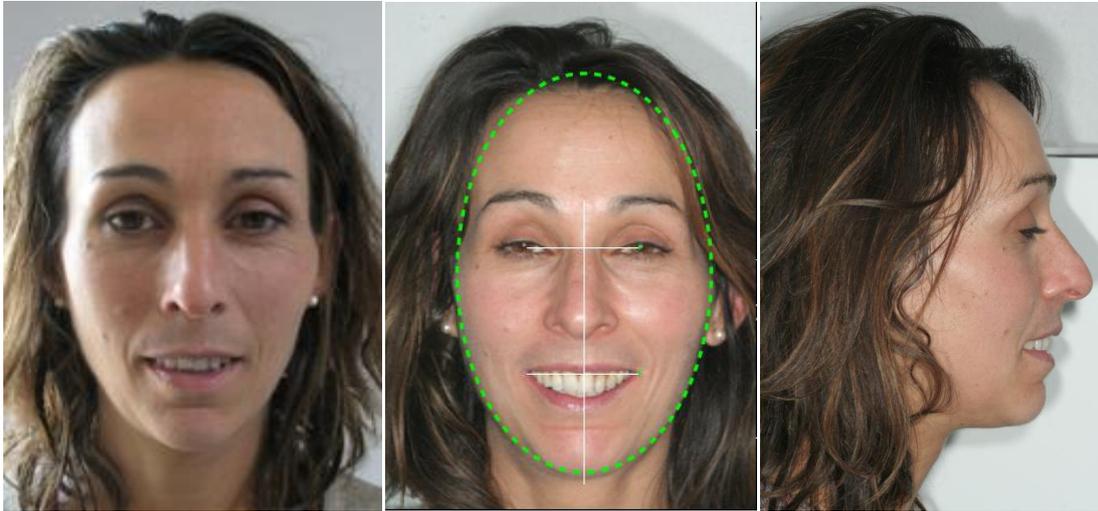


Figure 75: Situation des lignes de référence sur la photographie exobuccale

Examen exobuccal de face :

- les lignes bipupillaire et bicommissurale sont parallèles entre elles.
- le menton et la pointe du nez sont déviés à droite par rapport au plan sagittal médian.
- la ligne du sourire n'est pas parallèle à la ligne de la lèvre supérieure.
- le corridor labial est présent
- la patiente découvre 95% de la hauteur de ces incisives centrales maxillaires lors du sourire forcé et 50% au repos.

Examen exobuccal de profil :

- aspect général : légèrement concave.
- dimension verticale de repos correcte
- lèvre supérieure : normochéilie
- menton : normogénie
- sillon labio-mentonnier : légèrement marqué

Comme nous l'avons expliqué précédemment, l'étape suivante est le transfert de ces lignes de référence sur la photographie endobuccale. Une fois positionnée, on peut y ajouter d'autres points de référence et réaliser des mesures de proportions.

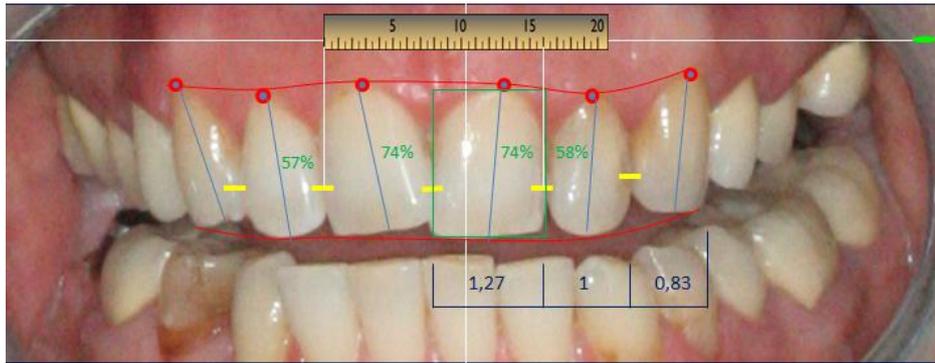


Figure 76: Positionnement de point de référence et mesures diverses sur la photographie endobuccale à l'aide de Microsoft® Power Point (réalisé par A. Guérin)

L'analyse utilisant le « digital smile design » concept nous permet de réaliser un examen endobuccale précis :

- les dents ont une forme globalement rectangulaire.
- concernant leurs proportions (rapport largeur/longueur): elles sont correctes pour les incisives centrales maxillaires (74%). Cependant, les incisives latérales étant trop longues, le pourcentage obtenu (57 et 58%) est faible. Ce constat se retrouve au niveau des rapports de largeur entre l'incisive centrale (1,27 < 1,618), l'incisive latérale (1) et la canine (0,83>0,618), en comparaison au nombre d'or.
- le tracé des points de contact inter-dentaires se traduit par une ligne quasi horizontale. Cela confirmant le fait que la longueur des incisives latérales est excessive.
- la courbe incisive n'est pas harmonieuse du fait de la version de la 11 et de la longueur trop importante des incisives latérales.
- une fois la version de la 11 corrigée, les lignes inter-incisives seront alignées. Cependant, ces dernières resteront déviées par rapport au plan sagittal médian.
- les axes dentaires (apico-coronaires) sont convergents vers le plan sagittal médian, mais la version de la 11 empêche d'observer une symétrie par rapport à cet axe.
- les états de surface sont lisses et les teintes conviennent à la patiente.
- le parodonte est fin et festonné.
- la santé gingivale est satisfaisante et les papilles inter-dentaires sont présentes.
- le zénith gingival de la 11 est mésialé due à la version de cette dernière.

Une fois l'analyse réalisée, il est possible de créer ou d'importer des calques et de les modifier point par point.

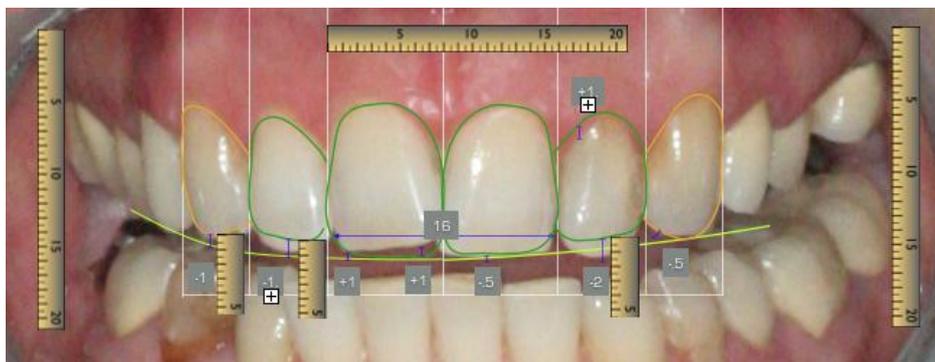


Figure 77: Exemple de planification pour la patiente Madame C. réalisée avec Microsoft® Power Point (réalisé par le Dr. B. Dinahet)

Afin de proposer un projet esthétique au patient, on peut appliquer des teintes sur les calques personnalisés en utilisant un logiciel de retouche photo (ex : Gimp®, Photoshop) qui permettent de copier des teintes existantes sur la photographie. Le « remplissage » respectera les contours précédemment définis. Cette technique est chronophage si l'on souhaite obtenir un résultat satisfaisant.



Figure 78: Application de teintes sur les calques via le logiciel Gimp® (réalisé par A. Guérin)

Afin de donner la possibilité à la patiente de visualiser la planification en exobuccal, la planification peut être transférée sur une photographie lors du sourire. Cela implique cependant que les photographies exobuccale lors du sourire et celle prise avec écarteurs aient exactement la même angulation de sorte que les calques soient superposables.

Un logiciel de retouche est une nouvelle fois nécessaire pour cette étape, également chronophage.

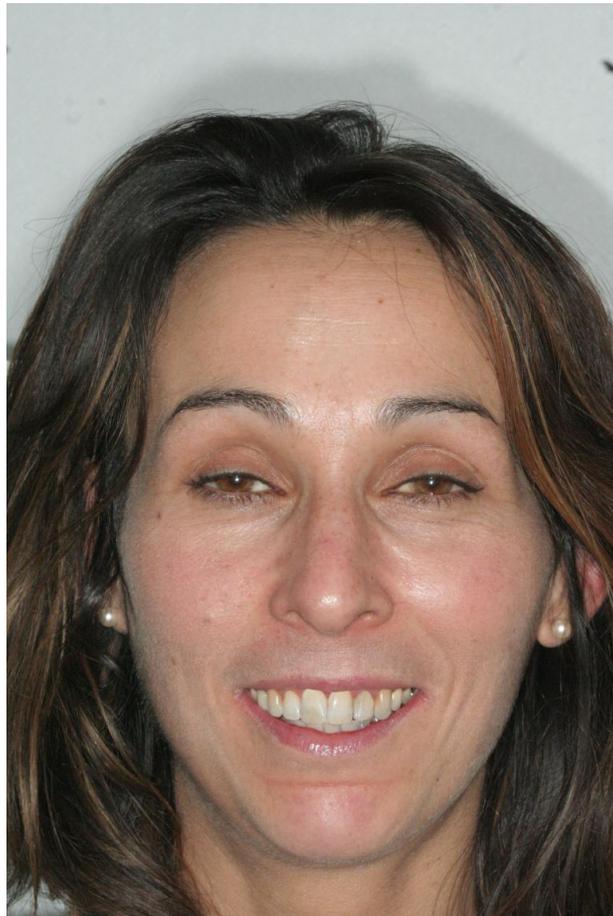


Figure 79: Transfert de la planification endobuccale sur la photographie endobuccale avec le logiciel Gimp® (réalisé par A. Guérin)

3.4.2) Utilisation du « Smile Designer Pro » :

L'utilisation du « Smile Designer Pro® » est assez simple et requiert uniquement 4 photographies :

- une photographie exobuccale lors du sourire naturel.
- une photographie endobuccale avec écarteur, bouche ouverte.
- une photographie « à douze heures » (dans le plan sagittal médian avec une inclinaison de 45° par rapport au plan horizontal).
- une photographie occlusale maxillaire.

Une fois les photographies téléchargées, le logiciel nous propose de positionner les lignes de références (plan sagittal médian, ligne bi-pupillaire et ligne bi-commissurale).

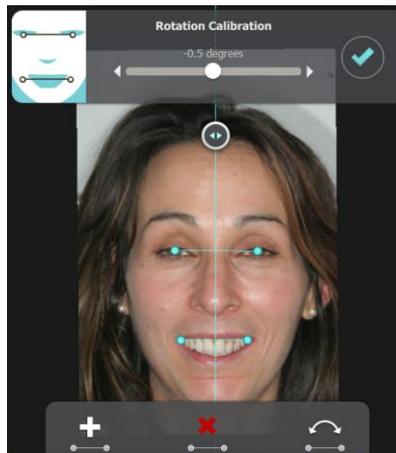


Figure 80: Positionnement des lignes de référence

Le logiciel nous demande ensuite de préciser la situation des bords libres des incisives centrales maxillaires sur les photographies avec et sans écarteurs.

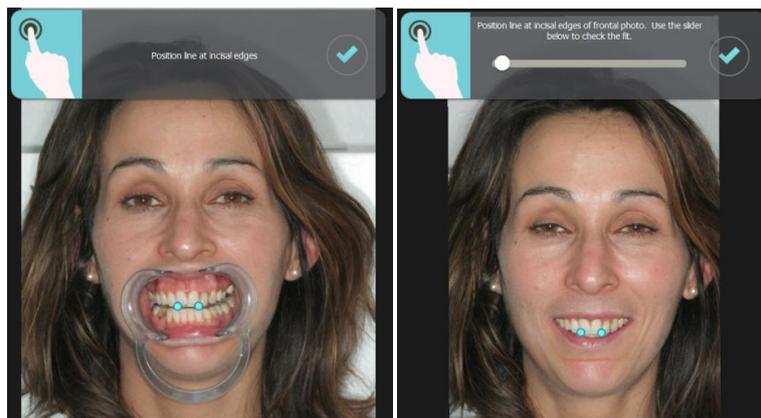


Figure 81: Renseignement de la situation des bords libres des incisives centrales maxillaires sur les photographies avec et sans écarteurs.

L'étape suivante consiste à positionner la règle numérique entre les points de contacts distaux des incisives centrales maxillaires et de donner la valeur de cette distance. Cette étape permet un calibrage de la règle numérique qui nous permettra de réaliser diverses mesures.

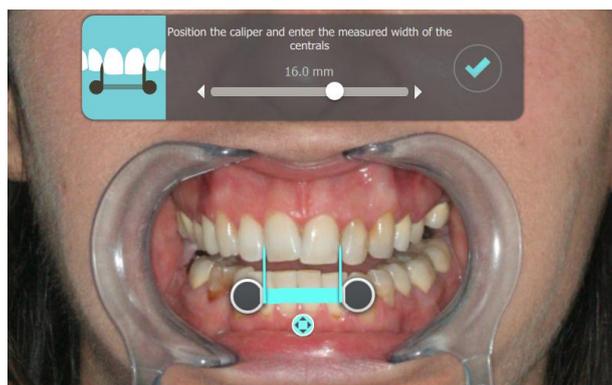


Figure 82: Calibrage de la règle numérique

Une fois la règle calibrée, le logiciel propose de réaliser la planification proprement dit. Pour cela, un guide aux choix des proportions des dents du bloc incisivo-canin est mis à notre disposition. Il est possible de l'agrandir ou de le diminuer dans le sens mésio-distal et corono-apical. Des options supplémentaires peuvent être ajoutées à la planification : courbe incisive, alignement des collets, etc. Une fois disposée sur la photographie avec écarteurs, l'onglet « Import teeth » nous permet de sélectionner un type de calque parmi un certain nombre existant. Il reste à positionner les calques et à leur attribuer les dimensions désirées. Les calques peuvent être modifiés point par point.

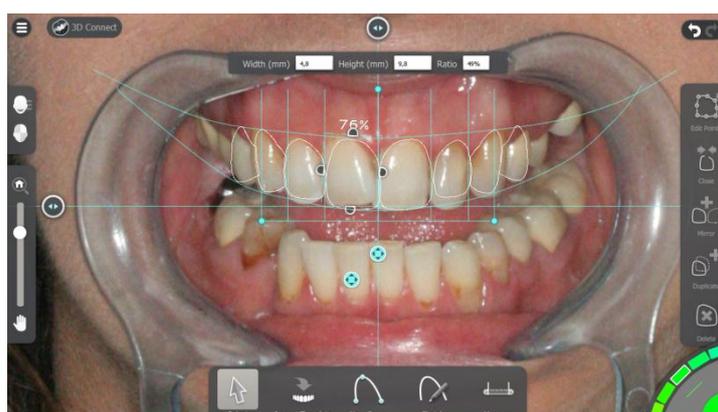


Figure 83: Positionnement des calques et planification en cours de réalisation

La planification virtuelle nous montrera qu'une élévation coronaire au niveau de la vingt-deux s'impose, et que la préparation périphérique (réduction du bord incisif) de cette dent va être impactée par la situation de la future couronne.

Il reste néanmoins important de signaler que des compromis sont à envisager dans la plupart des situations cliniques. L'économie tissulaire, l'intégration fonctionnelle et esthétique des restaurations et la nécessité d'obtenir un sourire « vivant » et non figé nous oblige à réaliser des compromis plutôt que mettre en application l'intégralité des critères esthétiques décrit précédemment.

Le guide de proportion et des calques sont aussi disponibles pour les vues « à douze heures » et occlusale.

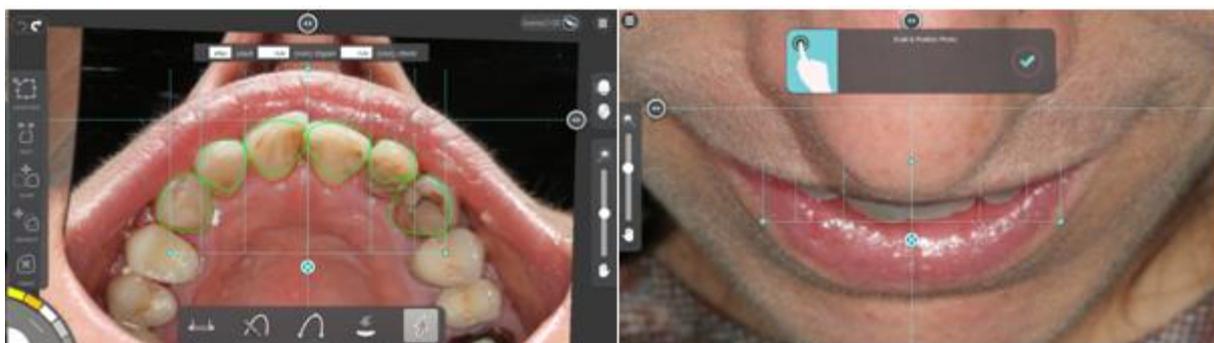


Figure 84: Exemple de positionnement de calque et du guide de proportion sur les vues occlusale et « à douze heures »

L'outil « simulation » permet ensuite de « remplir » les calques avec une teinte et un état de surface aléatoire. L'outil « whitening » proposé nous offre alors la possibilité de modifier trois facteurs pour améliorer le rendu esthétique : teinte (whitening), les reflets (highlights) et la luminosité (brightness).

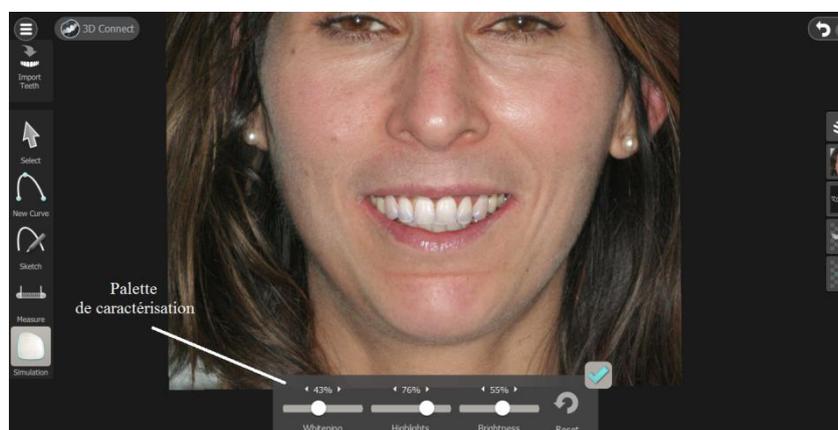


Figure 85: Utilisation de la palette de caractérisation « whitening » de l'outil « simulation »

Avant de montrer le projet esthétique au patient, il convient d'utiliser l'outil « mouth mask » qui va permettre de définir la situation des lèvres et ainsi éviter que la planification ne vienne se superposer sur ces dernières.

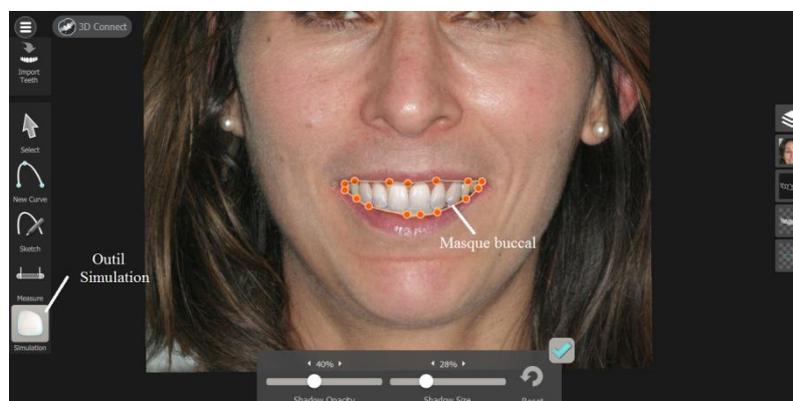


Figure 86: Utilisation de l'outil « mouth mask » pour préciser la situation des lèvres

Une fois le projet esthétique validé par la patiente et le praticien, il est possible grâce à l'onglet « 3D Connect » d'utiliser le calque au sein d'un logiciel de CFAO comme le CEREC®.

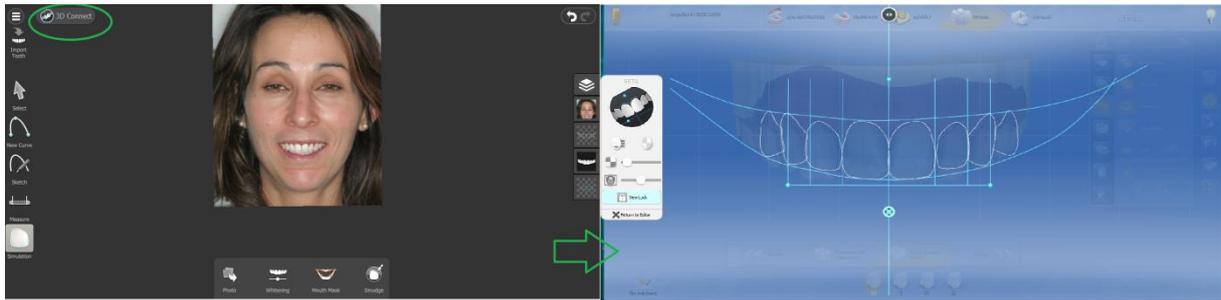


Figure 87: Interface entre le « Smile Designer Pro® » et le CEREC® via l'onglet « 3D Connect »

Dès lors que le calque est convenablement positionné, l'option « View Lock » permet de modifier la position de l'empreinte optique et de la situer convenablement dans l'espace pour exploiter le calque. La conception assistée par ordinateur s'inspire donc du calque en deux dimensions, mais uniquement en vue frontale.



Figure 88: Préparations périphériques de 13 à 23 après élongation coronaire sur la 22



Figure 89: Empreinte optique des préparations périphériques de 13 à 23 avec une Omnicam®



Figure 90: Résultat obtenu à J0

On constate l'absence de la papille inter-dentaire entre 11 et 21 le jour de la pose. Cependant, le suivi post-opératoire a permis de constater que cette dernière avait colonisé l'espace inter-proximal dans les jours qui ont suivi l'intervention.



Figure 91: Résultat obtenu à J+21

Conclusion :

L'utilisation d'un outil de planification virtuelle d'une restauration esthétique semble aujourd'hui induite par deux phénomènes majeurs. Tout d'abord une demande esthétique croissante, et d'autre part les progrès numériques grandissant que nous offrent les nouvelles technologies.

Ces logiciels de planification, dans la mesure où ils permettent d'anticiper diverses difficultés et de prédire un résultat, semblent être disposés à répondre en partie à la demande de nos patients. Cette possibilité de proposer au patient de participer à l'élaboration de leur traitement, et d'avoir une prévisualisation du résultat final doit cependant être utilisée avec mesure, au risque de contraindre le praticien à une obligation de résultat.

Etant de véritables outils de communication avec le prothésiste, ils vont faciliter la réalisation d'un travail conforme aux attentes du patient.

Certaines limites empêchent, cependant, leur plein essor. Tout d'abord le temps passé pour proposer une planification, intéressante et réalisable, au patient est important. La manipulation de certains logiciels de retouche photo étant parfois nécessaire, ne serait-ce que pour que les teintes soient compatibles avec la réalité.

L'association de ces outils à la conception et à la fabrication assistée par ordinateur, dans le cadre d'une chaîne « tout-numérique », semble, à ce jour, réserver à certains cas isolés. En effet, si l'on choisit de se passer de modèle physique, il nous est impossible de réaliser une validation fonctionnelle sur articulateur ou esthétique via des mock-up. Une solution peut être d'estimer au préalable, sur des modèles d'études montés sur articulateur les limites fonctionnelles que nous impose la situation clinique (ex : guide incisif). D'autre part, les calques conçus via un logiciel comme Smile Designer Pro®, sont en deux dimensions et servent donc uniquement de guide en vue frontale, à la conception assistée par ordinateur, via le CEREC® par exemple. Le coût d'achat de ces logiciels est d'autre part relativement important.

Les perspectives d'avenir pour voir naître une chaîne « tout numérique », utilisable au quotidien, reproductible et au plus proche de la réalité clinique, pourrait concerner la possibilité d'obtenir une acquisition faciale tridimensionnelle par méthode numérique et de la coupler à nos empreintes optiques intra-buccales (ainsi qu'à nos planifications implantaires réalisées avec le Cone Beam) (115). Des planifications virtuelles en trois dimensions prenant en compte le cadre facial pourraient ainsi être réalisées. A ce jour, une technique utilisant l'imagerie 3D stéréophotogrammétrique (3D-spg) est déjà utilisée pour l'acquisition faciale tridimensionnelle (116). Elle permet alors une analyse et une planification esthétiques en trois dimensions.

Bibliographie

1. Saint-Pierre F. La bouche. Entre plaisir et souffrance. Paris: Eska; 1999. 175 p.
2. Linn EL. Social meanings of dental appearance. *J Health Hum Behav.* 1966;7(4):289-95.
3. Beall AE. Can a new smile make you look more intelligent and successful? *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):289-97.
4. Kokich VO, Kiyak HA, Shapiro PA. Comparing the perception of dentists and lay people to altered dental esthetics. *J Esthet Dent.* 1999;11(6):311-24.
5. Goldstein RE. Study of need for esthetics in dentistry. *J Prosthet Dent.* 1969;21(6):589-98.
6. Shulman JD, Maupome G, Clark DC, Levy SM. Perceptions of desirable tooth color among parents, dentists and children. *J Am Dent Assoc* 1939. 2004;135(5):595-604; quiz 654-5.
7. Derbabian K, Marzola R, Arcidiacono A. The science of communicating the art of dentistry. *J Calif Dent Assoc.* 1998;26(2):101-6.
8. Seldin LW. Informed consent. The patient's rights. *Dent Today.* 2003;22(12):86-8; quiz 89.
9. Lafargue H. Petite psychologie du sourire. *Inf Dent Mag.* 2015;96(27/28):20-5.
10. Fradeani M. Réhabilitation esthétique en prothèse fixée. Analyse esthétique. Vol. 1. Paris: Quintessence International; 2006. 352 p.
11. Magne P, Belser U. Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures - Approche biomimétique. Paris: Quintessence International; 2003. 406 p.
12. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent.* 1973;29(4):358-82.
13. Kokich V. Esthetics and anterior tooth position: an orthodontic perspective. Part II: Vertical position. *J Esthet Dent.* 1993;5(4):174-8.
14. Miller EL, Bodden WR, Jamison HC. A study of the relationship of the dental midline to the facial median line. *J Prosthet Dent.* 1979;41(6):657-60.
15. Fayz F, Eslami A. Determination of occlusal vertical dimension: a literature review. *J Prosthet Dent.* 1988;59(3):321-3.
16. Ricketts RM. Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. *Angle Orthod.* 1957;(27):14-37.
17. Guyuron B. Discussion: The ideal nasolabial angle in rhinoplasty: a preference analysis of the general population. *Plast Reconstr Surg.* 2014;134(2):211-3.
18. Owens EG, Goodacre CJ, Loh PL, Hanke G, Okamura M, Jo K, et al. A multicenter interracial study of facial appearance. Part 1: A comparison of extraoral parameters. *Int J Prosthodont.* 2002;15(3):273-82.
19. Matthews TG. The anatomy of a smile. *J Prosthet Dent.* 1978;39(2):128-34.
20. Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent.* 1978;39(5):502-4.

21. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent.* 1984;51(1):24-8.
22. Liébart M-F, Fouque-Deruelle C, Santini A, Dillier F-L, Monnet-Corti V, Glise J-M, et al. Smile line and periodontium visibility. *Periodontal Pract Today.* 2004;(1):17-25.
23. Ow RK, Djeng SK, Ho CK. Orientation of the plane of occlusion. *J Prosthet Dent.* 1990;64(1):31-6.
24. Pound E. Esthetic dentures and their phonetic values. *J Prosthet Dent.* 1951;1(1-2):98-111.
25. Ibrahimagić L, Jerolimov V, Celebić A, Carek V, Baucić I, Zlatarić DK. Relationship between the face and the tooth form. *Coll Antropol.* 2001;25(2):619-26.
26. Mavroskoufis F, Ritchie GM. The face-form as a guide for the selection of maxillary central incisors. *J Prosthet Dent.* 1980;43(5):501-5.
27. Papanthanasidou G. Anatomie dentaire. Variantes morphologiques des dents permanentes. Incidences cliniques. Reims: Presse Universitaire de Reims, 1998.
28. Magne P, Versluis A, Douglas WH. Rationalization of incisor shape: experimental-numerical analysis. *J Prosthet Dent* 1999;81(3):345-55.
29. Marseillier E. Les dents humaines. Morphologie. Paris: Dunod; 2004. 140 p.
30. Lautrou A. Anatomie dentaire. 2ème éd. Paris: Masson; 2004. (Abrégés d'odontostomatologie).
31. Crétot M. L'arcade dentaire humaine et morphologie. Rueil-Malmaison: Cdp; 2013. 110 p.
32. Kovich V. Esthetics and anterior tooth position: an orthodontic perspective. Part I: Crown length. *J Esthet Dent.* 1993;5(1):19-23.
33. Sterrett JD, Oliver T, Robinson F, Fortson W, Knaak B, Russell CM. Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man. *J Clin Periodontol.* 1999;26(3):153-7.
34. Bukhary SMN, Gill DS, Tredwin CJ, Moles DR. The influence of varying maxillary lateral incisor dimensions on perceived smile aesthetics. *Br Dent J.* 2007;203(12):687-93.
35. Magne P, Gallucci GO, Belser UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent.* 2003;89(5):453-61.
36. Levin EI. Dental esthetics and the golden proportion. *J Prosthet Dent.* 1978;40(3):244-52.
37. Ahmad I. Geometric considerations in anterior dental aesthetics: restorative principles. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1998;10(7):813-22; quiz 824.
38. Goodacre CJ. Gingival esthetics. *J Prosthet Dent.* 1990;64(1):1-12.
39. Berteretche M-V. Esthétique et odontologie. Rueil-Malmaison: Cdp; 2014. 281 p. (Collection JPIO).
40. Maynard JG, Wilson RD. Diagnosis and management of mucogingival problems in children. *Dent Clin North Am.* 1980;24(4):683-703.
41. Chu SJ, Tan JH-P, Stappert CFJ, Tarnow DP. Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition. *J Esthet Restor Dent.* 2009;21(2):113-20.

42. Borghetti A, Monnet-Corti V. Chirurgie plastique parodontale. 2ème éd. Rueil-Malmaison: Cdp; 2008. 449 p. (Collection JPIO).
43. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992;63(12):995-6.
44. Noharet R, Gaillard C, Clément M, Coachman C. Analyse diagnostique d'un traitement esthétique : Digital Smile Design®. *Inf Dent.* 2015;97(22):2-5.
45. Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review. *Int J Comput Dent.* 2015;18(4):303-17.
46. Methot. Le Design du Sourire Fonctionnel en 3D à partir d'une simple image 2D. Conférence: Imagine Dental - Congrès dentaire des technologies digitales et esthétiques; Monaco, 9 avril 2016.
47. Coachman C, Calamita M. Digital Smile Design : A tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. *Quintessence Dent Technol.* 30 avr 2012;236.
48. Zaccaria M, Squadrito N. Photographic-assisted prosthetic design technique for the anterior teeth. *Int J Esthet Dent.* 2015;10(1):48-67.
49. Helvey GA. Computer-generated smile analysis: Part 1. *Dent Today.* 2007;26(7):148, 150-2.
50. Helvey GA. Computer-generated smile analysis: Part 2. *Dent Today.* 2007;26(8):108, 110, 112-3.
51. Noharet R. Photographie et informatique au service du sourire. Conférence: Nouveautés; Paris, ADF, Palais des congrès, 26 novembre 2015.
52. Coachman C. The virtual lab and the complete digital workflow. Web Conference présenté à: International Aesthetic Masters 2015, 2 décembre 2015.
53. Gaillard C. Technique de prévisualisation : projet esthétique et guide de préparation dentaire [Internet]. *Le Fil Dentaire.* 2014. <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/technique-de-previsualisation-projet-esthetique-et-guide-de-preparation-dentaire/>
54. Hue C. Intérêt d'une analyse diagnostique au labo avant wax-up - Un futur sourire à l'aide du DSD. *Technol Dent.* 2015;(341):14-19.
55. Berger E, Moussally C. Interactions numériques : une nouvelle façon de communiquer entre praticiens et prothésistes. *Réal Clin.* 2015;26(4):294-303.
56. Toussaint L, Pariente L, Dada K, Daas M. Analyse des facteurs de risques esthétiques, nouvelle approche : Digital Smile Design. *Réal Clin.* 2015;26(3):183-90.
57. Abichandani SJ, Abichandani NS. The perfect esthetics and function of a complete denture with digital smile designing (DSD) [Internet]. *Guident.* <http://www.guident.net/articles/aesthetic-dentistry/918-the-perfect-esthetics-and-function-of-a-complete-denture-with-digital-smile-designing-dsd.html>
58. Bini V. Il virtual planning tra allineamento estetico e cosmesi dentale. *Dent Trib Ital Ed.* 2015;2(Suppl N°1):28-37.
59. Levrini L, Tieghi G, Bini V. Invisalign ClinCheck and the Aesthetic Digital Smile Design Protocol. *J Clin Orthod.* 2015;49(8):518-24.

60. Simon H, Magne P. Clinically based diagnostic wax-up for optimal esthetics: the diagnostic mock-up. *J Calif Dent Assoc.* 2008;36(5):355-62.
61. Romeo G, Bresciano M. Diagnostic and technical approach to esthetic rehabilitations. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(4):204-16.
62. Marzola R, Derbabian K, Donovan TE, Arcidiacono A. The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part I: Patient-dentist-patient communication. *J Esthet Dent.* 2000;12(3):131-8.
63. Gaillard C. Intérêts du mock-up en dentisterie esthétique. *Inf Dent.* 2012;94(10):11-5.
64. Magne P, Magne M. Use of additive waxup and direct intraoral mock-up for enamel preservation with porcelain laminate veneers. *Eur J Esthet Dent.* 2006;1(1):10-9.
65. Reshad M, Cascione D, Magne P. Diagnostic mock-ups as an objective tool for predictable outcomes with porcelain laminate veneers in esthetically demanding patients: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2008;99(5):333-9.
66. Margossian P, Vuillemin M, Sette A, Andrieu P, Laborde G. Ditramax® : le trait d'union entre le cabinet et le laboratoire. *Cah Prothèse.* 2016;(173):21-30.
67. Brooks LE. Smile-imaging: the key to more predictable dental esthetics. *J Esthet Dent.* 1990;2(1):6-9.
68. Ghandour I. Le Digital Smile Design. *Inf Dent Mag.* 2015;96(27/28):26-30.
69. Marsango V, Bollero R, D'Ovidio N, Miranda M, Bollero P, Barlattani A. Digital work-flow. *Oral Implantol.* 2014;7(1):20-4.
70. Culp L. Digital dentistry: a new era of patient care. *Compend Contin Educ Dent.* 2013;34(10):782-3.
71. Helvey GA. How to increase patient acceptance for cosmetic dentistry: cosmetic imaging with Adobe Photoshop Elements 4.0. *Dent Today.* 2007;26(2):148-53.
72. Noharet R, Clément M. Communication digitale en odontologie : rigoureusement indispensable! *Cah Prothèse.* 2016;(173):7-19.
73. Clément M. Le projet esthétique en dentisterie adhésive. *Cah Prothèse.* 2016;(173):31-45.
74. Qualtrough AJ, Burke FJ. A look at dental esthetics. *Quintessence Int.* 1994;25(1):7-14.
75. Brooks LE. Simple, predictable, and stress-free elective anterior dentistry. Build a successful outcome into every case. *Dent Today.* 2002;21(6):74-5.
76. Goldstein RE. Considerations for smile-generated long-range treatment planning : Thoughts and opinions of a Master of Esthetic Dentistry. *J Esthet Restor Dent.* 1999;11(1):49-53.
77. Golub-Evans J. How to be a smile designer, Part 1. *Dent Today.* 2003;22(11):66-8.
78. Paolucci B, Calamita M, Coachman C, Gürel G, Shayder A, Hallawell P. Visagism : The Art of Dental Composition. *Quintessence Dent Technol.* 2012;(35):1-14.
79. Noharet R, Viennot S. Le projet prothétique en implantologie orale. *Cah Prothèse.* 2016;(173):47-57.

80. Mahdhaoui K, Worthalter E. Dentisterie adhésive et esthétique. *Clinic (Paris)*. 2016;(342):25-32.
81. Gürel G. Visagismile [Internet]. Visagismile. <http://visagismile.com/>
82. Christensen GJ. Improving dentist-technician interaction and communication. *J Am Dent Assoc*. 2009;140(4):475-8.
83. Imburgia M, Coachman C. Using digital devices to improve communications between clinicians and patients during implant-prosthetic treatment: A clinical study. 23rd Annual Scientific Meeting of the European Association for Osseointegration; Rome, Italie, 25 septembre 2014.
84. Kunkela J. Anterior CAD/CAM restorations. Web Conference: International Aesthetic Masters 2015; 5 décembre 2015.
85. McLaren EA, Garber DA, Figueira J. The Photoshop Smile Design technique (part 1): digital dental photography. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(10):772, 774, 776 passim.
86. Descamp F. Pratique de l’empreinte en prothèse fixée - Du pilier naturel à l’implant. Des techniques classiques à la CFAO. Rueil-Malmaison: Cdp; 2012. 137 p. (Collection Guide Clinique).
87. Duret F, Pelissier B, Duret B. Peut-on envisager de faire des empreintes optiques en bouche? *Stratégie Prothétique*. 2005;5(1):67-74.
88. Moussally C, Cazier S, Attal J-P. Les Entretiens de Bichat - Odontostomatologie. L’empreinte optique; 2010.
89. Cazier S, Moussally C. Descriptif des différents systèmes d’empreinte optique. *Rev Odontostomatol (Paris)*. 2013;42:107-18.
90. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients’ perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. 2014;14:10.
91. Chouraqui J-F, Moussally C. Les différents systèmes d’empreinte optique : comment faire son choix? *Réal Clin*. 2015;26(4):283-93.
92. Kano P, RFA Silva N, Van Dooren E, Xavier C, L. Ferencz J, Lacerda E. Improving aesthetics in CAD/CAM dentistry –anatomic shell technique. *Cosmet Dent*. 2013;7:18-21.
93. Vita. Vita In-Ceram for CEREC/CEREC In Lab [Internet]. Vita. http://www.cerec.co.il/downloads/vita_in_ceram.pdf
94. 3M ESPE. Achieving Clinical Success with Lava Plus High Translucency Zirconia Restorations [Internet]. multimedia.3m. http://multimedia.3m.com/mws/media/8816290/lava-plus-clinical-handling-guidelines-for-dentists-and-labs.pdf&fn=lava_plus_prep_guide_R1.pdf
95. Sirona. CAD/CAM Materials for Dental Labs (InCoris TZI). [Internet]. Sirona. The Dental Company. <http://www.sirona.com/en/products/digital-dentistry/cad-cam-materials/?tab=255>
96. Dentsply. Celtra Duo - CAD Blocks for CEREC Inlab [Internet]. Degudent. http://www.degudent.de/Kommunikation_und_Service/Download/CELTRA/Celtra/GA_Celtra_Duo_multilingual_50539985g_0814.pdf
97. Cerasmart. Cerasmart - Force Absorbing hybrid ceramic CAD/CAM block [Internet]. Cerasmart. http://www.gcamerica.com/lab/products/CERASMART/CERASMART_IFU.pdf

98. Sirona. CEREC Block C et PC [Internet]. Sirona. The Dental Company.
<http://manuals.sirona.com/en/digital-dentistry/cad-cam-materials/cerec-blocs.html>
99. Sirona. CEREC Block C In [Internet]. Sirona. The Dental Company.
<http://www.sirona.fr/fr/ecomaXL/files/cerec-blocs-C-In.pdf&download=1>.
100. Ivoclar Vivadent. IPS e.max Press Clinical Guide [Internet]. Ivoclar Vivadent.
http://downloads.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/1269/IPS+e-max+Clinical+Guide?_ga=1.142552114.1804284976.1454060102
101. Ivoclar Vivadent. IPS Empress2 - Instructions for use [Internet]. Ivoclar Vivadent.
<http://www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/6039/IPS+Eris+for+E2>
102. Ivoclar Vivadent. IPS Empress CAD - Instructions for use [Internet]. Ivoclar Vivadent.
<http://www.ivoclarvivadent.com/zoolu-website/media/document/6037/IPS+Empress+CAD+Labside>
103. 3M ESPE. Lava Crown & Bridge - Technical product profile [Internet]. multimedia.3m.
http://multimedia.3m.com/mws/media/160885O/lavatm-crowns-and-bridges.pdf?&fn=lava_tp_en.pdf
104. 3M ESPE. Lava Ultimate CAD/CAM Restorative [Internet]. multimedia.3m.
<http://multimedia.3m.com/mws/media/747392O/lava-ultimate-restorative-instructions-for-use-english.pdf>
105. 3M ESPE. Paradigm C - Technical product profile [Internet]. multimedia.3m.
http://media.dentalcompare.com/m/25/Downloads/Paradigm%20C%20Ceramic%20Block_Technical%20Product%20Profile.pdf
106. 3M ESPE. Paradigm MZ100 Block for CEREC [Internet]. multimedia.3m.
<http://multimedia.3m.com/mws/media/94418O/paradigmtm-mz100-block-for-cerecr.pdf>
107. Nobel Biocare. Procera Preparation Guide [Internet]. Nobel Biocare.
<http://www.edalabs.com/images/products/proceraprep.pdf>
108. Vita. Vitablocs Working Instructions [Internet]. Vita.
http://www.carestreamdental.com/ImagesFileShare/.sitecore.media_library.files.CS_Solutions.Certified_Blocks_and_Labs.VITABLOCS_Working_Instructions-EN.pdf
109. Vita. VITA ENAMIC®for CEREC®/inLab® Working Instructions [Internet]. Vita.
https://d39pscuc60gk9c.cloudfront.net/uploads/forum/attachments/146734/Enamic_Working_Instructions.pdf
110. Vita. Vita Suprinity - Mode d'emploi [Internet]. Vita. https://mam.vita-zahnfabrik.com/portal/ecms_mdb_download.php?id=36972&sprache=fr&fallback=de&cls_session_id=&neuste_version=1
111. Wieland. Zenostar - Instructions for use [Internet]. Wieland Dental - A company of the Ivoclar Vivadent Group. http://www.zenostar.in/pdf/Zenostar_Instructions.pdf
112. Gürel G. Predictable and precise tooth preparation techniques for porcelain laminate veneers in complex cases. *Int Dent South Afr.* 2007;9(1):30-40.
113. Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2010;31(9):702-4, 706, 708-9.

114. Fasbinder DJ. Chairside CAD/CAM: an overview of restorative material options. *Compend Contin Educ Dent.* 2012;33(1):50, 52-8.
115. Mintrone F. La réhabilitation complexe étape par étape grâce aux technologies digitales. Conférence présenté à: Imagina Dental - Congrès dentaire des technologies digitales et esthétiques; Monaco, 7 avril 2016.
116. Ceinos R, Abid S, Bertrand M-F. Imagerie 3D stéréo-photogrammétrique : analyse faciale et application clinique (à propos d'un cas). *Clinic (Paris).* 2016;(3):135-142.

GUERIN (Alexis). –Planification d’une restauration esthétique en prothèse fixée avec un logiciel de « Smile Design » et ses applications en CFAO. ; 92 f ; 91 ill ; 116 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2016)

RÉSUMÉ :

La demande esthétique est l’un des principaux motifs de consultation au cabinet dentaire. Plusieurs impératifs se présentent à nous lors de la réalisation de ce type de traitement, parmi lesquels : répondre aux attentes du patient, communiquer de façon optimale avec son prothésiste, ou encore respecter la biologie et le cadre fonctionnel. Les évolutions numériques nous permettent aujourd’hui, seules ou avec l’aide des techniques conventionnelles, de répondre à ces impératifs en réalisant une planification esthétique de nos traitements. Le but de ce travail est de présenter différents outils numériques au service du praticien, du patient et du technicien de laboratoire. Le patient se trouve au cœur de son plan de traitement et la transmission des informations au laboratoire est optimisée. Néanmoins, ces systèmes présentent aussi des limites que nous chercherons à mettre en évidence. Enfin, nous montrerons qu’il est possible d’intégrer ces outils au sein d’un système de conception et de fabrication assistées par ordinateur.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie

MOTS CLEFS MESH :

Prothèses dentaires – Dental Prosthesis
Dentisterie esthétique – Esthetics Dental
Planification anticipée des soins – Advance Care Planning
Sourire – Smiling
Simulation numérique - Computer Simulation
Conception assistée par ordinateur – Computer-Aided Design

JURY :

Président : Professeur AMOURIQ Y.
Directeur : Docteur BODIC F.
Assesseur : Docteur LANOISELEE E.
Assesseur : Docteur VERNER C.
Invité : Docteur DINAHET B.

ADRESSE DE L’AUTEUR :

23 rue Flandres Dunkerque - 44100 NANTES
alexis-guerin@orange.fr