

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2022

2022 TOU3 3031

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement
par

Clara Guillaud

le 23 Juin 2022

**PLANIFICATION DE GUIDES CHIRURGICAUX POUR LES
TECHNIQUES D'ÉLONGATIONS CORONAIRES ESTHÉTIQUES DU
SECTEUR ANTÉRIEUR**

Directeur de thèse : Dr. Joffrey DURAN

JURY

Président : Pr Sarah COUSTY

1er assesseur : Dr Sara LAURENCIN-DALICIEUX

2ème assesseur : Dr Antoine GALIBOURG

3ème assesseur : Dr Joffrey DURAN



**Faculté de santé
Département d'Odontologie**

➔ **DIRECTION**

Doyen de la Faculté de Santé

M. Philippe POMAR

Vice Doyenne de la Faculté de Santé

Directrice du Département d'Odontologie

Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

Directeurs Adjoint

Mme Sarah COUSTY

M. Florent DESTRUHAUT

Directrice Administrative

Mme Muriel VERDAGUER

Présidente du Comité Scientifique

Mme Cathy NABET

➔ **HONORARIAT**

Doyens honoraires

M. Jean LAGARRIGUE +

M. Jean-Philippe LODTER +

M. Gérard PALOUDIER

M. Michel SIXOU

M. Henri SOULET

Chargés de mission

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)

M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ **PERSONNEL ENSEIGNANT**

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN, Mme Marie-Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY

Assistants : Mme Marion GUY-VERGER, Mme Alice BROUTIN (*associée*)

Adjoint d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Robin BENETAH, M. Mathieu TESTE.

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, Mme Christiane LODTER, M. Maxime ROTENBERG

Assistants : M. Vincent VIDAL-ROSSET, Mme Carole VARGAS

Adjoint d'Enseignement : Mme Isabelle ARAGON

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

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES

Assistante : Mme Géromine FOURNIER

Adjoint d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL

Mme Carole KANJ, Mme Mylène VINCENT-BERTHOUMIEUX

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Philippe KEMOUN)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN, Mme Alexia VINEL

Assistants : Mme. Charlotte THOMAS, M. Joffrey DURAN

Adjoint d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE

Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT.

CHIRURGIE ORALE

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

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : M. Philippe KEMOUN
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Vincent BLASCO-BAQUE
Assistants : Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET GALY-CASSIT
M. Mathieu MINTY (Associé),
Adjoint d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, M. Olivier DENY

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

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

PROTHESES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR
Maîtres de Conférences : M. Jean CHAMPION, M. Rém ESCLASSAN, M. Florent DESTRUHAUT, M. Antoine GALIBOURG,
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY
M. Julien GRIFFE
Adjoint d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER, M. Eric SOLYOM,
M. Michel KNAFO, M. Alexandre HEGO DEVEZA, M. Victor EMONET-DENAND M. Thierry DENIS,
M. Thibault YAGUE

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

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

Mise à jour pour le 26 Avril 2022

Remerciements

À **mes parents**, merci pour tout ce que vous avez fait ! Pour votre soutien, pour votre éducation, pour tous nos voyages. Merci maman pour toutes ces heures de relectures, merci d'avoir sacrifié tous tes dimanches de paces pour cuisiner de bons petits plats, et papa d'avoir mangé les mêmes petits plats que moi... Merci papa pour les heures passées à bricoler, mais aussi pour nos coupes de cheveux approximatives.

À **mes frères**, vous m'avez ouvert la voie ! On passe notre vie à se chamailler, mais c'est comme ça que l'on s'aime.

À **toute ma famille**, pour tous les bons moments partagés et ceux à venir, aux Moutiers ou ailleurs !

À **Michelle et Norbert**, mes parents de substitutions ! Merci de m'avoir accueillie si chaleureusement.

À **Léa**, on s'en souviendra de cette belle aventure ensemble ! De notre petit appart au caducée à ton appart de daron..

Aux Queens. Noor et Manon de m'avoir hébergée en grand temps de confinement, merci d'avoir peaufiné mon éducation culinaire et culturelle... **Vy**, merci d'être si authentique et d'avoir arrêté les croche-pieds et « oulisderr » en pagaille. **Carla** pour toutes ces virées à Hossegor et tes talents en vélo.

À **Claire**, pour ces réveils compliqués dans le froid, mais les merveilleuses soirées les pieds dans l'eau à Pareloup. À **Manon**, grâce à toi je suis devenue une biqueuse dans l'âme. À **Amélie**, pour notre dernier wei mémorable ensemble.

À **Éléonore**, merci pour cette belle aventure à la réunion, de toujours être partante, de m'avoir suivie dans toutes les randonnées malgré un astragale fragile. Après toutes nos galères, je pense qu'on pourra se supporter encore longtemps !

À **Lucas**, je ne suis pas sûre qu'on récolte la palme du meilleur binôme, mais on aura bien rigolé ! Merci de m'avoir supporté en clinique pendant 3 belles années.

À **tous les boys de la bande 13 Organisée** : Vincent, Paul, Lucas, Polo, Jean, Antoine, à tous nos apéros, nos weekends prolongés, ne changez rien !

À **tous mes amis**, du lycée, de la fac et d'outre-mer.

À **mon directeur de thèse Joffrey**, qui a accepté de relever le challenge de sa première thèse avec moi. Merci pour ta sympathie et ton investissement.

À toutes celles et ceux qui m'ont fait confiance dans mes débuts en cabinet, de Saint-Gaudens au Grand-Rond Toulousain.

À notre Présidente du jury,

Madame le Professeur Sarah COUSTY

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Diplôme d'Études Supérieures de Chirurgie Buccale (D.E.S.C.B.),
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.),
- Ancienne Interne des Hôpitaux de Toulouse,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- Spécialiste qualifiée en chirurgie orale.

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

Nous vous remercions pour la qualité de vos enseignements, pour votre accessibilité et votre implication tout au long de ce cursus.

Veillez trouver à travers ce travail le témoignage de notre profond respect.

À notre jury de Thèse,

Monsieur le Docteur Antoine GALIBOURG

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ingénieur de l'institut Catholique des Arts et Métiers,
- Responsable du Diplôme d'Université d'Implantologie.

Nous vous remercions d'avoir accepté d'intégrer ce jury pour notre thèse.

Nous vous remercions pour la qualité de vos enseignements.

Veillez trouver au travers de ce travail, l'expression de notre profonde reconnaissance.

À notre jury de thèse,

Madame le Docteur Sara LAURENCIN-DALICIEUX

- Vice-Doyenne de la Faculté de Santé de l'Université de Toulouse III Paul Sabatier,

- Directrice Département d'Odontologie,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

- Docteur en Chirurgie Dentaire,

- Docteur de l'Université Paul Sabatier,

- Diplôme Universitaire de Parodontologie,

- Lauréate de l'université Paul Sabatier,

- Diplôme Universitaire d'Injection d'Acide Hyaluronique,

- Diplôme Universitaire Approches Innovantes en Recherche Biomédicale et en Méta-recherche,

- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.).

Nous sommes extrêmement reconnaissants que vous ayez accepté de participer à notre jury de thèse.

Nous vous remercions pour votre enseignement durant notre cursus, et plus particulièrement de votre disponibilité au cours de l'optionnel de parodontologie.

Veillez trouver à travers ce travail le témoignage de notre profond respect.

À notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Joffrey DURAN

- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Assistant Hospitalo-Universitaire,
- Diplôme Universitaire de Parodontologie.

Nous sommes extrêmement reconnaissants que vous ayez accepté de diriger cette thèse.

*Nous vous remercions pour votre aide, et pour l'enseignement apporté au cours de ce cursus,
et particulièrement lors du stage au sein de votre cabinet.*

*Nous vous remercions également pour votre confiance, votre disponibilité et pour l'intérêt
que vous avez exprimé à l'égard de ce sujet de thèse.*

Veillez trouver au travers de ce travail, l'expression de notre profonde reconnaissance.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	13
I. CONCEPT DE « SURGICAL CROWN LENGHTENING »	14
A. DEFINITION	14
B. OBJECTIFS DE LA CHIRURGIE	15
1. <i>Esthétique</i>	15
2. <i>Biologique</i>	15
3. <i>Prothétique</i>	15
II. PREREQUIS ET CONSIDERATION BIOLOGIQUE.....	16
A. ATTACHE SUPRA-CRESTALE.....	16
B. INDICATIONS	18
C. CONTRE-INDICATIONS	18
III. ANALYSE ESTHETIQUE ET PLANIFICATION	20
A. ANALYSE CLINIQUE ET TISSULAIRE	20
1. <i>Évaluation de l'attache supra-crestale</i>	21
2. <i>Évaluation de la qualité et de la quantité de gencive attachée</i>	23
3. <i>Évaluation de l'espace chirurgical pré-prothétique</i>	26
4. <i>Évaluation du phénotype osseux</i>	28
B. ANALYSE ESTHETIQUE VIA DES LOGICIELS 3D.....	28
1. <i>Les différents logiciels</i>	29
2. <i>Analyse du sourire</i>	31
3. <i>Détermination du projet esthétique</i>	34
4. <i>Exemple de planification sur le logiciel Smile Cloud</i>	35
a) <i>Références faciales</i>	35
b) <i>Identifier le contour des lèvres</i>	35
c) <i>Affiner l'espace de restauration</i>	36
d) <i>Bibliothèque des formes de dents et choix de la teinte</i>	38
e) <i>Calibration et mesures des nouvelles proportions dentaires</i>	39
IV. REALISATION DES GUIDES CHIRURGICAUX.....	43
A. EMPREINTE 3D ET CFAO	43
B. CFAO DU GUIDE CHIRURGICAL	47
1. <i>Matériaux</i>	48
2. <i>Cahier des charges d'un guide chirurgical</i>	49
C. LES DIFFERENTES CONCEPTIONS DE GUIDES CHIRURGICAUX	51

1.	<i>Technique avec un guide unique de gingivectomie</i>	51
2.	<i>Concept de « dual surgical guide »</i>	51
3.	<i>Technique avec un guide unique pour coupler gingivectomie et ostéotomie</i>	53
V.	PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE	55
A.	LA GINGIVECTOMIE	56
1.	<i>Biseau interne</i>	56
2.	<i>Biseau externe</i>	57
3.	<i>Incision intra-sulculaire</i>	57
B.	L'OSTEOTOMIE	58
C.	LAMBEAU DEPLACÉ APICALEMENT	58
D.	TECHNIQUE CHIRURGICALE « FLAPLESS »	61
E.	CICATRISATION ET REHABILITATION	63
VI.	REVUE DE LITTÉRATURE SUR L'INTERET DE L'UTILISATION DE GUIDES CHIRURGICAUX	65
A.	AVANTAGES	66
B.	INCONVENIENTS	66
VII.	ILLUSTRATION DE CAS CLINIQUES EN FLUX NUMÉRIQUE	68
A.	CAS CLINIQUE N°1	68
1.	<i>Présentation du cas clinique et motif de consultation</i>	68
2.	<i>Analyse clinique et tissulaire</i>	69
3.	<i>Analyses radiologiques</i>	70
4.	<i>Plan de traitement et protocole</i>	71
a)	Empreinte 3D	71
b)	Wax up	72
c)	Analyse esthétique via DSD	73
d)	Réalisation du guide chirurgical	74
e)	Élongation coronaire guidée	75
B.	CAS CLINIQUE N°2	80
C.	CAS CLINIQUE N°3	84
D.	CAS CLINIQUE N°4	87
	CONCLUSION	91
	TABLE DES FIGURES	92
	TABLE DES QR CODES	95
	TABLE DES TABLEAUX	95
	LISTE DES ABREVIATIONS	96
	BIBLIOGRAPHIE	97

Introduction

De nos jours, la demande esthétique en pratique dentaire est grandissante. Elle s'accompagne d'une attente et d'une exigence accrue de la part des patients qui veulent des résultats précis et prédéfinis. La prise en charge des patients dans le cadre de réhabilitation complète et globale du sourire demande une étude particulièrement rigoureuse et approfondie de l'ensemble des éléments participants au dynamisme du sourire.

L'utilisation de logiciels 3D de planification permettant jusqu'alors de gérer la visualisation pré et peropératoire des thérapeutiques est désormais un outil de choix dans l'explication du plan de traitement dentaire au patient, et est une aide indéniable à la communication.

Ainsi, les dernières évolutions en matière de technologie 3D ont participé au développement de la planification de nombreuses chirurgies, à l'aide ou non de guides chirurgicaux.

Nous allons donc aborder le sujet de « la planification de guides chirurgicaux pour les techniques d'élongations coronaires esthétiques du secteur antérieur ».

Nous verrons quelles sont les indications de cette thérapeutique. À l'ère de la dentisterie conservatrice et minimalement invasive la chirurgie d'élongation coronaire, une chirurgie soustractive, reste pourtant l'une des plus pratiquées en parodontologie. Selon un article de *Périodontoly 2000* datant de 2018, 10 % des chirurgies parodontales concernent une élongation coronaire (1).

Nous allons nous concentrer sur les cas esthétiques et donc plus particulièrement le secteur incisivo-canin maxillaire.

I. Concept de « surgical crown lengthening »

A. Définition

Dans un premier temps, nous nous intéresserons à la technique dite de « surgical crown lengthening » ou « chirurgie d'élongation coronaire » qui est une pratique permettant une augmentation de la hauteur des tissus dentaires coronaires. Cette méthode peut être pratiquée sur une seule dent ou sur un groupe de dents. Les indications de cette chirurgie sont variées et nombreuses mais quelles qu'elles soient, le respect de l'attache supra-crestale est systématiquement recherché.

Cette technique associe de manière quasi constante une gingivectomie et une alvéolectomie. La réalisation de guides chirurgicaux permet de prédéfinir la nouvelle limite gingivale souhaitée, et donc la quantité de tissus mous et durs à éliminer pendant la chirurgie.

Afin de réaliser un guide chirurgical, il nous faut une étude préalable de la situation clinique qui passe par de nombreuses analyses. Ces analyses ont pour but de déterminer le meilleur traitement thérapeutique afin de se rapprocher au mieux du projet esthétique final. Les critères de choix d'une technique chirurgicale sont fonction des facteurs dento-parodontaux, des facteurs prothétiques ainsi que des facteurs esthétiques. Quelle que soit la technique choisie, elle doit être intégrée dans une chronologie précise du plan de traitement prothétique. Un plan de traitement correctement défini passe par des analyses prothétiques, esthétiques et biologiques.

Les techniques chirurgicales restent de loin les procédés les plus utilisés offrant des résultats stables. Cependant, si le geste chirurgical est contre-indiqué pour des raisons locales ou générales, la solution orthodontique peut être d'un grand intérêt dans la récupération des dents partiellement délabrées en vue d'une restauration conservatrice ou prothétique pérenne.

Les élongations coronaires sont donc pratiquées selon deux grands groupes d'indications :

- Permettre la réalisation d'un traitement prothétique.
- Améliorer l'esthétique d'un sourire.

B. Objectifs de la chirurgie

Quelle que soit la technique utilisée, cette dernière doit permettre de répondre aux trois objectifs de la chirurgie :

1. Esthétique

Lors de la prise en charge d'un patient dans le cadre d'une réhabilitation complète, on recherche une harmonisation du sourire qui passe par l'obtention d'un alignement des collets et d'un rétablissement des proportions dentaires individuelles. Le but de la chirurgie est alors de restaurer l'esthétique.

2. Biologique

Les techniques d'élongations coronaires offrent la possibilité de retrouver des rapports dento-gingivo-osseux physiologiques nécessaires à l'obtention d'une bonne intégration parodontale. On cherche à préserver ou rétablir une attache supra-crestale compatible avec une bonne santé parodontale.

3. Prothétique

Certaines situations cliniques impliquent la réalisation d'aménagements pré-prothétiques par les praticiens afin de rendre la thérapeutique prothétique choisie réalisable et durable. Le but est d'obtenir la meilleure adaptation dento-prothétique tout en conservant une bonne intégration esthétique.

Autrement dit, cette technique vise l'allongement de la couronne clinique en vue de réaliser une restauration dentaire esthétique, conservatrice ou prothétique respectant l'attache supra-crestale.

II. Prérequis et considération biologique

A. Attache supra-crestale

L'organe dentaire est un ensemble complexe formé de l'odonte et de son parodonte, c'est à dire l'ensemble des tissus de soutien de la dent. Le maintien de l'odonte sur l'arcade dentaire est intimement lié à la bonne santé du parodonte. De manière non exhaustive, le parodonte est constitué de l'os alvéolaire, de la gencive, du cément dentaire et également du ligament desmodontal. Aucun traitement dentaire ne peut être débuté sans un examen du parodonte.

L'attache supra-crestale est compris entre le fond du sillon gingivo dentaire et le sommet de la crête osseuse. Ce dernier joue le rôle majeur de barrière physique et physiologique pour la préservation de l'intégrité des structures parodontales sous-jacentes.

Cet espace, anciennement appelé **espace biologique**, est composé de l'attache épithéliale d'une part et de l'attache conjonctive d'autre part.

Les études ont permis de déterminer les valeurs moyennes de ces espaces. L'attache conjonctive est la plus apicale et a une valeur relativement stable de 1,07 mm. Elle est constituée de fibres gingivo-cémentaires et de fibres de collagènes qui lient la gencive attachée au cément de l'organe dentaire. L'attache épithéliale, située coronairement à l'attache conjonctive, montre quant à elle une valeur beaucoup plus variable d'un individu à un autre. On lui trouve une valeur approximative moyenne de 0,97mm.

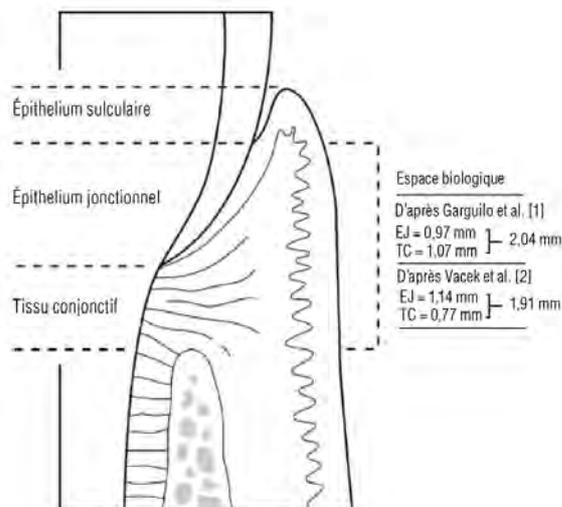


Figure 1 : Schéma de l'Attache supra-crestale.

En 1961, *Gargiulo*, a quantifié les différentes valeurs de cette double attache et a défini les valeurs suivantes : l'attache supra-crestale mesure environ 2,04mm avec des valeurs extrêmes allant de 1,77 mm à 2,43 mm.

Cliniquement, cet espace n'est pas évalué de manière isolé, on l'associe à la profondeur du sulcus d'une valeur voisine de 0,69 mm. On estime qu'une valeur de 3 mm entre les sommets de la gencive marginale et de la crête osseuse est nécessaire pour avoir une bonne santé parodontale.

La santé du parodonte et donc le maintien de l'organe dentaire dépend du respect de la zone dite « attache supra-crestale ». Si on ne tient pas compte de toutes ces caractéristiques, l'échec thérapeutique est probable. Une attache supra-crestale respectée permet de conserver une bonne barrière et une protection contre la pénétration de bactéries depuis le milieu intra-buccal vers le parodonte profond. Il est indispensable pour obtenir une bonne longévité d'une restauration, pour maintenir une esthétique convenable et pour garantir une bonne fonction des organes dentaires.

Un non-respect de l'attache supra-crestale, via son invasion, peut entraîner de nombreuses complications telles que :

- Une inflammation chronique des tissus mous.
- Un saignement au sondage.
- Des récessions gingivales.
- Des hyperplasies gingivales.
- Des poches parodontales.
- Sur un phénotype de gencive fine : une récession gingivale irréversible associée ou non à des phénomènes de résorption osseuse.
- Sur un phénotype de gencive épaisse : une inflammation gingivale chronique avec formation de poches parodontales (augmentation de l'attache supra-crestale) entraînant à terme à une résorption osseuse.

De nombreuses études ont prouvé l'étroite corrélation entre la présence de saignement au sondage, l'inflammation gingivale et l'apparition de récessions gingivales. Lorsque le phénomène devient chronique, cela amène à une altération de l'attache due à la perte d'os alvéolaire sous-jacent (2).

Il est donc nécessaire de garantir un bon état de santé parodontal avant de faire le choix d'une prise en charge thérapeutique. La restauration de cette attache supra-crestale peut faire appel à des moyens chirurgicaux, orthodontiques ou chirurgico-orthodontiques.

B. Indications

La chirurgie d'élongation coronaire est une thérapeutique avantageuse dans de nombreuses situations cliniques. Elle permet notamment de gérer les situations suivantes (3);(4) :

- Les pertes de substances dentaires, telles que :
 - Les fractures dentaires profondes.
 - Les caries sous gingivales.
 - Les abrasions importantes des faces occlusales consécutives au bruxisme.
 - Les perforations iatrogènes.
 - Les résorptions dentaires sous gingivales.
- Hauteur de la couronne clinique minimale non suffisante : impossibilité de restaurations collées, rétention insuffisante.
- Éruption passive incomplète ou altérée.
- Lignes du sourire disharmonieuses, non alignement des collets.
- Sourire gingival : principalement causé par une hyperactivité du muscle élévateur de la lèvre supérieure.
- Accroissement ou hypertrophie gingivale d'origine médicamenteuse, hormonale, systémique...
- Fibromatose gingivale héréditaire.

Quelle que soit l'indication, la chirurgie doit avoir lieu seulement après une analyse tissulaire précise, c'est-à-dire une étude de l'état parodontal (qualité, quantité, épaisseurs, proportions, etc...) ainsi qu'une analyse de l'attache supra-crestale.

C. Contre-indications

En dehors des contre-indications d'ordre général propres aux chirurgies ou à l'état général du patient, nous avons également des contre-indications locales ou purement dentaires.

Les contre-indications locales (3) :

- Traitements orthodontiques (ODF) : égression ou extrusion.
- Terrain parodontal non sain.
- Valeur du futur rapport couronne/racine : dent avec hauteur de la racine insuffisante ou du support osseux trop faible.
- Éléments anatomiques à proximité.
- Mauvais contrôle de l'hygiène.
- Défaut de motivation du patient.

Les contre-indications dentaires, propres à la dent elle-même :

- Forme effilée ou conique des racines risquant d'entraîner une mobilité après l'intervention.
- Existence d'une atteinte de furcation ou d'un risque d'exposition de furcation de la dent elle-même ou de l'une de ses collatérales.
- Risque de modifications de l'alignement des contours gingivaux entraînant ainsi un résultat inesthétique surtout pour le secteur antérieur.
- Risque de compromettre l'avenir du parodonte des dents adjacentes saines ou correctement reconstituées.

Contre-indication relative (5):

- Patients fumeurs.

Il ne s'agit pas d'une contre-indication stricte mais des méta-analyses ont conclu à une augmentation des échecs thérapeutiques en présence d'une imprégnation tabagique.

III. Analyse esthétique et planification

Ce chapitre a pour but de nous apporter tous les éléments nécessaires à l'élaboration d'un projet esthétique virtuel.

Le projet esthétique virtuel est un outil de choix car il réunit trois objectifs :

- Le diagnostic.
- La communication (de praticien à patient, de praticien à praticien, de praticien aux prothésistes dentaires et laboratoires dentaires).
- La planification.

C'est à partir de ce projet esthétique virtuel que va découler l'ensemble du plan de traitement proposé au patient. Il est donc primordial qu'il soit bien défini pour obtenir un consentement éclairé du patient.

A. Analyse clinique et tissulaire

Dans un premier temps, on évalue « l'aspect » de la gencive. Il s'agit d'examiner l'état gingival par un examen visuel. Pour cela on étudie sa couleur, sa forme, sa texture, son épaisseur. Une gencive saine a une couleur rose pâle piquetée en peau d'orange avec une texture ferme. On peut l'évaluer grâce à l'indice parodontal de Russel de 1956. On recherche tous les signes d'inflammations éventuels (6) :

- Rougeur.
- Œdème.
- Hyperplasie.
- Desquamation.
- Saignement spontané ou provoqué.

L'évaluation reste subjective et praticien-dépendant lorsqu'il s'agit de déterminer la santé des tissus parodontaux. Il existe tout de même des indices et des techniques de mesures pour rendre les évaluations plus reproductibles (7).

- Bleeding on Probing (BOP) : Indice d'inflammation gingivale et indice de saignement au sondage - *Ainamo & Bay 1975*.
- Indice gingival (G.I : Gingival Index) et Plaque Index - *Lôe & Silness 1963*.
- Charting parodontal (bilan de sondage parodontal).

Ce dernier, le bilan de sondage, est un outil primordial car il regroupe l'ensemble des informations cliniques sur la santé parodontale. On y enregistre :

- Le positionnement marginal de la gencive par rapport à la jonction amélo-cémentaire.
- L'indice de plaque.
- La profondeur de sondage.
- L'indice de saignement au sondage.
- La perte d'attache qui résulte de la somme de la profondeur de poche et de la hauteur de récession gingivale.

Lors d'une évaluation parodontale plus approfondie, on évalue les éventuelles mobilités dentaires ou les surcharges occlusales.

L'analyse préparatoire se fait par l'évaluation de quatre éléments principaux qui sont l'attache supra-crestale, la qualité et quantité de gencive attachée, l'espace chirurgical pré-prothétique ainsi que le phénotype osseux.

1. Évaluation de l'attache supra-crestale

L'évaluation de l'attache supra-crestale se fait de manière non-invasive dans un premier temps. L'évaluation du niveau osseux via la radiologie nous donne des informations supplémentaires sur la santé parodontale étroitement lié à notre attache supra-crestale.

On dispose des évaluations radiographiques suivantes :

- Status.
- Panoramique dentaire ou orthopantomogramme.
- CBCT ou Cone Beam Computed Tomography.

L'orthopantomogramme permet de situer le niveau osseux général et le niveau muqueux. Il s'agit d'un bon indicateur. Toutefois il n'est pas suffisant car les lésions infra-osseuses peuvent être sur ou sous-estimées. Les images en rétro-alvéolaires donnent des informations plus précises. Elles offrent la possibilité d'avoir une image centrée sur le site d'intérêt. On obtient des images des zones inter-proximales et des éventuels défauts osseux (distance entre la gencive marginale et le point le plus apical du niveau osseux). Ces zones sont les plus atteintes de lésions parodontales et donc les plus susceptibles de présenter des pertes d'attaches.

En plus des images en 2 dimensions, on peut utiliser le **CBCT** comme outil diagnostique. Idéalement, on réalisera le CBCT avec un écarteur de bouche pour obtenir une séparation de la muqueuse jugale et de la muqueuse gingivale. Cela permet d'optimiser la planification chirurgicale selon l'anatomie du patient.

L'imagerie **Cone Beam** nous permet d'étudier la position de la jonction amélo-cémentaire. Elle nous aide notamment à poser le diagnostic d'éruption altérée ou passive (8). Cet examen complémentaire offre également la possibilité d'évaluer la quantité d'émail présent sous la gencive. La quantité d'émail est un facteur limitant dans l'élongation coronaire. Si la chirurgie n'est pas associée à des restaurations prothétiques on évitera de supprimer des tissus au-delà de la jonction amélo-cémentaire (9).

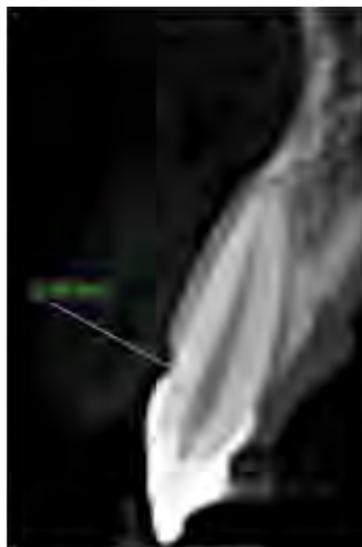


Figure 2 : Étude de la distance entre la jonction amélo-cémentaire et la crête osseuse alvéolaire sur CBCT

Les images radiologiques peuvent être à l'origine de déformations et peuvent surestimer le niveau de la crête osseuse (*étude de Kilic et al., 1998*). C'est pour cela que l'on associe toujours l'évaluation radiologique à une évaluation clinique. On recherche cliniquement la profondeur de l'attache supra-crestale. On réalise un sondage dit « trans-sulculaire » à l'aide d'une sonde parodontale graduée en millimètre.

Il reste difficile d'évaluer précisément la profondeur de cet espace, mais l'ensemble des analyses radiologiques et cliniques donne suffisamment d'informations.

2. Évaluation de la qualité et de la quantité de gencive attachée

La gencive attachée est une composante de la gencive kératinisée. La gencive kératinisée est l'ensemble de toute la gencive dite « libre », « marginale » et de la gencive attachée. La hauteur de gencive kératinisée est donc l'ensemble des tissus depuis la gencive marginale jusqu'à la ligne mucogingivale. On étudie le phénotype de gencive des patients pour déterminer le choix d'interventions et les tracés d'incisions.

L'évaluation de **la qualité de gencive attachée** correspond à évaluer son **épaisseur**. En effet, le phénotype de la gencive est caractérisé par son caractère fin ou épais. Il est défini cliniquement à l'aide d'une sonde parodontale. Lorsqu'on insère cette dernière dans le sulcus, si on voit la sonde par transparence on est en présence d'un phénotype fin, dans le cas inverse il est épais. L'évaluation du biotype parodontal est un paramètre important dans le cadre de notre chirurgie sur le secteur antérieur car il permet d'évaluer le risque de récessions tissulaires marginales. L'épaisseur gingivale varie selon les sites, au maxillaire on relève en moyenne une épaisseur de 0,9 mm au niveau canin et 1,3 mm au niveau des incisives centrales (10).



Figure 3 : évaluation de l'épaisseur de la gencive kératinisée

Certaines décisions thérapeutiques nécessitent de connaître la valeur réelle de l'**épaisseur** de tissus kératinisés. Dans ce cas, on détermine l'épaisseur de tissus kératinisés avec une technique plus invasive en réalisant un **sondage transgingival** sous anesthésie locale. Il est nécessaire de relever les mesures à plusieurs points différents pour « cartographier » le biotype parodontal.



Figure 4 : Évaluation de l'épaisseur de gencive kératinisée par technique transgingivale.



Figure 5 : Micromètre Électronique ou jauge d'épaisseur.

L'évaluation « **quantitative** » correspond à la **hauteur de gencive attachée**. On détermine cette hauteur à l'aide d'une sonde parodontale graduée. La hauteur de gencive attachée est obtenue en soustrayant la profondeur du sulcus à la hauteur totale de gencive kératinisée.



Figure 6 : Évaluation de la hauteur de gencive kératinisée.

Il existe plusieurs classifications parodontales et dento-parodontales, dont les deux fréquemment utilisées sont (10):

- **Maynard et Wilson (1980)** : 4 classes selon le type 1, 2, 3 et 4, prenant en compte les dimensions de tissu kératinisé et l'épaisseur vestibulo-lingual du procès alvéolaires.
- **Muller et Eger (1997)** : classification selon 3 phénotypes dento-parodontaux.
 - **Phénotype A** : épaisseur = 1 mm et hauteur = 4 mm de tissus kératinisés avec un rapport largeur/longueur de la couronne clinique normal.
 - **Phénotype B** : épaisseur > 1 mm et hauteur > 6 mm de tissus kératinisés avec largeur de la couronne clinique égale à la longueur (dents carrées).
 - **Phénotype C** : épaisseur = 1 mm et hauteur = 4 mm de tissus kératinisés avec largeur et longueur de la couronne clinique égales (dents carrées).

Cette évaluation permet de déterminer si le parodonte superficiel est favorable à la réalisation de notre choix thérapeutique (11).

Selon *Maynard et Wilson*, un parodonte est **favorable** lorsque l'on retrouve **5 mm de gencive kératinisée** et **3 mm de gencive attachée**. Selon *Nevins*, 3 mm de gencive kératinisée est suffisant. Pour une bonne santé parodontale à long terme, il faut retrouver impérativement une hauteur minimale de 3 mm de gencive kératinisée après gingivectomie (12).

3. Évaluation de l'espace chirurgical pré-prothétique

L'espace chirurgical pré-prothétique est défini comme l'espace entre la crête osseuse et la limite de tissu dentaire résiduel sain. Il est composé par l'ensemble de l'attache supra-crestale (2,04mm) et de la profondeur de sulcus (environ 0,69mm). On a donc en moyenne 3mm d'espace chirurgical pré-prothétique (ECP), lorsqu'on considère que la limite de préparation est juxta-gingivale ou 0,5mm intra-sulculaire.

L'évaluation de cet ECP permet de faire le bon diagnostic et donc le bon choix thérapeutique (11).

Une gingivectomie simple peut être suffisante dans le cas d'un ECP supérieur à 3mm, si il est inférieur une ostéotomie doit forcément y être associée.

	GK > 5 mm et GA > 3 mm	GK = 5 mm et GA = 3 mm ou GK < 5 mm et GA < 3 mm	Absence de GK
ECP > 3 mm	Gingivectomie	LDA	Greffe Gingivale
ECP < 3 mm	Gingivectomie + Ostéotomie/Ostéoplastie	LDA + Ostéotomie/Ostéoplastie	Greffe Gingivale + Ostéotomie/ Ostéoplastie

Figure 7 : Choix de la technique selon l'espace chirurgical prothétique (13).

ECP = Espace Chirurgical Prothétique.

LDA = Lambeau Déplacé Apicalement.

GA = Gencive Attachée.

GK = Gencive Kératinisée.

Cliniquement, on doit également prendre en compte l'espace prothétique utilisable. Certaines situations montrent une attache supra-crestale saine avec un espace chirurgical pré-prothétique suffisant. Pour autant, il est parfois nécessaire de déplacer cet espace afin d'avoir une hauteur suffisante pour la restauration occlusale.

De même, l'analyse de l'anatomie dentaire est essentielle. On évalue la hauteur radiculaire des dents concernées ainsi que la proximité des dents adjacentes. Le cas échéant,

sur un secteur postérieur, on recherche en plus la position des furcations des dents pluri-radiculées. On considère alors qu'il faut une hauteur minimale de 4mm entre la furcation (hauteur du tronc radiculaire) et le sommet de la crête osseuse avant chirurgie.

La furcation doit être à distance de la limite de préparation car une furcation trop proche de la limite augmente le risque d'atteinte des tissus parodontaux et l'apparition de poches parodontales (11).

La conservation des papilles interdentaires est un des plus gros enjeux des chirurgies parodontales. En plus d'utiliser des techniques d'incisions et des lambeaux de préservation, il faut maintenir une distance moyenne de 4,5 mm entre le sommet de la papille et le niveau osseux (3).

La présence de cette papille interdentaire est aussi fonction de la position du point de contact. En effet selon l'étude de *Tarnow* en 1992, il a été démontré qu'une distance optimale de 4 à 5 mm est souhaitable entre la crête osseuse et le point de contact interdentaire. Lorsqu'on a une distance entre ces deux éléments de 3 à 5 mm on note une présence des papilles proche de 100% que ce soit sur des dents supports de restauration ou non.

Au-delà de 6 mm et plus la distance augmente, on observe une diminution progressive des probabilités de la présence des papilles. À partir de 10 mm il y a une absence quasi systématique des papilles (14).

	Distance in mm From Contact Point to Crest to Bone (N)							
	3 (2)	4 (11)	5 (73)	6 (112)	7 (63)	8 (21)	9 (4)	10 (2)
Papilla present	2	11	72	63	17	2	1	0
Papilla not present	0	0	1	49	46	19	3	2
% present	100	100	98	56	27	10	25	0
% not present	0	0	2	44	73	90	75	100

Figure 8 : Étude de la présence de la papille interdentaire en fonction de la distance en mm entre la crête osseuse et le point de contact dentaire.

Il faut donc porter une attention particulière aux papilles et embrasures car si on a une perte de volume à ce niveau cela peut conduire à la présence de « triangles noirs » disgracieux.

Ainsi il est intéressant de noter que l'étude de la position des points de contact en amont est primordial pour la conservation des papilles interdentaires.

4. Évaluation du phénotype osseux

L'épaisseur de tissu osseux présent va influencer notre prise en charge. On distingue deux grands phénotypes (9) :

- Phénotype fin : épaisseur inférieure ou égale à 1 mm.
- Phénotype épais : épaisseur supérieure à 1 mm.

En présence d'un phénotype osseux épais, si une ostéotomie est nécessaire il faudra obligatoirement réaliser une chirurgie avec lambeau car elle s'accompagnera d'une ostéoplastie.

B. Analyse esthétique via des logiciels 3D

L'analyse esthétique d'un cas clinique commence toujours par la réalisation de clichés photos selon le respect d'un certain nombre de critères. En plus d'être un outil de motivation pour le patient, la photo est un outil d'aide au diagnostic. Tout d'abord, nous avons besoin d'une photo du visage dans sa globalité pour avoir l'ensemble des lignes du visage et les trois étages de la face. Ces photos sont standardisées pour pouvoir être superposées et doivent donc respecter un cahier des charges précis :

- Patient assis, tête rentrée, oreilles dégagées, regard au loin.
- Fond neutre.
- Plan de Francfort horizontal. Plus facilement réalisable en clinique, on cherche à avoir la ligne qui part de la pointe du nez jusqu'aux lobes d'oreilles parallèle au sol.
- Symétrie gauche/droite.
- Patricien à distance raisonnable et constante d'environ 2 mètres.
- Appareil photo/objectif positionné à hauteur de bouche (l'appareil photo ne doit pas déformer, on doit avoir un ratio de 1/1, avec idéalement un objectif macro de 100mm).
- Mise au point à faire sur les dents.
- Sourire naturel : sans traction forcée des lèvres, ou inversement.
- Limite haute de la photo : racines des cheveux.
- Limite basse de la photo : pointe du menton.

On passe ensuite aux clichés endo-buccaux du patient. On réalise des photos en occlusion et en inoclusion avec un plan noir de contraste et des écarteurs de bouche en place. Notre but est de pouvoir superposer informatiquement la photo du visage avec la photo endo-buccale. On doit respecter au maximum les mêmes orientations pour les deux photos. L'idéal est de réaliser un certain nombre de photos pour pouvoir sélectionner la plus superposable. Pour cela, on demande au patient de baisser progressivement le visage, en prenant des photos tout le long du mouvement.

Le nombre de clichés nécessaires et la prise de clichés avec sourire forcé ou non, seront dépendants du type de logiciel utilisé par la suite.

On peut également utiliser des vidéos numériques pour apporter des informations complémentaires aux photos. L'acquisition des données biométriques requiert l'enregistrement numérique de mouvements dentaires notamment des exercices de phonations, de diductions ou encore de propulsions (15).

1. Les différents logiciels

Il existe bon nombre de logiciels d'analyses esthétiques. Il s'agit d'un outil numérique permettant de planifier un cas clinique en se basant sur un protocole standardisé de photos statiques associées ou non à des vidéos dynamiques. C'est ce qu'on appelle aujourd'hui : les **logiciels de présentations**. Le premier à avoir développé « Digital Smile Design » (DSD) est *Christian Coachman*, en 2012. Il a démocratisé le PEV qui est le « Projet Esthétique Virtuel » via l'acquisition de données biométriques.

Le « Smile Design » est utilisé pour les prises en charge esthétiques antérieures pour autant il ne faut pas négliger les secteurs postérieurs. Le projet esthétique doit toujours être fait en complément de soins globaux.

Nous allons comparer les différents logiciels d'analyses suivant :

- Keynote.
- DSD Connect.
- Digital Smile Design (DSD).
- Smile Designer Pro.
- SmileCloud.

	Acquisition des données	Analyse esthétique	PEV	Réalisation CFAO	Système
Keynote	Photo / Vidéos	Analyse libre	2D	Via DSD connect	Ouvert : le PEV peut être exporté vers des logiciels de planification, comme des logiciels de CFAO
DSD Connect	Photos / Vidéos Empreintes optiques	Via keynote ou powerpoint	2D	Oui	
Digital Smile Design	Photos / Vidéos 8 Vidéos spécifiques sont nécessaires Empreintes optiques	Analyse guidée	2D ou 3D	Non	
Smile Cloud	Photos / Vidéos Empreintes optiques CBCT	Analyse guidée	2D ou 3D	Oui	
Smile Designer pro	Photos / Vidéos Empreintes optiques CBCT	Analyse guidée	2D	Oui	

Tableau 1 : Comparaison des différents logiciels de planification

L'envoi des données se fait via des systèmes dit ouverts ou fermés. Un système fermé oblige le laboratoire à avoir un logiciel adapté. Au contraire, un système ouvert permet d'utiliser le fichier sur n'importe quelle usineuse par le prothésiste. Le format universel des fichiers est le STL (Standard Transformation langage).

Ces logiciels présentent toutefois les inconvénients suivants (16):

- Limites de la conversion des photographies 2D en image 3D.
- Distorsions de conversions, imprécisions de conversions.
- Planification réduite uniquement au bloc supéro-antérieur.
- Échec thérapeutique si étude esthétique seule. Le logiciel ne permet pas de prendre en compte les fonctions biologiques.

2. Analyse du sourire

En premier lieu, il faut évaluer le sourire dans sa globalité. L'erreur serait de réaliser un projet esthétique sans prendre en compte l'ensemble du visage.

On étudie les grandes lignes du visage puis progressivement on s'attarde sur les spécificités intrinsèques du sourire.

L'analyse du visage demande l'étude de 3 plans (17):

- Plan sagittal médian.
- Plan bi-pupillaire.
- Plan bi-commissural.

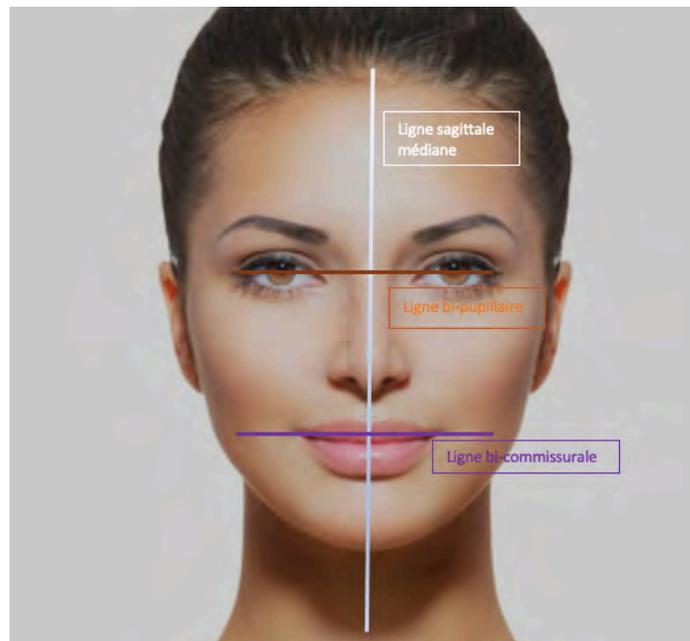


Figure 9 : Plans de références du visage

Le plan ou la **ligne sagittale médiane** est un axe de symétrie du visage. L'axe de symétrie passe par 3 points anatomiques facilement définissables : la glabella, la pointe du nez et le philtrum. Cette ligne doit être correctement déterminée pour figurer le futur alignement du **plan inter-incisif**.

Le sourire est intimement lié au **regard**. On recherche donc un parallélisme entre la ligne bi-pupillaire et la ligne bi-commissurale (horizontale chez 80% des patients). Ces deux lignes se trouvent perpendiculaires au plan sagittal médian. L'équilibre visuel entre le sourire et le regard

est primordial, il arrive de faire des compromis thérapeutiques sur cette ligne pour compenser certains déséquilibres.

On poursuit par une analyse du sourire et des lèvres :

La **courbe du sourire** est définie par une ligne qui passe par le bord libre ou bord inférieur des dents maxillaires. Cette dernière est considérée comme esthétique lorsqu'elle suit la même courbe que la lèvre inférieure. En plus de la convexité, de la symétrie et de l'harmonie recherchée pour cette ligne, on évalue également sa position.

La **ligne du sourire** est un élément « dynamique » à étudier. Il s'agit de la position de la lèvre supérieure lors du sourire. La grande majorité de la population possède une ligne du sourire dite « **moyenne** », c'est à dire avec un bon équilibre d'exposition des dents et de gencives. On parle de ligne du sourire « **haute** », lorsque la quantité de gencive exposée est importante. Elle devient « disgracieuse » lorsque le sourire expose plus de 3 mm de hauteur de gencive. Cela correspond à un cas de sourire gingival.

Au contraire, une ligne de sourire « **basse** » se manifeste lorsque le sourire ne découvre pas de gencive, et parfois ne découvre pas la ligne des collets. Ce type de ligne de sourire est le plus régulièrement retrouvé chez les personnes âgées. On peut parfois jouer sur la hauteur ou l'épaisseur de la lèvre supérieure à l'aide d'injection d'acide hyaluronique pour modifier la position de cette ligne (18).

Enfin, on passe à l'analyse dentaire :

On recherche une symétrie du sourire. L'axe de symétrie se fait toujours par rapport au plan sagittal médian. On doit retrouver une concordance de ce plan avec la position du plan inter-incisif maxillaire et mandibulaire. Le bon alignement des milieux inter-incisifs pourra être rétabli le cas échéant lors de la thérapeutique restauratrice.

La position des **bords incisifs maxillaires** par rapport à la lèvre inférieure est un élément qui peut également être modifié pour gérer un recouvrement trop important inesthétique ou, à l'inverse, un recouvrement insuffisant.

Les collets forment une ligne, nommée « **ligne gingivale** », qui passe par l'ensemble des zéniths de chaque dent. Le zénith correspond au point le plus haut du collet et est idéalement légèrement

distalé. La forme et l'alignement des collets sont importants à étudier pour notre objectif d'élongation coronaire esthétique. Cette ligne doit être parallèle au plan horizontal de référence. On doit retrouver un alignement des collets avec une hauteur équivalente d'une dent controlatérale à l'autre. Le collet des incisives centrales et des canines doit se trouver sensiblement sur la même ligne et celui des incisives latérales légèrement en dessous, on note une moyenne de 0,5 mm plus coronaire que les incisives centrales. La ligne des collets doit former un angle inférieur à 90° degré avec la ligne sagittale médiane (19).

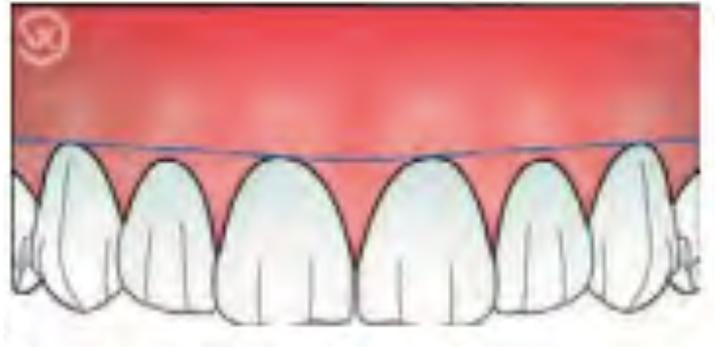


Figure 10 : Contours gingivaux esthétiques selon Caudill et Chiche.

On s'intéresse ensuite aux proportions dento-dentaires. On doit retrouver un équilibre entre les proportions des incisives centrales par rapport aux incisives latérales et aux canines. Les dimensions des dents antérieures reposent sur le **nombre d'or**. En effet, idéalement le rapport entre la largeur mésio-distale de l'incisive centrale et la largeur de l'incisive latérale doit se rapprocher de 1,618 qui est la proportion parfaite. De même entre les incisives latérales et les canines (20).

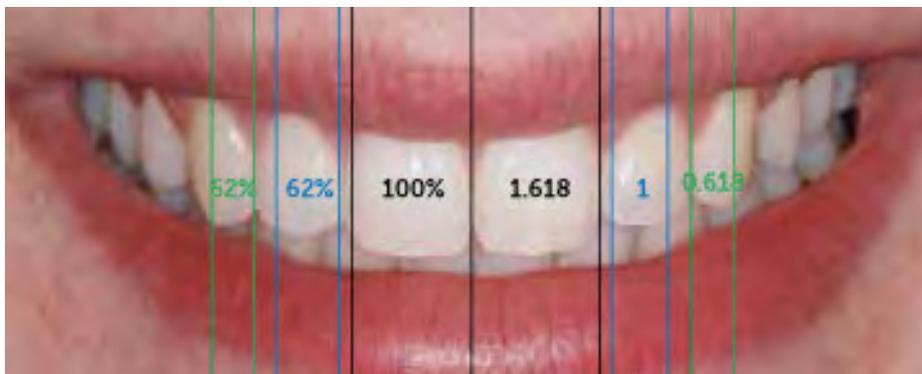


Figure 11 : Proportions dentaires selon le nombre d'Or.

La réalisation de notre nouvelle position de la ligne gingivale et de la courbe du sourire va prendre en compte l'ensemble de ces éléments. On doit déterminer une dent de référence à partir de laquelle on va harmoniser toutes les lignes du sourire. Ainsi, la dent ayant l'attache osseuse la plus apicale doit être considérée comme la "**dent de référence**". Les nouvelles positions des collets seront choisies en fonction de cette dernière. On va déterminer l'ostéotomie de la dent controlatérale, et les paramètres esthétiques en fonction de cette dent de référence.

3. Détermination du projet esthétique

Comme énoncé précédemment, l'élaboration d'un projet esthétique via un logiciel de planification est un moyen de communication avec le patient d'une part, et entre praticiens et prothésistes d'autre part. En effet, lors de réalisation de prothèses fixes ou amovibles, bon nombre d'informations sont nécessaires au laboratoire de prothèse. La problématique du prothésiste est que le patient n'est pas devant lui pour constater les particularités individuelles. Pour contrer cela, la transmission des informations est facilitée par la prise de photos/vidéos, et par le partage d'un plan de traitement détaillé et calibré. L'équipe thérapeutique peut alors mettre en évidence les difficultés du cas ou les éventuelles complications. Le but est donc d'anticiper les difficultés et de rendre le traitement le plus prédictible possible.

Plus un cas est complexe, et plus l'utilisation d'un logiciel de planification est profitable.

Qu'importe le logiciel de programmation choisi, le protocole est toujours le même. On réalise plusieurs diapositives de photos dont les suivants (21):

- Diapositive avec les lignes de références (vu précédemment).
- Diapositive avec prise de vue frontale, patient souriant.
- Diapositive avec une photo intra-orale.
- Diapositive avec superposition des 3 informations précédentes : fondu de l'image intra-orale sur le visage avec les lignes de références.
- Diapositive de la vue occlusale : indispensable pour l'harmonie des arcades et la courbe du sourire.
- Diapositive avec photo à 12h : pour appréhender la position de la lèvre inférieure avec la position des bords incisifs.
- Dernière diapositive : proposition du plan de traitement, qui regroupe toutes les informations dont les 3 photos clés (frontale, occlusale et 12h), et les mesures associées.

4. Exemple de planification sur le logiciel Smile Cloud

À ce jour, le logiciel Smile Cloud est un des outils les plus utilisés pour la planification. On va prendre ce logiciel comme exemple pour connaître les étapes de réalisation d'un projet esthétique virtuel (22)-(23).

Dans un premier temps, on télécharge toute la documentation nécessaire à la planification (photos, vidéos, CBCT...).

a) **Références faciales**

On choisit la photo de face standardisée. Le logiciel nous crée un rectangle qui va nous permettre de recadrer notre photo selon les 3 étages de la face.

Il faut mettre la photo « à niveau ». Les lignes bi-pupillaires et bi-commissurales doivent être placées parallèlement aux lignes horizontales formées par le cadre.



b) **Identifier le contour des lèvres**

Une fois les équilibrations faites sur la photo de référence, le logiciel va de lui-même proposer une ligne de contour des lèvres. On va ajuster la position de cette ligne pré-dessinée en déplaçant les points.

Il suffit d'un double clic sur la bouche pour zoomer sur celle-ci et permettre de détourner la zone avec plus de précision. On peut également faire le choix de ne prendre uniquement les dents comprises dans le projet prothétique lors de cette étape. Il est possible de réaliser un projet esthétique pour une seule dent, par exemple une dent riziforme. Si la restauration concerne seulement le secteur de canine à canine, on peut se permettre de limiter les points en regard de ces dents.



Figure 12 : Préfiguration du contour des lèvres faite automatiquement par le logiciel.



Figure 13 : Ajustement point par point du contour des lèvres.

c) Affiner l'espace de restauration

On vient définir les nouvelles courbes du sourire. On peut faire le choix de travailler en symétrie ou de dessiner chaque dent une par une. À cette étape, on peut jouer sur de nombreux facteurs : la position des zéniths, la hauteur et largeur des dents, le niveau des papilles. La future position des points de contacts interdentaires peut également être ajustée pour s'assurer de la bonne préservation des papilles après la chirurgie.

Le logiciel aide aux choix des bonnes proportions dento-dentaires. Il donne le pourcentage du rapport largeur/longueur. Pour l'incisive centrale ce rapport doit être compris entre 75% et 83% pour être considéré comme esthétique.



Figure 14 : Planification du projet esthétique sur Smile Cloud.



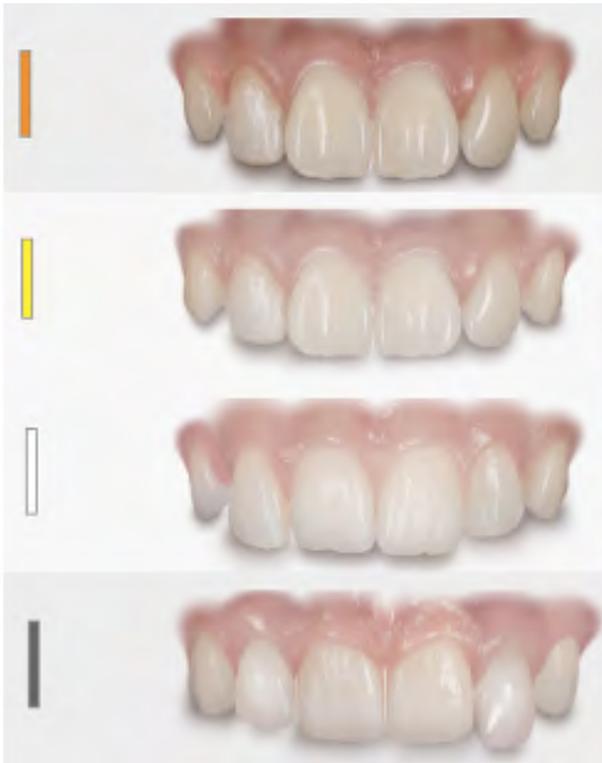
Figure 15 : Planification du projet esthétique sur Smile Cloud.



Sur cette vidéo on voit l'évolution du rapport largeur/longueur de l'incisive centrale, le logiciel change la couleur de ce rapport lorsque ce dernier n'est plus satisfaisant.

QR Code 1 : Évolution du rapport largeur/longueur des incisives.

d) Bibliothèque des formes de dents et choix de la teinte



Après avoir déterminé la nouvelle position des bords libres et de la ligne marginale, on doit définir la forme des dents en corrélation avec la forme du visage du patient. Il existe une banque de données établie par le créateur du logiciel. Chaque dent est téléchargeable sous format STL et utilisable pour l'impression 3D. Un algorithme sélectionne la forme de dent la plus adaptée et en concordance avec la situation.

Un code couleur indique la pertinence de chaque choix de dent, de la proposition idéale à celle déconseillée, selon cet ordre :



Figure 16 : Bibliothèque de choix de dents sur Smile Cloud.

- Orange
- Jaune
- Blanc
- Gris



Diminution de la pertinence du choix en allant du orange vers le gris.

À cette étape, on peut également modifier la teinte des restaurations. Cela permet au patient de mieux visualiser le résultat final avec plusieurs propositions de teintes.



QR Code 2 : Modification de la teinte des restaurations.



QR Code 3 : Visualisation de la superposition du cas initial avec le PEV.

Sur ces vidéos, on voit par superposition le cas clinique initial et le projet esthétique virtuel.



Figure 17 : Projet esthétique virtuel proposé au patient.

e) Calibration et mesures des nouvelles proportions dentaires

Une fois le PEV terminé, il faut le rendre exploitable. On cherche à récupérer toutes les informations nécessaires à sa réalisation en 3D. Pour cela il faut calibrer la règle de mesure présente sur le logiciel. Par exemple, on peut prendre comme référence la distance entre les deux incisives centrales en bouche et on reporte cette mesure sur le logiciel. La règle donne les mesures en millimètres.

Ensuite, on mesure point par point la distance entre la position du bord incisif actuel et celui déterminé par le projet virtuel.



Figure 18 : Mesure en millimètres de l'augmentation de la hauteur coronaire.

Lors de cette étape, l'objectif principal est la communication avec le prothésiste. Le logiciel Smile Cloud a comme fonctionnalité le partage des cas cliniques. Le prothésiste peut donc avoir accès à l'ensemble de la planification. Il télécharge directement sur son logiciel de travail les dents sélectionnées sous format STL. Ensuite, les mesures détaillées sur une photo du Smile Cloud sont transmises par le praticien. Le prothésiste peut alors positionner correctement les dents du fichier STL sur l'empreinte numérique. Ainsi, un projet esthétique 2D est retranscrit en 3D et utilisable cliniquement.

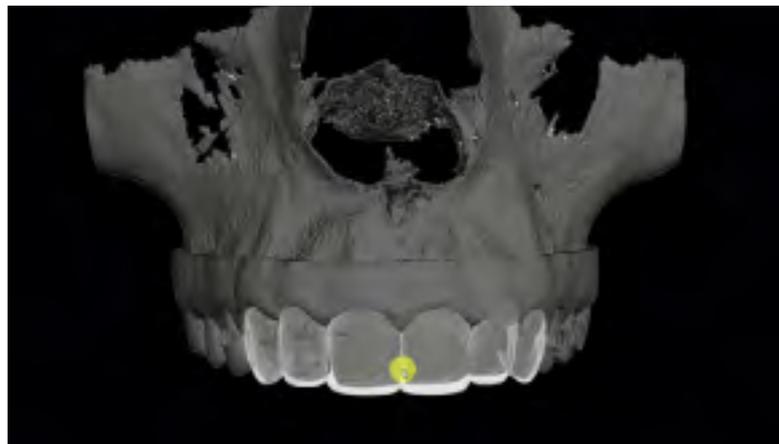


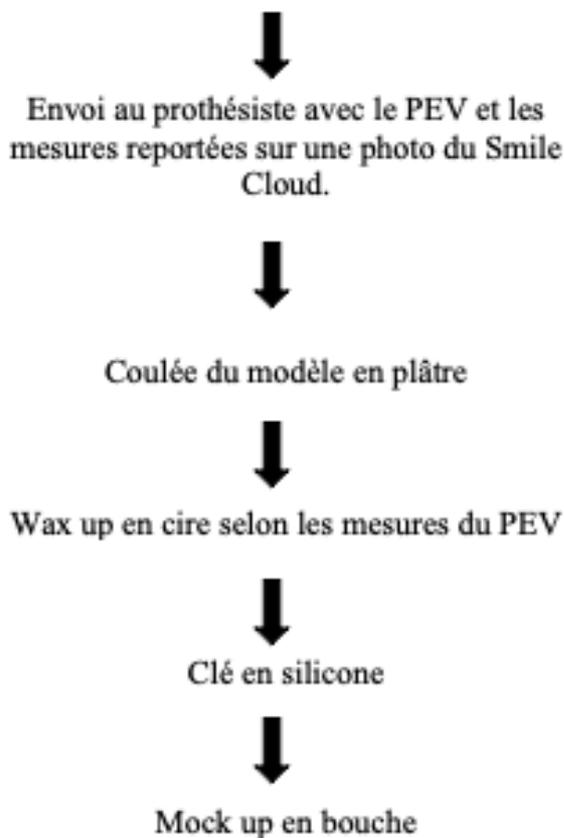
Figure 19 : Vue simultanée du CBCT du cas initial avec la reproduction du projet esthétique.

On peut réaliser la superposition des empreintes optiques des arcades, des dents du DSD et du CBCT à condition d'avoir l'ensemble des fichiers sous format STL. Pour cela il est nécessaire de convertir le CBCT de DICOM en STL (24).

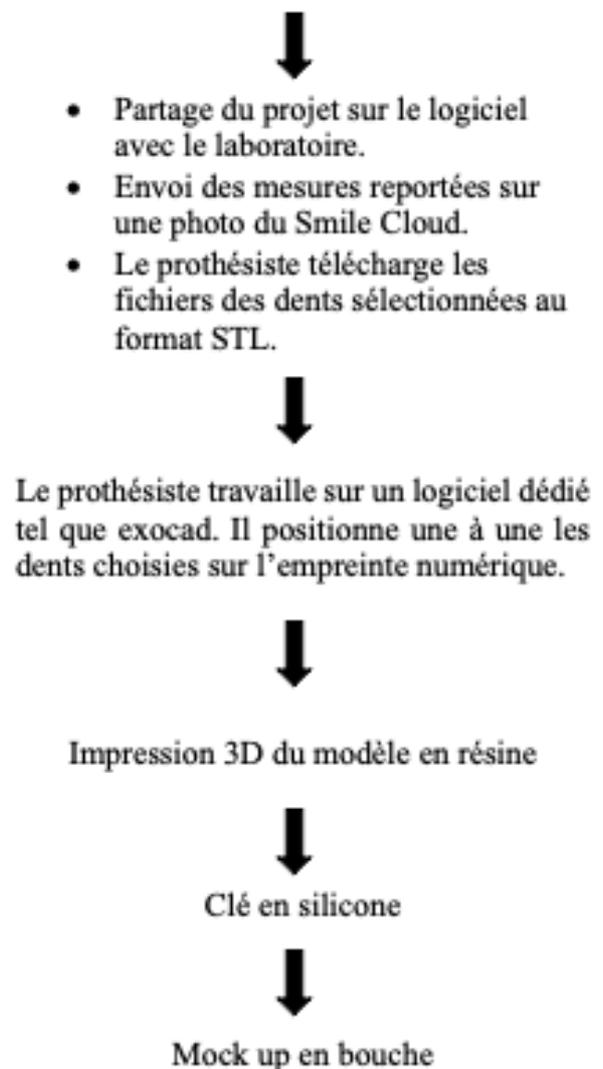
À partir de ce PEV, on peut réaliser un wax up en cire (empreinte physique) ou un wax up en résine (empreinte numérique) puis un mock up en bouche pour confirmer le plan de traitement avec le patient. Ce dernier peut porter le mock up quelques jours. De cette manière, on obtient la validation esthétique et fonctionnelle du projet (25).

On a deux voies éventuelles pour parvenir à la réalisation du mock up :

Empreinte Physique Conventiennelle (Silicone, Alginate)



Empreinte Numérique



En fonction du projet final, notre choix thérapeutique peut nécessiter un aménagement de la ligne des collets entraînant la réalisation d'élongations coronaires et donc d'un guide chirurgical. Le PEV et les mesures nous aident également à concevoir notre guide.



Figure 20 : Mesure point par point de la gencive kératinisée en excès selon le PEV.

Enfin, on arrive à l'étape de l'élaboration du guide chirurgical.

IV. Réalisation des guides chirurgicaux

A. Empreinte 3D et CFAO

Au fil du temps, les empreintes conventionnelles font place aux empreintes numériques. Leur but est de restituer des données tridimensionnelles (26).

L'empreinte optique a permis de résoudre certains problèmes rencontrés lors de l'utilisation de l'empreinte conventionnelle. Certaines étapes ne sont plus nécessaires comme le choix de la taille du porte-empreinte ou encore la désinfection et le conditionnement des empreintes. On a pu s'affranchir de plusieurs inconvénients tels que : le temps de spatulation, le temps de transport, la coulée du plâtre, les capacités de stockage limitées dans les cabinets ou laboratoires. Chaque étape d'une empreinte conventionnelle comporte des risques de déformations et donc des pertes d'informations. Lors de la prise de l'empreinte on a un risque de déformation du matériau à l'insertion et à la désinsertion dû aux contraintes (défauts, micro-bulles, tirages...). On peut également avoir des biais dus à la rétraction de prise du matériau (selon les conditions de conservation et de transport), qui survient dès 45 minutes après l'enregistrement. Une mauvaise stabilité dimensionnelle impact la fidélité de l'empreinte et peut donc détériorer son exploitation clinique (27).

L'empreinte optique apporte une meilleure résolution de l'état de surface. Les matériaux à empreinte les plus performants obtiennent une résolution proche de 20 microns tandis que certaines caméras numériques enregistrent des détails de l'ordre de 10 microns (28).

Elle permet également une conservation plus aisée des données médico-légales, notamment dans le temps. On a une dématérialisation des modèles donc un espace de stockage quasiment infini. Une empreinte dématérialisée est une empreinte inaltérable, il n'y a pas de perte d'information dans le temps.

Cela augmente et facilite l'échange d'informations entre les praticiens, les prothésistes et les laboratoires de prothèses.

De plus, cette technique est plus confortable pour les patients.

Les scanners 3D fonctionnent en émettant des rayonnements lumineux. On retrouve principalement deux types de technologies :

- La lumière structurée LED (light-emitting diode ou DEL diode electroluminescence en français).
- La triangulation ou impulsion laser (rayonnement électromagnétique).

Une fois les rayons émis, l'objet en train d'être numérisé entraîne une modification de la trajectoire des faisceaux lumineux à sa surface. Un capteur enregistre la déviation de la trajectoire du laser et la distance qui sépare le scanner 3D de la surface de l'objet. On a une acquisition du signal suite à l'échantillonnage des données. Le signal est alors transformé en Voxel (unité d'information graphique 3D ou pixel 3D), ce qui nous permet d'obtenir une image 3D conforme à la réalité.

Les données numériques sont ensuite transmises au logiciel d'acquisition CAO (Conception Assistée par Ordinateur). C'est à partir de ce logiciel qu'on modélise le projet ou la maquette virtuelle. On peut également utiliser un logiciel de CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) pour passer directement à l'usinage du guide implantaire, chirurgical ou encore de la prothèse conceptualisée (29).

On retrouve différents logiciels d'acquisitions tels que : DentalSystem de 3shape, DentalCAD de Exocas ou encore CEREC et InLab20 de Dentsply Sirona.

La CFAO peut être qualifiée de semi-directe ou directe. On parle de semi-directe lorsque l'empreinte 3D est transférée sous forme numérique au laboratoire de prothèse. C'est le prothésiste qui est alors en charge des étapes de CAO et de CFAO. En CFAO directe, tout est directement fait sur place au cabinet dentaire.

Il existe deux catégories de numérisations optiques pratiquées en cabinet dentaire :

- La **numérisation extra-buccale**. On peut réaliser la numérisation des arcades à partir d'un modèle en plâtre. Dans ce cas, une empreinte avec un matériau traditionnel est faite en bouche puis on coule le modèle en plâtre avant sa numérisation.

Ex :

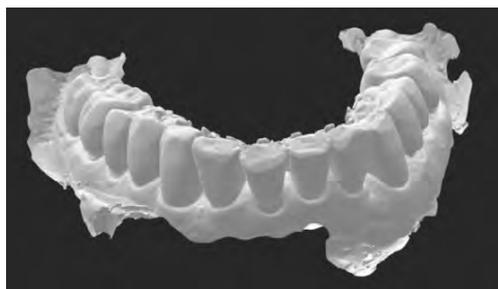


Figure 21 : Enregistrement de l'arcade mandibulaire.

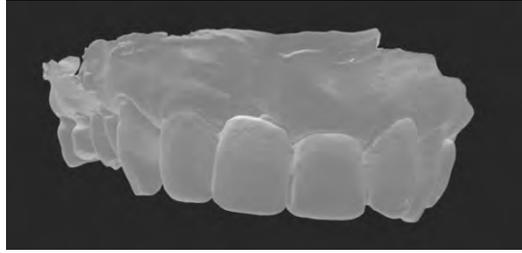


Figure 22 : Enregistrement de l'arcade maxillaire.

- La **numérisation intra-buccale**. On utilise des caméras numériques adaptées à l'environnement intra-buccal : caméra de taille réduite, avec ou sans fil, embouts chauffants pour limiter la buée et améliorer l'acquisition.

Ex :

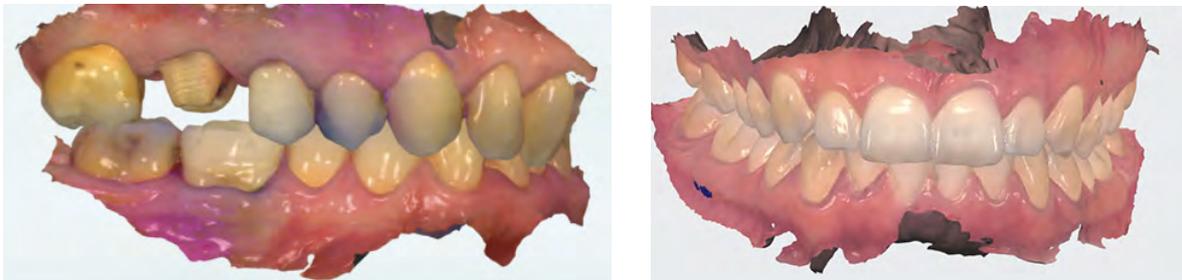


Figure 23 : Enregistrement du rapport inter-arcade (OIM).

La méthode d'enregistrement a évolué au cours des dernières années. Certains scanners utilisent ce qu'on appelle le « **cliché simple** » ou « **point and click** ». Dans ce cas le scanner est placé directement au contact dentaire et réalise une succession de prises de clichés. Cette technique peut-être par moment laborieuse car il faut une caméra stable et bien positionnée pour obtenir une image nette. Les clichés sont ensuite numériquement assemblés pour obtenir l'image 3D, c'est ce qu'on retrouve avec le *CEREC Bluecam de Dentsply Sirona*.

Récemment, il y a eu l'apparition de caméras qui utilisent une méthode en « **flux vidéos** ». L'empreinte 3D est facilitée, on réalise une prise en continue à main levée et sans contact dentaire. La méthode est exploitée par exemple par : *Omniscam de Dentsply Sirona*, *PrimeScan de Dentsply Sirona*, *CS 3700 de Carestream Dental*...

On trouve différentes marques et systèmes de caméras optiques actuellement sur le marché.(30)

Les plus communément utilisés sont :

- **DENTSPLY SIRONA - Primescan.**

C'est une révolution depuis la Bluecam car contrairement au précédent modèle, on n'a plus besoin du poudrage de dioxyde de titane. De plus, on a un enregistrement en flux continu. Les surfaces dentaires doivent être séchées. Elle ne permet pas la prise de teinte dentaire.

(Enregistrement arcade entière + antagoniste + OIM).



Figure 24 : Caméra Optique Primescan.

- **DENTSPLY SIRONA – OMNICAM**

Cette caméra possède le logiciel CAO intégré.

- **PLANMECA – Emerald 5**

Elle a le logiciel CAO intégré, permet la prise de teinte dentaire et la détection des tissus carieux.

- **CARESTREAM DENTAL – CS 3700**

Cette caméra ne possède pas de logiciel CAO intégré mais permet des exports. Elle n'a pas la technologie nécessaire à la détection des tissus carieux mais peut aider à la prise de teinte dentaire.

- **3SHAPE – trios 4**

L'empreinte est obtenue en flux continu. En dehors de cas de prothèse complète, le logiciel n'a pas besoin de l'enregistrement des arcades dans leur totalité. La dernière version de cette caméra permet de détecter les tissus dentaires cariés. Il existe plusieurs modèles de 3 Shape, dont la trios monochrome ocre ou la trios color qui permet d'avoir une couleur réaliste des tissus.



Figure 25 : Caméra optique 3 Shape avec CART.

Elles permettent toutes l'acquisition des données numériques sous le format STL, qui est un format dit « ouvert » compatible avec tous les logiciels de CAO ou de CFAO.

B. CFAO du guide chirurgical

La technique utilisée dans le domaine dentaire pour l'impression 3D est la stéréolithographie (31). C'est un procédé qui permet le durcissement sélectif d'une résine polymère couche par couche en utilisant un rayon laser ultraviolet. Également appelée **SLA**, elle permet le prototypage rapide de nombreux objets, dont les guides dentaires, à partir de matériaux thermodurcissables.

La stéréolithographie **SLA** est le procédé de choix car il permet la fabrication de pièces avec une meilleure résolution, des détails plus précis, et un état de surface lisse en comparaison aux méthodes de Digital Light Processing (**DLP**), Fused Deposition Modeling (**FDM**) ou encore de Selective Laser Sintering (**SLS**). Cette technologie offre à la fois de très bons résultats et une bonne rentabilité.



Figure 26 : Imprimante 3D Form Lab utilisant la technologie SLA

Une fois l'impression faite, le modèle obtenu doit subir quelques étapes de post-production. Le modèle est enlevé du socle et doit être plongé dans un bain **d'alcool isopropylique**. Ce bain a pour but de nettoyer la pièce et d'éliminer les résidus de résines. Le temps et la concentration en alcool nécessaires dépendent des recommandations des fabricants. Ensuite, il faut laisser sécher le modèle jusqu'à élimination complète de l'alcool. La polymérisation lors de l'impression n'étant pas totale, il faut passer à une étape dite de « post-traitement ». On place le modèle dans une **chambre à UV**, car il doit être exposé à la chaleur et à la lumière pour obtenir une polymérisation complète. Cette dernière polymérisation confère au modèle les propriétés de biocompatibilité. Elle permet également de solidifier l'objet et d'en maximiser les propriétés mécaniques. Cette étape améliore l'état de surface du modèle, ce qui est non

négligeable pour le confort du patient. La dernière étape consiste à enlever les parties supports de l'impression. Il faut couper aux niveaux des points de contacts entre les tiges supports et le modèle à l'aide de disque ou d'instruments de coupes de formes rondes.

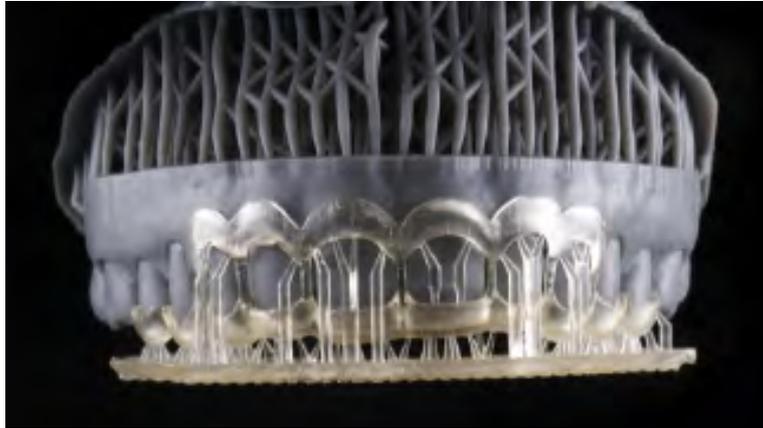


Figure 27 : Exemple d'un guide imprimé en 3D avec les supports toujours en place.

1. Matériaux

Les matériaux utilisés sont fonction de la technique d'impression 3D choisie. Dans notre cas on utilise donc la technique SLA avec de la résine photo-polymérisable.

Les différents matériaux retrouvés sont :

- Hydroxyapatite.
- Polyamide.
- Polybutadienne-styrenne.
- Résine acrylique.
- Starch (résine à base d'amidon).

On remarque qu'environ 30% des impressions 3D exploitent la méthode de la stéréolithographie. Le matériau utilisé pour la SLA est la résine acrylique dans plus de 50% des cas. En odontologie on retrouve le plus souvent comme résine le polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

Material used	3D printing technique used						Technique not clearly stated, n (%)
	Direct metal laser sintering, n (%)	Fused deposition modeling, n (%)	Inkjet printing, n (%)	Powder depositional modeling, n (%)	Selective laser sintering, n (%)	Stereolithography, n (%)	
Acrylonitrile butadiene styrene	2 (1.3)	13 (8.2)					1 (0.6)
Cobalt chromium molybdenum	1 (0.6)	1 (0.6)					
Hydroxyapatite						2 (1.3)	
Nylon					4 (2.5)		1 (0.6)
Plaster			5 (3.2)	1 (0.6)	2 (1.3)		8 (5.1)
PMMA					1 (0.6)		2 (1.3)
Polyamide					12 (7.6)		
Polybutadiene-styrene resin						3 (1.9)	
Polybutadiene-styrene resin						1 (0.6)	
Polycaprolactone		1 (0.6)					
Polycarbonate		1 (0.6)					
Polylactic acid		2 (1.3)					
Polypropylene-polyester							1 (0.6)
Polystyrene					6 (3.8)		1 (0.6)
Resin (acrylic)			6 (3.8)		2 (1.3)	24 (15.2)	5 (3.2)
Silicone			2 (1.3)				
Starch			1 (0.6)			1 (0.6)	
Titanium	2 (1.3)	2 (1.3)			2 (1.3)		3 (1.9)
Wax							
Material not clearly stated		5 (3.2)	16 (10.1)	1 (0.6)	8 (5.1)	15 (9.5)	24 (15.2)

Tableau 2 : Matériaux utilisés en fonction des techniques d'impression 3D (50).

2. Cahier des charges d'un guide chirurgical

Les pièces imprimées sont pour la plupart destinées à être utilisées en bouche pour des chirurgies avec des protocoles bien précis. Leur bonne réalisation répond donc à un cahier des charges détaillé (32):

- **Transparent** pour une bonne lecture des tissus pendant la chirurgie. Il doit permettre une bonne visibilité.
- **Non déformable** pour prévenir les biais.
- **Biocompatible** (c'est à dire de Classe 1 selon la norme ISO 10-993).
- Ne doit pas être en matériau cassant ni en matériau élastique (*Vercruyssen 2014*).
- Permettre un **positionnement reproductible** et fiable.
- Pouvoir être **stérilisable** en autoclave sans subir de déformation.
- **Appui dentaire** de préférence pour une bonne **stabilité**. Il y aura un appui muqueux et osseux en cas d'édentement trop important.

- Sans contres dépouilles.
- Sans irrégularités de l'intrados.
- Polissage et finitions pour ne pas risquer d'abimer les muqueuses.
- Les données 3D doivent être les plus précises pour assurer une transmission optimale.

L'avantage de ce type de chirurgie est que son indication implique la présence de dents sur l'arcade. On ne se trouve jamais en présence de crêtes totalement édentées, qui est la situation la plus complexe pour la stabilité d'un guide chirurgical avec appui muqueux uniquement. Ici on se trouve dans la situation la plus « facile », car les dents sont indéformables et permettent un bon encastrement du guide.

Un guide à appui dentaire permet de réaliser des chirurgies avec ou sans lambeau (flapless) avec une très bonne stabilité. La mise en place du guide ne doit pas se faire sous une pression trop importante. En effet étant sur un appui dentaire, il n'y pas le risque de dépressibilité comme au niveau muqueux, mais il y a toujours un risque de déformation du ligament alvéolo-dentaire (33).

C. Les différentes conceptions de guides chirurgicaux

Après avoir réalisé le projet esthétique virtuel en 2D, on passe à la conception du guide en 3D. La retranscription du projet virtuel par le prothésiste sur l’empreinte optique permet la réalisation des guides chirurgicaux.

Concernant les procédés de chirurgies guidées, plusieurs versions de guides chirurgicaux ont été décrites à ce jour :

1. Technique avec un guide unique de gingivectomie

La chirurgie commence par la gingivectomie. On a un guide unique qui est mis en place en début de chirurgie pour réaliser la gingivectomie, il prend en compte uniquement les tissus mous. Il est ensuite retiré et l’ostéotomie est faite si nécessaire de manière conventionnelle.

2. Concept de « dual surgical guide »

Il s’agit d’une technique qui combine un guide pour la gingivectomie et un deuxième guide pour l’ostéotomie (34). Dans un premier temps, on met en place le guide chirurgical réalisé pour préfigurer le nouveau contour gingival.



Figure 28 : Cas clinique initial.



Figure 29 : PEV avec DSD de 12 à 22.



Figure 30 : Guide chirurgical dédié à la gingivectomie.

Une incision nette et franche est faite tout le long du guide pour enlever tout le tissu gingival en excès. Une fois le 1^{er} guide enlevé, il faut réaliser un lambeau de pleine épaisseur pour accéder à l'os sous-jacent. Dès le lambeau levé, on peut insérer le guide chirurgical dédié à l'ostéotomie.

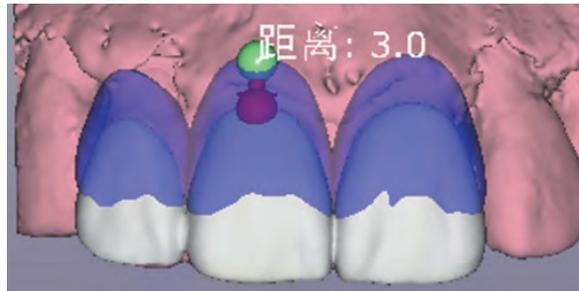


Figure 31 : Détermination du futur niveau osseux.

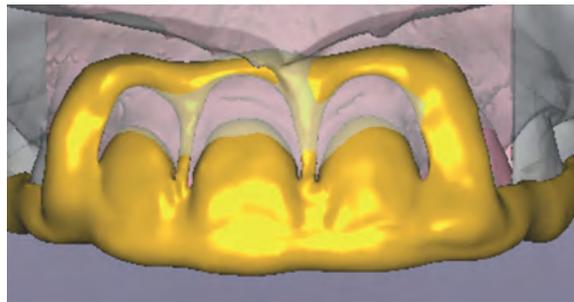


Figure 32 : Préfiguration du guide pour l'ostéotomie.

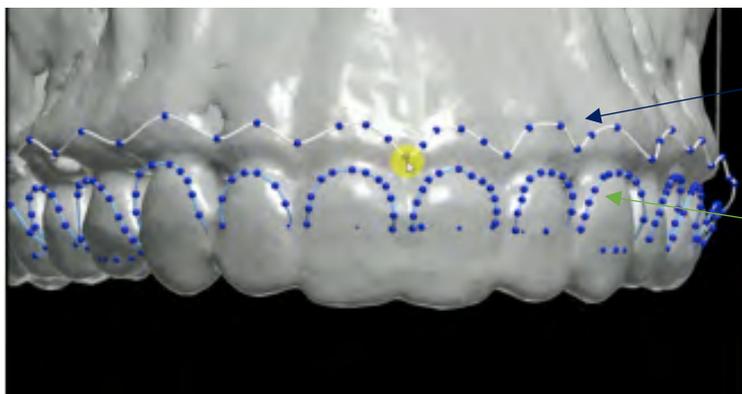


Figure 33 : Guide chirurgical dédié à l'ostéotomie.

Ce dernier délimite la partie d'os à éliminer. Cela correspond aux 3 mm nécessaires pour l'attache supra-crestale par rapport à la nouvelle position de la gencive marginale. Il suffit de suivre les lignes du guide et d'effectuer l'exérèse de l'ensemble de tissu osseux qui se trouve dans la partie évidée du guide. Le guide peut enfin être retiré pour réaliser les sutures.

3. Technique avec un guide unique pour coupler gingivectomie et ostéotomie

L'ensemble de la chirurgie sera guidée par un guide chirurgical, ce dernier sera utilisé deux fois pendant la chirurgie (8). On obtient sur un seul et unique guide, une partie interne dédiée à la gingivectomie et une partie externe dédiée à l'ostéotomie. Il préfigure dans un premier temps la position de la gingivectomie faite par une incision à biseau interne. Puis, il est retiré pour permettre la réalisation d'un lambeau de pleine épaisseur. On l'utilise à nouveau pour marquer la délimitation de l'ostéotomie. Contrairement à un guide dédié uniquement à l'ostéotomie, ici il ne préfigure pas tout l'os à retirer, mais indique seulement la nouvelle position de la crête osseuse. Une fois le marquage de la nouvelle position fait en apicale du guide, on le retire. On peut alors effectuer l'ostéotomie et l'ostéoplastie en toute sécurité selon la planification.



Futur niveau osseux

Jonction amélo-cementaire

La planification est faite par superposition d'un CBCT et d'un scanner intra-oral de l'arcade. On objective la position de la jonction amélo-cémentaire sur le CBCT. C'est en fonction de cette limite que l'on va planifier la hauteur de l'ostéotomie.



Figure 34 : Guide chirurgical 3D pour gingivectomie et ostéotomie.

La partie supérieure de la fenêtre du guide délimite la nouvelle position de la ligne marginale. La partie la plus apicale délimite quant à elle, la nouvelle position de la crête osseuse.

V. Prise en charge chirurgicale

Les techniques de réalisation de chirurgie d'élongation coronaire sont nombreuses. Selon les indications et la situation clinique de nombreux protocoles différents sont envisageables. Nous allons prendre en considération trois caractéristiques cliniques vues précédemment :

- L'**ECP** : Espace Chirurgical Prothétique.
- La **GA** : hauteur de Gencive Attachée.
- La **GK** : hauteur de Gencive Kératinisée.

Pour simplifier, la chirurgie a deux objectifs principaux :

- Aménagement ou conservation des tissus mous.
- Aménagement ou conservation des tissus durs.

Le tableau suivant permet de déterminer le choix thérapeutique à entreprendre en fonction de la hauteur de GA, de la GK et de l'ECP (13):

	GA > 3 mm et GK > 5 mm	GA = 3 mm et GK = 5 mm	GA < 3 mm et GK < 5 mm
ECP > 3 mm	Gingivectomie seule (avec ou sans gingivoplastie)	Lambeau déplacé apicalement de pleine épaisseur	Lambeau déplacé apicalement d'épaisseur partielle (aménagement tissus mous uniquement)
ECP < 3 mm	Gingivectomie + Ostéotomie/Ostéoplastie Ou Technique Flapless : ostéotomie sans lambeau (précédé ou non de gingivectomie)	Lambeau déplacé apicalement de pleine épaisseur + ostéotomie/ostéoplastie (aménagement des tissus durs et mous)	Lambeau déplacé apicalement d'épaisseur mixte + ostéotomie (aménagement des tissus durs et conservation des tissus mous)

Tableau 3 : Choix de la technique chirurgicale selon les critères cliniques.

A. La gingivectomie

La gingivectomie est la chirurgie la plus pratiquée en parodontologie. Elle consiste en l'exérèse de tissu gingival par incision puis excision. Une gingivectomie dite « simple » ne demande pas d'aménagement des tissus durs ni de lambeaux ou d'ostéotomie associée. Elle est réalisée en cas d'excroissance gingivale, d'un sourire gingival ou encore en présence de pseudo-poches parodontales. Cette chirurgie entraîne une modification de la position de la gencive marginale sans déplacement de la ligne muco-gingivale. Elle peut être envisagée uniquement en présence d'au moins 5 mm de gencive kératinisée dont 3 mm de gencive attachée (35).

Comme dit précédemment, cette technique a pour but de rendre les lignes gingivales esthétiques, fonctionnelles et d'obtenir un bon état de santé parodontal. Elle concerne uniquement les tissus mous. Avant toute phase chirurgicale, on passe par une phase thérapeutique de préparation tissulaire. La chirurgie demande une réduction de l'inflammation ainsi qu'un bon contrôle de l'hygiène de la part du patient pour avoir de bonnes conditions opératoires (réduction du saignement peropératoire, meilleure manipulation des tissus qui seront plus fermes avec diminution des douleurs postopératoires) (36).

La gingivectomie dite « simple » peut être faite par différentes techniques d'incisions :

1. Biseau interne

Ce type d'incision permet d'éliminer une partie de l'attache épithéliale et conjonctive. On réalise l'incision avec un angle de 10° à 45° de coronaire en apical selon le grand axe de la dent. Le biseau interne est à la fois utilisé dans les techniques de gingivectomies ou lors de lambeaux de préservations papillaires. Une fois le biseau interne fait, on réalise une deuxième incision, cette fois-ci intrasulculaire pour venir décoller le bandeau de gencive à l'aide d'un instrument comme le mini CK6.

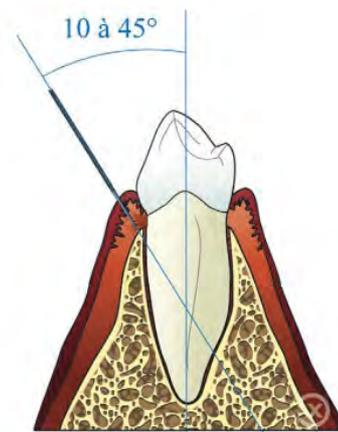


Figure 35 : Incision à biseau interne

2. Biseau externe

On parle d'incision apicocoronaire. L'objectif de l'incision à biseau externe est l'exérèse de la gencive libre et de l'épithélium de jonction (épithélium situé au fond du sulcus). L'incision se fait au niveau de la gencive attachée avec un angle de 45° apicalement par rapport au grand axe de la dent. Ce type d'incision entraîne une cicatrisation de seconde intention avec des risques de douleurs post-opératoires.

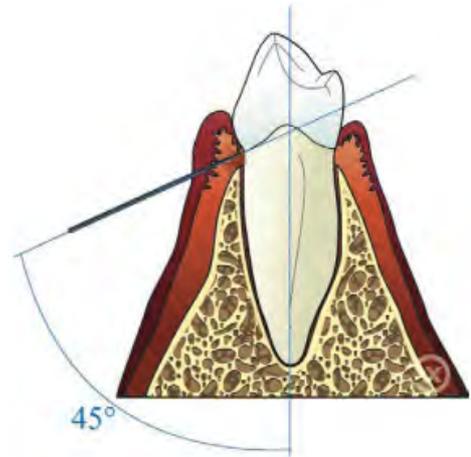


Figure 36 : Incision à biseau externe

Une gingivoplastie peut être réalisée pour adoucir les bords et éviter les brides cicatricielles après la gingivectomie (ex : fraise boule). Cette technique est contre-indiquée en présence de faible hauteur de gencive attachée (19).

La gingivectomie peut se faire à l'aide de nombreux instruments différents tels que : bistouri à lame froide (les plus fréquemment utilisées : lame 15, lame 15C ou lame 11), laser Yag, laser CO2, fraise céramique, un appareil d'électrocoagulation ou encore un laser à diode. Selon les études récentes le meilleur instrument est le laser CO2 (37).

3. Incision intra-sulculaire

Il s'agit de l'incision la plus fréquente en chirurgie dentaire car elle permet l'économie tissulaire. Elle est pratiquée à l'aide d'une lame 15 ou 15c. On réalise une incision dans le sulcus selon le grand axe de la dent. L'incision intra-sulculaire est pratiquée pour lever des lambeaux ou suite à un biseau interne pour éliminer la collerette gingivale.

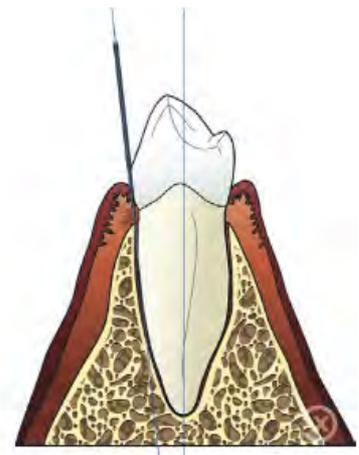


Figure 37 : Incision intra-sulculaire

B. L'ostéotomie

L'ostéotomie est une chirurgie résectrice consistant en l'élimination de l'os alvéolaire. Elle permet la correction de défaut osseux et le rétablissement de l'attache supra-crestale. En plus de déterminer la position anatomique du collet cervical, la chirurgie doit conserver ou rétablir un bon profil d'émergence, une bonne épaisseur osseuse et une bonne convexité des tissus mous. Cette pratique est utilisée dans la prise en charge chirurgicale des atteintes parodontales notamment pour l'assainissement de poches parodontales. On peut réaliser la résection manuellement par curetage (ex : ciseau à os ou rugine) ou avec des instruments rotatifs.

L'indication d'une ostéotomie est fonction de la relation entre la crête alvéolaire et la jonction amélo-cémentaire. Elle est indiquée lorsque la crête osseuse est située au même niveau ou coronairement à la jonction amélo-cémentaire, ainsi que pour rétablir l'attache supra-crestale nécessaire à une bonne santé parodontale (8).

Les chirurgies parodontales sont toujours délicates à entreprendre. L'enjeu le plus important est la préservation des papilles interdentaires. On doit garantir le maintien de la papille en post-chirurgical. À noter que la distance moyenne entre la pointe papillaire et le niveau osseux doit être d'environ 4,5 mm. Les papilles peuvent facilement être déchirées ou se nécroser lors d'une chirurgie du fait de leur fragilité et d'une faible vascularisation (10).

L'ostéotomie est généralement réalisée suite à une gingivectomie. La chirurgie d'élongation coronaire (gingivectomie +/- ostéotomie) peut être exécutée de différentes manières selon : les lambeaux d'accès, le choix de lambeaux de pleine épaisseur, de demi-épaisseur ou en alternant pleine puis semi-épaisseur. La quantité de tissus mous et osseux à enlever doit être étudiée pour permettre d'avoir un résultat en accord avec le projet esthétique.

C. Lambeau déplacé apicalement

Comme lors d'une gingivectomie, le LDA permet de déplacer la position de la gencive marginale. En revanche, elle entraîne en plus une modification de la position de la ligne muco-gingivale.

Cette technique est réservée au secteur vestibulaire antérieur. En effet, le tissu dur et trop kératinisé situé en palatin ne préconise pas l'application de cette méthode. En ce qui concerne la mandibule, on a une traction musculaire importante qui pourrait nuire à la laxité du lambeau.

Le lambeau positionné apicalement consiste à venir décoller les tissus mous pour les replacer apicalement de manière à découvrir du tissu dentaire. Ainsi on augmente la hauteur coronaire tout en conservant un bon environnement parodontal.

Cette technique demande la réalisation d'un lambeau d'épaisseur variable selon la situation clinique puis de réaliser une incision de semi-épaisseur pour donner de la laxité au lambeau. On réalise des incisions de décharges qui dépassent la ligne muco-gingivale. Une fois le lambeau réalisé et l'ostéotomie faite, on repositionne le lambeau apicalement par rapport à sa situation initiale puis on effectue les sutures.

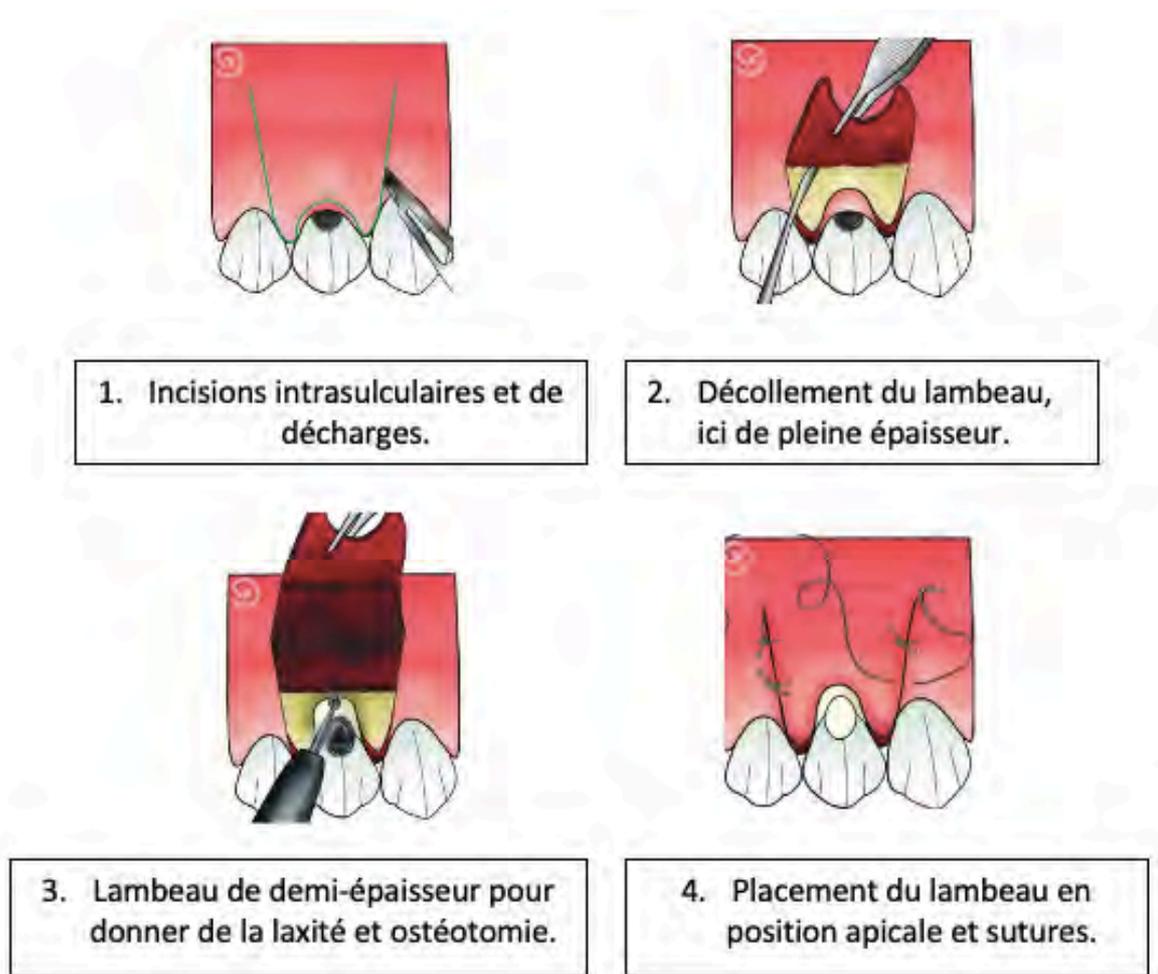


Figure 38 : Étapes d'une élongation coronaire avec LDA.

Les différentes techniques de LDA sont :

- **LDA d'épaisseur totale**

On l'utilise lorsque l'ECP n'est pas suffisant. On réalise une incision intra-sulculaire puis on décolle entièrement le lambeau jusqu'au contact osseux. Cela permet d'avoir un accès total à l'os alvéolaire. Ce procédé permet de réaliser dans un seul et même temps chirurgical une ostéotomie et le déplacement des tissus mous.

- **LDA d'épaisseur partielle**

On l'utilise lorsque l'ECP est satisfaisant (> 3mm) et que la hauteur de gencive attachée et de gencive kératinisée est insuffisante. Nous n'avons pas besoin d'accéder au tissu osseux. On a seulement besoin de conserver le tissu mou et de le déplacer. Dans ce cas une incision en semi-épaisseur suffit pour donner de la laxité au lambeau ; on vient replacer ce dernier en apical, de ce fait on augmente la hauteur coronaire. Ainsi on ne porte pas atteinte au périoste et on favorise donc la vascularisation.

La réalisation de lambeaux de demi-épaisseur a plusieurs avantages ; l'os n'est pas exposé, on note moins de douleurs post-opératoires, et une meilleure cicatrisation (42).

- **LDA mixte**

Cette technique combine les deux types de lambeaux vus précédemment. Elle est pratiquée lorsqu'on a une hauteur d'ECP insuffisante et une faible hauteur de gencive attachée et kératinisée. On va avoir une partie du lambeau en pleine épaisseur puis en épaisseur partielle ou inversement.

Il s'agit du lambeau de référence dans notre cas d'élongation coronaire esthétique avec ostéotomie et ostéoplastie combinées. Tout d'abord, on a une incision de demi-épaisseur au niveau des papilles qui permettra de les replacer par une suture avec une attache conjonctive. Puis une incision de pleine épaisseur pour avoir un accès osseux et réaliser l'ostéotomie (38).

Le lambeau de déplacement apical permet de gagner du temps thérapeutique. En effet en un seul temps chirurgical on aménage l'ensemble des tissus. En comparaison avec une prise en charge en deux étapes ; une séance pour ostéotomie avec lambeau de pleine épaisseur, puis

une séance pour la gingivectomie à distance de 4 semaines, on ne trouve pas de différence significative de résultat de l'élongation coronaire. Dans les deux prises en charge on obtient la hauteur coronaire recherchée. En revanche, on observe une diminution de l'épaisseur de tissu kératinisé plus importante avec la technique de déplacement apical. De plus le confort des patients et la qualité de vie post-chirurgicale sont significativement plus importants avec la prise en charge en deux séances (9).

D. Technique chirurgicale « flapless »

Cette technique permet de réaliser des ostéotomies sans faire de lambeaux. On insère les instruments directement dans le sulcus et le travail consiste à obtenir 3 mm de distance entre la gencive marginale et le niveau osseux. La fraise à os ne peut pas être utilisée dans ce cas, les praticiens utilisent des lasers (type laser en pointe quartz), des micro-ciseaux à os, des inserts diamantés ou bistouris ultrasonores (exemple ci-dessous de l'insert PK1 de Paulo Kano) (39);(40).

La piézochirurgie a été décrite par *Horton et al* dans les années 1980 puis développée par *Vercellotti*. L'ostéotomie piézoélectrique permet une découpe osseuse d'une grande précision et quasiment atraumatique. Les micro-oscillations sont actives sur les tissus minéralisés tout en préservant les tissus mous (41).

La chirurgie flapless sera contre-indiquée en présence d'un phénotype osseux épais. En effet, si l'épaisseur osseuse est supérieure au diamètre de l'insert on risque de créer un balcon osseux.

On note de nombreux avantages :

- Absence de suture.
- Temps opératoire réduit.
- Absence de cicatrice.
- Résultats opératoires quasi-immédiats.
- Moins de saignements durant le temps opératoire.
- Suites opératoires moins douloureuses.
- Protocoles reproductibles et résultats prévisibles.
- Meilleure compliance des patients.

En revanche, cette technique n'améliore pas le résultat esthétique en comparaison à une chirurgie avec lambeau. Il n'y a pas de différence non plus entre les deux techniques quant à la position de la gencive marginale après cicatrisation. La différence notable est une diminution de l'inflammation post-opératoire de la gencive en technique flapless par rapport à une chirurgie avec lambeau. Toutefois, à la réévaluation on ne note pas de différences au niveau de l'indice de plaque et de saignement entre les deux techniques pratiquées (43).

Il existe également quelques inconvénients :

- Pas de visibilité.
- Difficulté à réaliser une ostéoplastie bien définie avec la forme désirée.
- Nécessité d'avoir une faible épaisseur osseuse (inférieure au diamètre de l'insert, soit 1,5 mm).
- Pas de contrôle sur la bonne réalisation de l'ostéotomie.

E. Cicatrisation et réhabilitation

La réussite d'une chirurgie parodontale implique une bonne instruction à l'hygiène. Les conseils post-opératoires sont primordiaux et associés à une prescription d'analgiques et de bains de bouche à la Chlorhexidine 0,2%.

Une réhabilitation prothétique est généralement associée aux techniques d'élongations coronaires. Plusieurs choix peuvent être faits par le praticien pour les temps thérapeutiques (44):

- Préparation immédiate et mise en place directe d'une prothèse temporaire pendant la chirurgie.
- Chirurgie puis délai de 3 semaines pour les préparations dentaires.
- Chirurgie puis délai de 6 à 12 mois pour les préparations et la réhabilitation prothétique. Dans ce cas, on veut une cicatrisation totale des tissus mous et durs avant la phase prothétique.

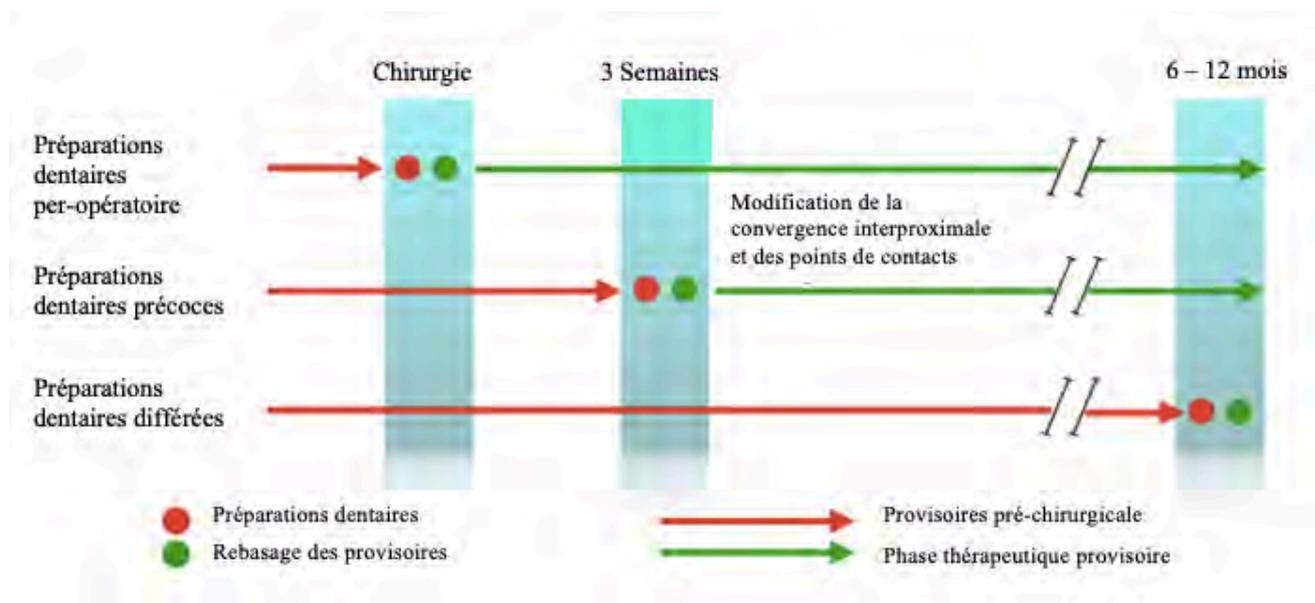


Figure 39 : Délais de prise en charge thérapeutique.

Ce choix dépend évidemment de la situation clinique et de la demande du patient mais il est toutefois important de prendre en compte le temps de cicatrisation. Le résultat définitif dépend de la qualité de cicatrisation des tissus mous et durs.

À propos des tissus mous, la majeure partie de la cicatrisation se déroule au cours des trois premières semaines. Il est donc primordial de respecter ce délai minimum afin de ne pas intervenir dans la régénération de l'attache supra-crestale. Selon, *Bragger et al 1992*, le niveau d'attache ou la profondeur de sondage sont considérés comme stables après 6 semaines de cicatrisation.

Des études ont montré que la position définitive stabilisée de la gencive marginale est obtenue 20 semaines après l'opération chirurgicale. On note une modification de la position de la gencive libre marginale de 1,32 mm en moyenne entre la fin de la chirurgie et la fin de la cicatrisation. En revanche, une fois ce premier temps passé, on ne remarque pas de migration significative de la gencive libre.

En ce qui concerne le niveau osseux, l'année suivant la chirurgie on note une résorption osseuse supplémentaire de 0,6 à 0,8mm (*Wilderman et al 1970*).

Il n'existe pas de consensus précis quant au délai idéal à maintenir entre la chirurgie et la réhabilitation prothétique. Certaines études recommandent à minima 2 à 3 mois après une chirurgie d'élongation coronaire, d'autres 6 mois.

Le type de restauration interfère sur le choix du délai thérapeutique ; dans le cas de restaurations directes au fauteuil il est envisageable de réduire ce délai, et dans le cas de réhabilitation antérieure avec de forte demande esthétique il est préférable d'observer un délai de 6 mois avant de réaliser la phase prothétique définitive (45).

VI. Revue de littérature sur l'intérêt de l'utilisation de guides chirurgicaux

Les revues actuelles au sujet de l'utilisation d'impression 3D en chirurgie portent sur de nombreux domaines chirurgicaux. L'orthopédie détient la part la plus importante avec 45% des utilisations. L'utilisation dentaire pure (en dehors des chirurgies maxillo-faciales) concerne uniquement 4 % des impressions 3D à visée chirurgicale.

En ce qui concerne le domaine de la chirurgie maxillo-faciale, les guides dédiés à l'implantologie représentent, avec 76 %, une très grande part des utilisations. Le but premier de l'utilisation de la 3D en médecine est la planification des interventions. Elle permet de prévenir les complications, d'anticiper les résultats et de limiter les échecs, quel que soit le domaine d'application (46).

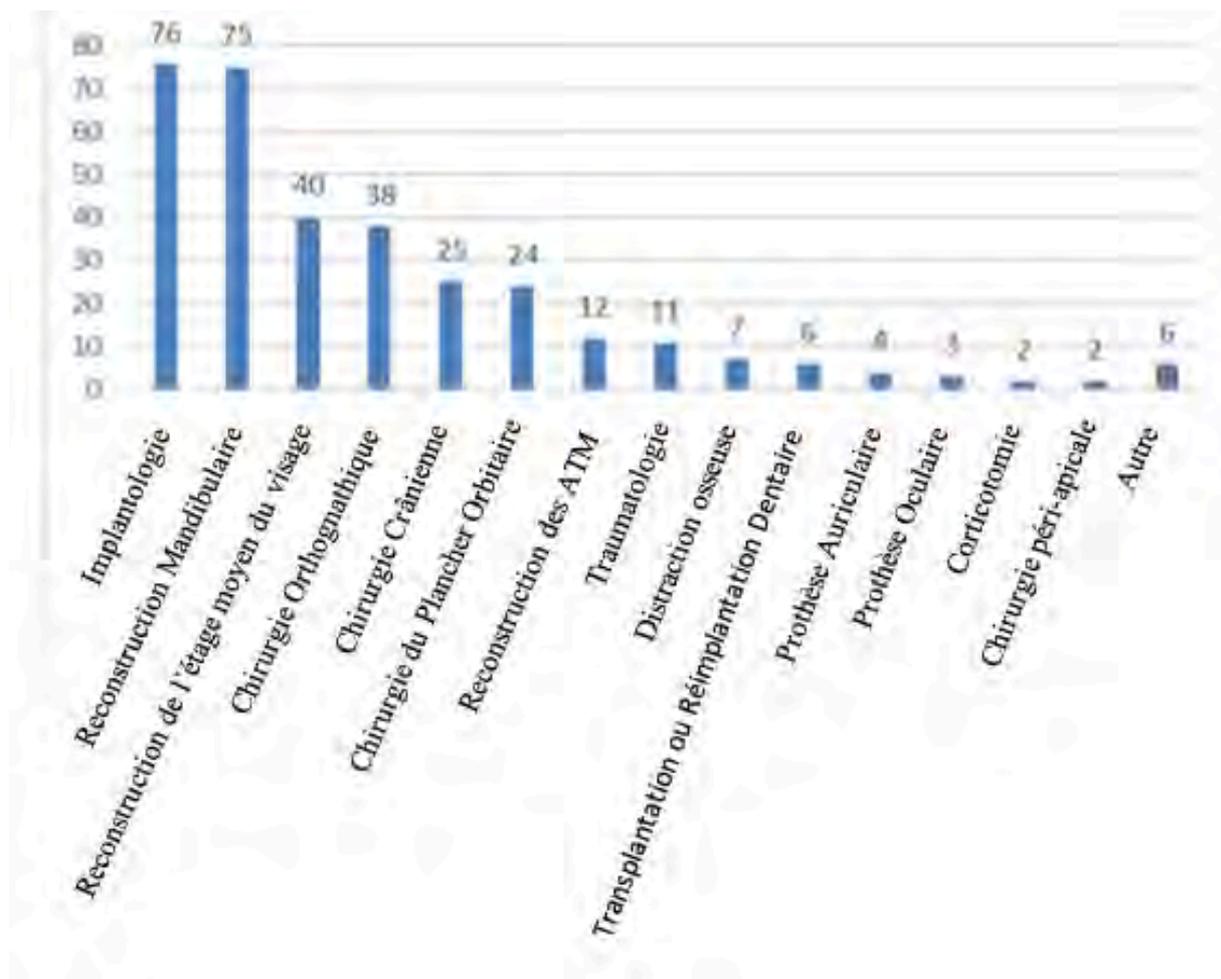


Tableau 4 : Répartition de l'utilisation des guides 3D dans le domaine maxillo-facial.

L'utilisation de guides chirurgicaux pour le type de chirurgie que nous étudions dans cette thèse est très peu développée pour le moment, et donc peu documentée. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer si les coûts d'interventions accrus peuvent être équilibrés avec les avantages observables de cette nouvelle technologie. Une analyse coût-efficacité formelle est nécessaire.

A. Avantages

- Outils d'apprentissages et pédagogiques.
- **Temps de chirurgie** diminué.
- **Sécurisation du geste chirurgical.**
- Mise en **confiance** du praticien.
- Réduction des risques de complications post chirurgicales (hémorragies, infections).
- Augmentation de la **précision** et de la **reproductibilité**.
- Diminution du risque de sur-contour ou sous-contour des tissus mous et durs.
- Amélioration de la **compréhension** du patient, de la pathologie et de la procédure.
- Le guide chirurgical peut agir comme rétracteur ou maintien des tissus mous afin d'éviter des lésions iatrogènes de ces tissus.
- Impact sur le temps d'utilisation de la salle d'opération (RO) => le rapport montre une réduction de temps d'utilisation des salles de blocs. Cela permet un meilleur rendement.

On observe une amélioration des résultats cliniques et donc une diminution des échecs thérapeutiques lors de l'utilisation des guides chirurgicaux. Cette conclusion peut être aussi liée à une planification accrue des chirurgies et une meilleure préparation pré-opératoire des praticiens (35);(47).

B. Inconvénients

- Le **temps de procédure** est augmenté. Les guides permettent de réduire le temps de chirurgie propre mais rallongent la durée des plans de traitement. La plus importante partie du travail et du temps reposent sur : l'analyse, le logiciel, la planification, la conception, fabrication... etc.

- Les **indications** sont limitées.
- Le **niveau de précision** de la partie imprimée : on note une bonne précision des guides chirurgicaux mais cela n'est pas démontré significativement.
- Les résultats restent **praticiens-dépendants**.
- Le **coût** et la **rentabilité**. On note une augmentation des coûts propres. Cependant l'augmentation de la rentabilité n'est pas démontrée significativement, même si la complexité d'un cas, les frais d'études et de fabrications justifient un surcoût de la thérapeutique.

VII. Illustration de cas cliniques en flux numérique

A. Cas clinique n°1

1. Présentation du cas clinique et motif de consultation

Le premier cas clinique que nous allons étudier concerne une patiente de 62 ans dont le motif de consultation est une gêne esthétique antérieure.

Premièrement, le questionnaire médical indique qu'il n'y a pas d'altération de l'état de santé général de la patiente et pas de prise médicamenteuse quotidienne.

Deuxièmement, sur le plan dentaire la patiente présente des antécédents de prise en charge en orthodontie et en parodontie.

Nous allons focaliser la suite de la prise en charge sur le secteur antérieur maxillaire. Toutefois, on réalise précédemment un examen global. Sur le plan occlusal, la patiente se trouve en classe I canine, et a une occlusion stable et reproductible. Les secteurs postérieurs sont réhabilités et ne nécessitent pas de soins supplémentaires.

À l'examen endo-buccal on observe :

- Égression de la 11.
- Mobilité de type II de la 11 (selon la classification de Mülhemann).
- Composite sur l'angle mésial de la 21.
- Vestibulo-version de la 22.
- Non-alignement des collets.
- Triangle noir disgracieux entre 11-21.



Figure 40 : Cas clinique initial.



2. Analyse clinique et tissulaire

La patiente présente un antécédent de maladie parodontale. Un bilan de sondage initial est réalisé pour évaluer l'atteinte parodontale.

On note une perte d'attache importante sur la 11, avec une poche parodontale de 13 mm sur trois points en palatin, et 14 et 12 mm de profondeur de poche respectivement en mésio-vestibulaire et disto-vestibulaire.

	16	17	18	19	14	12	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Mobilité																
Implant																
Furcation																
Saignement, au sondage																
Plaque																
Niveau gingival	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-2	0	0	-3	-2	-2	0	0	0
Profondeur de sondage (poche)	2	1	4	1	2	1	3	2	3	2	4	3	2	4	5	1
Niveau gingival	3	0	0	0	0	0	-1	-1	-3	-2	-1	-1	-1	0	0	0
Profondeur de sondage (poche)	1	10	5	2	5	5	3	5	5	5	4	5	5	4	5	4
Plaque																
Saignement, au sondage																
Furcation																
Note																

Tableau 5 : Bilan de Sondage Parodontal.

Malgré cette atteinte parodontale localisée sur la 11, la patiente a une bonne hygiène bucco-dentaire et un bon contrôle de plaque. La gencive est saine et non inflammatoire. On observe un indice de plaque de 5% et un indice de saignement au sondage de 12%.

À la réévaluation, on considère la parodontite comme stabilisée.

La hauteur de gencive attachée et kératinisée est suffisante pour permettre une gingivectomie simple ne nécessitant pas de lambeau déplacé apicalement.

3. Analyses radiologiques

Des analyses complémentaires sont réalisées. On effectue un status parodontal, ainsi qu'un CBCT.

On cherche à évaluer l'atteinte parodontale de la 11 et quantifier la perte osseuse associée.



Figure 41 : Rétro-alvéolaire 11 - 21.

On observe une lésion infra-osseuse sévère en mésial de la 11.

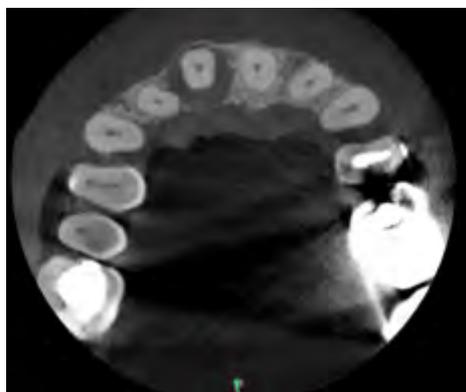


Figure 42 : Coupe transversale de CBCT au maxillaire.

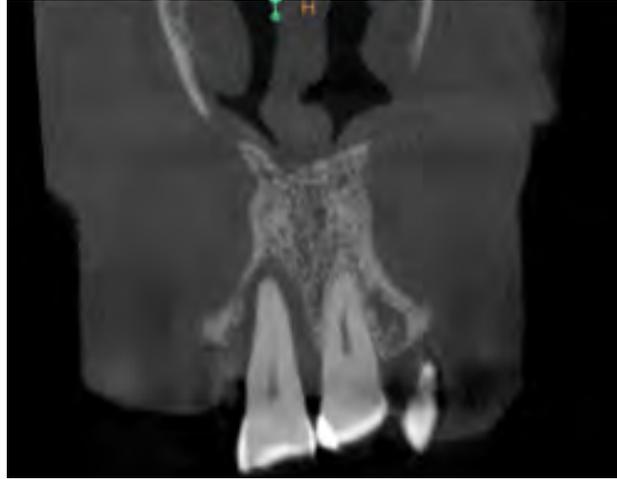


Figure 43 : Coupe frontale du CBCT centrée sur les incisives centrales.

A l'imagerie 3D on observe une lésion circonférentielle autour de la 11 avec un défaut osseux à 4 parois perdues. Dans la situation d'une lésion-infra osseuse sans parois résiduelles le pronostic clinique n'est pas favorable.

À l'issu de tous les examens, on décide de ne pas conserver la dent.

4. Plan de traitement et protocole

Le plan de traitement proposé à la patiente est le suivant :

- Empreinte optique – réalisation modèle en plâtre.
- Wax up + clé.
- Avulsion 11 (punch épithélio-conjonctif pour comblement alvéolaire), préparation des 12-21-22 pour bridge provisoire.
- Temps de cicatrisation.
- Greffe gingivale (technique de tunnélisation avec bourgeon épithélio-conjonctif prélevé au palais et désépithialisé).
- Élongation coronaire (sur les 12-11-21-22).
- Bridge 4 éléments 12-(11)-21-22.

a) **Empreinte 3D**

A l'aide du scanner Primscan, on réalise une empreinte optique de l'arcade supérieure puis inférieure, ainsi que le rapport inter-arcade.

b) Wax up

La première étape du plan de traitement est la réhabilitation de l'incisive centrale. Afin de réaliser le bridge provisoire directement à la fin de la chirurgie, on effectue un wax up sur le modèle en plâtre du cas initial. Cela nous permet de faire une clé en silicone pour le positionner en bouche. Le wax up nous permet de récupérer une courbe occlusale fonctionnelle.

On fait une première chirurgie qui comprend : l'extraction de la 11, la préparation des dents 12-21-22 et la mise en place du bridge provisoire.



Figure 44 : Modèle en plâtre de l'arcade maxillaire.



Figure 45 : Modèle en plâtre des arcades en OIM.



Figure 46 : Wax-up de 12 à 22 sur modèle en plâtre

On se retrouve après extraction de la 11 avec une forte demande esthétique de la patiente. On a un sourire disharmonieux avec un non alignement des collets. La réhabilitation seule de la 11 n'est pas suffisante pour rééquilibrer les lignes du sourire. On pose donc l'indication d'élongation coronaire à visée à la fois esthétique et prothétique. La chirurgie permettra d'améliorer l'intégration esthétique du bridge antérieur.

La contre-indication majeure dans cette situation est l'atteinte parodontale. Une élongation coronaire est contre-indiquée sur une dent avec une perte d'attache importante comme celle que l'on avait sur la 11. L'avulsion de cette dernière permet de s'affranchir de cette contre-indication.



Figure 47 : Photo de contrôle de cicatrisation après extraction 11 et bridge provisoire

c) Analyse esthétique via DSD

On iconographie le cas clinique afin de réaliser le projet esthétique virtuel. Le logiciel utilisé est Smile Cloud.

L'analyse esthétique est faite après avulsion de la 11 et en présence du bridge provisoire. Une fois le bridge provisoire en place, on note une concordance entre le milieu interincisif et le plan sagittal médian. La courbe donnée par les bords incisifs maxillaires suit celle de la lèvre inférieure. On a une bonne proportion dento-dentaire, établie et validée préalablement par le wax up.

La patiente présente une ligne du sourire moyenne, avec un léger découvrément des papilles et des gencives lors du sourire.

En revanche le positionnement des collets ne respecte pas les « normes » esthétiques définies. La ligne gingivale est asymétrique.

Pour ce cas clinique, un compromis thérapeutique sera fait pour minimiser l'importance de la chirurgie et les suites opératoires. On prend en charge uniquement les incisives centrales et latérales.



Figure 48 : réalisation du DSD sur Smile Cloud

L'analyse du DSD :

- 12 : 0,75 mm de gencive en excès.
- 11 : 1 mm de gencive en excès.
- 21 : 2 mm de gencive en excès.
- 22 : ligne du collet trop haute sur cette incisive latérale, on ne réalisera pas de gingivectomie supplémentaire. Idéalement, il faudrait réaliser une greffe gingivale à ce niveau-là.

d) Réalisation du guide chirurgical

On retransmet sur le modèle en plâtre les informations données par le DSD. On note les mesures prises au niveau des collets en mm pour dessiner la forme de la nouvelle ligne de gencive. Ces informations sont envoyées au prothésiste pour que ce dernier réalise la gouttière servant de guide chirurgical à l'élongation coronaire.



Figure 49 : Report des mesures du DSD sur le modèle en plâtre.

Ce guide recouvre tout le bloc incisivo-canin, de la 13 à la 23. Il est ouvert sur la face vestibulaire ainsi que sur la face palatine.

L'insertion doit se faire jusqu'à recouvrement complet des bords libres pour garantir son bon positionnement et éviter tout risque de biais. Il doit être stable en bouche, et doit être bien plaqué en contact direct avec la gencive kératinisée.

Le guide chirurgical est essayé en bouche avant la chirurgie pour contrôler sa bonne insertion.



Figure 50 : Essai du guide chirurgical en pré-opératoire.

e) **Élongation coronaire guidée**

Dans ce cas le guide chirurgical est utilisé uniquement pour la gingivectomie. L'excédent de gencive est éliminé à l'aide d'un bistouri à lame froide (lame n°15).



Figure 51 : Gingivectomie guidée.

Une fois l'incision à biseau interne faite on retire le guide chirurgical. On se retrouve avec la nouvelle position des collets.



Figure 52 : Situation clinique après dépose du guide chirurgical.

On vient décoller le bandeau gingival à l'aide d'une incision intra-sulculaire. Pour la suite de la chirurgie on dépose le bridge provisoire.

On observe alors que les préparations se retrouvent désormais avec des limites supra-gingivales.

On réalise pendant le temps opératoire une reprise du niveau des congés.



Figure 53 : Limites des préparations après gingivectomie.



Figure 54 : Reprise des congés après la gingivectomie et avant l'ostéotomie.

On obtient une nouvelle position des limites de préparations en juxta-gingivale. Cette étape entraîne une atteinte de l'attache supra-crestale et de l'espace chirurgical pré-prothétique. Il faut avoir une limite osseuse à 3 mm des limites de préparations. Pour cela, on lève un lambeau en pleine épaisseur grâce à une incision intra-sulculaire.

Une fois le lambeau levé, on effectue une ostéotomie dont le but est d'obtenir un espace de 3 mm sur l'ensemble des dents entre la crête osseuse et la limite de préparation prothétique.

On utilise une sonde parodontale graduée pour contrôler l'obtention des 3mm.

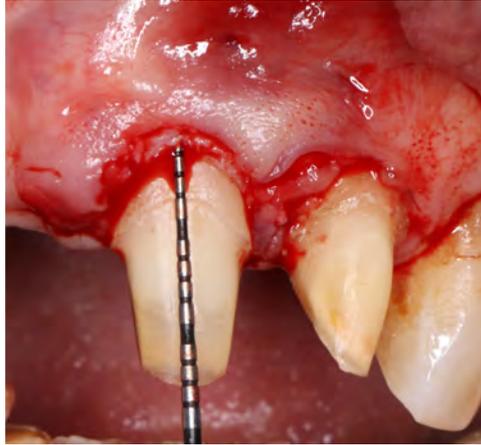


Figure 55 : Mesure de la distance entre la limite de préparation et la crête osseuse à l'aide d'une sonde parodontale millimétrique.

On termine par des sutures pour replacer le lambeau. L'objectif est la préservation des papilles. Le bridge provisoire est de nouveau réalisé en fin de chirurgie. On va ensuite attendre une bonne cicatrisation des tissus mous pour passer à la réhabilitation définitive.

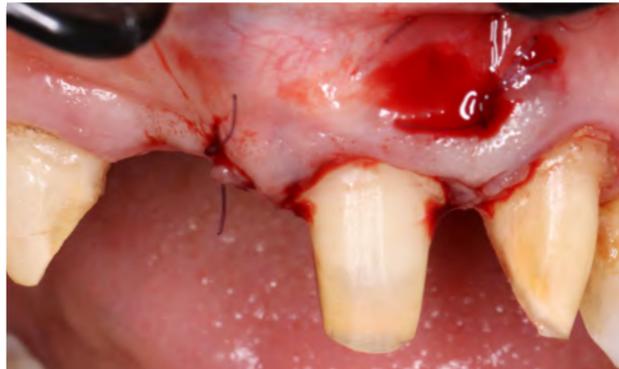


Figure 56 : Sutures.

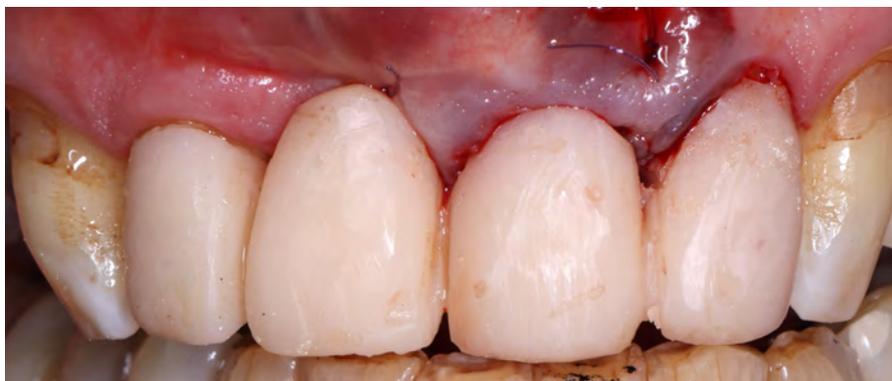


Figure 57 : Mise en place immédiate des provisoires.



Figure 58 : Contrôle à 1 mois post-chirurgical.

À la réévaluation 1 mois après, on note une bonne cicatrisation. La gencive est saine et non inflammatoire.



Figure 59 : Mise en place d'une digue étanche avec ligatures sur 12 - 21 et 22.

Le bridge provisoire est laissé en place pendant 4 mois avant réalisation du bridge définitif. Ce dernier est collé après mise en place d'une digue étanche. Le bridge est réalisé en Emax et rendu esthétique grâce à la technique du cut back vestibulaire.



Figure 60 : Résultat après dépose de la digue.

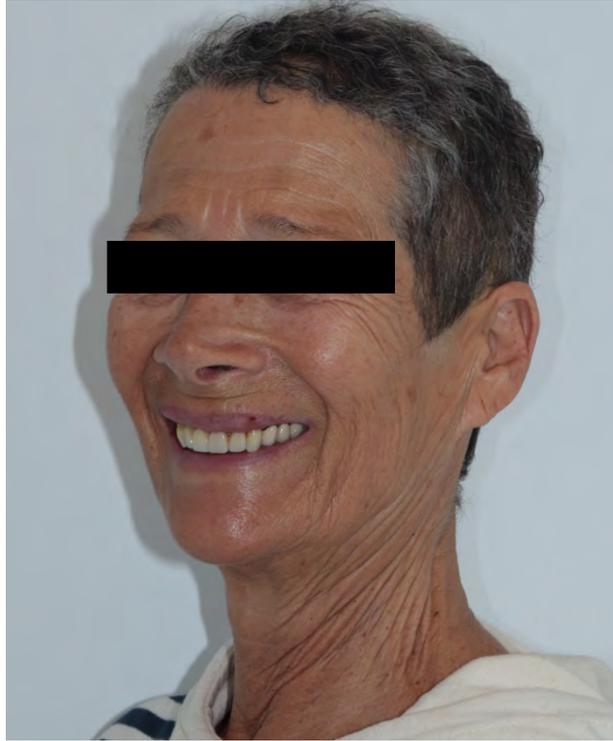


Figure 61 : Iconographie du résultat final.

*Courtoisie au **Docteur Céline Than Trong** et au **Docteur Charlotte Thomas** pour le partage de ce cas clinique.*

B. Cas clinique n°2

Il s'agit d'un cas réalisé et iconographié par le Dr Pierre Layan.

Le patient est bruxomane. Il faut donc gérer la perte de dimension verticale occlusale (DVO) en plus de la demande esthétique liées aux diastèmes et aux usures.



Figure 62 : Iconographie de la situation initiale.

Une augmentation de la DVO est effectuée grâce à un « table top » occlusal, et un mock up fonctionnel sur le bloc incisivo-canin mandibulaire. Le secteur antérieur mandibulaire est réhabilité en méthode directe grâce à la technique des composites injectés.



Figure 63 : Empreinte optique de l'arcade mandibulaire.



Figure 64 : Clé d'injection pour les facettes mandibulaires en composite.



Figure 65 : Résultat après réhabilitation du bloc incisivo-canin mandibulaire en méthode directe.



Figure 66 : Projet esthétique virtuel

Le projet esthétique virtuel est planifié sur Smile Cloud.

La restauration des bonnes proportions dentaires nécessite la réalisation d'une élongation coronaire esthétique. Pour cela un guide chirurgical de gingivectomie est réalisé par Smile Cloud Biométrie.



Figure 67 : Guide chirurgical réalisé par Smile Cloud Biométrie



Figure 68 : Guide de gingivectomie en 3D sur le logiciel Smile Cloud

La gingivectomie est pratiquée sur l'ensemble des dents de la 16 à la 26. Le guide englobe donc la quasi-totalité du maxillaire.



Figure 69 : Guide chirurgicale en bouche.

Une ostéotomie est réalisée sur le même temps opératoire en technique flapless. Le Dr Layan a effectué une piezochirurgie à l'aide de l'insert *PKI de CVdentus*. Il prépare ensuite l'ensemble des dents de 16 à 26 pour la mise en place de facettes céramiques.

Le wax up est réalisé directement sur le logiciel Smile Cloud Biométries.

Ici, la clé pour le mock up est imprimée directement en 3D. On ne passe pas par la réalisation d'une clé en silicone faite sur le wax up imprimé.

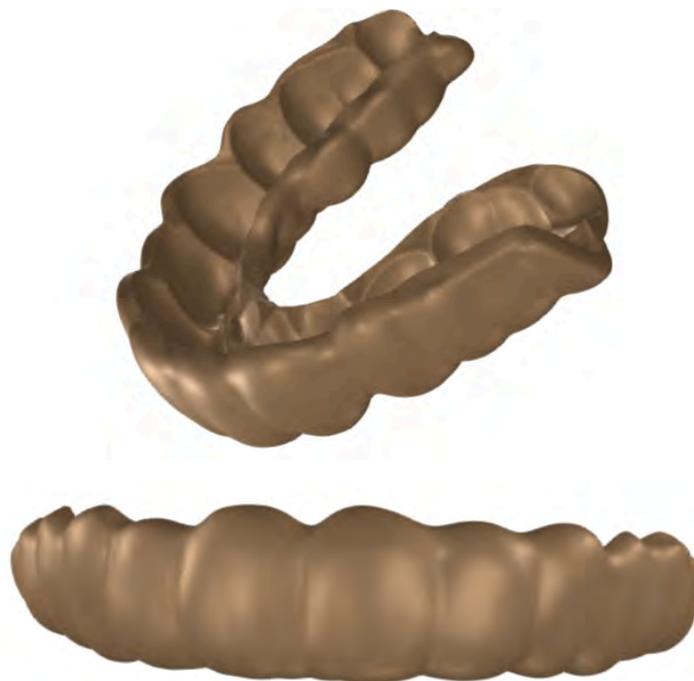


Figure 70 : Clé 3D pour le mock up maxillaire

Le mock up est utilisé pour la réalisation des provisoires. Enfin, on passe à la pose des facettes en céramique (Empress).



Figure 71 : Réévaluation après élongation coronaire et pose des facettes maxillaires



Figure 72 : Iconographie avant et après réhabilitation.

Ces deux photos montrent le bon rétablissement des lignes du sourire. On retrouve une courbe des bords incisifs en harmonie avec la lèvre inférieure. La dimension verticale occlusale est retrouvée avec un bon recouvrement antérieur. On note également une fermeture des espaces inter-dentaires.

*Courtoisie au **Docteur Pierre Layan** pour le partage de ce cas clinique.*

C. Cas clinique n°3

Ce cas clinique concerne uniquement une réhabilitation esthétique de l'arcade supérieur.

On observe à l'examen endo-buccal des usures dentaires importantes sur l'ensemble du bloc incisivo-canin avec une perte de hauteur coronaire. On note la présence de restaurations sur la 21 et la 22, une perte de tissu dentaire sur la 11 ainsi qu'une fêlure sur la 23.

De plus la courbe du sourire n'est pas harmonieuse, on va donc intégrer dans le plan de traitement l'ensemble des dents de la 16 à la 23.



Figure 73 : Iconographie de la situation initiale.

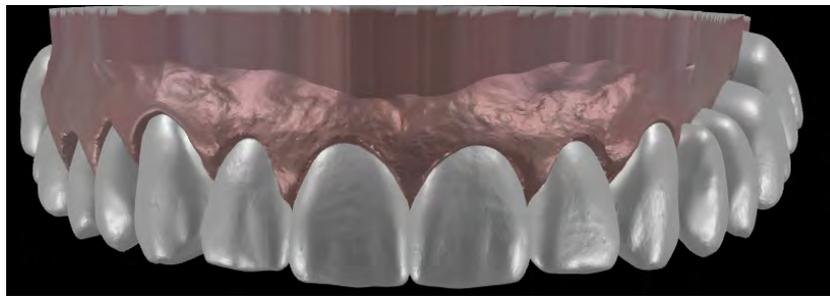


Figure 74 : Projet Esthétique Virtuel.

On définit le PEV à l'aide du logiciel de présentation. Grâce à cette planification, on élabore le guide chirurgical qui va déterminer à la fois la position de la nouvelle ligne gingivale pour la gingivectomie et également la nouvelle position de la crête osseuse pour l'ostéotomie. Le matériau utilisé pour le guide est le PMMA.

Dans le même temps, on utilise les fichiers STL des dents choisies lors du PEV pour réaliser le wax up numérique.

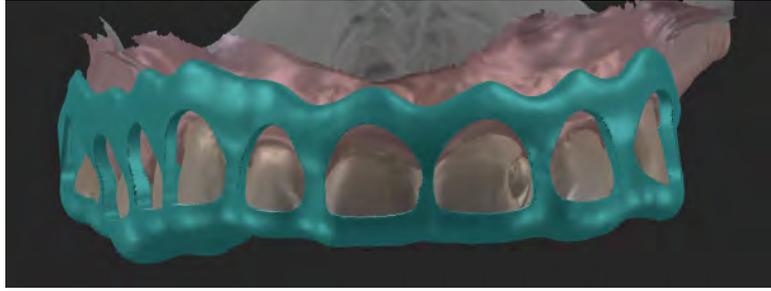


Figure 75 : Planification du guide chirurgical couplé pour la gingivectomie et l'ostéotomie.

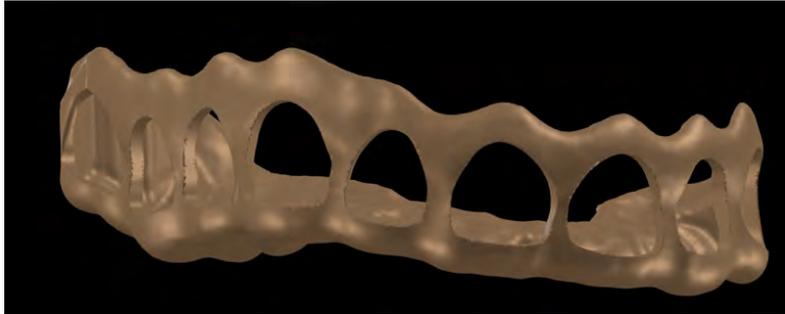


Figure 76 : CAO du guide prêt pour impression 3D.



Figure 77 : Mise en place du guide chirurgical pour la gingivectomie.



Figure 78 : Nouvelle position de la ligne gingivale après la gingivectomie.

Ici la gingivectomie est réalisée à l'aide d'un bistouri électrique. Cela permet une cautérisation immédiate des tissus mous et une meilleure visibilité pendant la chirurgie. Une fois la gingivectomie réalisée, on effectue l'ensemble des préparations pour les restaurations indirectes

(préparations pour facettes et couronnes en céramique). On effectue les provisoires à l'aide d'une clé en silicone faite à partir du wax up numérique.

On réalise ensuite un lambeau de pleine épaisseur pour accéder à l'os alvéolaire.



Figure 79 : Lambeau de pleine épaisseur.

Le guide chirurgical est à nouveau positionné à cette étape pour préfigurer la nouvelle position osseuse.

Une fois l'ostéotomie faite, on vient remplacer le lambeau par des sutures matelassiers verticales.



Figure 80 : Situation clinique post-chirurgicale.

Courtoisie au Docteur Mathieu Boyer pour le partage de ce cas clinique.

D. Cas clinique n°4

L'éruption passive altérée (EPA) est une indication majeure de l'élongation coronaire. Elle se caractérise cliniquement par un sourire gingival très important (plus de 3 mm de gencive découverte lors du sourire) avec une très faible hauteur coronaire.

Selon la classification de *Coslet et al*, il existe deux types d'EPA dépendant de la hauteur de tissu kératinisé, eux-mêmes divisés en sous-groupe en fonction de la position de la crête osseuse alvéolaire par rapport à la jonction amélo-cémentaire (56).

- EPA Type I : hauteur de tissu kératinisé en excès > 8 mm.
- EPA Type II : hauteur de tissu kératinisé physiologique moyenne de 5 mm.



Figure 81 : Cas clinique d'une éruption passive sévère.

Notre cas clinique concerne une patiente de 35 ans qui présente une éruption passive altérée sévère de type I. Ce type d'anomalie est souvent associé à des problèmes parodontaux (distance entre JAC et la crête osseuse non physiologique).

La patiente présente des antécédents de suivi ODF et parodontaux.

Une première chirurgie d'élongation coronaire avec lambeau a été réalisée après dépose du traitement ODF. Malgré une bonne cicatrisation et un bon contrôle de l'hygiène, une inflammation des tissus mous persiste sur l'ensemble des dents traitées lors de la chirurgie. Cette inflammation n'est pas due à un mauvais contrôle de plaque.



Figure 82 : Situation clinique après la 1^{ère} chirurgie d'élongation coronaire.



Figure 83 : Projet esthétique virtuel sur DSD.

Le Digital Smile Design (DSD) montre un positionnement idéal des collets plus apical. L'inflammation étant due à une attache supra-crestale non recrée lors d'une précédente chirurgie d'élongation coronaire, une reprise de l'élongation coronaire par ostéotomie et gingivectomie est donc doublement indiquée. Un CBCT est réalisé pour permettre une analyse de la position de la crête osseuse et confirmer l'indication d'une ostéotomie.

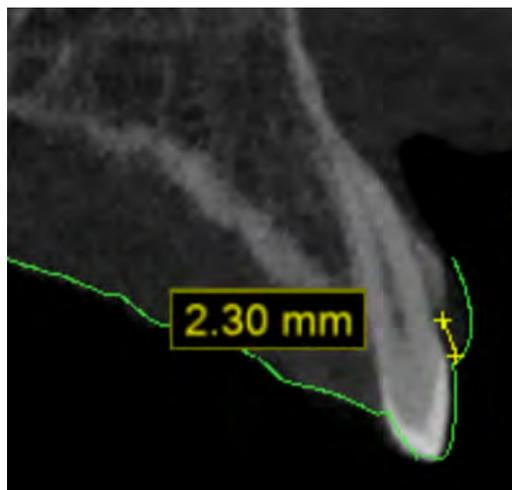


Figure 84 : Coupe sagittale du CBCT au niveau de l'incisive latérale (22).

Cette coupe montre une distance insuffisante de 2,3 mm entre le sommet de la crête osseuse et la position de la gencive libre marginale. La situation clinique ne permet pas une bonne santé parodontale car l'espace chirurgical pré-prothétique est inférieur à 3 mm.

On effectue la même mesure après avoir superposé le wax up numérique du PEV au CBCT. On se retrouve dans une situation clinique davantage critique avec seulement 1,77 mm de distance entre le sommet de la crête osseuse et la future position de la gencive libre marginale.

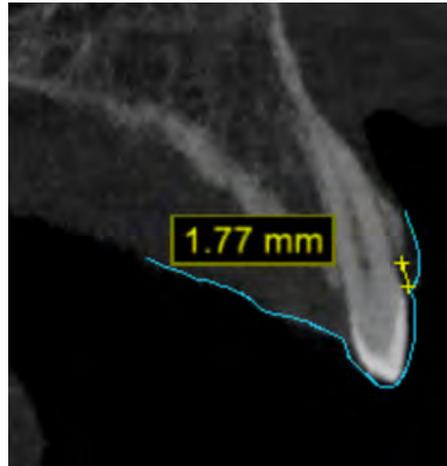


Figure 85 : Coupe sagittale du CBCT au niveau de l'incisive latérale (22).

Nous allons donc réaliser une seconde intervention afin de rétablir une attache supra-crestale physiologique, ainsi de permettre une intégration prothétique esthétique et respectueuse du parodonte.



Figure 86 : Mock up du DSD en bouche.

Dans ce cas aucun guide chirurgical n'est réalisé, on utilise le mock up comme « guide » pour préfigurer la nouvelle position de la gencive marginale. La gingivectomie est effectuée à l'aide d'un bistouri électrique. Cette étape va influencer l'anatomie des futures collets prothétiques. La gingivectomie définit la future intégration des collets des couronnes et joue un rôle déterminant sur l'obtention du projet prothétique établi.



Figure 87 : Gingivectomie guidée par le mock up au bistouri électrique.



Figure 88 : Dépose du mock up et reprise de la gingivectomie.

Une fois le mock up déposé, on élimine les tissus mous en excès. On procède alors à l'ostéotomie faite à nouveau sans guide grâce à la technique flapless.



Figure 89 : Ostéotomie Flapless avec un insert diamanté PK1 monté sur piezotome CVDentus.

L'élongation coronaire est réalisée grâce à l'utilisation d'un insert de pierre de diamant noir (PK1) sous irrigation monté sur un piezotome CVDentus.



Figure 90 : Résultat clinique après élongation coronaire flapless.

L'ensemble de la chirurgie a été réalisée en un seul temps clinique. On laisse un délai de cicatrisation avant la réalisation des restaurations prothétiques.

Courtoisie au Docteur Anthony Lebon pour le partage de ce cas clinique.

Conclusion

L'utilisation d'un guide chirurgical dans le cadre d'élongation coronaire est de plus en plus répandue, mais reste cependant encore peu documentée et peu souvent utilisée en cabinet dentaire.

La planification et l'utilisation d'un guide chirurgical, bien que plus chronophage et coûteuse que la méthode conventionnelle, permet de mieux contrôler notre geste chirurgical afin d'obtenir un résultat adapté aux réalités tissulaires et esthétiques du patient.

L'élongation coronaire à l'instar de nombreuses chirurgies présente certains risques et limites ; une éventuelle modification du positionnement gingival lors de la cicatrisation, un risque de récession gingivale, d'exposition dentinaire ou encore une mauvaise intégration prothétique. Notre objectif via la planification est d'anticiper ces complications en vue de réduire les risques d'échecs thérapeutiques.

Il serait intéressant de réaliser des études cliniques supplémentaires afin de confirmer la fiabilité et la reproductibilité de cette technique. Il est important de se questionner sur l'éventuelle influence de différents facteurs tels que les biais d'impressions et de fabrications, le choix du système d'impression, le choix du logiciel de planification, la qualité des fichiers STL, sur le résultat clinique.

En conclusion, la réalisation d'une bonne planification et d'une chirurgie guidée ne suffit pas à garantir la réussite du traitement. Le suivi post-chirurgical ainsi que le respect du temps de cicatrisation nécessaire à la stabilisation du parodonte marginal restent primordiaux.

La Présidente du jury,
Pr. Sarah Cousty



in le 20/5/2022

Le Directeur de thèse,
Dr. Joffrey Duran



le 20/05/2022

Table des Figures

FIGURE 1 : SCHEMA DE L'ATTACHE SUPRA-CRESTALE.....	16
FIGURE 2 : ÉTUDE DE LA DISTANCE ENTRE LA JONCTION AMELO-CEMENTAIRE ET LA CRETE OSSEUSE ALVEOLAIRE SUR CBCT	22
FIGURE 3 : EVALUATION DE L'ÉPAISSEUR DE LA GENCIVE KERATINISEE	23
FIGURE 4 : ÉVALUATION DE L'ÉPAISSEUR DE GENCIVE KERATINISEE PAR TECHNIQUE TRANSGINGIVALE.	24
FIGURE 5 : MICROMETRE ÉLECTRONIQUE OU JAUGE D'ÉPAISSEUR.....	24
FIGURE 6 : ÉVALUATION DE LA HAUTEUR DE GENCIVE KERATINISEE.....	25
FIGURE 7 : CHOIX DE LA TECHNIQUE SELON L'ESPACE CHIRURGICAL PROTHETIQUE (13).	26
FIGURE 8 : ÉTUDE DE LA PRESENCE DE LA PAPILLE INTERDENTAIRE EN FONCTION DE LA DISTANCE EN MM ENTRE LA CRETE OSSEUSE ET LE POINT DE CONTACT DENTAIRE.....	27
FIGURE 9 : PLANS DE REFERENCES DU VISAGE	31
FIGURE 10 : CONTOURS GINGIVAUX ESTHETIQUES SELON CAUDILL ET CHICHE.	33
FIGURE 11 : PROPORTIONS DENTAIRES SELON LE NOMBRE D'OR.....	33
FIGURE 12 : PREFIGURATION DU CONTOUR DES LEVRES FAITE AUTOMATIQUEMENT PAR LE LOGICIEL.....	36
FIGURE 13 : AJUSTEMENT POINT PAR POINT DU CONTOUR DES LEVRES.....	36
FIGURE 14 : PLANIFICATION DU PROJET ESTHETIQUE SUR SMILE CLOUD.....	36
FIGURE 15 : PLANIFICATION DU PROJET ESTHETIQUE SUR SMILE CLOUD.....	37
FIGURE 16 : BIBLIOTHEQUE DE CHOIX DE DENTS SUR SMILE CLOUD.	38
FIGURE 17 : PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL PROPOSE AU PATIENT.....	39
FIGURE 18 : MESURE EN MILLIMETRES DE L' AUGMENTATION DE LA HAUTEUR CORONAIRE.....	40
FIGURE 19 : VUE SIMULTANEE DU CBCT DU CAS INITIAL AVEC LA REPRODUCTION DU PROJET ESTHETIQUE.....	40
FIGURE 20 : MESURE POINT PAR POINT DE LA GENCIVE KERATINISEE EN EXCES SELON LE PEV.....	42
FIGURE 21 : ENREGISTREMENT DE L'ARCADE MANDIBULAIRE.....	44
FIGURE 22 : ENREGISTREMENT DE L'ARCADE MAXILLAIRE.....	45
FIGURE 23 : ENREGISTREMENT DU RAPPORT INTER-ARCADE (OIM).	45
FIGURE 24 : CAMERA OPTIQUE PRIMESCAN.....	46
FIGURE 25 : CAMERA OPTIQUE 3 SHAPE AVEC CART.....	46
FIGURE 26 : IMPRIMANTE 3D FORM LAB UTILISANT LA TECHNOLOGIE SLA	47
FIGURE 27 : EXEMPLE D'UN GUIDE IMPRIME EN 3D AVEC LES SUPPORTS TOUJOURS EN PLACE.	48
FIGURE 28 : CAS CLINIQUE INITIAL.....	51
FIGURE 29 : PEV AVEC DSD DE 12 A 22.	51
FIGURE 30 : GUIDE CHIRURGICAL DEDIE A LA GINGIVECTOMIE.....	52
FIGURE 31 : DETERMINATION DU FUTUR NIVEAU OSSEUX.....	52
FIGURE 32 : PREFIGURATION DU GUIDE POUR L'OSTEOTOMIE.....	52
FIGURE 33 : GUIDE CHIRURGICAL DEDIE A L'OSTEOTOMIE.	53
FIGURE 34 : GUIDE CHIRURGICAL 3D POUR GINGIVECTOMIE ET OSTEOTOMIE.	54
FIGURE 35 : INCISION A BISEAU INTERNE.....	56

FIGURE 36 : INCISION A BISEAU EXTERNE.....	57
FIGURE 37 : INCISION INTRA-SULCULAIRE.....	57
FIGURE 38 : ÉTAPES D'UNE ELONGATION CORONAIRE AVEC LDA.....	59
FIGURE 39 : DELAIS DE PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE.	63
FIGURE 40 : CAS CLINIQUE INITIAL.....	68
FIGURE 41 : RETRO-ALVEOLAIRE 11 – 21.....	70
FIGURE 42 : COUPE TRANSVERSALE DE CBCT AU MAXILLAIRE.....	70
FIGURE 43 : COUPE FRONTALE DU CBCT CENTREE SUR LES INCISIVES CENTRALES.	71
FIGURE 44 : MODELE EN PLATRE DE L'ARCADE MAXILLAIRE.	72
FIGURE 45 : MODELE EN PLATRE DES ARCADES EN OIM.....	72
FIGURE 46 : WAX-UP DE 12 A 22 SUR MODELE EN PLATRE	72
FIGURE 47 : PHOTO DE CONTROLE DE CICATRISATION APRES EXTRACTION 11 ET BRIDGE PROVISOIRE.....	73
FIGURE 48 : REALISATION DU DSD SUR SMILE CLOUD	73
FIGURE 49 : REPORT DES MESURES DU DSD SUR LE MODELE EN PLATRE.....	74
FIGURE 50 : ESSAYAGE DU GUIDE CHIRURGICAL EN PRE-OPERATOIRE.....	75
FIGURE 51 : GINGIVECTOMIE GUIDEE.....	75
FIGURE 52 : SITUATION CLINIQUE APRES DEPOSE DU GUIDE CHIRURGICAL.	75
FIGURE 53 : LIMITES DES PREPARATIONS APRES GINGIVECTOMIE.	76
FIGURE 54 : REPRISE DES CONGES APRES LA GINGIVECTOMIE ET AVANT L'OSTEOTOMIE.	76
FIGURE 55 : MESURE DE LA DISTANCE ENTRE LA LIMITE DE PREPARATION ET LA CRETE OSSEUSE A L'AIDE D'UNE SONDE PARODONTALE MILLIMETRIQUE.	77
FIGURE 56 : SUTURES.....	77
FIGURE 57 : MISE EN PLACE IMMEDIATE DES PROVISOIRES.....	77
FIGURE 58 : CONTROLE A 1 MOIS POST-CHIRURGICAL.....	78
FIGURE 59 : MISE EN PLACE D'UNE DIGUE ETANCHE AVEC LIGATURES SUR 12 - 21 ET 22.	78
FIGURE 60 : RESULTAT APRES DEPOSE DE LA DIGUE.	78
FIGURE 61 : ICONOGRAPHIE DU RESULTAT FINAL.....	79
FIGURE 62 : ICONOGRAPHIE DE LA SITUATION INITIALE.....	80
FIGURE 63 : EMPREINTE OPTIQUE DE L'ARCADE MANDIBULAIRE.....	80
FIGURE 64 : CLE D'INJECTION POUR LES FACETTES MANDIBULAIRES EN COMPOSITE.	80
FIGURE 65 : RESULTAT APRES REHABILITATION DU BLOC INCISIVO-CANIN MANDIBULAIRE EN METHODE DIRECTE.	81
FIGURE 66 : PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL	81
FIGURE 67 : GUIDE CHIRURGICAL REALISE PAR SMILE CLOUD BIOMETRICS.....	81
FIGURE 68 : GUIDE DE GINGIVECTOMIE EN 3D SUR LE LOGICIEL SMILE CLOUD.....	81
FIGURE 69 : GUIDE CHIRURGICALE EN BOUCHE.....	82
FIGURE 70 : CLE 3D POUR LE MOCK UP MAXILLAIRE.....	82
FIGURE 71 : REEVALUATION APRES ELONGATION CORONAIRE ET POSE DES FACETTES MAXILLAIRES	83
FIGURE 72 : ICONOGRAPHIE AVANT ET APRES REHABILITATION.	83
FIGURE 73 : ICONOGRAPHIE DE LA SITUATION INITIALE.	84

FIGURE 74 : PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL.	84
FIGURE 75 : PLANIFICATION DU GUIDE CHIRURGICAL COUPLE POUR LA GINGIVECTOMIE ET L'OSTEOTOMIE.	85
FIGURE 76 : CAO DU GUIDE PRET POUR IMPRESSION 3D.	85
FIGURE 77 : MISE EN PLACE DU GUIDE CHIRURGICAL POUR LA GINGIVECTOMIE.	85
FIGURE 78 : NOUVELLE POSITION DE LA LIGNE GINGIVALE APRES LA GINGIVECTOMIE.	85
FIGURE 79 : LAMBEAU DE PLEINE EPAISSEUR.	86
FIGURE 80 : SITUATION CLINIQUE POST-CHIRURGICALE.	86
FIGURE 81 : CAS CLINIQUE D'UNE ERUPTION PASSIVE SEVERE.	87
FIGURE 82 : SITUATION CLINIQUE APRES LA 1 ^{ERE} CHIRURGIE D'ELONGATION CORONAIRE.	87
FIGURE 83 : PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL SUR DSD.	88
FIGURE 84 : COUPE SAGITTALE DU CBCT AU NIVEAU DE L'INCISIVE LATERALE (22).	88
FIGURE 85 : COUPE SAGITTALE DU CBCT AU NIVEAU DE L'INCISIVE LATERALE (22).	89
FIGURE 86 : MOCK UP DU DSD EN BOUCHE.	89
FIGURE 87 : GINGIVECTOMIE GUIDEE PAR LE MOCK UP AU BISTOURI ELECTRIQUE.	89
FIGURE 88 : DEPOSE DU MOCK UP ET REPRISE DE LA GINGIVECTOMIE.	90
FIGURE 89 : OSTEOTOMIE FLAPLESS AVEC UN INSERT DIAMANTE PK1 MONTE SUR PIEZOTOME CVDENTUS.	90
FIGURE 90 : RESULTAT CLINIQUE APRES ELONGATION CORONAIRE FLAPLESS.	90

Table des QR Codes

QR CODE 1 : ÉVOLUTION DU RAPPORT LARGEUR/LONGUEUR DES INCISIVES.	37
QR CODE 2 : MODIFICATION DE LA TEINTE DES RESTAURATIONS.	38
QR CODE 3 : VISUALISATION DE LA SUPERPOSITION DU CAS INITIAL AVEC LE PEV.	39

Table des Tableaux

TABLEAU 1 : COMPARAISON DES DIFFERENTS LOGICIELS DE PLANIFICATION	30
TABLEAU 2 : MATERIAUX UTILISES EN FONCTION DES TECHNIQUES D'IMPRESSION 3D (50).	49
TABLEAU 3 : CHOIX DE LA TECHNIQUE CHIRURGICALE SELON LES CRITERES CLINIQUES.	55
TABLEAU 4 : REPARTITION DE L'UTILISATION DES GUIDES 3D DANS LE DOMAINE MAXILLO-FACIAL.	65
TABLEAU 5 : BILAN DE SONDRAGE PARODONTAL.	69

Liste des abréviations

BOP : Bleeding on Probing.

CAO : Conception assistée par Ordinateur.

CEREC : Ceramic Reconstruction.

CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur.

DICOM : Digital Imaging and Communications In Medecine.

DSD : Digital Smile Design

DSD : Digital Smile Design.

ECP : Espace Chirurgical Pré-prothétique.

EPA : Éruption Passive Altérée.

GA : Gencive Attachée.

GI : Gingival Index.

GK : Gencive Kératinisée.

JAC : Jonction amélo-cémentaire.

LDA : Lambeau Déplacé Apicalement.

OIM : Occlusion Intercuspidie Maximale.

PEV : Projet Esthétique Virtuel.

PMMA : Polyméthacrylate de méthyle.

SLA : Stereolithography.

STL : Standard Transformation Langage.

UV : Ultra-Violet.

Bibliographie

1. Marzadori M, Stefanini M, Sangiorgi M, Mounssif I, Monaco C, Zucchelli G. Crown lengthening and restorative procedures in the esthetic zone. *Periodontol* 2000. juin 2018;77(1):84-92.
2. Carvalho BAS, Duarte CAB, Silva JF, Batista WW da S, Douglas-de-Oliveira DW, de Oliveira ES, et al. Clinical and radiographic evaluation of the Periodontium with biologic width invasion. *BMC Oral Health*. 16 avr 2020;20:116.
3. Camargo PM, Melnick PR, Camargo LM. Clinical crown lengthening in the esthetic zone. *J Calif Dent Assoc*. juill 2007;35(7):487-98.
4. Gibson MP, Tatakis DN. Treatment of Gummy Smile of Multifactorial Etiology: A Case Report. *Clin Adv Periodontics*. 2017;7(4):167-73.
5. Kalsi HJ, Bomfim DI, Hussain Z, Rodriguez JM, Darbar U. Crown Lengthening surgery: An overview. *Prim Dent J*. 29 janv 2020;8(4):48-53.
6. Dhingra K, Vandana KL. Indices for measuring periodontitis: a literature review. *Int Dent J*. avr 2011;61(2):76-84.
7. Bouchard P. Parodontologie et dentisterie implantaire. Lavoisier Médecine Sciences. (Odontologie).
8. Alhumaidan A, Alqahtani A, al-Qarni F. 3D-Printed Surgical Guide for Crown Lengthening Based on Cone Beam Computed Tomography Measurements: A Clinical Report with 6 Months Follow Up. *Appl Sci*. janv 2020;10(16):5697.
9. Layan, P, Boujenah O. L'incontournable numérique.. *AO news* 2021. 2021;21; 25.
10. Monnet-Corti V, Pignoly M, Melloul S, Frémont M. Examen clinique parodontal avant chirurgie plastique parodontale. :7.
11. Padbury Jr A, Eber R, Wang HL. Interactions between the gingiva and the margin of restorations. *J Clin Periodontol*. 1 mai 2003;30(5):379-85.
12. Benjelloun L, Ismaïli Z. Marginal periodontium and fixed prosthesis: how to ally them?
13. Ouhamme N, Bouziane A, Ennibi O. Crown Lengthening: What Technique to Choose?
14. 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.
15. Quentin G. Projet esthétique virtuel: `` comparaison des outils numériques ``. :72.

16. Zimmermann M. Virtual smile design systems: a current review Virtuelle Smile Design-Systeme: eine aktuelle Übersicht. *Int J Comput Dent.* :15.
17. Hue O. Le sourire en prothèse ou l'éloge du sourire. *Actual Odonto-Stomatol.* juin 2008;(242):129-41.
18. Salama JP. Les injections d'acide hyaluronique dans une activité dentaire. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 1 avr 2012;46(2):195-204.
19. Vigouroux F, Da Costa-Noble R, Verdalle PM, Colomb R. *Guide pratique de chirurgie parodontale.* Issy-les-Moulineaux: Elsevier-Masson; 2011.
20. Muller DPD. PESSON D.M, BAKOU O.D., DIDIA E.L.E., KONATE N.Y., DJEREDOU B., GOGA G.V. 2012;9.
21. Finelle G. Digital Smile Design in interdisciplinary and orthodontic dental treatment planning. *J Dentofac Anom Orthod.* 2017;20(3):303.
22. Ölçer Us et al. - 2021 - Digital Smile Design Predictable Results.pdf [Internet]. [cité 4 févr 2022]. Disponible sur: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1117267>
23. Charavet et al. - 2019 - Le Digital Smile Design (DSD) une méthode numéri.pdf [Internet]. [cité 4 févr 2022]. Disponible sur: <https://www.gad-center.com/wp-content/uploads/2020/03/article-DSD-et-orthodontie-f%C3%A9v-2020->
24. Passos L, Soares FP, Choi IGG, Cortes ARG. Full digital workflow for crown lengthening by using a single surgical guide. *J Prosthet Dent.* sept 2020;124(3):257-61.
25. Lorena N, Alferes C. AESTHETIC REHABILITATION OF THE “GUMMY SMILE” ASSOCIATED TO VIRTUAL PLANNING WITH “DIGITAL SMILE DESIGN” - DSD. 2014;5.
26. Soenen A, Pia JP, Emmanuel D. Empreintes conventionnelles versus empreintes optiques pour restaurations céramo-céramiques. *Inf Dent.* 2 sept 2015;97:49-54.
27. Djeredou, Thiam A, Pesson D.M, Toure S. Fiabilité des empreintes à l'alginat de classe A. *Odonto-Stomatologie Tropicale.* 2001;
28. M Ubrich, Hirtz P. Etude de la précision dimensionnelle des matériaux à empreinte. 2012;(12(2) : 153-9).
29. Richard AM. L'empreinte optique intra-buccale et ses applications dans les différentes disciplines en odontologie. :213.
30. Cazier S, Moussally C. Description of the various digital impression systems. 2013;12.
31. Vercruyssen M, Laleman I, Jacobs R, Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(S11):69-76.

32. Le cahier des charges du guide chirurgical implantaire - Article 3Dcelo [Internet]. 2018 [cité 4 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.3dcelo.com/cahier-charges-guide-chirurgical-implantaire/>
33. Les différents types de guides chirurgicaux - Article 3Dcelo [Internet]. 2018 [cité 4 mars 2022]. Disponible sur: <https://www.3dcelo.com/les-differents-types-de-guides-chirurgicaux/>
34. Liu X, Yu J, Zhou J, Tan J. A digitally guided dual technique for both gingival and bone resection during crown lengthening surgery. *J Prosthet Dent.* mars 2018;119(3):345-9.
35. Alazmi SO. Three Dimensional Digitally Designed Surgical Guides in Esthetic Crown Lengthening: A Clinical Case Report with 12 Months Follow Up. *Clin Cosmet Investig Dent.* 3 févr 2022;14:55-9.
36. Rev_Odont_Stomat_2009_38_p127-135.pdf [Internet]. [cité 4 mai 2022]. Disponible sur: https://www.sop.asso.fr/admin/documents/ros/ROS0000242/Rev_Odont_Stomat_2009_38_p127-135.pdf
37. Kazakova RT, Tomov GT, Kisoov CK, Vlahova AP, Zlatev SC, Bachurska SY. Histological Gingival Assessment after Conventional and Laser Gingivectomy. *Folia Med (Plovdiv).* 1 déc 2018;60(4):610-6.
38. Pustiglioni FE, Kon S, Novaes AB, Ruben MP. Split thickness flap, apically replaced, with protected linear periosteal fenestration. *J Periodontol.* déc 1975;46(12):742-4.
39. Joly J, Carvalho P, Carvalho R. Flapless aesthetic crown lengthening: A new therapeutic approach. *Rev Mex Periodontol.* 1 janv 2011;2.
40. McGuire MK, Scheyer ET. Laser-Assisted Flapless Crown Lengthening: A Case Series. *Restorative Dent.* 2011;31(4):9.
41. Peivandi A, Bugnet R, Debize E, Gleizal A, Dohan DM. L'ostéotomie piézoélectrique: applications en chirurgie parodontale et implantaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 1 nov 2007;108(5):431-40.
42. Procédure chirurgicale d'allongement de la couronne en un ou deux temps à des fins de restauration esthétique : un essai contrôlé randomisé [Internet]. [cité 9 mars 2022]. Disponible sur: <https://onlinelibrary-wiley-com-s.docadis.univ-tlse3.fr/doi/epdf/10.1111/jcpe.13375>
43. Ribeiro FV, Hirata DY, Reis AF, Santos VR, Miranda TS, Faveri M, et al. Open-Flap Versus Flapless Esthetic Crown Lengthening: 12-Month Clinical Outcomes of a Randomized Controlled Clinical Trial. *J Periodontol.* 2014;85(4):536-44.

44. Marzadori M, Stefanini M, Sangiorgi M, Mounssif I, Monaco C, Zucchelli G. Crown lengthening and restorative procedures in the esthetic zone. *Periodontol* 2000. juin 2018;77(1):84-92.
45. Contemporary Crown-Lengthening Therapy: A Review. *J Am Dent Assoc*. 1 juin 2010;141(6):647-55.
46. Vercruyssen M, Laleman I, Jacobs R, Quirynen M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26(S11):69-76
47. How useful is 3D printing in maxillofacial surgery? *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 1 sept 2017;118(4):206-12.
48. Deas DE, Moritz AJ, McDonnell HT, Powell CA, Mealey BL. Osseous Surgery for Crown Lengthening: A 6-Month Clinical Study. *J Periodontol*. 2004;75(9):1288-94.
49. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng OnLine*. 21 oct 2016;15:115.
50. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surgery*. 1 juin 2016;159(6):1485-500.
51. Remontée de marge ou élongation coronaire ? [Internet]. *AOnews le magazine dentaire qui nous rassemble*. [cité 4 oct 2021]. Disponible sur: <http://www.aonews-lemag.fr/entendu-pour-vous-remontée-de-marge-ou-élongation-coronaire-seance-adf-2019-avril-2020-ao-33/>
52. Le projet esthétique - réalité clinique / la revue thématique.
53. Sonick M. Esthetic crown lengthening for maxillary anterior teeth. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. août 1997;18(8):807-12, 814-6, 818-9; quiz 820.
revOrthoDentoFacialpdf.pdf
54. Vercruyssen M, Fortin T, Widmann G, Jacobs R, Quirynen M. Different techniques of static/dynamic guided implant surgery: modalities and indications. *Periodontol* 2000. 2014;66(1):214-27.
55. Les élongations coronaires chirurgicales [Internet]. *Id Webformation*. 2021 [cité 28 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/formations/les-elongations-coronaires-chirurgicales/>
56. A. Brincat, A. Gilch, A. Antezack, V. Monnet-Corti. L'élongation coronaire chirurgicale pour la réhabilitation de l'esthétique du sourire. *Inf Dent* N°9. 9 mars 2022;

**PLANIFICATION DE GUIDES CHIRURGICAUX POUR LES
TECHNIQUES D'ÉLONGATIONS CORONAIRES ESTHÉTIQUES DU
SECTEUR ANTÉRIEUR**

RÉSUMÉ :

La technique d'élongation coronaire est l'une des chirurgies parodontales les plus pratiquées de nos jours. Elle permet via l'augmentation de la hauteur coronaire, la restauration et le maintien de l'organe dentaire.

L'esthétique dentaire à l'ère du numérique tend à rendre incontournable l'intégration de projet esthétique virtuel dans nos plans de traitement thérapeutique. Il s'agit d'un outil d'aide indéniable au diagnostic, à la communication et à la planification.

La réalisation de guides chirurgicaux à l'aide des logiciels de présentations, d'acquisitions et de la CFAO, améliore la prédictibilité des résultats cliniques et réduit les risques d'échecs thérapeutiques.

TITRE EN ANGLAIS : Surgical guide planning for aesthetic crown lengthening
technics in the anterior sector

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLÉS : Élongation coronaire, ostéotomie, gingivectomie, guide chirurgical,
logiciel de planification, chirurgie flapless, analyse esthétique, projet esthétique
virtuel, CFAO.

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire, 3 chemin des Maraîchers, 31062 Toulouse Cedex.

Directeur de thèse : Dr Joffrey DURAN