

**UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER**  
**FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

Année : 2015

2015-TOU3-3079

**THÈSE**

**POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement  
par

**ZYRKOWSKI Thomas**

le 17 Décembre 2015

**PRÉPARATIONS POUR CFAO : DONNÉES**  
**ACTUELLES**

**Directeur de thèse : Dr Olivier CHABRERON**  
**Co-directeur de thèse : Dr Rémi ESCLASSAN**

**JURY**

Président :	Professeur Isabelle BAILLEUL-FORESTIER
Assesseur :	Docteur Rémi ESCLASSAN
Assesseur :	Docteur Karim NASR
Assesseur :	Docteur Olivier CHABRERON





➔ **DIRECTION**

**ADMINISTRATEUR PROVISOIRE**

Mr Hugues CHAF

**ASSESEURS DU DOYEN**

• **ENSEIGNANTS :**

Mr CHAMPION Jean  
Mr HAMEL Olivier  
Mr POMAR Philippe

• **PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE**

Mme GRIMCOUD Anna-Marie

• **ÉTUDIANT :**

Mr HAURET-CLOS Mathieu

**CHARGÉS DE MISSION**

Mr PALOUDIER Gérard  
Mr AJTHER Alan

**RESPONSABLE ADMINISTRATIF**

Mme MORICE Marie-Christine

➔ **HONORARIAT**

**DOYENS HONORAIRES**

Mr LAGARRIGUE Jean +  
Mr LODTER Jean-Philippe  
Mr PALOUDIER Gérard  
Mr SOULLET Henri

➔ **ÉMÉRITAT**

Mme GRÉGOIRE Geneviève  
Mr PALOUDIER Gérard

➔ **PERSONNEL ENSEIGNANT**

**56.01 PÉDODONTIE**

*Chef de la sous-section :*

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORSTIER

Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mme DARIÉS, Mr MARTY

Mr DOMINÉ

**56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

*Chef de la sous-section :*

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme ELICECUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mme YAN-VERGNES

Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

**56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE**

*Chef de la sous-section :*

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Mlle BARON

Mr DURAND, Mr PARAYRE

**57.01 PARODONTOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** **Mr BARTHET**

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

**57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION*****Chef de la sous-section :*** **Mr COURTOIS**

Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

**57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** **Mr POULET**

Professeurs d'Université : Mr KEMOUN

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE, Mme PESUDO

Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

**58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE*****Chef de la sous-section :*** **Mr DIEMER**

Professeurs d'Université : Mr DIEMER

Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI, Mme RAPP

Assistant Associé : Mr HAMDAN

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

**58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)*****Chef de la sous-section :*** **Mr CHAMPION**

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA

Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

**58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** **Mme JONIOT**

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONIOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

-----

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.  
(Délibération en date du 12 Mai 1891).*

*Mise à jour au 3 Novembre 2015*

## - REMERCIEMENTS -

Je dédie cette thèse :

A **mes parents**, pour tout l'amour, le soutien et l'abnégation dont vous avez fait preuve. Je ne vous serai jamais assez reconnaissant de m'avoir permis d'en arriver là. Ma réussite est la vôtre.

A mon frère, **Sébastien**. Merci pour les innombrables moments de rigolade. À ce propos, j'affectionne toujours autant la blague de la sorcière personne, particulièrement adéquate (comme Sheila) pour faire rire l'assemblée... ou pas. Et bien sûr à **Julie**, merci pour tous ces excellents moments passés ensemble. Les grandes vacances étaient parfaites !

A mon oncle et ma tante, **Luc et Marie-Claude**. Merci pour votre amour, votre soutien, votre accueil (en tant que vacancier ou intermittent de la dentisterie) mais aussi pour votre sens de l'humour et du débat passionné.

A **mes grands-parents**. Vous avoir à proximité fut une véritable aubaine.

A **ma famille**, tous mes autres oncles et tantes, cousins et cousines... Mon seul regret est de ne pas vous voir plus souvent.

A mes amis dentaires :

**Anaïk**, ma binôme et désormais colocataire. L'apprentissage des bases de notre métier avec toi fut un véritable plaisir. Merci pour ta gentillesse, ta patience, ton soutien indéfectible en clinique et au-delà, et finalement pour ton amitié, tout simplement.

**Maëva**, « evil twin » et ex coloc. A tout ce que l'on a partagé, et ce que l'on partagera encore. Pour m'avoir fait rire tant de fois et de continuer à le faire. Merci pour cette amitié en or. Le pain restera dur !

**Caroline**, mon Cubi de Sauvignon, mon Steven, reine de la danse du genou. De la Colombie aux plages du pays Basque, merci de me régaler autant. Une amitié inébranlable, à la hauteur de ton sens de l'organisation !

**Sylvain**, mon Gaillou. Merci pour cette gentillesse et cette constance qui te caractérisent. Du Cap-Ferret à l'Hôtel du Vieux Raisin, l'histoire se répète : je n'ai pas monté le son, c'est la chanson qui est plus forte. #TeamEuforie !

**Joffrey**, ma gaufrette, avec qui je me retrouve sur tellement de sujets. A tous les moments Nutella, le monde que l'on a refait, les soirées, les fous rires... la liste est longue. Merci copain !

**Amaury**, pour ton sens de l'humour, ton esprit éclairé, le recul que tu as sur les choses... mais surtout pour ce pas de danse sur Christine.

**Astrid**. La confiance que tu m'as témoignée tout au long de nos études ainsi que le jour de ton mariage est immense et réciproque. Merci pour cette amitié.

**Anaïs**, pour ces grosses marrades, ces débats, cet accent... Mais ? C'est la mélodie de Funky Town !!!

**Elisabeth**, autre élément indispensable du groupe. Merci d'avoir égayé ces études !

**Vincent F**, ton sens de la punchline n'a nul autre pareil. Grâce à toi (ou à cause, c'est selon) la chanson « Douce France » résonnera à jamais différemment. #TeamEuforie !

**Albanie**, dame Gigi. Presque dentaire mais surtout véritable amie, tu régales à chaque fois. Ne change rien !

**Vincent A**, un esprit vif, fidèle au poste, avec qui il est toujours génial de passer du temps, des moments *healthy* aux plus *dirt*.

**Mélodie**, vivement ton règne au Conseil de l'Ordre. Freed from desire !!!

**Albane**, Agathe de Narbonne, partenaire de selfies ubuesques, ta présence est à chaque fois garante de très bons moments. Cœur de rockeur !

**Arnaud**, rival de jack mais partenaire de toutes les folies, des apéros dentaires au golfe du Tonkin.

**Nico et Maëlle**. Des chats, une maison en construction... Suis-je le seul à voir venir la suite ?

Aux autres de la promo : **Noz, Bouyss, Fanny, Lucie**, et tous les autres. Vous retrouver chaque fois est un immense plaisir. *Best prom ever* !

Aux plus jeunes :

**Camille** (amatrice des réceptions de l'ambassadeur), **Jenni** (souviens toi le pacte), la **Gust'** (digne héritière de ton mentor), **Caro** (le chien !), **Gabi, Pierre, JB, PM, Tim, MSPG, Micha, Grossale, Zozo, Jachon, Chatoune** (c'est de l'amour), **Hélène** (on-se-barre !).

Aux plus « vieux » :

**Nico** (« amateur » de ma musicophonie, de Bogota à St Nauphary), **Julien** (l'excès), **Caïn** et **Fla** (copains de Licorne et plus encore), **Julie** (1<sup>ère</sup> thèse à laquelle j'ai assisté).

**Antoine et Fella**, la caution ARTE. Néanmoins vous savez être aussi sérieux que délurés, passer du temps en votre compagnie est chaque fois un immense plaisir. Merci les amis.

**Arezki**, police du lol 2.0, grand maître des internets. Merci pour cet humour si fin. #GangDeStGeorges

**Lucie** (pour ta jovialité. Tu m'as offert peut être le plus gros fou rire de ma vie à ce crit) **Caro, Sacha, Loïc, Camille, Kékilio**.

**Tristan** (faisons comme ça) **Aldo, Gerty, Grira** : chaque fois plus drôle que la précédente.

**Anaïs Luna**, pour ta clairvoyance, ton chic, ton hospitalité (qualité familiale !) et tant d'autres.

La team du BDM : **Benjamin** (des footings à la cave, c'est comme avec cet oncle éponyme, toujours un succès), **Rémi** (merci d'être aussi ravagé), **Franck** (maintenant je connais tous les stands de Victor Hugo, merci) et **Benoit** (pour ces années de fun à la maison, les mardis étaient des samedis). QU'EST-CE QUE C'EST ?

Aux amis d'autres facultés :

**Marion**, la mama. Une découverte (trop) tardive mais une amitié à la mesure de ta folie, héréditaire à coup sûr. Merci de régaler autant. T'as qu'une fesse ma gueule !

**Mathieu**, mon kiki. Pour tout ce que l'on a en commun (et pas que l'amour de l'excès). A ton frère **Max** et son acolyte notaire **Edouard**.

**Christopher**, pour notre passion commune. Tu as grandement aidé à l'élaboration de cette thèse, merci.

Au reste de la team Vietnam : **Pika**, **Mickey**, **David**. Voyage génial, vivement le prochain les gentils ponays. **Grieg** (je te mets là avec les autres rince doigts).

**Alice** et **Constance**. Les « evil twins » de Nancy, c'est un régal à chaque fois que l'on se voit.

Au reste de la team Kemer : **Alex**, **Mich-Mich**, **Maxime**, **Sandrine**, **Aymeric**, **Matthieu**, **Laura**. L'alcool c'est de l'eau ! Fabuleux voyage.

**Plautard**, **Estelle**, **Lucho**, **Alice** : hâte de revenir en terres bordelaises. **Kinz**, **Elise**, **Youkette**.

A mes amis d'enfance :

**Lucile** (since 1992), **Mathieu**, **Fanny** (du primaire à la seconde ce fut quelque chose), **Jérémy**, **Marie-Laurence**, **Elodie**. De la cour de récré au cercle : des années géniales. Merci à vous les amis.

**Pierre** et **Julie**. Loin des yeux...

A ceux du Lycée :

**Ben**, **Dyle**, **Aurore**, **Emeline**, **Elodie**, **Max**, **David**, **Sarah**. La terminale : un franc succès !

Aux **Drs POMMIER** et **BEZERT** et leur équipe pour m'avoir initié à la dentisterie, ainsi que pour votre bienveillance.

Au Cabinet du **Dr LEFEBVRE** pour m'avoir permis de travailler et de progresser. Ce fut un plaisir.

A tous ceux que j'oublie.

Merci à tous pour avoir fait de ces études des années absolument formidables. Une page se tourne, et pour filer la métaphore littéraire, j'espère écrire les prochaines avec vous.

A notre présidente du jury,

**Madame le Professeur Isabelle BAILLEUL-FORESTIER**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Chef de la Sous-Section Pédiodontie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme de Doctorat de l'Université Paris-Diderot,
- Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire.

*Vous nous faites le grand honneur d'accepter de présider le jury de cette thèse et nous vous en remercions très chaleureusement.*

*Nous vous remercions pour l'enseignement que vous nous avez apporté durant ces années d'études. La rigueur que vous nous avez inculquée au cours des stages cliniques est d'une aide précieuse au quotidien pour aborder avec sérénité les soins d'odontologies pédiatriques.*

*Puisse cette thèse témoigner de notre profond respect et de notre sincère gratitude.*

A notre co-directeur de thèse,

**Monsieur le Docteur Rémi ESCLASSAN**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'Université de Toulouse (Anthropobiologie),
- D.E.A. d'Anthropobiologie,
- Ancien Interne des Hôpitaux,
- Chargé de cours aux Facultés de Médecine de Toulouse-Purpan, Toulouse-Rangueil et Pharmacie (L1),
- Enseignant-chercheur au Laboratoire d'Anthropologie Moléculaire et Imagerie de Synthèse (AMIS – UMR 5288 – CNRS),
- Praticien qualifié en Médecine Bucco-Dentaire,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Nous vous remercions très chaleureusement d'avoir accepté de codiriger ce travail et d'avoir fait preuve d'écoute, d'empathie, de disponibilité et de conciliation.*

*Ce fut un grand plaisir et un grand honneur que de travailler à vos côtés dans la finalisation de ce projet.*

*Le même plaisir fut présent tout au long de nos études à travers votre enseignement, théorique ou pratique.*

*Nous vous remercions pour cette main tendue, preuve des grandes valeurs humaines qui vous caractérisent.*

A notre jury de thèse,

**Monsieur le Docteur Karim NASR**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 mention Biotechnologie-Biostatistiques,
- Master 2 Recherche en Science des Matériaux,
- Certificat d'Etudes Supérieures de technologie des matériaux employés en Art Dentaire,
- Certificat d'Etudes Supérieures de prothèse Dentaire (Option prothèse Scellée),
- Responsable du domaine d'enseignement Imagerie et Numérique,
- Responsable du Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D en Odontologie,
- Responsable du Diplôme Universitaire de CFAO en Odontologie,
- Responsable de la commission sur la Formation continue,
- Chargé de mission à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Nous sommes honorés et vous remercions pour la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de siéger à ce jury.*

*Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect.*

A notre directeur de thèse,

**Monsieur le Docteur Olivier CHABRERON**

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 2 Recherche : Sciences de la Vie et de la Santé – mention : Analyse Fonctionnelle des Génomes,  
Spécialité : Anthropologie, délimitation génétique des populations humaines et Santé,
- Certificat d'Etudes Supérieures de Chirurgie Dentaire Prothèse Dentaire option : Prothèse scellée,
- Certificat d'Etudes Supérieures de Chirurgie Dentaire Prothèse Dentaire option : Prothèse Maxillo-Faciale,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail.*

*Ce fut un grand plaisir et un grand honneur que de travailler à vos côtés dans la réalisation de ce projet.*

*Que ce travail soit le témoignage de mon plus grand respect.*

# TABLE DES MATIERES :

<b>Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>1. Les principes généraux de préparation en prothese fixée traditionnelle ...</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Principes généraux de préparation :.....</b>	<b>16</b>
1.1.1. La rétention.....	16
1.1.1.1. Degré de convergence : .....	17
1.1.1.2. Hauteur et surface de préparation :.....	18
1.1.1.3. Etat de surface : .....	19
1.1.2. La stabilisation : .....	20
1.1.3. La sustentation :.....	20
1.1.4. Les limites :.....	20
1.1.4.1. La forme :.....	20
1.1.4.2. La situation :.....	21
<b>1.2. Les règles de préparation pour couronne céramo-céramique :.....</b>	<b>23</b>
1.2.1. Méthode conventionnelle par pénétration contrôlée : .....	24
1.2.1.1. Préparation de dents antérieures : .....	24
1.2.1.2. Préparation des dents postérieures :.....	28
1.2.2. Préparation selon la méthode de G. Tirlet :.....	28
<b>2. Principes de préparation en CFAO directe : exemple du CEREC .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Le concept de CFAO directe .....</b>	<b>32</b>
2.1.1. L'acquisition : .....	32
2.1.2. La modélisation :.....	33
2.1.3. La fabrication : .....	34
<b>2.2. Paramètres de préparation et CFAO .....</b>	<b>36</b>
2.2.1. La position des limites : .....	36
2.2.2. L'état de surface :.....	36
2.2.3. La dépouille : .....	37
2.2.4. La hauteur : .....	37
2.2.5. La morphologie :.....	38
2.2.6. Aménagement tissulaire : .....	38
<b>2.3. Le concept des PAG.....</b>	<b>41</b>
2.3.1. Principes.....	41
2.3.2. Les formes fondamentales.....	42
2.3.3. Les instruments.....	43
2.3.4. Les mouvements .....	46

<b>3. Evolution des possibilités de reconstitution – Endocouronnes et V-Prep du</b>	
<b>Dr Jacques RAYNAL .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. L'essor du collage.....</b>	<b>55</b>
3.1.1. Rappels histologiques.....	55
3.1.2. Le collage.....	56
3.1.2.1. Facteurs influençant le collage.....	56
3.1.2.2. Avantages du collage :.....	56
<b>3.2. Les endocouronnes .....</b>	<b>57</b>
3.2.1. Définition .....	57
3.2.2. Conditions de réalisation :.....	58
3.2.3. Avantages (63).....	58
3.2.4. Méthodologie de préparation (61) .....	59
<b>3.3. Nouveaux concepts de préparations : les V-Prep (64) .....</b>	<b>62</b>
3.3.1. Généralités.....	62
3.3.2. Méthodologie.....	63
3.3.2.1. V-Prep initiale ou exploratrice .....	63
3.3.2.2. V-Prep étendue .....	66
3.3.2.3. Endo V-Prep .....	67
<b>Discussion .....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>73</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>75</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>80</b>

## **INTRODUCTION :**

Travailler avec des procédés de Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO) en 2015 ne repose plus sur le « bon vouloir » de chaque praticien. La plupart est concernée par ce procédé, que ce soit volontairement ou non.

Ainsi la question n'est plus de savoir si on veut travailler en CFAO mais comment travailler avec la CFAO ?

Par ailleurs, à l'heure où les procédés céramo-métalliques n'apportent plus autant de satisfaction au regard des doléances esthétiques grandissantes des patients et que la présence de métal en bouche constitue une source d'inquiétude, la CFAO permet de répondre à ces demandes par le biais du développement des restaurations céramo-céramiques.

Néanmoins la CFAO nécessite une courbe d'apprentissage, plus ou moins importante selon les praticiens, sur les gestes à acquérir, en particulier sur les préparations. En effet, les principes de préparation en CFAO diffèrent des principes de préparations traditionnels, enseignés dans les facultés.

Dans ce contexte, et à travers l'exemple du système de CFAO directe CEREC<sup>®</sup> commercialisé par la fibre Sirona<sup>™</sup>, l'objectif de ce travail est de mettre en évidence les modifications à apporter à nos préparations en comparaison aux grands principes de préparation traditionnels pour couronnes.

Dans une deuxième partie nous verrons une proposition de protocole développée par le Dr Jacques Raynal, les Préparations Assistées par Guidage (PAG) dans le but de standardiser les préparations aux contingences du CEREC<sup>®</sup> et par extension aux exigences de la CFAO.

Dans une troisième partie nous nous intéresserons aux nouvelles possibilités de restaurations que permet la CFAO, univers en constante évolution, tant par le biais des technologies mises en œuvre que des matériaux disponibles, chapeauté par la révolution que constitue le collage.

# **1. LES PRINCIPES GENERAUX DE PREPARATION EN PROTHESE FIXEE TRADITIONNELLE**

La préparation d'une dent représente un maillon essentiel de la chaîne prothétique visant à restaurer un délabrement. C'est un acte courant mais nullement anodin car de sa bonne réalisation dépendent :

- La protection de l'endodonte (et de la vitalité selon le cas)
- La restauration de la fonction par le rétablissement d'une occlusion saine.
- L'intégration esthétique (résultat optique et morphologie générale)
- L'absence d'inflammation parodontale marginale.

Elle consiste en une réduction du volume dentaire selon des critères bien définis. (1) (2) (3) (4)

Les principes sont les suivants :

- Mise de dépouille de la dent selon un axe choisi qui deviendra l'axe d'insertion de la prothèse. Ce dernier tient compte des dents adjacentes, des dents antagonistes et du couloir prothétique. La mise de dépouille se doit d'être économe dans la réduction de volume tissulaire afin d'obtenir un faible degré de convergence et une hauteur suffisante de la préparation pour souscrire aux exigences de rétention et de stabilisation de l'élément prothétique.
- Création d'éléments de rétention subsidiaires (puits, boîtes, tenons, rainures).
- Morphologie de la dent.
- Formes, situation et régularité des limites.
- Facilitation du travail de laboratoire.
- Formes de contour en adéquation avec le type de restauration.

## **1.1. Principes généraux de préparation :**

### 1.1.1. La rétention

La rétention est la **capacité à s'opposer aux forces de désinsertion de la prothèse** selon l'axe d'insertion et les axes de préparation. (5)

Ces dernières, qui sollicitent la prothèse en permanence et tendent à la déstabiliser, sont au nombre de trois :

- Le cisaillement : il consiste en un glissement de la prothèse dans un plan adjacent parallèle à la contrainte.
- La traction : elle correspond en une élongation de l'élément prothétique qui entraîne sa désinsertion.
- La compression : c'est un enfouissement, par opposition à la traction.

Le scellement ou le collage seuls ne permettent pas de lutter de façon satisfaisante contre ces contraintes (6). Ainsi, pour contrecarrer ces dernières et tendre vers l'immobilité la plus totale de l'élément prothétique sur l'organe dentaire, garante de la pérennité de la prothèse, il convient de suivre rigoureusement certains principes de préparation et de faire appel à des configurations géométriques spécifiques qui sont :

- Le degré de convergence des parois préparées.
- Le nombre de degrés de liberté.
- Le respect et la conservation de la hauteur de la dent préparée.
- L'augmentation de la surface de scellement.
- La conservation d'un état de surface rugueux.
- Les artifices de rétention.

### 1.1.1.1. Degré de convergence :

L'insertion d'une couronne sur la préparation dentaire n'est possible que si les faces axiales sont de dépouille. Cela consiste à rendre **convergentes deux parois externes** vers la face occlusale de la dent (pour les couronnes) ou deux parois internes divergentes (pour les inlays/onlays).

Il a été créé un critère objectif de mesure du degré de convergence qui est la mesure de **l'angle total de convergence occlusale** ou (« TOC : Total Occlusal Convergence angle »), défini comme l'angle de convergence de deux parois axiales opposées dans un plan donné (7). Un maximum de rétention est obtenu pour des parois parallèles tandis qu'avec des pans très convergents la rétention est fortement diminuée (6), notamment au delà de 10° (8), c'est pourquoi les auteurs recommandaient l'obtention d'un TOC très faible de l'ordre de 2 à 5°. On s'aperçoit cependant dans une revue de la littérature de Tiu et al. datant de 2015 que les valeurs du TOC sont en réalité très éloignées et que ces valeurs sont irréalisables dans la pratique. On observe dans le sens mésio-distal des variations entre 7,1 et 37,2° tandis que dans le sens vestibulo-lingual les variations vont de 7,4 à 35,7°. Plusieurs études ont des valeurs moyennes TOC supérieures à 24°. Dans une autre revue systématique de la littérature de Podhorsky et al. la dépouille clinique réelle est comprise entre 18 et 24°.

Les recommandations actuelles, basées sur une revue de la littérature, proposent des cônes de convergence de 10 à 22°, plus en adéquation avec la réalité clinique. (7)

Certains facteurs vont complexifier l'obtention d'un TOC faible :

- Le type de dent. Par exemple un pan lingual de molaire mandibulaire, du fait de sa forte inclinaison, sera difficilement parallélisable au pan vestibulaire. (1)
- L'indice de Le Huche. C'est le respect du rapport de la dimension mésio-distale occlusale sur cervicale. La forme conique imposée par la préparation ne posera pas de problème particulier sur une dent rectangulaire mais dans le cas de dents triangulaires comme les prémolaires mandibulaires la mise en dépouille en accord avec ce principe sera substantielle.

L'intensité des contraintes s'exerçant sur le ciment est un autre paramètre auquel il faut être vigilant car plus la dépouille est importante et plus les forces se concentreront de façon importante. (9)

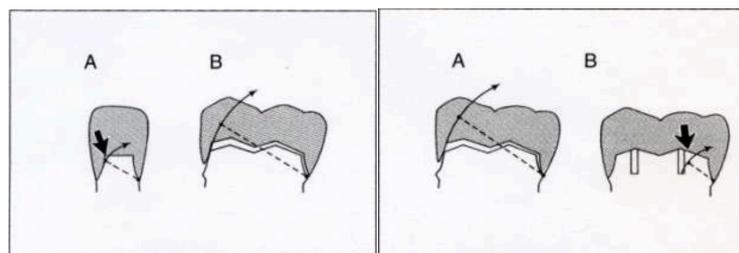
#### 1.1.1.2. Hauteur et surface de préparation :

La **hauteur résiduelle** de la dent préparée constitue également un facteur prépondérant car il existe une corrélation positive entre cette dernière et la force nécessaire au retrait de la restauration. (8)

La réduction de la face occlusale doit donc être la plus légère possible dans le but de maintenir une hauteur suffisante et ainsi obtenir une surface de rétention plus élevée (10) (11). Elle doit aussi être en adéquation avec le matériau constitutif de la future prothèse, une épaisseur moindre sera nécessaire pour du métal tandis qu'une couronne en céramique nécessitera un espace plus important. Par ailleurs cette réduction doit être faite en respectant la morphologie occlusale, on parle d'homothétie relative.

Afin de contrôler l'espace ménagé entre la préparation et la dent antagoniste plusieurs dispositifs sont à disposition des praticiens (papier articulé, passage d'une sonde 17, cale d'espacement voire compas d'épaisseur).

L'appréciation de la hauteur doit également être pondérée en fonction du diamètre de la dent. En effet une rétention acceptable peut être obtenue sur une dent courte si son diamètre est faible car le bras de levier est plus court, rendant la désinsertion plus difficile. En revanche, sur une dent de plus gros diamètre, il sera parfois nécessaire d'y incorporer des rainures axiales pour lutter contre la désinsertion. Ces dernières influent sur la rétention mais surtout sur la stabilisation de l'élément prothétique. (11) (12) [Fig 1]



**Figure 1 : Schémas illustrant le principe de bras de levier (13)**

A gauche le bras de levier est plus court pour A que pour B. A droite la création de rainures rend le bras de levier plus court pour B.

Notons enfin que bien souvent la réalité clinique impose une hauteur insuffisante par perte de substance partielle ou totale de la couronne. Il est donc nécessaire dans ces cas là de substituer le volume de dent manquant (14). Ces moyens de substitution ne doivent pas entraîner de mutilations excessives, notamment dans le cas de dents vivantes afin de ne pas mettre en péril l'intégrité pulpaire.

#### 1.1.1.3. Etat de surface :

**L'état de surface**, de par sa rugosité, va conditionner **les coefficients de frottements** des surfaces en contact. Il existe ainsi une corrélation entre la rugosité et la rétention qui augmentent de façon concomitante.

Par ailleurs le mode de liaison de la prothèse à son support est à prendre en compte. Dans le cas d'un scellement à l'oxyphosphate de zinc par exemple, la recherche d'une rugosité importante est souhaitable car elle améliore la rétention (micromécanique par clavetage)(15). Certaines résines, en revanche, ont un potentiel adhésif intrinsèque, notamment sur les tissus dentaires (16), la rugosité influence donc peu leur potentiel rétentif. (17)

Il est intéressant de noter que les ciments n'assurent que de 13 à 15 % de la rétention totale. Ce score peut en revanche être amélioré si des micro anfractuosités sont créées, tant sur l'intrados prothétique que sur la préparation. Certains auteurs recommandent ainsi de ne pas polir exagérément la préparation tout comme l'intrados de la couronne. (6)

Pour d'autres, en revanche, une surface polie permet une prise d'empreinte plus précise et donc une coulée ou un usinage plus fins, permettant ainsi l'obtention d'un joint dento-prothétique plus précis ce qui améliore la rétention.

### 1.1.2. La stabilisation :

Deuxième grand principe de préparation, **la stabilisation est la force qui s'oppose aux mouvements dans un plan horizontal** (en raison des contraintes occlusales ou masticatoires) de l'élément prothétique sur la dent sous-jacente. Pour augmenter ce paramètre il suffit de limiter la liberté de mouvement de torsion et de rotation. Cela est réalisable, notamment lorsque les conditions ne sont pas favorables de base (hauteur trop faible, conicité trop importante, perte de substance, etc.), par le biais de puits, boîtes, tenons, rainures ou cannelures sur la préparation. Le principal écueil à ces artifices est, dans le cas d'une dent pulpée, la mise en danger de l'intégrité pulpaire.

### 1.1.3. La sustentation :

La sustentation représente **la capacité à s'opposer à l'enfoncement de la prothèse**. C'est un paramètre davantage étudié en prothèse amovible. En prothèse fixée cette force est exercée par l'appui sur la dent préparée.

### 1.1.4. Les limites :

Les limites de préparation ont été largement étudiées dans la littérature. Deux paramètres sont à considérer :

- Leur forme
- Leur situation

#### 1.1.4.1. La forme :

La forme de la limite doit pouvoir assurer sa continuité et dans le même temps assurer une parfaite lisibilité au laboratoire afin d'optimiser la précision du joint.

De nombreuses formes de limites ont été proposées. Aucune forme n'a scientifiquement prouvé sa supériorité aux autres concernant l'adaptation marginale de la restauration

ultérieure (8). Néanmoins deux semblent s'imposer au regard des exigences cliniques actuelles : **le congé et l'épaulement**. (3) [Fig 2]

Concernant le congé, ce dernier est indiqué pour les couronnes métalliques et céramo-métalliques. C'est une limite nette autorisant un ajustement parfait sans hiatus avec la dent et sans débordement sur la gencive, prévenant ainsi toute irritation gingivale. (18)

Il peut être quart de rond ou quart d'ovale, cela dépend de l'extrémité de la fraise utilisée (fraise conique diamantée). A noter qu'il peut être biseauté afin d'éliminer les risques de hiatus. Ce supplément de préparation, obsolète pour les procédés céramo-métalliques, n'est employé que pour les couronnes métalliques.

L'épaulement, quant à lui, est réalisé avec une fraise diamantée à bout plat concédant ainsi plus d'espace pour le futur matériau (nécessaire pour la céramique). L'angle interne peut être droit ou arrondi, réduisant dans ce dernier cas les contraintes de plus de 50% et permettant aussi un meilleur suivi du contour gingival périphérique. (19)



**Figure 2 : Schéma illustrant différents profils de limites.**

**De gauche à droite : épaulement à angle droit, à angle interne arrondi, congé quart de rond, congé quart de rond biseauté (20)**

#### 1.1.4.2. La situation :

Trois situations sont décrites : **supra-gingivale, juxta-gingivale et intra-sulculaire.**

La situation de la limite obéit à plusieurs impératifs.

D'un côté l'esthétique et la mécanique, qui privilégient des limites intra-sulculaires ou juxta-gingivales afin de camoufler le joint dento-prothétique et d'augmenter la hauteur de préparation et ainsi la rétention comme vu précédemment, notamment dans le cas de carie du collet, d'érosion, de fracture à ce niveau ou de défaut d'émail. (21)

Il est primordial pour ces limites de ne pas empiéter sur l'espace biologique sous peine de léser l'attache épithéliale et entraîner une récession gingivale (22). On estime qu'il faut ménager un espace prothétique (distance entre la limite et la crête alvéolaire) de 3 mm environ pour ne pas léser ce dernier. C'est pour cela que les limites sous-gingivales sont formellement proscrites. (23)

Ainsi, lors de la réalisation de limites intra-sulculaires, la méthodologie consiste à réaliser dans un premier temps une réduction périphérique dont la position de la limite est supra-gingivale puis de la descendre dans un second temps après avoir réalisé une déflexion gingivale par cordonnets, méthode atraumatique pour l'attache épithélio-conjonctive. (24)

Il est par ailleurs communément admis que la limite ne doit pas s'enfoncer de plus de 0,5 mm dans le sillon afin de permettre le maintien de l'hygiène.

Les contingences parodontales sont l'autre impératif qui va influencer sur la situation des limites. De ce point de vue là, la meilleure limite est supra-gingivale car plus accessible au brossage, plus aisément enregistrable via l'empreinte et donc davantage lisible par le laboratoire qui va ainsi pouvoir réaliser une couronne en continuité avec le fût radiculaire et donc parfaitement adaptée. (8)

Le positionnement de la limite est donc un compromis à faire tout en gardant à l'esprit qu'un haut niveau de preuve a été établi entre les limites intra-sulculaires et une inflammation gingivale persistante. Les limites supra-gingivales sont donc à privilégier autant que possible. Ainsi lors d'un fort délabrement ou d'une hauteur insuffisante et que la réalisation d'une limite intra-sulculaire paraît inévitable, on pourra envisager une élongation coronaire ou une extrusion orthodontique afin de ramener la limite au minimum en juxta-gingival, position longtemps décriée lorsqu'un scellement était requis mais qui trouve son intérêt lors d'un collage. (8)

## **1.2. Les règles de préparation pour couronne céramo-céramique :**

Les règles de préparation ont été historiquement édictées en fonction des paramètres inhérents à la métallurgie (les couronnes métalliques puis céramo-métalliques). Or en raison d'une demande esthétique croissante et en adéquation avec le crédo de limiter le métal en bouche, les thérapeutiques ont évolué afin de proposer aux patients des couronnes entièrement en céramique.

Ces dernières présentent de nombreux avantages : (25)

- Esthétique
- Biocompatibilité (elles sont inertes et leur état de surface est excellent)
- Résistance en compression (mais fragiles car cassantes)

Elles requièrent, en revanche, un aménagement tissulaire plus important, d'une part en raison de l'épaisseur de la céramique d'infrastructure (alumine, zircone) et d'autre part pour la céramique cosmétique qui se doit d'être d'épaisseur suffisante pour assurer un rendu esthétique de qualité.

La préparation est dite homothétique c'est-à-dire qu'elle respecte au maximum la forme et la position originelle de la dent. (26)

Il existe plusieurs méthodologies de préparation, l'important étant de répondre parfaitement aux objectifs d'intégration biologique, mécanique, fonctionnelle et esthétique de la prothèse céramo-céramique. (27)

Nous allons décrire deux méthodes de préparation :

- La pénétration contrôlée
- La méthode de G. Tirlet, alternative à la pénétration contrôlée.

### 1.2.1. Méthode conventionnelle par pénétration contrôlée :

#### 1.2.1.1. Préparation de dents antérieures :

**Étape 1 :** Préparation de la face vestibulaire. A l'aide d'une fraise diamantée conique à bout arrondi des rainures de 1,2 à 1,4 mm de profondeur sont réalisées selon deux directions : incisale et cervicale [Fig 3]. La profondeur au niveau du bord incisif est plus importante (2 mm). Cette double orientation est un prérequis indispensable à l'obtention d'un résultat esthétique optimal.

**Étape 2 :** Réduction le bord incisif à l'aide d'une fraise diamantée conique à bout plat de 1,5 à 2 mm.



**Figure 3 : Photographies des différentes angulations de la fraise lors de la préparation (21)**

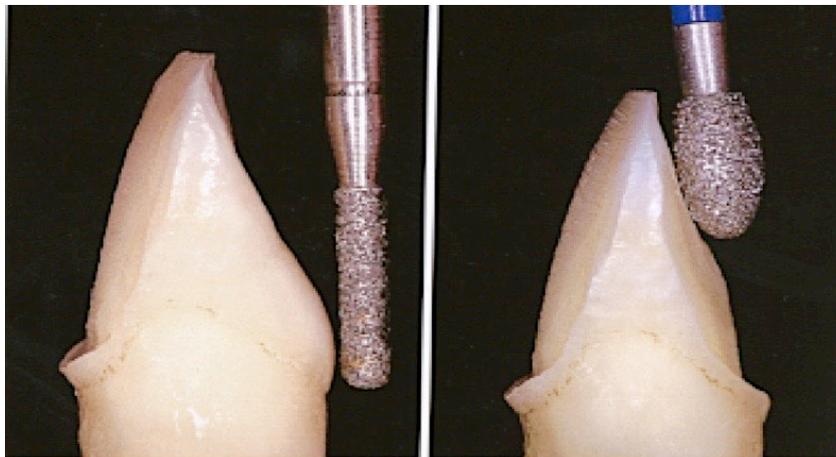
**Étape 3 :** Régularisation de la surface en reliant les différents sillons entre eux à l'aide d'une fraise conique à bout arrondi tout en réalisant l'épaulement circulaire régulier (à angle interne arrondi) au niveau cervical en suivant le feston gingival. (28)(29)

On obtient ainsi une limite assurant un soutien suffisant du matériau et donc renforçant la résistance à la fracture. Il faut par ailleurs veiller à maintenir une hauteur suffisante, à la fois pour les principes mécaniques vus précédemment mais aussi pour éviter une

concentration des contraintes au niveau cervical génératrices de fractures en demi-lune à cet endroit. (14) (28)

La face vestibulaire préparée présente ainsi un bord libre plat qu'il faut veiller à orienter en cervico-palatin (son orientation de base) permettant de s'opposer aux forces de cisaillement. A noter qu'un congé quart de rond est réalisable mais, bien que souscrivant davantage au principe d'économie tissulaire, il ne permet qu'un appui mécanique plus faible et donc une résistance à la fracture moins importante. (29)

**Étape 4 :** Préparation de la face palatine. Premièrement grâce à une fraise olive la concavité palatine va être réduite. Vient ensuite la réalisation de l'épaulement d'au moins 1mm à l'aide d'une fraise conique à bout plat au niveau de la paroi axiale palatine. [Fig 4] Il est important de ne pas sur-préparer la zone de transition entre cette paroi axiale et la concavité sus-jacente afin de maintenir une dépouille faible pour assurer la rétention. Concernant l'épaulement, il faut veiller à lui faire rejoindre son homologue vestibulaire de façon continue.



**Figure 4 : Photographies de l'étape de préparation de la face palatine (21)**

**Étape 5 : Finitions :** à l'aide d'une fraise fissure de faible granulométrie les faces axiales sont régularisées et les angles émoussés pour prévenir d'éventuelles fractures de la céramique par concentration des contraintes. (30)

Chiche et Pinault (1995) ont montré que l'insuffisance de préparation à la jonction du tiers occlusal et des deux tiers cervicaux conduisait le plus souvent à un échec au niveau de l'intégration esthétique de la restauration (31). Afin de prévenir cet écueil récurrent, une aide précieuse est utilisable par le praticien : la réalisation d'une clé en silicone ou guide de coupe qui permet de valider lors de chaque étape le volume dentaire enlevé et de s'assurer de l'homothétie de la préparation. [Fig 5]

Ce dernier est réalisé à partir du wax-up et donc du projet prothétique final (32) si une modification de forme est requise ou directement sur la dent à préparer si son positionnement est correct. (19)

Il convient également de vérifier l'espace prothétiquement utilisable en position d'intercuspidie maximale et en diduction pour s'assurer de l'absence d'interférence. (32)



**Figure 5 : Photographies des guides de coupe dans les trois sens de l'espace (32)**

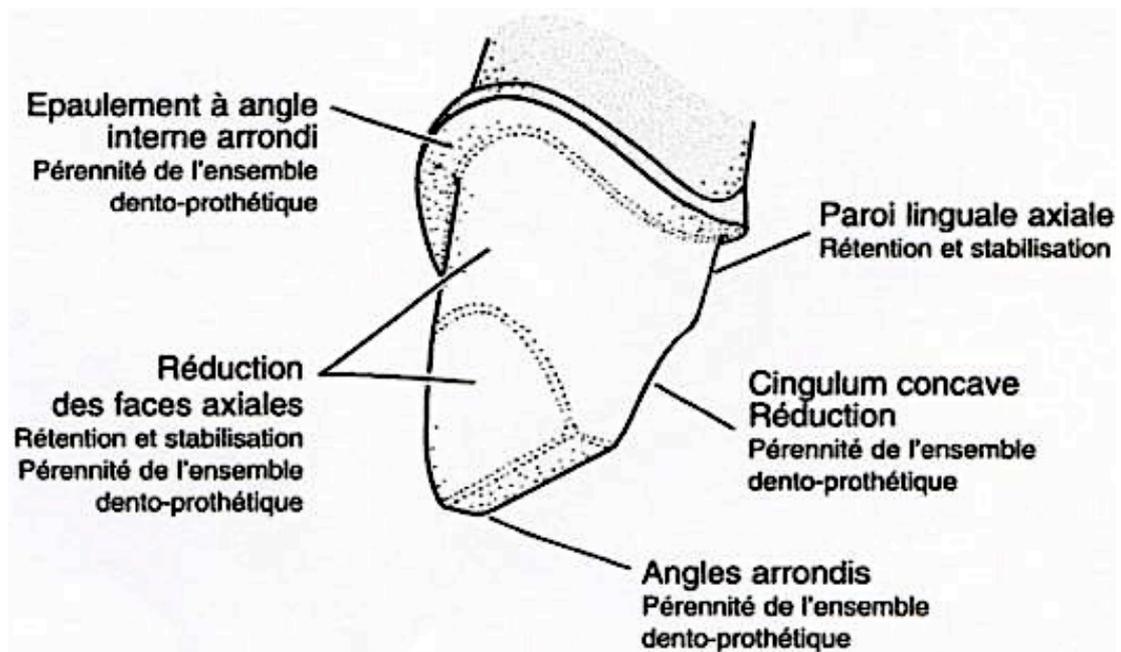


Figure 6 : Schéma de la préparation achevée d'une incisive centrale pour couronne céramo-céramique (13)

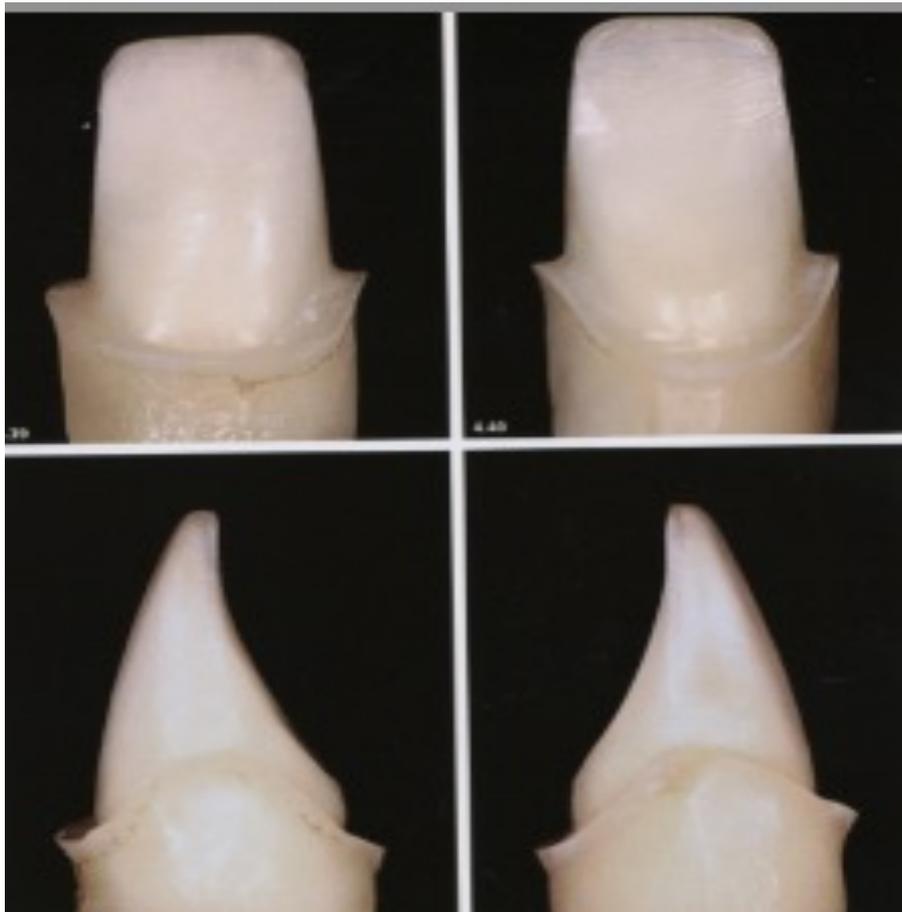


Figure 7 : Photographies de la préparation achevée de l'incisive centrale maxillaire (21)

### 1.2.1.2. Préparation des dents postérieures :

La préparation des dents postérieures obéit à un protocole similaire de réduction homothétique.

L'épaulement à angle interne arrondi est également recommandé bien que pour des céramiques ayant un module de résistance à la flexion supérieur à 350 MPa (celles enrichies au disilicate de lithium, les alumineuses infiltrées et les zircons) un congé est envisageable.

A ce propos selon la nature de la céramique les impératifs d'espace seront différents. (20)

Pour la chape, au niveau cervical :

- 0,5 mm pour les zircons et les alumineuses. Ce sont des céramiques d'infrastructure nécessitant une céramique cosmétique par dessus.
- 0,8 à 1,5 mm pour celles enrichies ou au silicate de lithium. Ces dernières ne nécessitent pas de céramique cosmétique (ou alors uniquement sur le 1/3 occlusal dans le cas d'un cut back)

Pour la céramique cosmétique : 1,5 à 2 mm pour la face occlusale.

### 1.2.2. Préparation selon la méthode de G. Tirlet :

La méthode proposée par les fondateurs du groupe SMILE (Tirlet, Attal) diffère légèrement dans la séquence de travail afin d'éviter l'écueil majeur de la pénétration contrôlée qui consiste à obtenir une surface de préparation irrégulière en « tôle ondulée » susceptible d'entraîner une majoration de la mutilation de la préparation en voulant l'uniformiser. (19)

Cette méthodologie requiert également l'utilisation d'une clé en silicone qu'ils nomment **clé de réduction tissulaire** verticale. Les étapes sont les suivantes : (27)

**Étape 1** : Réduction occlusale calibrée de 2 mm. [Fig 8]

**Étape 2** : Réalisation d'un épaulement intermédiaire à la jonction tiers incisif / deux tiers cervicaux (14/10 à 17/10 de mm) directement fonction de l'épaisseur mesurée de la dent à ce niveau avant préparation avec une fraise tronconique (Komet 845KR314 016). [Fig 8]



**Figure 8 : Photographies illustrant les étapes 1 et 2 de réduction du bord libre et du 1/3 incisal (19)**

**Étape 3** : Préparation des deux tiers cervicaux (12/10 à 15/10 de mm). Stein, Mac Lean, Preston et Miller suggèrent une épaisseur minimale de 1,4 mm en vestibulaire pour tous les types de céramiques.

**Étape 4** : Préparations proximales. L'utilisation de Fender Wedges<sup>®</sup> (coin en bois associé à une matrice) est conseillée afin d'éviter de léser les surfaces proximales adjacentes (2/3 des surfaces proximales seraient lésées, engendrant des lésions carieuses). On crée des gorges proximales de 8/10 à 10/10 de mm. Il faut veiller lors de la préparation des angles proximo-vestibulaires et proximo-linguaux à les respecter au maximum en raison de leur incidence sur la morphologie finale de l'élément prothétique (incidences en particulier sur la « spatulation » lors du montage de la céramique par le prothésiste).

**Étape 5** : Préparation sous-cingulaire en respectant scrupuleusement la partie verticale sous le cingulum afin d'obtenir un mur lingual d'au moins 3 mm sous ce dernier pour un degré de convergence au sommet assurant une rétention suffisante. C'est en effet la seule portion verticale qui après mise de dépouille est en opposition directe avec la partie homologue vestibulaire. La rétention est particulièrement recherchée dans le cas de couronnes céramo-céramiques en alumine et zircone car leur collage est peu efficace. Pour les céramiques cosmétiques, en revanche, c'est surtout le collage qui va jouer ce rôle. Néanmoins la conservation du mur lingual n'en devient pas pour autant superflue car il jouera un rôle important dans la stabilisation. [Fig 9]

**Étape 6** : Préparation cingulaire d'une épaisseur de 0,8 à 1 mm. [Fig 9]



**Figure 9 : Photographie de la préparation en vue palatine. Mise en évidence la préservation du mur lingual (flèche jaune) (19)**

**Étape 7** : Finitions et ultrafinitions (Usons Kit US Acteon<sup>®</sup>) à l'aide d'un fin cordonnet éverseur. [Fig 10]



**Figure 10 : Photographie de l'étape d'ultrafinition de la préparation à l'aide d'un instrument lisse ultrasonore (19)**



**Figure 11 : Photographie de la préparation achevée. Contrôle avec la clé de réduction tissulaire verticale (19)**

<b>Bord incisif</b>	<b>Faces proximales</b>	<b>Face vestibulaire</b>	<b>Face palatine</b>
<b>2 mm</b>	<b>6 à 8/10<sup>e</sup> de mm</b>	<b>12 à 15/10<sup>e</sup> de mm</b> <i>8/10<sup>e</sup> à 1 mm de céramique cosmétique + 4 à 5/10<sup>e</sup> pour l'infrastructure en céramique (33)</i>	<b>8/10<sup>e</sup> à 1 mm</b>

**Figure 12 : Tableau récapitulatif des différentes épaisseurs de préparations requises en fonction de la localisation**

## **2. PRINCIPES DE PREPARATION EN CFAO**

### **DIRECTE : EXEMPLE DU CEREC**

A l'heure où les avantages de la CFAO ne sont plus à prouver et que son recours est devenu monnaie courante (parfois même inconsciemment), il apparaît nécessaire de mettre en exergue les vicissitudes qu'impliquent l'utilisation de cette technologie, notamment au niveau des préparations. (34)

#### **2.1. Le concept de CFAO directe**

Connue sous l'appellation « Chairside Cad-Cam » en anglais, elle permet au praticien et son équipe de concevoir et de réaliser une restauration en une seule séance sans passer par le laboratoire de prothèse. La première étape consiste en l'acquisition de l'information afin d'obtenir un modèle virtuel sur l'ordinateur. Ce dernier va permettre de modéliser l'élément prothétique via le logiciel de CFAO qui transmettra l'information à l'unité d'usinage pour la fabrication. (35)

##### **2.1.1. L'acquisition :**

L'acquisition de l'information se fait par le biais d'une caméra intra-buccale, c'est l'étape de l'empreinte optique. De nombreux systèmes sont commercialisés et leur nombre continue de croître.

Concernant le système CEREC, deux caméras de CFAO directe sont commercialisées par la firme Sirona™ :

- La caméra Bluecam® [Fig 13]
- La caméra Omnicam®

Leur principe de fonctionnement reste globalement le même : il consiste en l'émission d'un rayonnement lumineux en direction de la surface dentaire qui va être réfléchi de manière déformée en direction d'un capteur. C'est l'analyse de la perturbation du

rayonnement qui va créer l'information qui sera ensuite modélisée, ainsi on obtient une conversion des données topographiques en coordonnées mathématiques x, y et z. (36) (37)

Selon la technologie :

- Un poudrage à base de dioxyde de titane préalable à la prise d'empreinte peut être nécessaire.
- La méthodologie d'acquisition diffère.

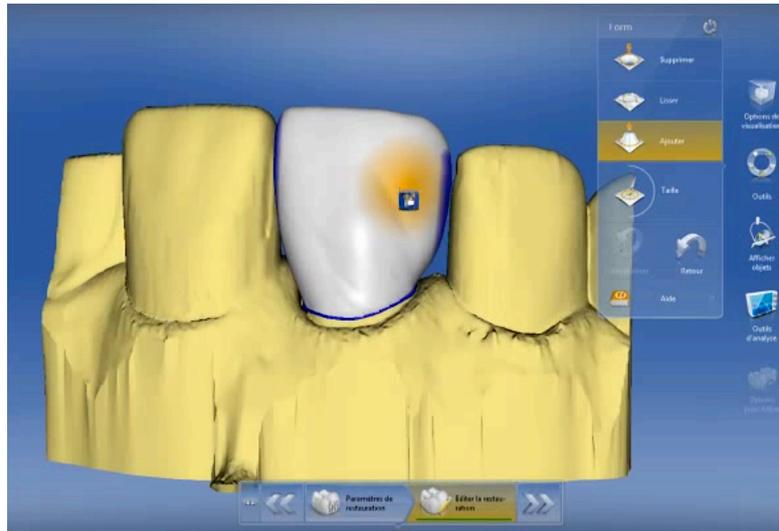


Figure 13 : Système CEREC Bluecam<sup>®</sup> (38)

### 2.1.2. La modélisation :

C'est le moment de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Il s'agit d'une conversion de données analogiques enregistrées lors de l'acquisition en données numériques grâce à des logiciels spécifiques.

La modélisation de la future prothèse se fait sur un moniteur possédant un écran, un clavier et une molette de dessin ou « trackball ». [Fig 14]



**Figure 14 : Modélisation de la couronne d'une 11 (39)**

### 2.1.3. La fabrication :

C'est le moment de la FAO pour Fabrication Assistée par Ordinateur. C'est un élément essentiel de la chaîne numérique sans rupture car elle réalise la liaison entre la CAO et la machine de mise en forme du matériau. (40)

En CFAO directe, seuls les procédés soustractifs d'usinage à froid de blocs de matériaux sous forme de lingots dans une machine outil à commande numérique sont envisageables à ce jour dans un cabinet dentaire classique, de surcroît lors d'une séance unique conditionnant la rapidité de réalisation de l'élément. (41)

L'usinage se fait par fraisage au sein de la chambre dédiée composée de deux moteurs synchronisés reliés à l'unité centrale. Deux fraises œuvrent à la réalisation de l'élément prothétique, une fraisant l'intrados tandis que l'autre sculpte la face occlusale et les bombés. C'est le mouvement relatif du bloc et des fraises qui engendre la sculpture de la prothèse. [Fig 16]

Selon le degré de complexité de ce mouvement on aura des machines outils trois axes (les trois sens de l'espace X, Y et Z) jusqu'à des machines outils cinq axes (les trois axes précédents auxquels on rajoute des rotations autour de ces derniers). (42) [Fig 15]

Ces axes d'usinage vont imposer une corrélation entre axe de préparation, axe d'empreinte optique et axe d'insertion de la future prothèse. (43)

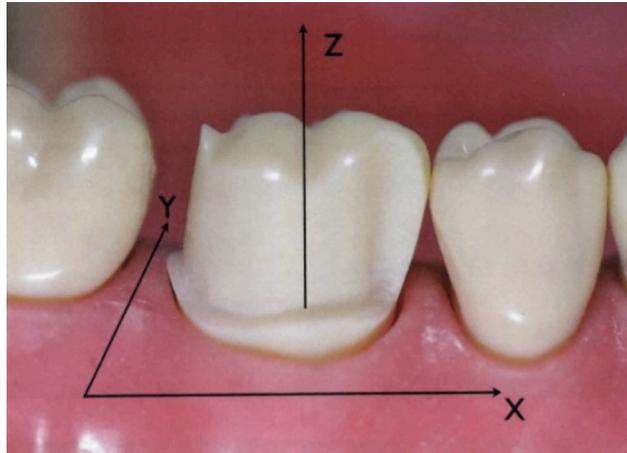


Figure 15 : Illustration des trois axes de préparation (44)



Figure 16 : Photographie de la chambre d'usinage du système CEREC (45)

## **2.2. Paramètres de préparation et CFAO**

### **2.2.1. La position des limites :**

Un argument supplémentaire à la réalisation de limites supra-gingivales est l'utilisation de l'empreinte optique, en effet cette dernière ayant pour particularité de n' « enregistrer que ce qu'elle voit », l'enregistrement de limites juxta-gingivales ou intra-sulculaires est fortement compromis voire impossible. (46)

Cette nécessité de positionner la limite en supra-gingival se retrouve également à la fin de la thérapeutique. En effet le mode d'assemblage le plus adapté aux céramiques usinées en CFAO directe est le collage car il permet, entre autre, de renforcer leurs propriétés mécaniques. Or ce dernier nécessite une grande rigueur dans le protocole de réalisation dont l'obligation d'être à l'abri de toute contamination hydrique (eau, sang, salive, exsudat inflammatoire). Le recours à une limite supra-gingivale permet donc d'isoler la dent et de réaliser ainsi un collage de qualité. (47)

La réalité clinique pouvant imposer le contraire, il sera nécessaire de modifier la position de la limite. Nous avons vu qu'il était possible de réaliser une chirurgie d'élongation coronaire ou une extrusion orthodontique, cependant le coût de ces propositions thérapeutiques peut être un facteur limitant pour le patient. C'est ainsi qu'une alternative a été proposée, la « deep margin elevation » que l'on peut traduire par un rehaussement de la limite. Le principe consiste à utiliser sous digue avec une matrice particulière un « scellement dentinaire immédiat » suivi d'une mise en place de composite afin de rétablir la limite en position plus coronaire. (48)

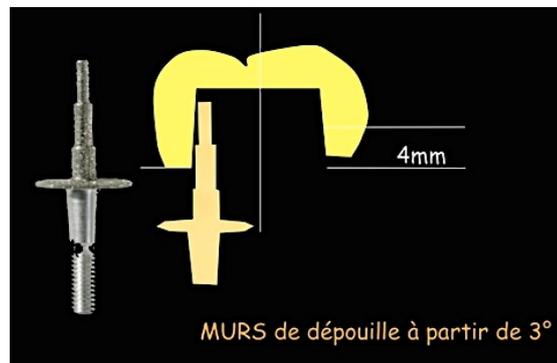
### **2.2.2. L'état de surface :**

L'acquisition se trouvant facilitée par un état de surface lisse, il est d'autant plus recommandé de terminer une préparation avec des fraises de faibles granulométries. (43)

### 2.2.3. La dépouille :

Le degré de dépouille est aussi influencé à la fois par le système d'acquisition et par les fraises d'usinage. En effet compte tenu du fait que d'une part la fraise usinant l'intrados a une conicité de  $3^\circ$  [Fig 17] et d'autre part que l'axe d'usinage est rigoureusement le même que celui de la préparation, il est impossible d'avoir une dépouille inférieure. (43)

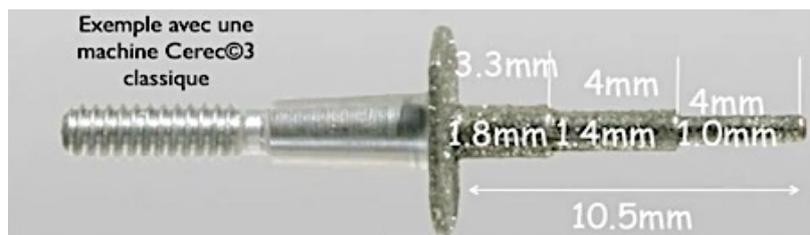
Par ailleurs, les caméras ayant des difficultés à enregistrer les versants verticaux, la dépouille idéale se situera entre  $5$  et  $10^\circ$  voire davantage car une plus grande conicité rend la restauration moins sensible aux fractures. (49)



**Figure 17 : Schéma illustrant l'influence de la conicité de la fraise du système CEREC sur l'angulation des parois (44)**

### 2.2.4. La hauteur :

La longueur de la fraise usinant l'intrados va déterminer la hauteur maximale de ce dernier et donc la hauteur maximale de la préparation. Dans le cas du CEREC elle est de 10,5 mm. C'est un paramètre non négligeable notamment dans le cas de récessions parodontales. [Fig 18]

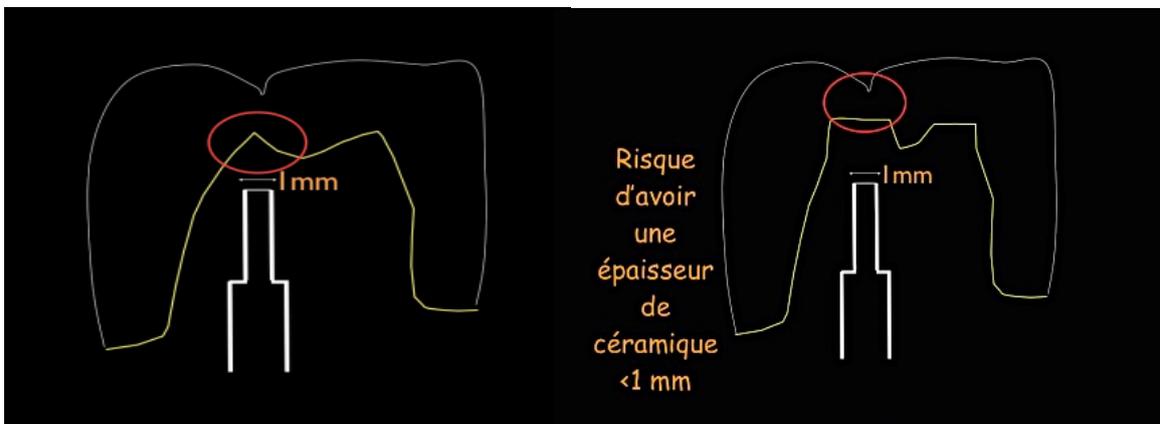


**Figure 18 : Photographie d'une fraise de l'usineuse du système CEREC (43)**

### 2.2.5. La morphologie :

La morphologie de la préparation est également tributaire des fraises de l'usineuse et notamment de leur extrémité. En effet elle a une forme droite et possède un diamètre d'1 mm. Comme on le voit sur le schéma suivant il est impossible d'usiner des angles trop aigus. Pour corriger ce phénomène et ainsi éviter la présence d'une zone ayant un défaut d'usinage qui aurait pour conséquence un contact aberrant dent-céramique, les logiciels vont au contraire sur-usiner ces zones ce qui va augmenter profondément et ponctuellement l'épaisseur du joint dento-prothétique. [Fig 19]

Il conviendra donc au praticien d'éviter au maximum ces zones d'arêtes vives lors de la préparation car un sur-usinage fragilisera la restauration, d'une part par l'amincissement de la restauration mais aussi par modifications de l'intégrité du joint dento-prothétique si un collage est réalisé.



**Figures 19 : Schémas illustrant l'influence du diamètre de la fraise de l'unité d'usinage CEREC sur la préparation (44)**

### 2.2.6. Aménagement tissulaire :

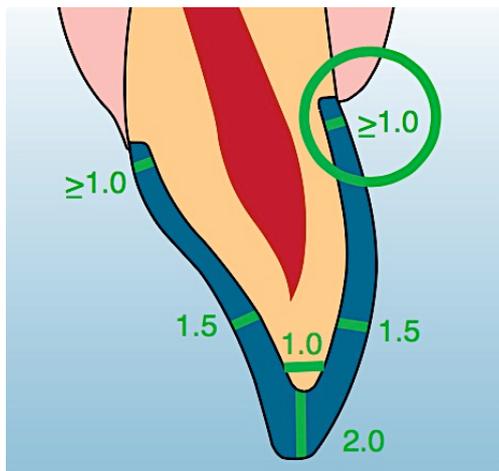
On assiste depuis une dizaine d'années à une diversification de l'offre des matériaux disponibles en odontologie grâce à l'essor de la CFAO. Ceci est d'autant plus vrai pour les céramiques.

Les industriels, en modulant les composants et les pourcentages de phase vitreuse et de phase cristalline, produisent des céramiques aux propriétés différentes, que ce soit au niveau de l'esthétique (notion relative, ce qui est esthétique dans une situation peut ne pas l'être dans une autre) que des propriétés mécaniques. On obtient ainsi des céramiques très résistantes qui ne nécessitent plus obligatoirement un aménagement tissulaire comme le recommande la littérature. (50)

Il appartient ainsi au praticien de se référer aux recommandations des fabricants concernant la préparation à fournir pour le matériau choisi. [Fig 20] [Fig 21]

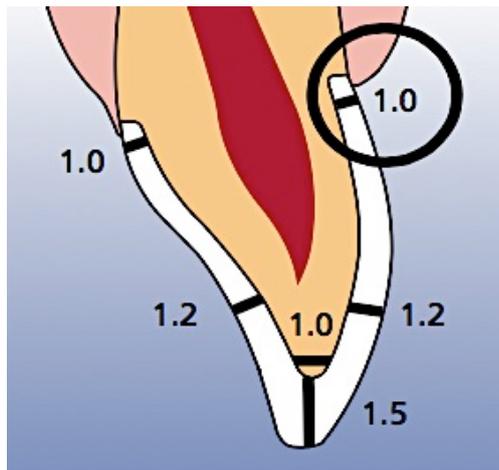
Si l'on prend l'exemple d'une reconstruction de dent antérieure par une couronne céramo-céramique avec un bloc du laboratoire Ivoclar Vivadent<sup>®</sup> :

- Avec un bloc IPS Empress<sup>®</sup> CAD (vitrocéramique renforcée en Leucite) :



**Figure 20 : Schéma illustrant les recommandations de préparation du fabricant pour IPS Empress<sup>®</sup> CAD (51)**

- Avec un bloc IPS e.max<sup>®</sup> CAD (vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium) :



**Figure 21 : Schéma illustrant les recommandations de préparation du fabricant pour IPS e.max<sup>®</sup> CAD (51)**

On constate que la réduction tissulaire nécessaire est moins importante pour l'e-max :

- 0,5 mm de moins en incisal.
- 0,3 mm de moins en vestibulaire.
- Au niveau de la limite 1 mm est suffisant.

L'explication réside dans la phase cristalline de l'e-max qui est plus importante et donc impacte ses qualités mécaniques à la hausse.

Un aménagement tissulaire moindre est un idéal à atteindre car les recommandations actuelles nécessitent encore d'enlever une quantité importante de tissus ce qui est en contradiction avec les principes de « dentisterie minimalement invasive » devant guider notre pratique.

Des études in-vitro ont été menées pour évaluer la solidité de différentes couronnes ultrafines (deux céramiques différentes et un matériau hybride) faisant suite à une préparation à minima (0,5 mm au collet et 0,7 mm pour les autres localisations). Tous les matériaux ont survécu à une contrainte simulant des forces masticatoires normales (600 N), il s'avère néanmoins que les couronnes traditionnelles (1,5 mm d'épaisseur) pourraient présenter des taux de survie plus élevés. A l'heure actuelle des études plus approfondies sont nécessaires pour statuer sur la viabilité de telles restaurations et donc de la faisabilité de ces préparations. (52)

Les préparations doivent donc désormais obéir à un nouveau cahier des charges.

Afin de prendre en compte ces paramètres un concept a été développé par le Dr Jacques Raynal, celui des Préparations Assistées par Guidage ou PAG, permettant de normaliser ces dernières aux critères d'exigences de la chaîne de CFAO, directe ou indirecte.

## **2.3. Le concept des PAG**

### **2.3.1. Principes**

Deux grands principes constituent le fondement de cette technique :

- **Premier principe** : La standardisation structurelle de la forme de la préparation. Seront adaptés aux différents systèmes de prise d'empreinte optique et aux différents matériaux usinables la dépouille, les axes, les profondeurs de préparation, la forme des finitions périphériques et l'état de surface. Le mode opératoire très codifié autorise des gestes cliniques précis et reproductibles quelque soit le praticien, évitant ainsi l'écueil des préparations « classiques » opérateur-dépendantes. La préparation, aux limites nettes, devient directement exploitable par les systèmes de CFAO mais est également compatible avec une méthode « traditionnelle ».
  
- **Deuxième principe** : Utilisation d'un coffret de fraises spécifiquement créées pour ce concept. Il comprend :
  - Des fraises de jagues à enfoncement total de la partie travaillante
  - Des demi sphères médianes
  - Des tenons cylindriques droits à bout mousse en position médiane

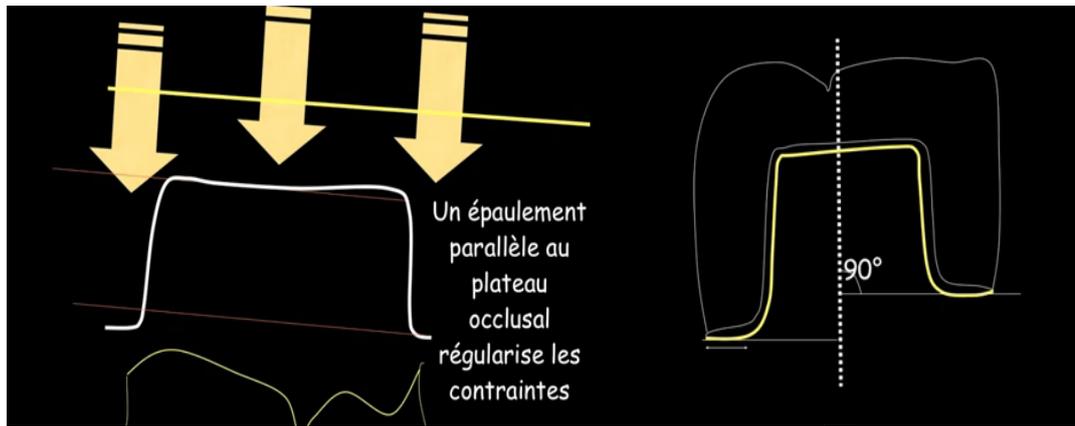
Ces dernières vont guider l'opérateur dans son geste, le protocole opératoire étant codifié en fonction de la préparation. La réduction de volume est contrôlée par les

profondeurs de pénétration de ces dernières. L'usage d'une clé de contrôle en silicone devient superflu.

### 2.3.2. Les formes fondamentales

Elles vont permettre : (43)

- Respect de l'homothétie, sans angle interne vif.
- Limites supra-gingivales ou juxta-gingivales, d'une part pour faciliter l'acquisition des données via la caméra intra-buccale et d'autre part pour permettre la pose du champ opératoire afin de réaliser un collage dans de bonnes conditions.
- Congé quart de rond de 8/10<sup>ème</sup> de mm pour le groupe incisivo-canin.
- Epaulement périphérique droit à angle interne arrondi de 8/10<sup>ème</sup> de mm pour les dents cuspidées.
- Pans verticaux réduits de 8/10<sup>ème</sup> de mm également avec une dépouille de 7°.
- Parallélisme des surfaces occlusales et des limites périphériques au plan d'application des forces. [Fig 22]
- Surfaces occlusales obliques de 0° à 60° par rapport au champ d'application des forces occlusales pour augmenter la surface de collage dans le cas de préparations particulières.
- Surfaces polies avec des fraises de faible granulométrie.



**Figure 22 : Schéma illustrant le parallélisme des limites et des surfaces occlusales au plan d'application des forces masticatoires (39)**

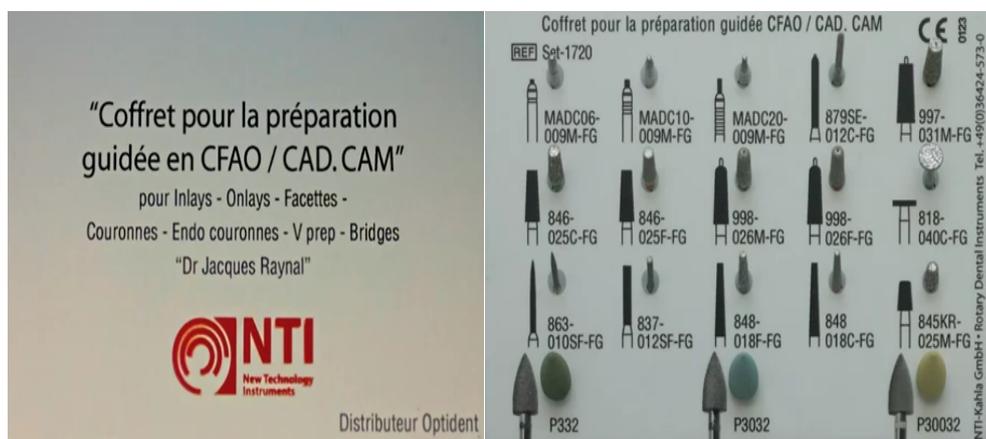
Ces mesures vont contribuer à faciliter l'acquisition des données, augmenter la résistance des céramiques (en compression ou en flexion selon le groupe de dents concernées), faciliter l'usinage de la pièce prothétique et obtenir un meilleur joint dento-prothétique, augmenter la stabilité primaire et enfin permettre un collage de qualité, parfois augmenté dans le cas des surfaces obliques, dans le but d'obtenir une meilleure répartition des charges.

### 2.3.3. Les instruments

Les instruments développés pour la technique des PAG sont regroupés dans un coffret produit par la société NTI-Kahla (New Technology Instrument<sup>®</sup>). Ils sont destinés à l'utilisation au contre-angle multiplicateur bague rouge (rapport 1:5) dans l'optique de pouvoir gérer la pression exercée par l'opérateur ainsi que les vitesses et le sens de rotation. Elles sont également adaptées à la chaîne prothétique classique. [Fig 23]

Le coffret est composé de 15 fraises diamantées ainsi que de 3 fraises destinées à polir la céramique. Concernant les fraises diamantées ces dernières possèdent la particularité de bénéficier du procédé Unimatrix<sup>®</sup> qui garantit l'uniformité de la répartition ainsi que de l'enfoncement dans le revêtement des particules de diamants. Ceci a pour conséquence d'améliorer l'efficacité de ces dernières grâce un accès optimal du spray, évitant le phénomène d'encrassement. La durée de vie de ces fraises en serait ainsi quatre fois plus élevée. (53)

NTI® et l'auteur proposent des vitesses d'utilisations optimales afin de réduire leur usure et l'échauffement de l'organe dentaire.



**Figure 23 : Photographie du coffret pour la préparation guidée en CFAO /CAD.CAM produit par NTI® (43)**

**Pour contre-angle bague rouge :**

- 15 000 rotations/ minute
  - 863-012SF-FG
  - 837-012SF-FG

- 20 000 rotations/minute
  - 848-025C-FG
  - 846-025-FG
  - 998-026F-FG

- 60 000 rotations/minute
  - MADC20-009M-FG
  - MADC10-009M-FG

MADC06-009M-FG

- 65 000 rotations/minute  
879SE-012C-FG
  
- 75 000 rotations/minute  
818-040C-FG
  
- 80 000 rotations/minute  
997-031M-FG
  
- 110 000 rotations/minute  
846-025C-FG
  
- 180 000 rotations/minute  
848-025C-FG

**Pour contre-angle**

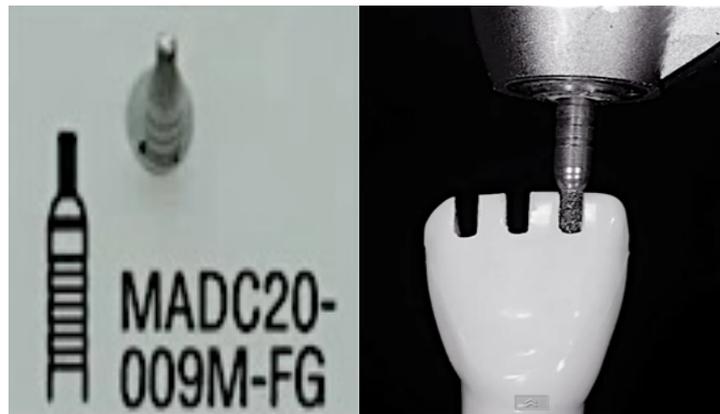
P343 14 000 rotations/minute  
P3043 10 000 rotations/minute  
P30043 4 500 rotations/minute

### 2.3.4. Les mouvements

Les mouvements sont au nombre de trois et diffèrent de ceux employés lors de la technique classique de pénétration contrôlée. (54)

➤ **Premier mouvement** : pénétration axiale.

Le but est de créer, via la fraise MADC20-009M-FG, des sillons guides occlusaux verticaux calibrés à 2 mm et parallèles dans le sens vertical. Pour cela on va orienter la fraise dans le grand axe de la dent et imprimer un mouvement vestibulo-lingual. [Fig 24]



**Figure 24 : Photographie de l'étape de pénétration axiale sur une incisive centrale maxillaire à l'aide de la fraise MADC20-009M-FG (54)**

Ces tranchées vont dans un deuxième temps être régularisées via la fraise 818-040C-FG qui va être utilisée perpendiculairement au grand axe de la dent [Fig 25]. On obtient ainsi une surface occlusale plane permettant une meilleure répartition des forces occlusales de compression et donc une diminution du risque de fracture de la céramique. Cette étape n'est pas à sous-estimer car cette fraise va préfigurer l'axe optique lors de l'empreinte, l'axe d'usinage et enfin l'axe d'insertion qui sont trois entités similaires.



Figure 25 : Photographie de l'aplanissement de la surface occlusale via la fraise 818-040C-FG (54)

➤ **Deuxième mouvement** : pénétration tangentielle.

Le mouvement va partir de la zone occlusale vers la zone cervicale grâce à la fraise 997-031M-FG qui possède un guide médian permettant à l'opérateur de travailler sur la moitié de son diamètre. Cette particularité va permettre de corriger en permanence l'angle d'attaque afin de travailler tangentiellement à la surface et ainsi réaliser une réduction de volume constante et homothétique de 0,8mm, on parle de « peeling ». Cette pénétration s'arrête lorsque la base de l'épaule est parallèle au plateau incisal. [Fig 26] [Fig 27] [Fig 28]

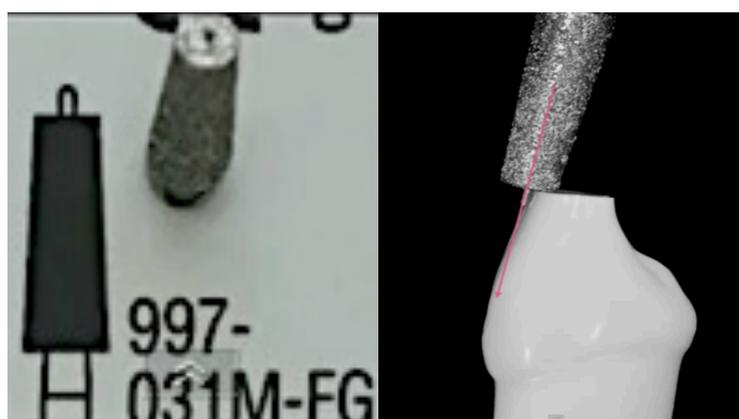


Figure 26 : Photographie du début de « peeling » de la face vestibulaire par pénétration tangentielle de la fraise 997-031M-FG (54)

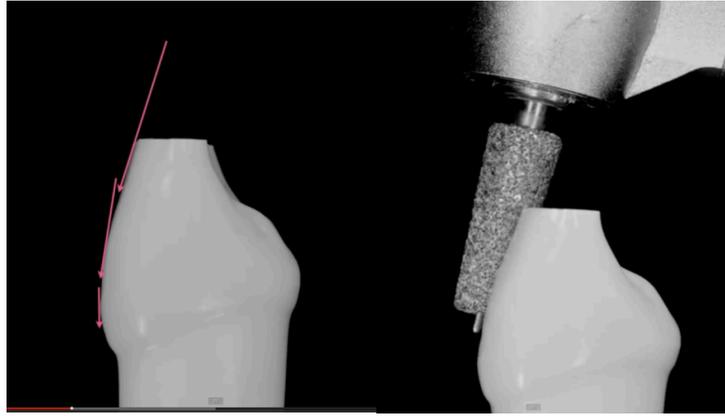


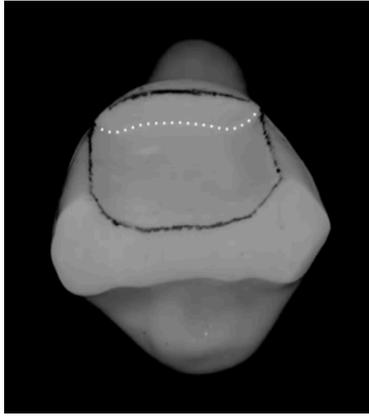
Figure 27 : Illustration du travail tangentiel de la fraise 997-031M-FG grâce au guide médian (54)



Figure 28 : Photographie de la fin de l'étape de pénétration tangentielle vestibulaire (54)

- **Troisième mouvement** : balayage simple par translation.

Le but est cette fois-ci de créer avec la même fraise des épaulements, des murs et des plateaux, grâce à un mouvement de translation mésio-distale qualifié de simple car il est économe en déplacement, la zone n'étant pas balayée à plusieurs reprises par la fraise ce qui évite une réduction de volume excessive. Cette fraise s'utilise à distance des points de contact. On obtient ainsi un épaulement à micro-angle interne arrondi. [Fig 29]

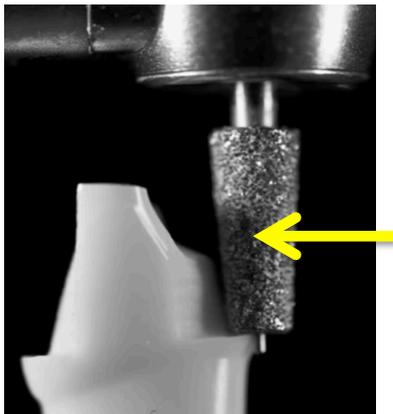


**Figure 29 : Photographie de la réduction de volume obtenue après balayage mésio-distal via la fraise 997-031M-FG (54)**

Cas particulier des dents antérieures :

- **Étape 4 :**

Les dents antérieures présentent une particularité anatomique qu'est le cingulum, le protocole de préparation s'en retrouve par conséquent modifié. Ainsi, toujours via la même fraise l'opérateur va effectuer une réduction cingulaire en se positionnant parallèlement au grand axe de la dent et progressant en direction vestibulaire, progression qui sera stoppée par la tige guide médiane. Un balayage mésio-distal est ensuite appliqué. [Fig 30]

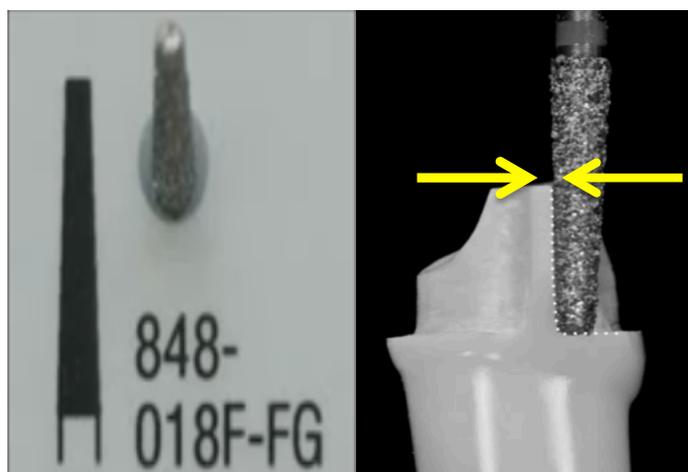


**Figure 30 : Photographie de l'étape de réduction cingulaire par balayage mésio-distal via la fraise 997-031M-FG (54)**

- **Étape 5 :**

S'ensuit l'étape de réduction des faces proximales grâce à la fraise NTI 848-018F-FG. Partant de l'épaulement palatin précédemment créé, la fraise va être amenée en direction vestibulaire sans toutefois dépasser le point de contact. Le même procédé est appliqué de la face vestibulaire vers la face palatine, il en résulte des faces proximales réduites à une fine lamelle réalisant le point de contact avec la dent adjacente. [Fig 31]

Cette dernière sera enlevée par le passage de la fraise 848-018C-FG.



**Figure 31 : Photographie de l'étape de réduction des faces proximales via la fraise 848-018F-FG (54)**

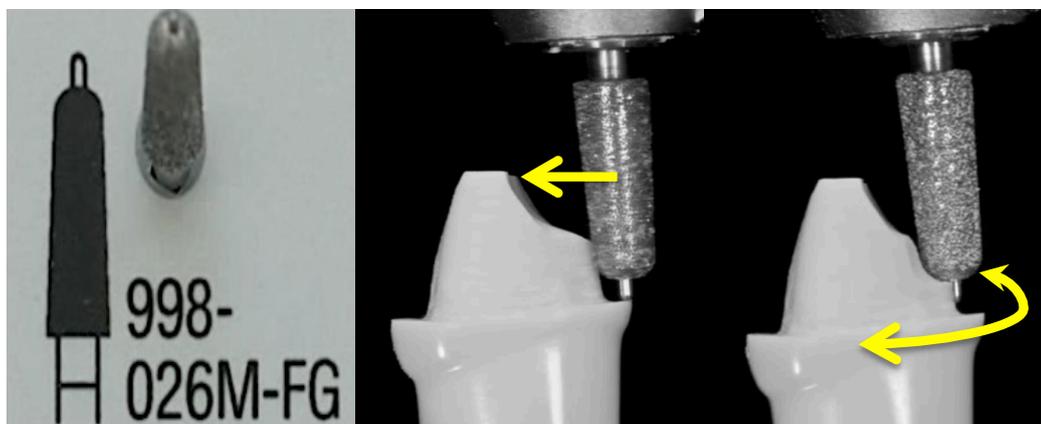
Ces fraises possédant les mêmes caractéristiques de forme, d'angulation et de diamètre que celle précédemment utilisée on obtient un épaulement à micro-angle interne arrondi de  $8/10^{\text{ème}}$  de mm sur le pourtour de la dent.

- **Étape 6 :**

Cette étape va consister à réduire la concavité linguale via la fraise 998-026M-FG. La fraise est positionnée parallèlement au grand axe de la dent sur le bord de l'épaulement et elle est amenée en direction vestibulaire jusqu'à la butée de la tige médiane réalisant une encoche médiane. Un mouvement de balayage semi-circulaire est ensuite appliqué afin d'obtenir

une réduction en congé quart de cercle de la concavité de 8/10<sup>ème</sup> de mm.

[Fig 32]



**Figure 32 : Photographies de l'étape de réduction de la concavité linguale via la fraise 998-026M-FG (54)**

La fraise est ensuite basculée en direction vestibulaire tout en maintenant l'appui cingulaire et en veillant à maintenir au minimum 1 mm d'épaisseur au niveau du plateau incisal. [Fig 33]

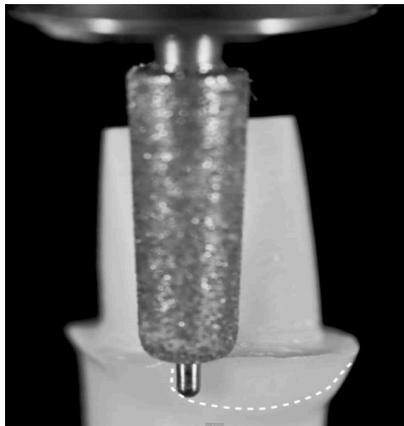
L'angulation peut être modifiée en fonction des données occlusales.



**Figure 33 : Basculement vestibulaire de la fraise 998-026M-FG (54)**

- **Étape 7 :**

Toujours grâce à la même fraise l'opérateur va transformer l'épaulement vestibulaire en congé quart de rond de 8/10<sup>ème</sup> de mm qui est un type de limite plus adapté pour des dents travaillant en flexion. Cette étape a par ailleurs comme objectif de descendre le congé afin de suivre le feston gingival. Pour ce faire la fraise est positionnée dans l'axe de la dent, l'opérateur réalisant un mouvement translationnel et curvilinéaire suivant le feston gingival. [Fig 34]

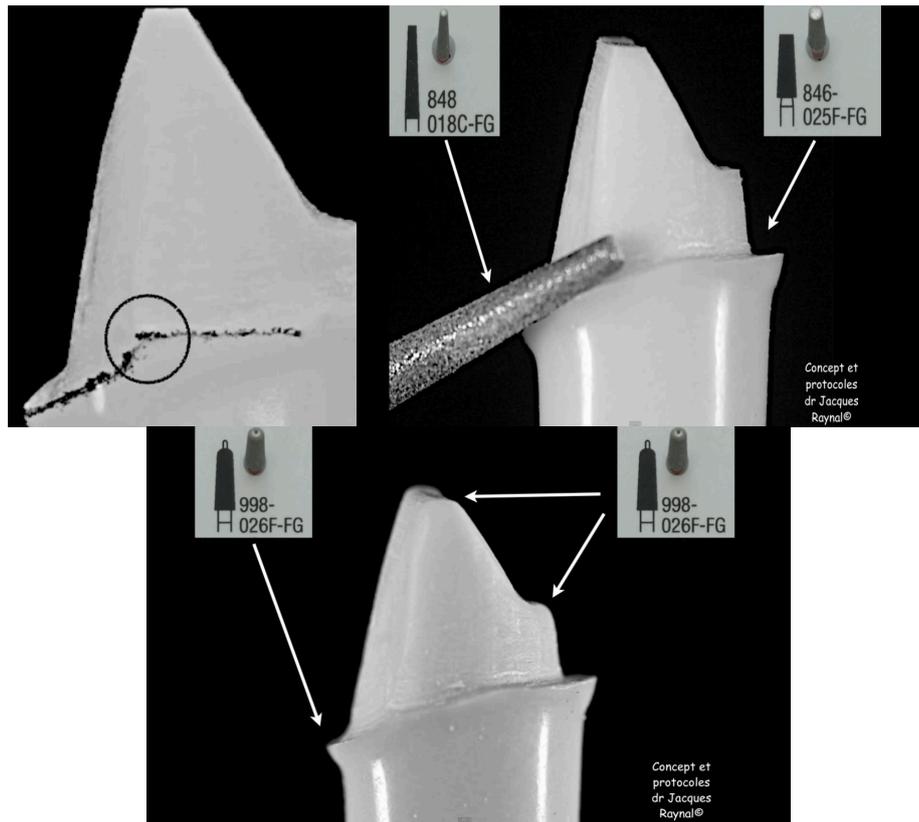


**Figure 34 : Photographie illustrant la création du congé quart de rond en vestibulaire via la fraise 998-026-FG (54)**

- **Étape 8 :**

La dualité des limites présentes sur la dent (congé vestibulaire et épaulement sur le reste de la dent) entraîne une jonction proximale anguleuse source d'erreur pour l'empreinte optique mais aussi pour la réalisation de la prothèse lors de l'usinage. En conséquence cette jonction va être adoucie via la fraise 848-018C-FG qui doit être utilisée avec une angulation de 110° par rapport au grand axe de la dent et dans un mouvement vestibulo-palatin. Les bords linguaux de la préparation seront finis avec la même fraise ou avec la 846-025F-FG. Enfin la concavité palatine et le congé vestibulaire seront terminés avec la fraise 998-026F-FG. [Fig 35]

Remarque : La préparation des dents cuspidées reprend le même principe sans les étapes de réduction cingulaire et de concavité palatine.



**Figure 35 : Finitions via la fraise 848-18C-FG (54)**

Réflexion sur le chapitre :

Pour résumer les préparations pour CFAO sont influencées par :

- Le système d'acquisition.
- Les fraises d'usinage.
- Le matériau choisi

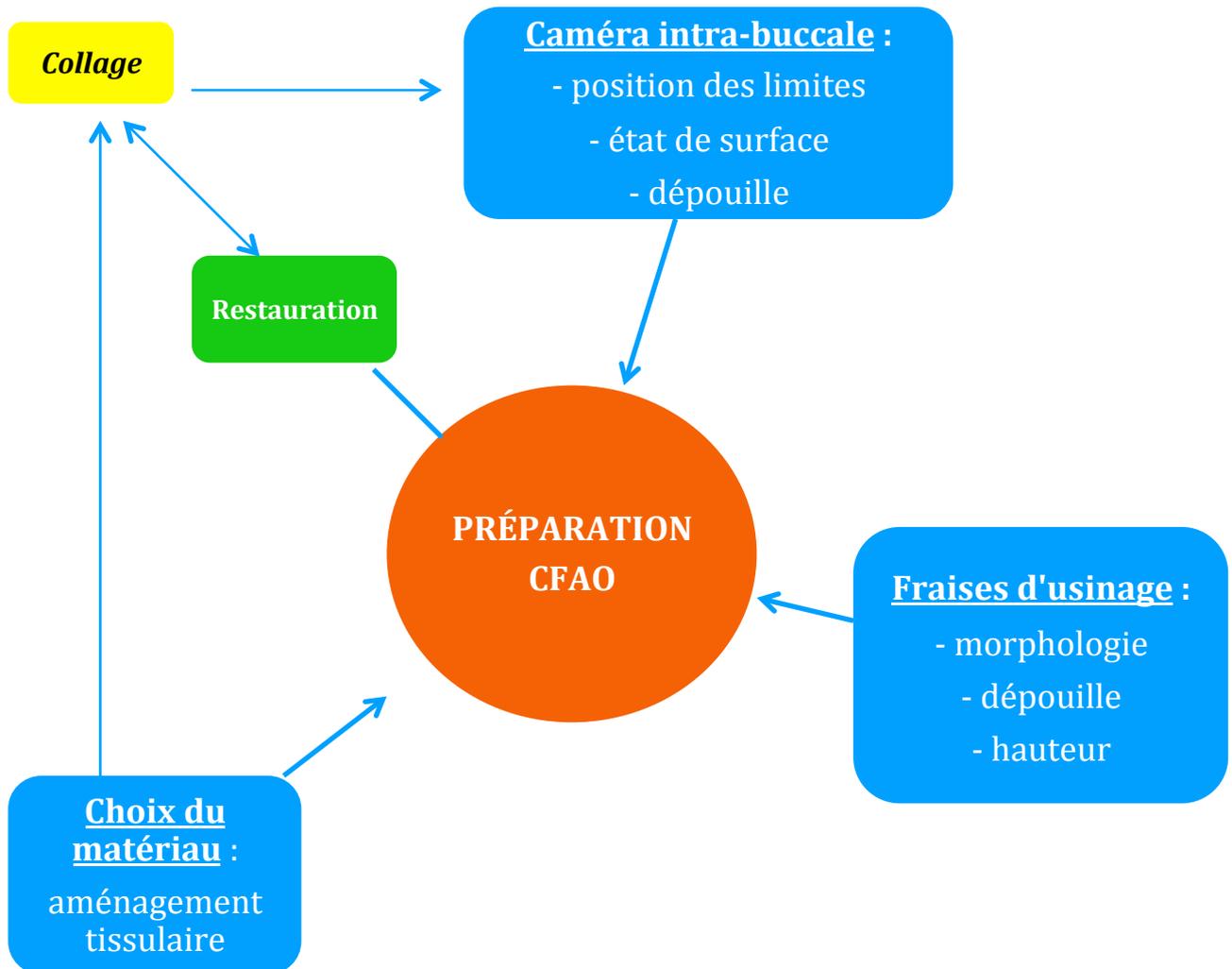


Figure 36 : Organigramme des différents facteurs influençant les préparations pour CFAO

On constate qu'autour de ces paramètres gravite celui du collage. Plus qu'une méthode alternative au mode d'assemblage par scellement, il représente aujourd'hui ce que certains n'hésitent pas à appeler une « révolution silencieuse » par changement de paradigme de l'approche clinique. (55)

### **3. EVOLUTION DES POSSIBILITES DE RECONSTITUTION – ENDOCOURONNES ET V-PREP DU DR JACQUES RAYNAL**

#### **3.1. L'essor du collage**

Historiquement le mode d'assemblage passait par le scellement de l'élément prothétique à la dent or en raison des défauts inhérents à ce procédé, de l'évolution des matériaux et des nouvelles possibilités de restauration on assiste depuis quelques années à l'avènement du collage. (55)

##### **3.1.1. Rappels histologiques**

La capacité d'une dent à absorber et à résister à une contrainte réside dans la superposition de l'émail très dur mais fragile à la dentine sous-jacente, tendre mais plus flexible.

A l'interface de ces deux tissus très minéralisés se trouve la jonction amélo-dentinaire, zone modérément minéralisée, qui est constituée de faisceaux de fibres de collagène parallèles entre elles qui agissent comme des poutres de résistance en empêchant ou en déviant la propagation des fissures de l'émail grâce à leur capacité à se déformer.

Il appartient aux praticiens, par le biais de matériaux et méthodes en constante évolution, de chercher à reproduire ce compromis idéal entre rigidité, solidité et résilience qui constituent un idéal thérapeutique. (56)

### 3.1.2. Le collage

#### 3.1.2.1. Facteurs influençant le collage

L'univers du collage, très polymorphe, peut apparaître abscons aux yeux du néophyte. Le propos ici n'est pas de détailler les différents protocoles qui existent mais seulement de rappeler que son recours dépend de plusieurs facteurs tels que : (57)

- Le type de restauration (il doit être très efficace pour des restaurations n'ayant aucune rétention naturelle)
- La composition du matériau (son efficacité décroît avec l'augmentation de la phase cristalline des céramiques car leur mordantage s'avère inefficace, il est donc parfois inutile. En revanche pour les céramiques feldspathiques qui sont peu résistantes le collage va augmenter leur résistance à la fracture.)
- Le volume résiduel de dent, sa position sur l'arcade et l'esthétique souhaitée.
- La vitalité pulpaire (certaines méthodes de collage avec mordantage préalable peuvent entraîner des sensibilités post-opératoires)

#### 3.1.2.2. Avantages du collage :

Le collage compte de nombreux avantages à son actif.

Premièrement il permet l'obtention d'un joint dento-prothétique étanche évitant ainsi le phénomène de percolation. Il prévient donc les irritations pulpaires, qu'elles soient mécaniques, chimiques ou bactériennes. (58)

Il va permettre également la création d'une couche hybride acido-résistante qui renforce le complexe dent-restauration. C'est un exemple de biomimétisme par analogie avec les fibres de collagène de la jonction amélo-dentinaire, la dent et la reconstitution travaillent ainsi en synergie. (59)

Il autorise aussi des restaurations encore plus esthétiques grâce à un large choix de teintes et à la capacité des colles à laisser passer la lumière. (47)

Il permet enfin une économie tissulaire en s'affranchissant des principes liés à la rétention. Il devient de ce fait possible d'envisager de nouveaux types de restaurations que sont : (60)

- Les endocouronnes.
- Les V-Prep et leur déclinaison (concept développé par le Dr Jacques Raynal).

## **3.2. Les endocouronnes**

Dans le cas d'une molaire ayant subi une pulpectomie et présentant une perte de substance coronaire conséquente, l'option thérapeutique qui s'imposait jusqu'alors était la réalisation d'une reconstitution corono-radicaire (inlay-core ou tenon fibré) afin d'assurer la rétention de la prothèse sus-jacente.

Les ancrages radiculaires présentent deux inconvénients majeurs : (29)

- Risque de perforation radicaire lors de leur préparation.
- Amincissement des parois radiculaires et fragilisation de la dent avec risque de fracture.

Une alternative à cette thérapeutique est la réalisation d'une endocouronne. [Fig 37] [Fig 42]

### **3.2.1. Définition**

L'endocouronne est une reconstruction monolithique prenant ancrage dans la chambre pulpaire d'une dent devitalisée.

La rétention et la stabilité sont assurées par le collage sur la surface disponible dans la chambre pulpaire et sur le bandeau d'émail périphérique. Il n'y a pas de préparation périphérique donc ni congé, ni épaulement, ni murs externes. En aucun cas l'espace radicaire n'est investi. L'empreinte, qu'elle soit optique ou conventionnelle, s'en retrouve facilitée. (61)



**Figure 37 : Photographie d'une endocouronne (62)**

### 3.2.2. Conditions de réalisation :

Les critères d'éligibilité d'une dent à recevoir une endocouronne vont dépendre de sa structure résiduelle : (63)

- Moins de la moitié de la structure coronaire manquante. Au delà la reconstitution corono-radiculaire s'impose en général.
- Préférentiellement sur molaires. Il est indispensable d'avoir une chambre pulpaire suffisamment profonde et volumineuse.
- Présence d'un bandeau d'émail périphérique.
- Limites supra-gingivales.
- Epaisseur des parois résiduelles d'au moins 1,5 mm.
- Paramètres d'occlusion, de pente cuspidienne et de parafunction à prendre en considération.

### 3.2.3. Avantages (63)

- Elle présente les avantages des reconstitutions tout céramique : esthétique et biocompatibilité.
- Economie tissulaire, grâce à la préparation requise et à l'absence de tenon

radiculaire. Le risque de fracture est quasiment supprimé.

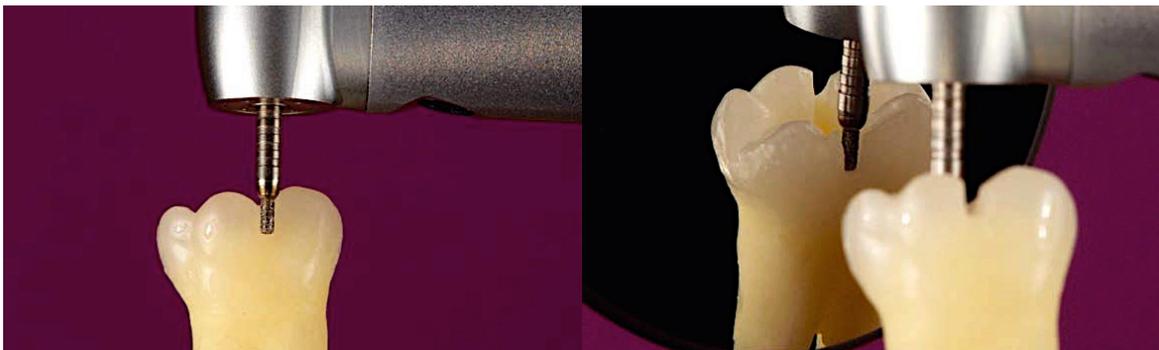
- Indiquée pour des hauteurs coronaires faibles ou lorsque l'anatomie canalaire est défavorable à la pose d'un tenon (courbures ou calcifications).
- Retraitement endodontique plus aisé qu'avec une reconstitution corono-radicaire.
- Pas d'interférence radiologique.
- Empreinte facilitée.
- Renforcement des structures résiduelles de la dent.
- Moins d'interfaces de collage, la dent est assimilée à un monobloc. L'étanchéité s'en retrouve améliorée.
- Réalisation aisée, confortable pour le praticien et le patient.

#### 3.2.4. Méthodologie de préparation (61)

##### **Étape 1 :**

Réalisation de travées « guides » occlusales avec une fraise jauge de 2 mm et 0.9 mm de diamètre afin de créer un repère pour la réduction. En suivant le trajet des sillons une épaisseur minimale de céramique de 2 mm sera garantie en tout point de la restauration.

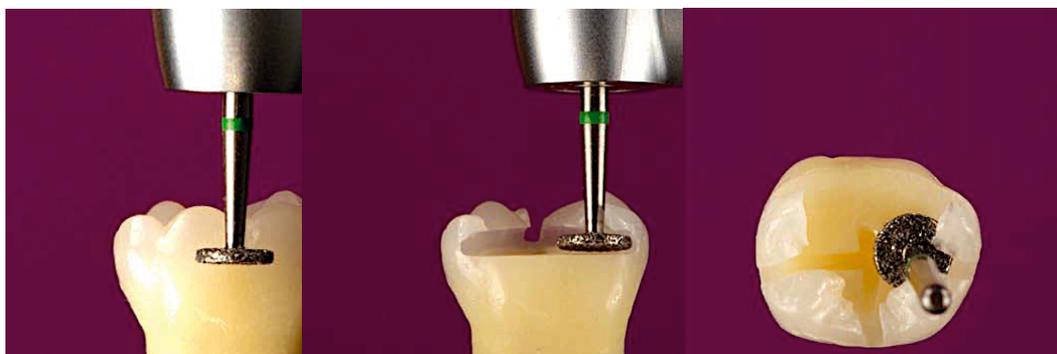
[Fig 38]



**Figure 38 : Photographies de l'étape de réalisation des travées « guides » occlusales (61)**

**Étape 2 :**

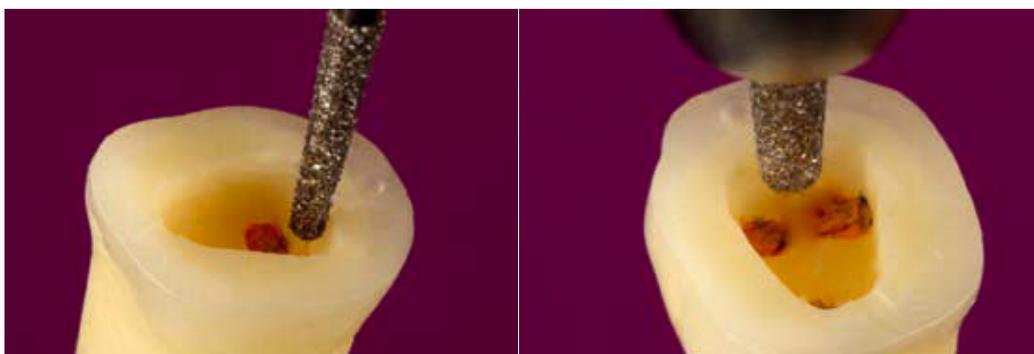
Réalisation d'un plateau occlusal parallèle au plan d'occlusion et orienté selon le grand axe de la dent avec une fraise roue. On obtient un trottoir cervical. [Fig 39]



**Figure 39 : Photographies de l'étape de réalisation du trottoir périphérique (61)**

**Étape 3 :**

Mise en dépouille de la chambre camérale à 7°. Il est possible de conserver des zones de contre-dépouilles modérées sur les parois verticales de la chambre pulpaire que l'on pourra combler avec une résine composite ou bien ignorer si l'on est en CFAO directe car il est impossible d'usiner des contre-dépouilles pour la machine, l'espace sera comblé par le composite de collage. Le plancher pulpaire n'est pas préparé et la dentine péripulpaire est également respectée. [Fig 40]



**Figure 40 : Photographies de l'aménagement de la chambre pulpaire (61)**

**Étape 4 :**

Finition par polissage du trottoir cervical afin d'obtenir une surface parfaitement plane et polie et une limite cervicale extérieure avec une arête vive. [Fig 41 ]



**Figure 41 : Photographie de l'étape de polissage du trottoir périphérique (61)**



**Figure 42 : Photographies d'une endocouronne usinée puis collée (61)**

C'est une réalisation fiable et pérenne qui doit faire partie de l'arsenal thérapeutique et même s'imposer, selon le Pr Jean-Luc Veyrune, comme le traitement de choix d'une dent dépulpée sur laquelle une cuspidé doit être reconstruite. (61)

Malgré des avantages indéniables, l'endocouronne présente malgré tout des contre-indications. La nécessité d'avoir une chambre pulpaire conséquente est une contre-indication pour les dents antérieures. Concernant les prémolaires il n'y a pas consensus. Il reste possible pour ces dernières de reprendre ce principe à condition de conserver les pans vestibulaires et/ou linguaux pour « asseoir » la restauration et réduire le risque de fracture. (57)

Une contre-indication absolue est la position sous-gingivale de la limite en raison du caractère obligatoire du collage.

### **3.3. Nouveaux concepts de préparations : les V-Prep (64)**

#### 3.3.1. Généralités

Lors d'atteintes carieuses importantes intéressant la face occlusale des prémolaires et molaires (lésions de type Si-Sta 1-3 et Si-Sta 1-4 selon la classification de Mount et Hume) il est fréquent de poser l'indication de recouvrement périphérique après réalisation d'une pulpectomie. Cette option thérapeutique, parfois nécessaire, ne doit pas être un automatisme.

Jacques Raynal propose ainsi une alternative, la V-Prep. Le principe repose dans une préparation de la face occlusale dans le but d'obtenir son recouvrement complet, sans atteinte du complexe pulpaire.

Le terme de V-Prep est inspiré de la forme finale de la préparation : une fois la réduction homothétique de 2 mm de la face occlusale réalisée on obtient une préparation en forme de V connectés dont la limite périphérique a un aspect dit de « crocodile ». [Fig 48]

A cela plusieurs avantages, d'une part le repositionnement facilité de la restauration et d'autre part l'augmentation de 20 à 40% de la surface de collage par rapport à un épaulement droit. L'empreinte optique de ces préparations est particulièrement simplifiée et ses limites sont toujours nettes et précises. Par ailleurs la résistance de ces restaurations est accrue car les surfaces résiduelles sont perpendiculaires aux forces occlusales.

La notion de collage est essentielle pour ce type de restauration car aucune rétention primaire n'est à espérer compte tenu de la forme de la préparation et de la restauration. Le corollaire à cela étant la nécessité absolue de réaliser ce type de reconstitution en CFAO directe vu qu'il est impossible de réaliser d'élément provisoire.

En ce qui concerne le type de matériau à utiliser un seul s'impose : la céramique. L'auteur privilégie les céramiques feldspathiques renforcées au disilicate de lithium.

Dans sa forme initiale la V-Prep possède des limites se situant approximativement au voisinage de la ligne de plus grand contour de la dent. En revanche la considérer comme une préparation servant à faire uniquement un recouvrement occlusal serait réducteur, elle peut aussi intéresser les autres faces de la dent si une lésion carieuse ou une obturation préexistante nécessitant d'être déposées le justifient.

La V-prep initiale ou exploratrice (elle sert de point de départ puis de guide pour l'indication finale dans le cas de lésions s'étendant au-delà de la face occlusale) peut se transformer en V-Prep étendue, en endo V-Prep lorsque la vitalité ne peut être conservée voire même en préparation pour recouvrement périphérique classique.

Un dernier avantage aux V-prep est la rapidité d'exécution du procédé qui permet de réduire l'exposition des tissus dentaires résiduels aux différents stress relatifs à la préparation.

La V-prep est finalement assez analogue à l'endocouronne si ce n'est que son champ d'application, de par ses déclinaisons, est plus vaste.

### 3.3.2. Méthodologie

#### 3.3.2.1. V-Prep initiale ou exploratrice

##### **Étape 1 :**

Réalisation des travées guides occlusales avec la fraise MADC20-09M-FG grâce à une translation vestibulo-linguale au sein du sillon existant entre les cuspides mésiales et distales. Il faut veiller à maintenir l'intégralité de la partie active de la fraise. [Fig 43]

On obtient ainsi une réduction de 2 mm de haut et de 0,9 mm de large.



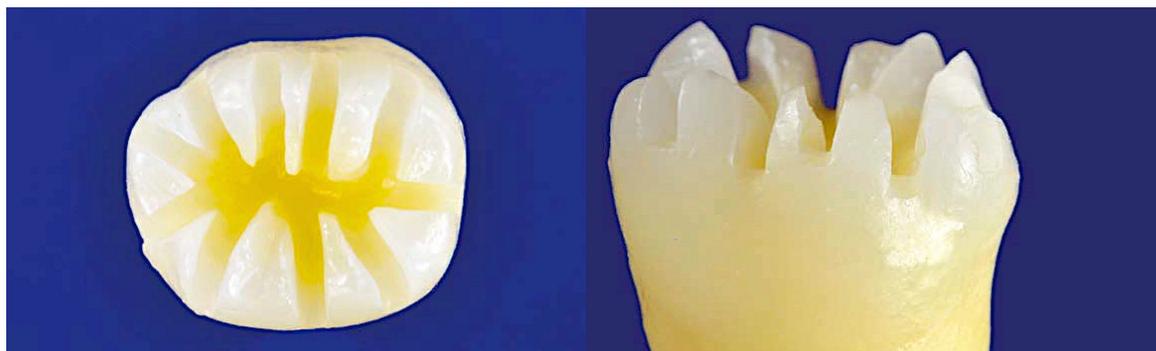
**Figure 43 : Photographie de l'étape de réalisation de la première travée guide via la fraise MADC20-09M-FG (65)**

Suivant le même principe d'autres travées vont être réalisées parallèlement en suivant la ligne de crête mais cette fois en partant du sommet des cuspides mésiales puis distales. [Fig 44]



**Figure 44 : Photographie de la réalisation des travées guides supplémentaires (65)**

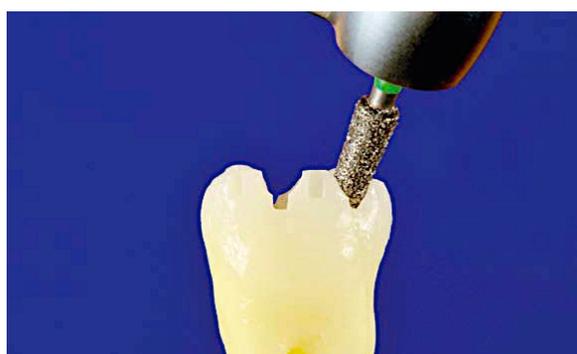
Enfin une dernière travée guide va être réalisée le long du sillon mésio-distal. [Fig 45]



**Figure 45 : Photographies des vues occlusale et vestibulaire après création des travées guides (65)**

### **Étape 2 :**

Régularisation de la face occlusale. Pour cette étape la fraise 846-025C-FG est employée. Il s'agit de réunir les travées guides entre elles grâce à un mouvement de balayage translationnel oblique en vestibulaire et lingual. L'objectif est d'obtenir une réduction homothétique de 2 mm sur toute la face occlusale. L'auteur conseille une pression légère de 0,2 à 0,3 N pour éviter d'augmenter la profondeur des travées initiales. [Fig 46]

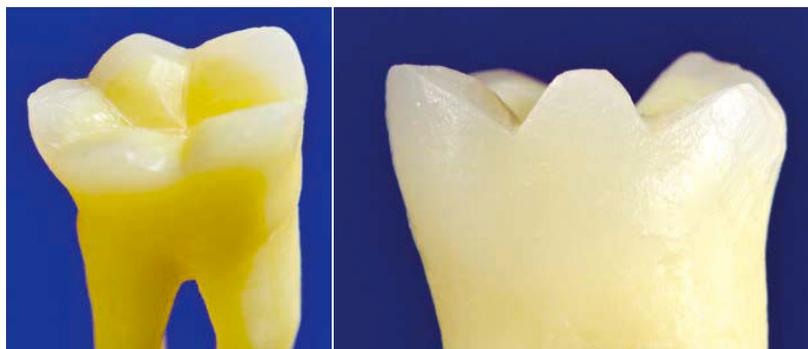


**Figure 46 : Photographie de l'étape de réunion des travées guides via la fraise 846-025C-FG (65)**

Enfin il est indispensable d'aplanir le sommet des V car ces zones sont inusinables en CFAO, pour cela la fraise 848-018C-FG est utilisée, toujours avec une pression de 0,2 à 0,3 N. [Fig 47]



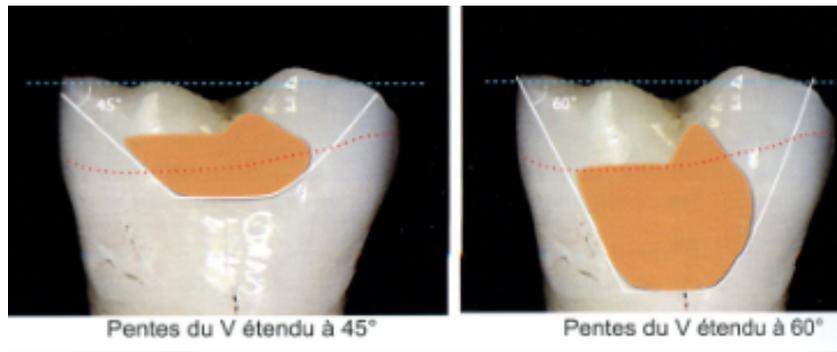
**Figure 47 : Photographie de l'étape d'aplanissement des sommets des V et polissage (65)**



**Figure 48 : Photographies d'une molaire préparée selon la méthode V-Prep (65)**

### 3.3.2.2. V-Prep étendue

Les extensions du V sont tributaires de la cavité créée après l'éviction des tissus carieux. L'auteur recommande de réaliser dans la zone juxta-gingivale des épaulements parallèles au plan d'occlusion. Selon l'importance de la carie le V sera plus ou moins étendu avec des parois allant de 45° par rapport à la face occlusale jusqu'à 60°, prenant dans ce cas la forme d'un U. (64) [Fig 49]



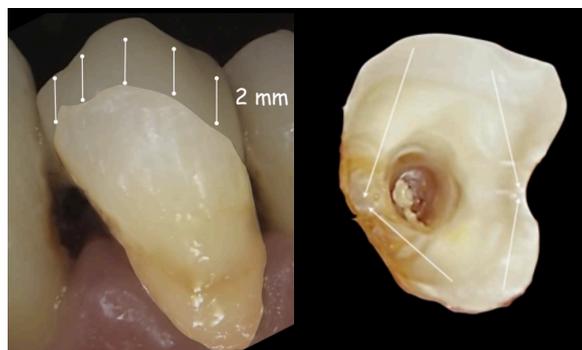
**Figure 49 : Photographies illustrant les angulations et topographies possibles des V-Prep étendues (64)**

### 3.3.2.3. Endo V-Prep

Destinée aux prémolaires ayant subies une pulpectomie, elle peut parfois être envisagée pour les canines mandibulaires. Le principe est également réalisable sur les groupes molaires mais l'endocouronne doit rester le choix préférentiel.

Le principal avantage est la préservation tissulaire qu'autorise ce type de préparation car en augmentant la surface de collage via les V principalement en périphérie sur la zone amélaire et via une extension de céramique dans la chambre pulpaire elle se retrouve considérablement augmentée (50 à 60% en comparaison d'une couronne classique). [Fig 50] [Fig 51]

L'extension de céramique, à la différence de l'endocouronne, intéresse le premier quart radiculaire. (64)



**Figure 50 : Photographies d'une préparation endo V-Prep sur prémolaire (64)**



**Figure 51 : Photographie de la restauration issue de la préparation endo V-Prep (64)**

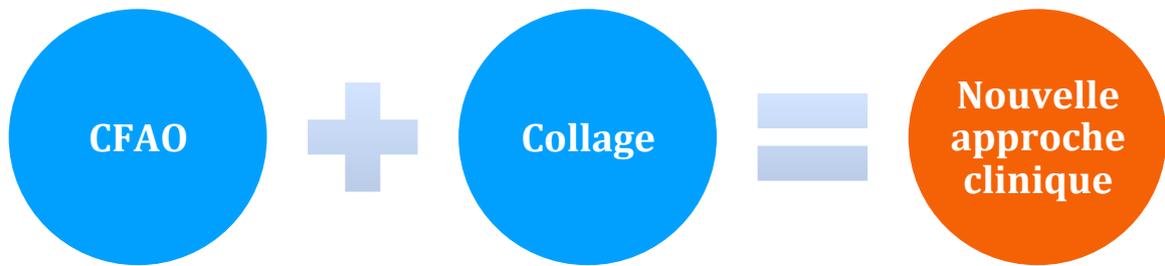
A retenir :

Les indications des endocouronnes et des V-Prep peuvent être résumées dans le tableau suivant [Fig 52] :

	Dent vitale	Dent dévitalisée	Incisives / Canines	Prémolaires	Molaires
Endocouronne	non	oui	-	+/-	++
V-Prep	oui	non	-	++	++
Endo V-Prep	non	oui	+/-	++	+

**Figure 52 : Tableau récapitulatif des indications des endocouronnes, V-Prep et endo V-Prep**

Tant les endocouronnes que les V-prep, ces nouvelles options thérapeutiques représentent la matérialisation très concrète du produit des évolutions conjointes de la CFAO et du collage.



## DISCUSSION :

L'exemple pris dans ce travail pour dégager les modifications à apporter aux préparations en CFAO est celui du CEREC. Les systèmes de CFAO, bien que globalement similaires entre eux, présentent toutefois des particularités propres. Le concept des PAG présente l'avantage d'être transposable aux différents systèmes actuels, néanmoins il paraît plus prudent de ne pas en faire un dogme immuable compte tenu des évolutions constantes de la CFAO et des matériaux. La céramique est le matériau de référence en 2015 mais il est légitime de penser que d'autres plus performants verront le jour.

Par ailleurs, un écueil à ce protocole réside dans le référentiel qu'il utilise à savoir la dent intacte. La préparation complète d'une dent ne doit pas être la première option thérapeutique à envisager (notion de gradient thérapeutique). Or les cas de figure nécessitant un recouvrement complet alors que la dent est intacte sont rares. Bien souvent, et ce d'autant plus pour l'incisive centrale maxillaire vitale, une facette sera suffisante s'il y a un préjudice esthétique. A ce propos, on peut s'interroger quant au rendu esthétique d'une couronne usinée au cabinet, aussi bien maquillée soit-elle, par rapport à une céramique traditionnelle montée par un céramiste.

Concernant la morphologie des préparations, si certains paramètres sont fréquemment étudiés et considérés comme objectifs (angle TOC, position de la limite), d'autres ne font pas l'objet de consensus. On peut citer l'épaisseur de dentine résiduelle optimale afin d'éviter des dommages pulpaux iatrogènes, la préparation de la face occlusale (purement homothétique ou au contraire non anatomique et parallèle au plan d'application des forces) et la largeur du congé (qui tend à diminuer malgré des risques de surcontour et ses conséquences esthétiques et structurelles). (7)(8)(66)

Le collage, quant à lui, a beau comporter de nombreux avantages, le recours à son utilisation doit toujours être réfléchi et non systématique. De nombreuses façons de coller existent avec une complexité d'utilisation variable. L'erreur manifeste serait d'utiliser invariablement des systèmes à mise en œuvre aisée, c'est-à-dire l'utilisation de colles auto-adhésives et auto-mordançantes pour lesquelles il a été prouvé que les valeurs d'adhésion sont les plus faibles. Or l'auteur des V-Prep utilise systématiquement ce type de colles dans ses cas cliniques alors que ces préparations nécessitent un collage extrêmement efficace. (42)

On peut s'interroger par ailleurs sur la V-Prep en elle même et notamment sur le caractère conservateur d'une V-Prep exploratrice lors de lésions Si-Sta 1-3 et Si-Sta 1-4. Systématiser la préparation d'une dent par la réduction de sa face occlusale afin d'en faire le point de départ de la décision clinique paraît contradictoire avec le principe de dentisterie minimalement invasive, d'autant plus quand on sait que la perte des deux crêtes marginales réduit la résistance de la dent jusqu'à 63% (67).

La conservation de ces dernières, tout comme celle des cuspidés, doit guider notre pratique clinique. (68)(69)

D'autres options thérapeutiques pérennes sont envisageables, de la reconstitution directe à l'inlay-onlay, dont la viabilité n'est plus à prouver. (70)

On considère ainsi qu'un recouvrement cuspidien ne doit être entrepris que lorsque le volume résiduel est inférieur à 1,5 mm d'épaisseur.

Une autre interrogation nous vient quant à l'endo V-Prep et notamment sur le logement radiculaire pour l'ancrage céramique quand on sait à quel point cet aménagement, même s'il est faible, est délétère pour la dent. (29)

L'objectif de notre activité s'infléchit vers la conservation de la dent par sa restauration afin de la maintenir le plus longtemps possible sur l'arcade en évitant de lui infliger des traitements banalisés et identifiés comme ceux du cycle pré-programmé de la mort de l'organe dentaire (restauration, dévitalisation, couronne, avulsion, implant). Or, force est de constater que le moyen prothétique actuellement le plus utilisé reste encore la couronne complète qui constitue le socle de notre activité économique. A cela deux raisons : les habitudes du praticien et les effets incitatifs d'une nomenclature qui n'est plus en adéquation avec les objectifs de la dentisterie moderne. (71)

En effet, combien de dents subissent une biopulpectomie suivie de la pose d'un inlay-core et d'une couronne, plus rémunérateurs et mieux remboursés, alors qu'un inlay-onlay aurait été le traitement de choix ? Le praticien, aussi clinico-conscient soit-il, doit composer avec les disponibilités financières du patient or cette réalité, très concrète, l'emporte souvent sur des velléités de dentisterie minimalement invasive, plus sibyllines. Il appartient dès lors aux praticiens de faire un effort de pédagogie supplémentaire qui malheureusement peut être considéré par certains comme une perte de temps et d'argent, d'autant plus quand on

sait les sommes considérables que représentent l'achat d'un système de CFAO directe. Cela nous permet de rebondir sur un autre phénomène, celui du risque de surtraitement pour rentabiliser une machine coûteuse.

L'acquisition d'un système de CFAO directe doit donc être faite en ayant conscience des modifications que cela va engendrer dans la pratique quotidienne : nouvelle approche thérapeutique, maîtrise complète de la chaîne prothétique (et donc acteur des étapes de maquillage et de cuisson) et changement dans l'organisation spatiale et temporelle du cabinet.

## CONCLUSION :

Les principes généraux de préparation en prothèse fixée traditionnelle, faisant foi depuis des décennies, ont été analysés sous l'angle de la médecine basée sur les preuves. Certains aspects clés de la préparation sont clairement identifiés avec un haut niveau de preuves tandis que d'autres ne font pas l'objet d'un consensus. Ainsi, si la dépouille et son corollaire le TOC (que l'on doit obtenir entre 10 et 22°) et la position des limites (supra-gingivales) sont clairement identifiés comme étant garants de la pérennité de la prothèse, d'autres facteurs ne font pas l'objet du même consensus, notamment la forme de la limite et l'état de surface.

Ces préceptes, dont les objectifs guident notre pratique clinique, doivent désormais s'adapter aux évolutions technologiques engendrées par le développement de la CFAO devenue omniprésente.

L'intérêt de ce travail était de mettre en évidence les modifications de préparations qu'engendre le recours à cette dernière. De façon similaire aux préparations classiques, certains éléments sont clairement identifiés.

Ainsi, l'utilisation de la caméra intra-buccale pour la réalisation de l'empreinte optique va imposer des impératifs de position de la limite (supra-gingivale), d'état de surface (lisse) et de dépouille (entre 5 et 10°). Les fraises de l'unité d'usinage quant à elles vont imposer une morphologie sans arête vive, une hauteur prothétique limitée à la longueur de la fraise usinant l'intrados et une dépouille d'au moins 3°. Enfin, le recours à de nouveaux matériaux va imposer des aménagements tissulaires différentiels, tributaires du bloc choisi par le praticien.

Néanmoins, certains aspects de leur design ne sont pas encore optimisés et des études supplémentaires sont nécessaires pour codifier ces nouveaux types de préparations afin de leur apporter un haut niveau de preuve, notamment concernant la morphologie de la face occlusale (homothétique ou perpendiculaire aux contraintes occlusales) et l'aménagement tissulaire nécessaire (recommandations du fabricant ou au contraire « à minima »).

La CFAO est donc une évolution à laquelle il faut s'adapter et non l'inverse. C'est pourquoi des protocoles de préparations ont été établis, et l'exemple des PAG du Dr Jacques Raynal illustre la nécessité de s'y conformer afin d'obtenir une préparation standardisée aux exigences de la CFAO.

On constate par ailleurs que traiter de CFAO directe amène invariablement à parler du collage sans qui les V-Prep et endocouronnes seraient inenvisageables.

A la lumière de ce travail nous pouvons conclure que les évolutions technologiques, conjuguées à celle du concept de dentisterie minimalement invasive, réalisent un changement de paradigme en modifiant l'approche clinique du praticien. La réalisation d'un nouveau type de restaurations, inenvisageables jusqu'alors, repousse encore plus loin dans le gradient thérapeutique l'indication du recouvrement périphérique.

## BIBLIOGRAPHIE :

1. Shillenburg HT, Sather DA, Stone SE. Fundamentals of fixed prosthodontics. : Quintessence Publishing Co Inc. In: 4th ed. 2012. p. p. 131-48.
2. Unger F, Lemaitre P-H, Hoornaert A. Prothèse fixée et parodonte. Editions Cdp. Paris; 1997.
3. Soenen A. Incidence de la prothèse fixée sur les tissus parodontaux : de la préparation à la maintenance. Fil Dent. mars 2011;28-32.
4. Walter B, Dartevelle P. Préparations coronaires périphériques et préparations corono-radiculaires. [Paris]: Éd. CdP; 2014.
5. Hüe O, Berteretche M-V. Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques. Paris; Berlin; Chicago [etc.]: Quintessence international; 2003.
6. Tjan A. H, Sarkissian R. Internal escape channel: an alternative to venting complete crowns. J Prosthet Dent. juill 1984;52(1):50-6.
7. Tiu J, Al-Amleh B, Waddell JN, Duncan WJ. Clinical tooth preparations and associated measuring methods: a systematic review. J Prosthet Dent. mars 2015;113(3):175-84.
8. Podhorsky A, Rehmann P, Wöstmann B. Tooth preparation for full-coverage restorations-a literature review. Clin Oral Investig. juin 2015;19(5):959-68.
9. Schittly, J., J. Borel, and J. Exbrayat,. Manuel de prothèse fixée unitaire. Masson. Paris; 1991.
10. Donovan T, Prince J. An analysis of margin configurations for metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent. févr 1985;53(2):153-7.
11. Juntavee N, Millstein P. L. Effect of surface roughness and cement space on crown retention. J Prosthet Dent. sept 1992;68(3):482-6.
12. Parker M. H, Malone K. H, Trier A. C, Striano T. S. Evaluation of resistance form for prepared teeth. J Prosthet Dent. déc 1991;66(6):730-3.
13. Shillingburg HT, Brackett SE. Les préparations en prothèse fixée: principes et applications cliniques [Internet]. Ed. CdP; 1988. Disponible sur: <https://books.google.fr/books?id=XOhpAAAAMAAJ>
14. Sabek M, Decorce T. A propos des reconstitutions corono radiculaires, les techniques utilisées en France en 1996. Cah Prothèse. 1997;99:5-9.
15. Ayad M. F, Rosenstiel S. F, Salama M. Influence of tooth surface roughness and type of cement on retention of complete cast crowns. J Prosthet Dent. févr 1997;77(2):116-21.

16. Tuntiprawon M. Effect of tooth surface roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. *J Prosthet Dent.* févr 1999;81(2):142-7.
17. Oilo G, Jørgensen KD. The influence of surface roughness on the retentive ability of two dental luting cements. *J Oral Rehabil.* oct 1978;5(4):377-89.
18. Conrad HJ, Seong W-J, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent.* nov 2007;98(5):389-404.
19. Tirlet G, Moussaly C, Coudray L, Attal J-P. Couronnes céramo-céramiques : les préparations. *Inf Dent.* 16 sept 2009;(31).
20. David H. Les préparations en prothèse fixée. 2009. 116 p. Thèse d'exercice de Santé ;
21. Bottino MA, Faria R, Valandro LF. Perception: esthetics in metal-free prosthesis of natural teeth and implants. São Paulo: Ed. Artes Médicas; 2009.
22. Laborde G, Borghetti A, Gilardenghi M, Héraud J. Realization and access to the intrasulcular margin: toward the stability of the marginal periodontium. *Cah Prothèse.* juin 1988;(62):6-17.
23. Schätzle M, Land NP, Anerud A, Boysen H, Bürgin W, Løe H. The influence of margins of restorations of the periodontal tissues over 26 years. *J Clin Periodontol.* janv 2001;28(1):57-64.
24. Drago M, Williams G. Réactions des tissus parodontaux aux interventions prothétiques. *Revue Internationale de Parodontie et de Dentisterie Restauratrice.* 1981;(1):9-23.
25. Margossian P, Laborde G. Restaurations céramocéramiques. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale.* 2008.
26. Archien C, Kunzelmann K-H, Kern M. Tout sur le « tout céramique » guide sur les indications, le choix des matériaux, les préparations et la pose des restaurations "céramo-céramiques. [S.l.]: Association pour la céramique dentaire; 2008.
27. Attal J-P, Tirlet G. Préparation et assemblage : les deux clefs du succès. SOP présenté à: Journée Céramique; 2009 mars 10; Paris.
28. Berrada I, El-Mohtarim B, El Bernoussi J. Couronnes tout céramique, règles de préparation et mode d'assemblage. *Cah Prothèse.* 2007;(139):51-60.
29. Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. *J Prosthet Dent.* avr 2002;87(4):438-45.
30. Armand S. Méthodologie des préparations corono-périphériques pour prothèses fixées à visées esthétiques. *Cah Prothèse.* 1999;p. 63-74.
31. Tirlet, G. Méthodologie de préparation actuelle d'une incisive centrale maxillaire

- pour couronne céramo-céramique. Quintessence Int. Août 2007;35:3-13.
32. Clément M, Rohanet R, Viennot S. Réalisation clinique d'une prothèse fixée unitaire : optimisation de résultat esthétique. EMC - Médecine Buccale. 2014;(9(3)):1-17.
  33. Peremulter, S. et al. Les céramo-céramiques. 2005;
  34. de Divonne A-C. François Duret : l'entretien. Clinic (Paris). Février 2013;2:5-8.
  35. Nasr K, Chabreron O, Arcaute B. Place de la CFAO directe dans la dentisterie moderne. Fil Dent. mars 2010;(51):28-31.
  36. Rudolph H, Quaas S, Luthardt RG. Matching point clouds: limits and possibilities. Int J Comput Dent. juill 2002;5(2-3):155-64.
  37. Roques C. La CFAO dans la pratique quotidienne en cabinet dentaire et en laboratoire dans la région Midi-Pyrénées en 2013 : étude épidémiologique. 2014. 103 p. Thèse d'exercice de Santé. 2014-TOU3-3002.
  38. [www.sirona.com](http://www.sirona.com).
  39. CFAO CadCam C4Dtv. Cerec 4.03 et PAG : Gagner du temps grâce à l'axe d'insertion. Dr Jacques Raynal [Internet]. 2012 [cité 5 oct 2015]. Disponible sur: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_q8Fr0JW5\\_8](https://www.youtube.com/watch?v=_q8Fr0JW5_8)
  40. [www.cnifpd.fr](http://www.cnifpd.fr) Guide de la CFAO dentaire.
  41. Jordan-Combarieu F, Cordelette M. Evolutions majeures de la CFAO directe. Inf Dent. Mai 2014;(20).
  42. Rouillard C. Optimisation des préparations pour CFAO dentaire par Cerec : le concept PAG du Dr Jacques Raynal. 2011. 70 p. Thèse d'exercice de Santé ;
  43. Raynal J. DENTAL Preparation Assisted by Guides Volume 1 Crown Preparation on Anterior Tooth. Jacques Raynal; 2011. 68 p.
  44. CFAO CadCam C4Dtv. Dr Jacques Raynal « Le grand cours de cfao » contraction des 12 heures de cours, les P A G. [Internet]. 2011 [cité 3 oct 2015]. Disponible sur: <https://www.youtube.com/watch?v=eO2FS9SZMSU>
  45. <http://dr-jonathan-revah-chirurgiens-dentistes.fr/CEREC-inlay-dentiste-paris-15.html> [Internet]. [cité 3 oct 2015]. Disponible sur: <http://dr-jonathan-revah-chirurgiens-dentistes.fr/CEREC-inlay-dentiste-paris-15.html>
  46. Le Gac O, Armand S, Sireix C. Empreintes optiques et CFAO. Fil Dent. Mai 2008;(33):21-2.
  47. Guastalla O, Viennot S, Allard Y. Collages en odontologie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Odontologie, 23-065-D-10, 2005, Médecine Buccale, 28-220-P-10, 2008.
  48. Magne P, Roberto C, Spreafico DM. Deep elevation margin : a paradigm shift. Am J Esthet Dent. Summer 2012;2(2):86-96.

49. Chan DCN, Chung AK-H, Haines J, Yau EH-T, Kuo C-C. The accuracy of optical scanning: influence of convergence and die preparation. *Oper Dent.* oct 2011;36(5):486-91.
50. Nasr K, Chabreron O, Arcaute B. Choix des blocs en CFAO directe en fonction de la situation esthétique dans le secteur antérieur. *Fil Dent.* Mai 2015;
51. [www.ivoclar-vivadent.fr](http://www.ivoclar-vivadent.fr) Les blocs de céramiques.
52. Magne P, Carvalho AO, Bruzi G, Giannini M. Fatigue resistance of ultrathin CAD/CAM complete crowns with a simplified cementation process. *J Prosthet Dent.* oct 2015;114(4):574-9.
53. Unimatrix® Bonding Technology [Internet]. [cité 7 oct 2015]. Disponible sur: <http://www.k-dental.ca/axis-nti-diamond-fg847-016-medium-flat-end-taper-fg-5-pk.html>
54. Raynal J. Les préparations guidées ou assistées par guidage. *Strat Prothétique.* Mai-Juin 2011;12(3):199-204.
55. Roulet J-F, Degrange M. Collage et adhésion: la révolution silencieuse. Paris: Quintessence international; 2000.
56. Pascal Magne, Belser U. Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures: approche biomimétique. Paris: Quintessence International; 2003.
57. Chotard K. Critères de choix des matériaux à utiliser dans el cadre d'une réhabilitation conjointe en CFAO. 2013. 142 p. Thèse d'exercice de Santé. 2013-TOU3-3030.
58. Mjor I, Gordan V. La longue marche vers l'adhésion. *Quintessence Int.* 2001;19-27.
59. Gürel G. Les facettes en céramique: de la théorie à la pratique. Paris: Quintessence International; 2005.
60. Koubi S-A et al. Nouveaux concepts en dentisterie esthétique. *EMC - Médecine Buccale.* 2008;1-12.
61. Crezeo. <http://dento-reseau.com/blog/cfao-lendocouronne> [Internet]. [cité 7 oct 2015]. Disponible sur: <http://dento-reseau.com/blog/cfao-lendocouronne>
62. Fages M, Bennasar B. L'endocouronne : un type différent de reconstruction tout céramique pour les molaires. *J Assoc Dent Can.* 29 oct 2013;
63. Le Corre, K. L'endocouronne, de nouvelles perspectives grâce à l'évolution des techniques adhésives et de la CFAO. [Brest]: Bretagne Occidentale; 2013.
64. Raynal J. La V-prep et l'endo-V-prep. [Lodève]: J. Raynal; 2012.
65. Crezeo. <http://dento-reseau.com/posts/cfao-la-couronne-v-prep-3844> [Internet].

[cité 7 oct 2015]. Disponible sur: <http://dento-reseau.com/posts/cfao-la-couronne-v-prep-3844>

66. Oyar P, Ulusoy M, Eskitaşçıoğlu G. Finite element analysis of stress distribution in ceramic crowns fabricated with different tooth preparation designs. *J Prosthet Dent.* oct 2014;112(4):871-7.

67. Reeh E. S., Messer H. H., Douglas W. H. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* nov 1989;15(11):512-6.

68. Rocca J. et al. Collage et dents dépulées. *Réal Clin.* 1995;265-9.

69. Wiskott, H. Elements de biomécanique. *Cah Prothèse.* 1996;(96):14-23.

70. Burke FJT, Wilson NHF, Cheung SW, Mjör IA. Influence of the method of funding on the age of failed restorations in general dental practice in the UK. *Br Dent J.* 29 juin 2002;192(12):699-702.

71. Raynal J, Bennasar B. CFAO : préparez-vous au numérique [Internet]. [cité 15 oct 2015]. Disponible sur: <http://dento-reseau.com/blog/cfao-preparez-vous-au-numerique>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Figure 1 : Schémas illustrant le principe de bras de levier (13).....	18
Figure 2 : Schéma illustrant différents profils de limites.....	21
Figure 3 : Photographies des différentes angulations de la fraise lors de la préparation (21) .....	24
Figure 4 : Photographies de l'étape de préparation de la face palatine (21).....	25
Figure 5 : Photographies des guides de coupe dans les trois sens de l'espace (32).....	26
Figure 6 : Schéma de la préparation achevée d'une incisive centrale pour couronne céramo-céramique (13) .....	27
Figure 7 : Photographies de la préparation achevée de l'incisive centrale maxillaire (21). 27	
Figure 8 : Photographies illustrant les étapes 1 et 2 de réduction du bord libre et du 1/3 incisal (19).....	29
Figure 9 : Photographie de la préparation en vue palatine. Mise en évidence la préservation du mur lingual (flèche jaune) (19).....	30
Figure 10 : Photographie de l'étape d'ultrafinition de la préparation à l'aide d'un instrument lisse ultrasonore (19).....	30
Figure 11 : Photographie de la préparation achevée. Contrôle avec la clé de réduction tissulaire verticale (19).....	31
Figure 12 : Tableau récapitulatif des différentes épaisseurs de préparations requises en fonction de la localisation .....	31
Figure 13 : Système CEREC Bluecam <sup>®</sup> (38).....	33
Figure 14 : Modélisation de la couronne d'une 11 (39).....	34
Figure 15 : Illustration des trois axes de préparation (44).....	35
Figure 16 : Photographie de la chambre d'usinage du système CEREC (45).....	35
Figure 17 : Schéma illustrant l'influence de la conicité de la fraise du système CEREC sur l'angulation des parois (44).....	37
Figure 18 : Photographie d'une fraise de l'usineuse du système CEREC (43).....	37
Figures 19 : Schémas illustrant l'influence du diamètre de la fraise de l'unité d'usinage CEREC sur la préparation (44) .....	38
Figure 20 : Schéma illustrant les recommandations de préparation du fabricant pour IPS Empress <sup>®</sup> CAD (51).....	39
Figure 21 : Schéma illustrant les recommandations de préparation du fabricant pour IPS e.max <sup>®</sup> CAD (51).....	40

Figure 22 : Schéma illustrant le parallélisme des limites et des surfaces occlusales au plan d'application des forces masticatoires (39).....	43
Figure 23 : Photographie du coffret pour la préparation guidée en CFAO /CAD.CAM produit par NTI® (43).....	44
Figure 24 : Photographie de l'étape de pénétration axiale sur une incisive centrale maxillaire à l'aide de la fraise MADC20-009M-FG (54) .....	46
Figure 25 : Photographie de l'aplanissement de la surface occlusale via la fraise 818-040C-FG (54).....	47
Figure 26 : Photographie du début de « peeling » de la face vestibulaire par pénétration tangentielle de la fraise 997-031M-FG (54).....	47
Figure 27 : Illustration du travail tangentiel de la fraise 997-031M-FG grâce au guide médian (54) .....	48
Figure 28 : Photographie de la fin de l'étape de pénétration tangentielle vestibulaire (54)	48
Figure 29 : Photographie de la réduction de volume obtenue après balayage mésio-distal via la fraise 997-031M-FG (54) .....	49
Figure 30 : Photographie de l'étape de réduction cingulaire par balayage mésio-distal via la fraise 997-031M-FG (54).....	49
Figure 31 : Photographie de l'étape de réduction des faces proximales via la fraise 848-018F-FG (54) .....	50
Figure 32 : Photographies de l'étape de réduction de la concavité linguale via la fraise 998-026M-FG (54) .....	51
Figure 33 : Basculement vestibulaire de la fraise 998-026M-FG (54) .....	51
Figure 34 : Photographie illustrant la création du congé quart de rond en vestibulaire via la fraise 998-026-FG (54) .....	52
Figure 35 : Finitions via la fraise 848-18C-FG (54) .....	53
Figure 36 : Organigramme des différents facteurs influençant les préparations pour CFAO .....	54
Figure 37 : Photographie d'une endocouronne (62) .....	58
Figure 38 : Photographies de l'étape de réalisation des travées « guides » occlusales (61)	59
Figure 39 : Photographies de l'étape de réalisation du trottoir périphérique (61) .....	60
Figure 40 : Photographies de l'aménagement de la chambre pulpaire (61).....	60
Figure 41 : Photographie de l'étape de polissage du trottoir périphérique (61).....	61
Figure 42 : Photographies d'une endocouronne usinée puis collée (61).....	61

Figure 43 : Photographie de l'étape de réalisation de la première travée guide via la fraise MADC20-09M-FG (65).....	64
Figure 44 : Photographie de la réalisation des travées guides supplémentaires (65).....	64
Figure 45 : Photographies des vues occlusale et vestibulaire après création des travées guides (65).....	65
Figure 46 : Photographie de l'étape de réunion des travées guides via la fraise 846-025C-FG (65).....	65
Figure 47 : Photographie de l'étape d'aplanissement des sommets des V et polissage (65) .....	66
Figure 48 : Photographies d'une molaire préparée selon la méthode V-Prep (65).....	66
Figure 49 : Photographies illustrant les angulations et topographies possibles des V-Prep étendues (64) .....	67
Figure 50 : Photographies d'une préparation endo V-Prep sur prémolaire (64).....	67
Figure 51 : Photographie de la restauration issue de la préparation endo V-Prep (64).....	68
Figure 52 : Tableau récapitulatif des indications des endocouronnes, V-Prep et endo V-Prep .....	68

**TITRE** : PRÉPARATIONS POUR CFAO : DONNÉES ACTUELLES

---

**RESUME** :

Dans le cadre de la CFAO directe et avec l'exemple du CEREC, ce travail cherche à dégager les modifications que le recours à cette technologie induit dans les préparations pour prothèses fixées.

Dans une première partie sont abordés les principes généraux de préparations en prothèse fixée traditionnelle ainsi que deux méthodologies.

Dans une deuxième partie, et à travers la description de la chaîne de CFAO, les modifications à apporter aux préparations sont mises en évidence. Une méthodologie de préparation, souscrivant au cahier des charges qu'elle implique, est ainsi proposée.

Enfin, ce travail aborde dans une dernière partie les nouvelles possibilités de restaurations et leurs méthodologies associées, autorisées par les progrès de la CFAO et du collage.

---

**TITRE EN ANGLAIS** : CAD-CAM tooth preparation : current data

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE** : CHIRURGIE DENTAIRE

---

**MOTS CLES** : CFAO – PREPARATION – CEREC – PAG – ENDOCOURONNE – V-PREP

---

**INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R OU DU LABORATOIRE** :

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE  
3, Chemin des Maraîchers  
31062 Toulouse Cedex 9

**DIRECTEUR DE THESE** : Docteur CHABRERON Olivier

**CO-DIRECTEUR** : Docteur ESCLASSAN Rémi