

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Arnaud RAGI

Le 13 Octobre 2020

**LES REHABILITATIONS ESTHETIQUES DU SECTEUR
ANTERIEUR MAXILLAIRE PAR LES TECHNIQUES
ADHESIVES : INDICATIONS ET CRITERES DE CHOIX.**

Directeur de thèse : Dr Victor EMONET-DENAND

JURY

Président :	Pr Serge ARMAND
1 ^{er} assesseur :	Dr Karim NASR
2 ^{ème} assesseur :	Dr Paul MONSARRAT
3 ^{ème} assesseur :	Dr Victor EMONET-DENAND



Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

M. Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONJOT
Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

CHARGÉS DE MISSION

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

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

DIRECTRICE ADMINISTRATIVE

Mme Muriel VERDAGUER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

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

➔ ÉMÉRITAT

M. Damien DURAN
Mme Geneviève GRÉGOIRE
M. Gérard PALOUDIER

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

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

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

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

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

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

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

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

PARODONTOLOGIE

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

CHIRURGIE ORALE

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

BIOLOGIE ORALE

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

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

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

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

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

PROTHÈSES

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

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

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

Mise à jour pour le 02 mars 2020

Remerciements

A mes parents, il n'y a pas eu beaucoup de moments pour le dire mais aujourd'hui est une bonne opportunité. Je vous suis très reconnaissant de m'avoir élevé dans tout le confort nécessaire à cette réussite. Je me souviens encore de cette phrase abominable qui ressurgissait pendant les devoirs scolaires « un jour tu nous remercieras ». C'est aujourd'hui que j'en comprends le sens. Le mot est faible mais Merci. Merci de m'avoir transmis la rigueur et les valeurs du travail. Merci à ces fichus cahiers de vacances. Merci pour tout. L'aboutissement de ce travail est aussi le votre !

A mon grand frère Olivier, qui a toujours été et qui demeure encore une source d'inspiration... Toujours là pour une invitation au voyage et pour me rappeler à quel point la vie est géniale et profitable !

A ma grand-mère, qui a toujours été le pilier de cette belle famille. Toi qui nous a tant chéri, qui nous a appris les belles valeurs libanaises et qui a su créer ce lien si particulier avec les Cousins. Merci pour ta générosité et pour ta cuisine qui me laisse en bouche tant de bons souvenirs...

A ma chère tante Hélène et à mes cousins Laurent & Vincent, qui m'ont transmis ce gout pour les belles choses...

A Pierre, ce cher parrain qui a toujours été présent dans les grands moments ! Je te remercie pour ta bienveillance et ta gentillesse.

A Julie, qui est venue combler très tôt toutes ces belles années étudiantes. Tu es ce rare carabin qui a fait chavirer mon cœur. Merci de m'accompagner au quotidien et de me rendre meilleur un peu plus chaque jour.

A André et Léo, ces bons vieux amis inlassables ! Ceux qui n'ont jamais déserté la table de l'apéro et qui continuent à philosopher sur le sens de la vie. Cette amitié va bientôt se compter en décennies...

A tout les amis du Kleube, à ces meilleurs potes qui sont devenus une Confrérie ! A toutes ces années au collège, où les plus beaux souvenirs restent gravés dans la tête, mais aussi dans ce carnet de correspondance... Saint Jean city for ever !

A ces amis de la fac, Jean-Eudes, Julien, Paul et Pierre, qui sont synonymes d'épicurisme et de grandes rigolades ! Au plaisir de lire vos thèses, non je rigole, plutôt de prendre une énième pinte !

A tous les autres proches, qui ont partagé de près ou de loin cette belle aventure ! L'espace dédié ne me permet pas de tous vous citer, mais vous êtes dans ma mémoire !

A notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Serge ARMAND

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- Responsable du Diplôme d'Université d'Implantologie,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant la présidence du Jury de
cette thèse.*

*Veillez trouver, par la réalisation de ce travail, l'expression de mon profond respect pour
la qualité de votre enseignement.*

*J'espère que celui ci sera à la hauteur de vos exigences et saura respecter la rigueur à
laquelle vous nous avez habitué.*

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Karim NASR

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

Je vous remercie grandement pour votre présence dans ce jury.

Je vous remercie également pour vos enseignements, votre écoute et votre pédagogie tout au long de nos études. Votre bonne humeur a su rendre l'enseignement encore plus passionnant.

J'espère que vous trouverez en ce travail l'expression de mon profond respect et en ce sens vous rendre un morceau de ce que vous nous avez transmis.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur Paul MONSARRAT

- Maître de Conférences des Universités ?
- Praticien Hospitalier en Odontologie,
- Master 1 Recherche : Biosanté et Méthodes d'Analyse et de Gestion en Santé Publique,
- Master 2 Recherche : mention : Biologie, santé; spécialité : Physiopathologie,
- Lauréat de la faculté de Médecine Rangueil et de Chirurgie Dentaire de l'Université Paul Sabatier,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier - Spécialité Physiopathologie,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D maxillo-faciale,
- CES Biomatériaux en Odontologie,
- Diplôme universitaire de Recherche Clinique en Odontologie.

Je vous remercie sincèrement pour avoir accepté de représenter cette thèse.

Je vous remercie également pour votre énergie, votre enthousiasme et votre disponibilité que vous nous avez consacrés toutes ces années. Vous avez su rendre l'enseignement pertinent et agréable par vos méthodes.

En espérant que ce travail soit le reflet de votre implication de tous les jours.

A notre Directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Victor EMONET-DENAN

- Assistant hospitalo-universitaire,
- Docteur en Chirurgie dentaire,
- Certificat d'enseignement supérieur de Parodontologie de Toulouse.

Je vous remercie d'avoir accepté de diriger cette thèse.

Je vous remercie votre grande gentillesse avec laquelle vous m'avez encadré tout au long de ce travail. Je vous remercie également de m'avoir accordé cette liberté de rédaction autour de ce sujet passionnant.

J'espère qu'aujourd'hui le fruit de ce travail soit le témoin de mon immense reconnaissance envers vous.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	13
I. L'EROSION/INFILTRATION.....	14
1. Généralités	14
2. Indications	15
2.1 Lésions carieuses initiales.....	15
a) Généralités.....	15
b) Aspect clinique	15
c) Aspect anatomopathologique.....	16
d) Classification ICDAS	16
2.2 Fluorose	18
a) Généralités.....	18
b) Aspect clinique	18
c) Aspect anatomopathologique.....	19
d) Classification TFI	19
2.3 MIH	21
a) Généralités.....	21
b) Aspect clinique	21
c) Aspect anatomopathologique.....	22
d) Classification	23
2.4 Hypominéralisation traumatique.....	24
a) Généralités.....	24
b) Aspect clinique	24
c) Aspect anatomopathologique.....	25
3. Limites	25
4. Algorithme de traitement des taches blanches	27
II. LES COMPOSITES STRATIFIES.....	33
1. Généralités	33
2. Indications	33
2.1 Préservation de la forme de la dent.....	34
2.2 Modification de la forme de la dent.....	35
3. Limites	35
4. Les différentes techniques	36
4.1 Technique historique en trois couches	37
4.2 Technique en trois couches selon Vanini	38
4.3 Natural Layering Concept selon Dietchi	39
III. LES FACETTES	40
1. Généralités	40
2. Indications	40
2.1 Type I : correction de la couleur.....	41
2.1.1 Type IA : colorations dues aux tétracyclines de degré 3 et 4.....	41
2.1.2 Type IB : dents réfractaires à l'éclaircissement externe	42
a) Fluorose avec porosités.....	42
b) Oblitération canalaire post-traumatique	42
c) Dyschromie de la dent dépulpée.....	43
2.2 Type II : correction de forme	45
2.2.1 Type IIA : dents conoïdes.....	45
2.2.2 Type IIB : fermeture des diastèmes et des triangles noirs inter-dentaires.....	46
2.2.3 Type IIC : allongements des bords libres trop courts.....	49
2.3 Type III : anomalies de structure	49
2.3.1 Type IIIA : fracture coronaire étendue	49
2.3.2 Type IIIB : perte d'émail étendue par érosion et/ou usure	51
2.3.3 Type IIIC : Malformations congénitales et acquises des tissus durs.....	51
a) Amélogénèse imparfaite et dentinogénèse imparfaite (38) (39)	51
b) Molar-Incisor Hypomineralization (MIH).....	53
c) Hypominéralisation et hypoplasie acquise de l'émail.....	54

2.4	Type IV : anomalies de position	54
3.	Choix du matériau	57
3.1	Le choix de la céramique.....	57
3.1.1	Feldspathique.....	57
3.1.2	Feldspathique enrichie en leucite	58
3.1.3	Vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium	58
3.1.4	Composite.....	59
3.2	Le choix de la technique.....	60
3.2.1	Facette sans armature.....	60
3.2.2	Facette avec armature.....	60
3.2.3	Facette monolithique.....	61
3.3	Le choix de la mise en œuvre.....	61
3.3.1	La céramique feldspathique sur dies réfractaires.....	61
3.3.2	La céramique feldspathique sur feuille de platine.....	62
3.3.3	La technique de la pressée	63
3.3.4	La technique usinée.....	64
3.4	Synthèse	65
4.	Facteurs décisionnels.....	69
4.1	Quantité d'émail résiduel	69
4.2	Quantité de céramique non-supportée.....	70
4.3	Variation de la couleur.....	70
4.4	Malocclusions et surcharges occlusales	72
4.4.1	Anomalie de calage postérieur	72
4.4.2	Anomalie de guidage antérieur	72
4.4.3	Bruxisme	74
4.5	Situation des limites de la facette sur la dent saine	75
4.5.1	Limites cervicales.....	75
4.5.2	Limites proximales	77
4.5.3	Limites palatines	80
	a) Préparation fenestrée ou « window »	80
	b) Préparation à plat ou « butt margin ».....	80
	c) Préparation à retour palatin ou « incisal overlap »	80
IV.	LES COURONNES TOUT CERAMIQUE.....	83
1.	Généralités.....	83
2.	Indications	83
3.	Choix du matériau	85
3.1	Le choix de la technique.....	85
3.1.1	Couronne céramo-céramique	85
3.1.2	Couronne monolithique.....	86
3.2	Le choix de la céramique.....	87
3.2.1	Vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium	87
3.2.2	Céramique polycristalline en zircon	88
	a) Les zircons opaques	88
	b) Les zircons translucides	89
3.3	Le choix de la mise en forme	91
3.3.1	Technique de la pressée	91
3.3.2	Technique usinée.....	91
3.4	Synthèse	92
4.	Facteurs décisionnels.....	93
4.1	Mode d'assemblage	93
4.2	Coloration du pilier	94
4.3	Espace prothétique disponible	97
4.4	Restaurations prothétiques de différentes natures	100
4.5	Nature de la dent antagoniste	100
4.6	Bruxisme	102
V.	LES RESTAURATIONS PAR MATERIAUX INSERES EN PHASE PLASTIQUE.....	103
1.	Généralités.....	103

2. <i>Indications</i>	103
3. <i>Facteurs décisionnels</i>	104
3.1 Nombre de parois	105
3.2 Hauteur des parois	106
3.3 Epaisseur des parois.....	106
3.4 Limite gingivale des parois	106
3.5 Effet ferrule	107
4. <i>Choix du matériau</i>	109
4.1 Avec tenon fibré.....	109
4.2 Sans tenon fibré.....	110
VI. LES BRIDGES CANTILEVER COLLES	111
1. <i>Généralités</i>	111
2. <i>Indications</i>	112
3. <i>Facteurs décisionnels</i>	113
3.1 Choix du pilier dentaire.....	113
3.2 Dimension de la boîte proximale.....	113
3.3 Espace prothétique disponible.....	113
3.4 Contexte occlusal.....	114
4. <i>Choix du matériau</i>	115
4.1 Zirconie.....	115
4.2 Disilicate de lithium	115
ARBRES DECISIONNELS	116
CONCLUSION	122
BIBLIOGRAPHIE	123

INTRODUCTION

A l'ère où la dentisterie minimalement invasive est en plein essor, la maîtrise des restaurations esthétiques du secteur antérieur par des techniques adhésives nous semble être un enjeu important pour le praticien. Les biomatériaux mis à notre disposition sont en perpétuelle évolution et leurs améliorations contribuent à élargir le champ d'application des restaurations adhésives. Aujourd'hui ces techniques se sont largement rependues mais ne sont pas toujours maîtrisées. Dans ce travail, nous nous intéresserons à ces techniques en suivant la chronologie du gradient thérapeutique formulé par JP. Attal et G. Tirlet en 2009.

L'objectif de cette thèse est d'aider l'étudiant à appréhender les indications des différentes restaurations adhésives et à identifier les nombreux facteurs décisionnels intervenant dans la réflexion clinique. Les exigences du collage, des matériaux employés et du patient amènent le praticien à fournir un effort intellectuel pour délivrer une restauration esthétique, fonctionnelle et pérenne. Il nous paraît indispensable de connaître les différentes techniques, les indications, les aspects physiopathologiques et les principales caractéristiques des matériaux utilisables.

Au fil de ce travail nous allons essayer de détailler le maximum d'éléments à considérer sur le plan biologique, esthétique et fonctionnel. Le but étant de structurer et de synthétiser la démarche thérapeutique du praticien face à un défaut du secteur antérieur maxillaire. Nous ne détaillerons pas les techniques orthodontiques, les techniques d'éclaircissement et les techniques implantaires afin de se consacrer aux restaurations adhésives en résine ou en céramique.

I. L'ÉROSION/INFILTRATION

1. Généralités

Le concept d'infiltration résineuse a pris ses origines au milieu des années 70. Différentes résines étaient utilisées pour imprégner les lésions carieuses superficielles.

En 2009, un produit spécialement dédié à la thérapeutique d'érosion/infiltration est commercialisé : Icon-DMG®. Ce produit est utilisé pour stopper les processus carieux débutants (1). Les études montrèrent une augmentation significative de la micro-dureté de l'émail et de la résistance à la déminéralisation après que ce dernier ait été infiltré (2). Par la suite, d'autres études suggèrent qu'un prétraitement de l'émail déminéralisé avec une résine infiltrante pourrait être bénéfique avant le collage d'une restauration (3)(4).

Un deuxième atout de la résine Icon-DMG® s'est rapidement révélé sur le plan optique ; celui de pouvoir masquer l'opacité blanchâtre des lésions carieuses. Sur le plan histopathologique, une tâche blanche de l'émail se caractérise par un appauvrissement de la phase minérale au détriment de la phase organique. L'organisation prismatique des cristaux d'hydroxyapatites reste inchangée mais à l'intérieur on va retrouver des porosités où des protéines de la matrice vont s'accumuler. On parle d'hypominéralisations amélaire (5). Ces zones se comportent comme un labyrinthe optique. Les rayons lumineux y sont hautement réfléchis et sont perçus comme une tâche blanche bien délimitée par l'œil humain. Le principe de l'Icon-DMG® repose sur l'infiltration des porosités par une résine très fluide dont l'indice de réfraction lumineux est proche de l'émail sain. La transmission des photons à travers l'émail hypominéralisé va se comporter comme dans de l'émail sain. Par conséquent, la tâche retrouve un aspect translucide et ne se voit plus.

Les études ont montré la supériorité de la technique d'érosion/infiltration sur les propriétés optiques obtenues par rapport aux techniques de reminéralisation (6). Si cette approche semble plus « biologique », la reminéralisation des lésions carieuses débutante n'est pas exempt de défaut. Elle nécessite une application répétée des produits à base de fluorures ou de phosphates de calcium. De plus elle ne permet pas l'amélioration visuelle des autres tâches blanches (5).

2. Indications

La technique d'érosion/infiltration est une technique utilisée spécifiquement pour les tâches blanches de l'émail. On retrouve quatre tableaux cliniques différents, à savoir : les lésions carieuses initiales (white spots), les fluoroses, les Hypominéralisations Molaire Incisive (MIH) et les hypominéralisations traumatiques. L'établissement d'un bon diagnostic permet au praticien de se faire une projection tridimensionnelle de la lésion et d'adopter la bonne démarche thérapeutique.

2.1 Lésions carieuses initiales

a) Généralités

Les lésions carieuses initiales, appelées white-spots ou leucomes précarieux, sont la principale cause des tâches blanches de l'émail. Une lésion carieuse devient cliniquement visible lorsque le corps de celle-ci a subi une déminéralisation supérieure à 10%. Leur prévalence s'élève à 24 % et augmente considérablement dans la population traitée par appareil orthodontique, 49,6% selon Richter et coll. en 2011.

Aux stades initiaux, la lésion n'intéresse que l'émail qui devient micro-poreux.

L'alternance de phases de dissolution et de reprécipitation permet la préservation d'un émail de surface relativement intacte avec une rugosité augmentée. Sous l'émail de surface s'étend le « corps » de la lésion. Les plages déminéralisées s'élargissent petit à petit et créent une cavité lorsque le toit amélaire s'effondrera (1)(6)(7).

b) Aspect clinique

Les white spots se présentent sous forme de tâches opaques, blanc-crayeux, de taille et de forme variables. Les contours sont plus ou moins nets. Le diagnostic se basera sur l'historique du patient, et surtout sur la localisation des taches. En effet, les caries sont des atteintes post-éruptives à la différence des autres tâches blanches et elles se situent volontiers au niveau du collet des dents ou autour des attaches orthodontiques. Elles se trouvent où les dépôts de plaque bactérienne s'accumulent. (1)



Fig 1-1 : Aspect clinique de white spots suite au port d'un appareillage orthodontique, Denis et coll. 2013 (8).

c) Aspect anatomopathologique

Le corps de la lésion se trouve en subsurface, sous une fine couche d'émail peu minéralisée, souvent rugueuse et cassante au passage de la sonde.

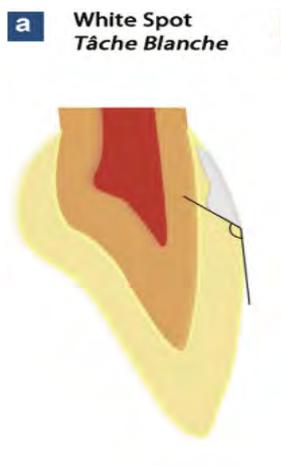


Fig 2-1 : Représentation schématique d'une hypominéralisation par un white spot, Denis et coll. 2013.

L'hypominéralisation décrit un angle obtus avec la surface de la dent.

d) Classification ICDAS

Le système ICDAS (International Caries Detection And Assesment System) est un outil de détection des lésions carieuses fondée sur l'inspection visuelle des surfaces dentaires nettoyées et séchées.

Score	Clinique	Histologie
Score 0	Dent saine ou léger changement de la translucidité de l'émail après séchage prolongé (> 5 secondes).	Pas de déminéralisation franche.
Score 1	Opacités ou colorations difficilement visibles sur surface humide, mais distinctes après séchage.	Déminéralisation limitée à la moitié externe de l'émail.
Score 2 White Spot	Opacités ou colorations visibles sur surface humide et nettes après séchage.	Déminéralisation allant jusqu'à la moitié interne de l'émail.
Score 3	Rupture localisée de l'émail (petite cavité). La dentine sous-jacente ne semble pas touchée.	Déminéralisation allant jusqu'à la jonction amélo-dentinaire, la dentine peut être affectée.
Score 4	Atteinte de la dentine visible par transparence. L'émail sus-jacent n'est pas toujours effondré mais on constate une coloration grisâtre ou brunâtre de la dentine.	La totalité de l'épaisseur de l'émail est atteinte, la dentine est infectée potentiellement jusqu'au tiers moyen.
Score 5	Atteinte cavitaire de l'émail qui laisse apparaître la dentine cariée.	Déminéralisation allant jusqu'au tiers interne de la dentine.
Score 6	Atteinte cavitaire étendue qui laisse apparaître la dentine cariée.	Déminéralisation de la dentine dans le tiers interne avec risque de communication pulpaire.

Fig 1-3 : Classification des lésions carieuses selon l'ICDAS (9)

Les lésions carieuses de score 0 et 1 peuvent bénéficier des traitements de fluorures ou de phosphopeptides de caséine. Au stade de white spot ou score 2, ces techniques ne sont plus en mesure d'assurer une reminéralisation complète de la lésion. L'émail de surface serait renforcé mais les opacités blanches persisteraient et auraient tendance à se colorer par infiltration progressive de colorants extrinsèques. Au delà du score 2, les thérapeutiques restauratrices deviennent inévitables.

Actuellement, l'érosion/infiltration est la thérapeutique la plus « a minima » pour interrompre le processus carieux et pour effacer les white spots (8).

2.2 Fluorose

a) Généralités

La fluorose est une hypominéralisation pré-éruptive de l'émail. Elle est consécutive à une intoxication chronique au fluor pendant la phase de minéralisation des dents.

L'excès de fluor serait capable d'altérer le métabolisme des cellules améloblastiques. Des protéines matricielles immatures s'accumuleraient jusqu'à former des porosités dans l'émail (7).

b) Aspect clinique



Fig 1-4 : Aspect clinique d'une fluorose légère, Denis et coll. 2013

Cliniquement ces défauts amélaire se manifestent par des opacités diffuses. Elles peuvent être discrètes ou très étendues. Les porosités sont blanches mais peuvent virer au jaune-brun par infiltration de colorants exogènes après l'éruption. Dans les formes sévères, l'émail de surface peut s'altérer et laisser apparaître des irrégularités de surface (7).

La principale caractéristique de cette son atteinte est son caractère symétrique sur les dents homologues. On retrouve une corrélation entre le moment de la prise de fluor et la période de minéralisation des dents. Ainsi un ou plusieurs groupes de dents peuvent être concernés par l'atteinte. Différents motifs sont rencontrés tels que des bandes, des zones nuageuses ou un aspect en parchemin (8).

c) Aspect anatomopathologique

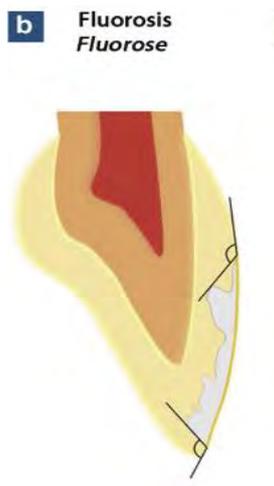


Fig 1-5 : Représentation schématique d'une hypominéralisation par une fluorose, Denis et coll. 2013

Des coupes histologiques et radiographiques de dents fluorotiques ont montré des plages hypominéralisées concentrées dans le tiers externe de l'émail. Elles s'étendent en goutte d'huile sous la surface de l'émail (7). La lésion décrit un angle obtus avec la surface de la dent. Elle est recouverte d'une fine couche d'émail relativement bien minéralisée et se différencie de celle des white spots par sa surface plus étendue et par son caractère symétrique (10).

d) Classification TFI

La sévérité de la fluorose influence sa prise en charge. Il est donc important d'utiliser des classifications pour guider le choix thérapeutique. La classification proposée par A.

Thylstrup et O. Fejerskov en 1978 est l'une des plus utilisées. Elle se base sur l'indice TF comprenant 10 niveaux de 0 à 9.

TFI	Description clinique	Options thérapeutiques
0	Translucidité normale de l'émail après séchage prolongé.	
1	Des lignes blanches à peine visibles, sont dues à l'accentuation des périkymaties (stries horizontales sur la face vestibulaire).	Eclaircissement /micro-abrasion
2	Les périkymaties forment des lignes opaques plus prononcées et parfois confluentes entre elles.	Eclaircissement /micro-abrasion
3	Des aires opaques discrètes, nuageuses et irrégulières apparaissent. La surface amélaire est lisse.	Micro-abrasion
4	Les aires opaques sont plus marquées et l'ensemble de la surface amélaire apparaît crayeuse. La surface est lisse.	Micro-abrasion/ micro-préparations + composites
5	Les aires opaques sont accompagnées de petits puits dont le diamètre est inférieur à 2 mm. La surface est piquetée.	Micro-préparations + composites ou facettes
6	Les petits puits dont le diamètre est inférieur à 2 mm sont plus nombreux et sont ordonnés en rangées horizontales régulières.	Facettes
7	On retrouve des aires irrégulières où l'émail superficiel a disparu sur moins de la moitié de la surface dentaire.	Facettes
8	On retrouve des aires irrégulières où l'émail superficiel a disparu sur plus de la moitié de la surface dentaire.	Couronnes céramométalliques
9	Perte de la majeure partie de l'émail, avec des changements anatomiques autant sur les surfaces lisses que sur les tables occlusales. On retrouve néanmoins la persistance d'un bandeau d'émail sain dans la région cervicale.	Couronnes céramométalliques

Fig 1-6 : Approche thérapeutique selon l'indice TFI d'après Lasfargues et Colon en 2009 (11)

L'érosion/infiltration est indiquée pour le traitement des fluoroses légères et modérées, lorsqu'il n'y a pas d'altérations de surface liées à la perte d'émail. Cela correspond à un score TFI < ou égal à 4.

Cependant le praticien doit garder à l'esprit que le traitement de choix des fluoroses demeure l'éclaircissement externe. Il permet d'augmenter la luminosité globale de la dent et entraîne une opacification de l'émail.

Le contraste entre l'émail et les tâches est diminué et l'œil humain n'arrive plus à les distinguer (6). Après l'éclaircissement, si des opacités persistent, ces dernières pourront être éliminées par érosion/infiltration. Par soucis de conservation tissulaire, surtout pour les taches étendues, cela évite d'éroder une trop grande surface amélaire.

2.3 MIH

a) Généralités

Le terme d'Hypominéralisation Molaire Incisive ou MIH a été proposé en 2001 pour désigner une anomalie qualitative de l'émail qui atteint simultanément les premières molaires et incisives permanentes. Ce défaut de structure est d'origine multifactorielle, il peut être causé par divers facteurs systémiques (exposition accrue à la dioxine, pathologie respiratoire entraînant une hypoxie, épisodes infectieux répétés de fièvres...) et est influencé par d'autres facteurs génétiques.

La prévalence du MIH est en forte augmentation et est très variable d'une population à l'autre. Sa prévalence augmente avec la gravité de l'historique pathologique de l'enfant pendant ses quatre premières années de vie. (12)

b) Aspect clinique

Le tableau clinique d'une MIH est très variable, tant par la localisation que par la sévérité des lésions. Les signes cliniques vont d'une simple coloration à des pertes de substance importantes. Le diagnostic se base sur l'aspect et la couleur de l'émail, la localisation des opacités, la sévérité des hypominéralisations. Des restaurations aux limites atypiques, des extractions inexplicables de premières molaires permanentes dans une bouche indemne de caries, des restaurations sur les incisives permanentes sans antécédent de traumatisme sont autant de facteurs laissant suspecter une MIH.

Cliniquement, on retrouve la présence de défauts amélaire sur au moins une des quatre premières molaires associée ou non à une atteinte des incisives permanentes. Les deuxièmes molaires et les canines permanentes peuvent être aussi touchées, mais le sont moins fréquemment. Si c'est le cas, l'observation d'une asymétrie des taches entre les dents homologues sera l'élément de diagnostic permettant de différencier une atteinte MIH d'une atteinte par fluorose.



Fig 1-7 : Aspect clinique d'une MIH légère, Denis et coll. 2013

On retrouve un aspect opaque et une limite nette avec l'émail sain. Ces opacités peuvent être réparties de façon inégale sur une même dent et peuvent être asymétriques sur les dents homologues. La couleur des opacités varie du blanc au brun. La sévérité d'une MIH est mise en relation avec la saturation de l'opacité. Plus la tache vire au brun, plus l'émail est défectueux et poreux. Dans les cas d'atteinte sévère des molaires, il y'a un risque de clivage de plages amélares sous l'effet des forces masticatoires ou même spontanément après l'éruption des dents. (8)

c) **Aspect anatomopathologique**

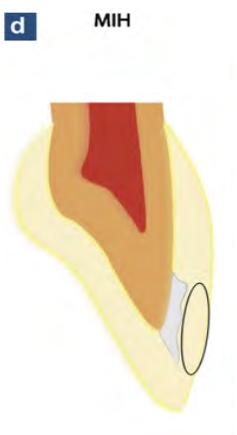


Fig 1-8 : Représentation schématique d'une hypominéralisation par une MIH, Denis et coll. 2013

Sur le plan histologique, l'hypominéralisation prend naissance à la jonction amélo-dentinaire. A un stade léger, seul le tiers interne de l'émail est affecté et la porosité est protégée par une couche d'émail épaisse. Tandis qu'à un stade sévère, toute l'épaisseur de l'émail peut se retrouver affectée. (8)

d) Classification

Le Dr Muller-Bolla propose une classification de MIH selon trois stades de sévérité.

Faible	Modérée	Sévère
Incisives Risque d'hypominéralisation d'autant plus élevé qu'il y a un grand nombre de molaires atteintes		
		
– Atteintes légères de petite étendue	– Opacités démarquées dans le tiers incisal	– Opacités plus marquées disgracieuses, hypoplasies

Fig 1-9 : Classification MIH sur les incisives selon Muller-Bolla Michèle. (13)

La sévérité de l'atteinte au niveau des incisives n'est pas toujours corrélée avec celle des molaires. En revanche, plus il y a de molaires atteintes, plus le risque que les incisives soient touchées est grand.

Une opacité très colorée et saturée est le signe d'une minéralisation très faible. Les taches blanches sont moins poreuses et sont localisées dans la partie profonde de l'émail. Elles sont recouvertes par une couche d'émail dont l'épaisseur est difficile à appréhender pour le praticien. Si la tache est discrète, l'abstention thérapeutique est l'attitude la plus raisonnable pour éviter de mutiler la surface de l'émail jusqu'à la jonction amélo-dentinaire. Les taches jaunes ou brunes sont plus poreuses et occupent un plus grand volume dans l'épaisseur de l'émail. Le plafond amélaire est plus fin et l'hypominéralisation est plus accessible par l'érosion/infiltration. (14) (8)

2.4 Hypominéralisation traumatique

a) Généralités

L'hypominéralisation traumatique d'une dent permanente est la conséquence d'un traumatisme au niveau du parodonte. Cette séquelle apparaît lorsque la région péri-apicale de la dent lactéale est lésée quelque soit la gravité du traumatisme. L'intrusion alvéolaire demeure la lésion la plus délétère pour le germe mais toutes les autres formes de luxations dentaires peuvent être mises incriminées (concussion, subluxation, luxation latérale, extrusion et expulsion). A elles seules, les fractures coronaires ou radiculaires des dents lactéales ne sont pas capables d'entraîner de séquelles sur le germe sous-jacent. Cependant, si une complication infectieuse se développe à l'apex, une hypominéralisation pourra se manifester. (8)

b) Aspect clinique



Fig 1-10 : Aspect clinique d'une hypominéralisation traumatique, Denis et coll 2013

Les hypominéralisations traumatiques peuvent avoir des expressions très variées par leur forme, leur contour, leur localisation et aussi leur teinte. En général la lésion se trouve au niveau du tiers incisal des couronnes. Elle est isolée sur une dent et on ne retrouve pas de symétrie avec les dents homologues controlatérales. En revanche, on peut retrouver une atteinte amélaire en miroir sur les dents antagonistes.

L'anamnèse est difficile car le choc passe souvent inaperçu pendant l'enfance. Le diagnostic de l'hypominéralisation traumatique est avant tout un diagnostic d'exclusion, une fois que toutes les autres pistes sont écartées. (8)

c) Aspect anatomopathologique



Fig 1-11 : Représentation schématique d'une hypominéralisation traumatique, Denis et coll. 2013

L'anatomopathologie d'une hypominéralisation traumatique est variable et dépend des circonstances de survenue. La porosité est recouverte par une couche d'émail relativement bien minéralisée. Cette plage peut être plus ou moins profonde dans la couche amélaire. Elle peut s'étendre soit comme une goutte d'huile ou au contraire rester circonscrite. (8) Son étendue prend des angulations différentes et peut décrire des angles obtus ou aigu avec la surface de la dent.

3. Limites

Il faut garder à l'esprit que les tâches blanches sont toutes différentes sur le plan anatomopathologique. Un diagnostic initial rigoureux est indispensable pour connaître l'étiologie des tâches et donc d'en déduire leurs caractéristiques. Cela va permettre au praticien d'anticiper les pièges et d'adapter le protocole d'érosion/infiltration à la situation clinique.

Pour l'hypominéralisation des MIH légères, les étapes d'érosion successives ont du mal à traverser le « plafond » d'émail pour atteindre le corps de la lésion. L'infiltration de résine ne permet pas d'obtenir un camouflage satisfaisant de la tache. (8)

Attal J.P et coll. en 2014, ont relevé des situations où le masquage de la tache restait insuffisant. Notamment quand l'hypominéralisation se trouve juste sous la surface et s'étend profondément dans l'épaisseur de l'émail. Il y'a un risque de voir la résine d'infiltration ne pas atteindre complètement le fond de la lésion. On recense des cas d'échecs pour certaines hypominéralisations traumatiques et fluoroses sévères. (6)

Pour les hypominéralisations traumatiques, les angulations inconstantes des lésions rendent la technique peu prédictive. En effet, si l'angle est obtus entre le bord de la lésion et la surface de la dent, le corps de la lésion sera facilement infiltrable par la résine puisqu'il n'y a pas d'obstacle physique. La tache disparaît alors complètement. Par contre, si l'angle est aigu, les marges périphériques de la lésion sont relativement bien protégées par l'émail. L'étape d'érosion va éliminer la surface amélaire la plus fine rendant accessible la partie centrale de la tache mais l'infiltration de la périphérie sera souvent incomplète. La tache ne disparaît pas complètement et on retrouve un halot périphérique blanc disgracieux, appelé « effet de bord ». (8)

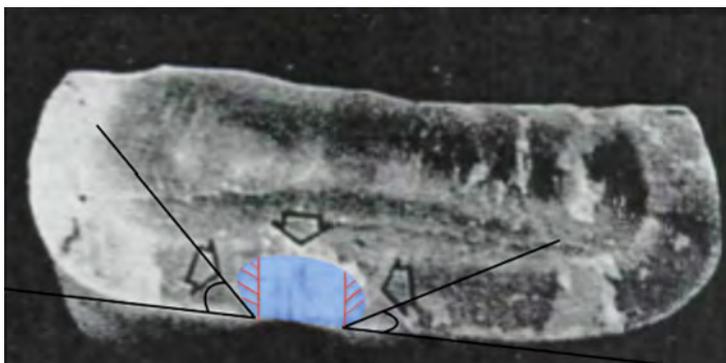


Fig 1-12 : Photographie d'une incisive centrale fracturée présentant une tache d'hypominéralisation traumatique, de Andreasen

L'hypominéralisation (en bleue) prend une forme circulaire dans l'épaisseur de l'émail et décrit un angle aigu avec la surface de la dent. Les marges périphériques (hachures rouges) ont un risque de ne pas être complètement infiltrées si le toit de la lésion n'est pas suffisamment érodé.

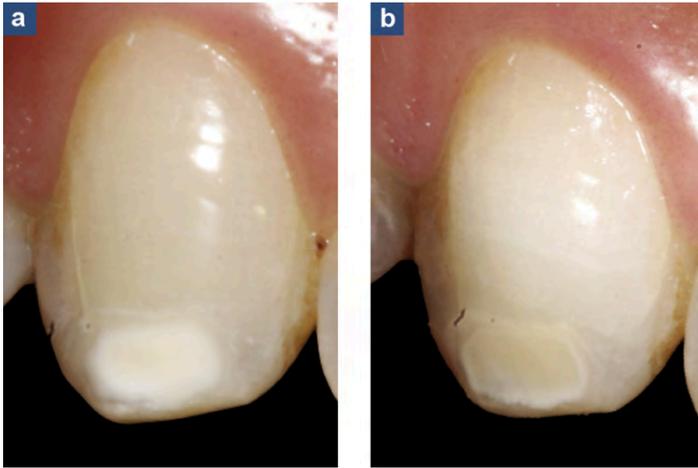


Fig 1-13 : Photographie d'une canine maxillaire présentant une hypominéralisation traumatique avant (a) et après (b) traitement par érosion/infiltration. Denis et coll. 2013

Cette photographie illustre très bien « l'effet de bord » avec ce déficit esthétique autour de la lésion traitée par érosion/infiltration. L'accès au corps de l'hypominéralisation n'a pas été suffisant et la résine n'a pas infiltré correctement les bords périphériques de ce dernier.

4. Algorithme de traitement des taches blanches (15) (16)

Si techniquement, le protocole d'érosion/infiltration semble facile d'utilisation, la principale difficulté pour l'opérateur va être de savoir comment accéder totalement au corps de la lésion et comment masquer efficacement les taches qui sont colorées. L'équipe de Jean Pierre Attal et Gil Tirlet en 2015, après plusieurs années de travail, ont mis au point une méthodologie standardisée applicable à toutes les taches blanches de l'émail, quelque soit leur étiologie. Le protocole initial se basait sur des cycles répétés d'acide chlorhydrique (Icon-Etch®) et de sablage/fraisage jusqu'au masquage complet de la tache par l'indicateur (Icon-Dry®). Cette méthode devenait chronophage et très consommatrice en temps lorsque les cycles se répétaient pour accéder à la lésion.

En 2019, Jean Pierre Attal nous propose une simplification de la procédure et apportant quelques modifications à l'algorithme initial.

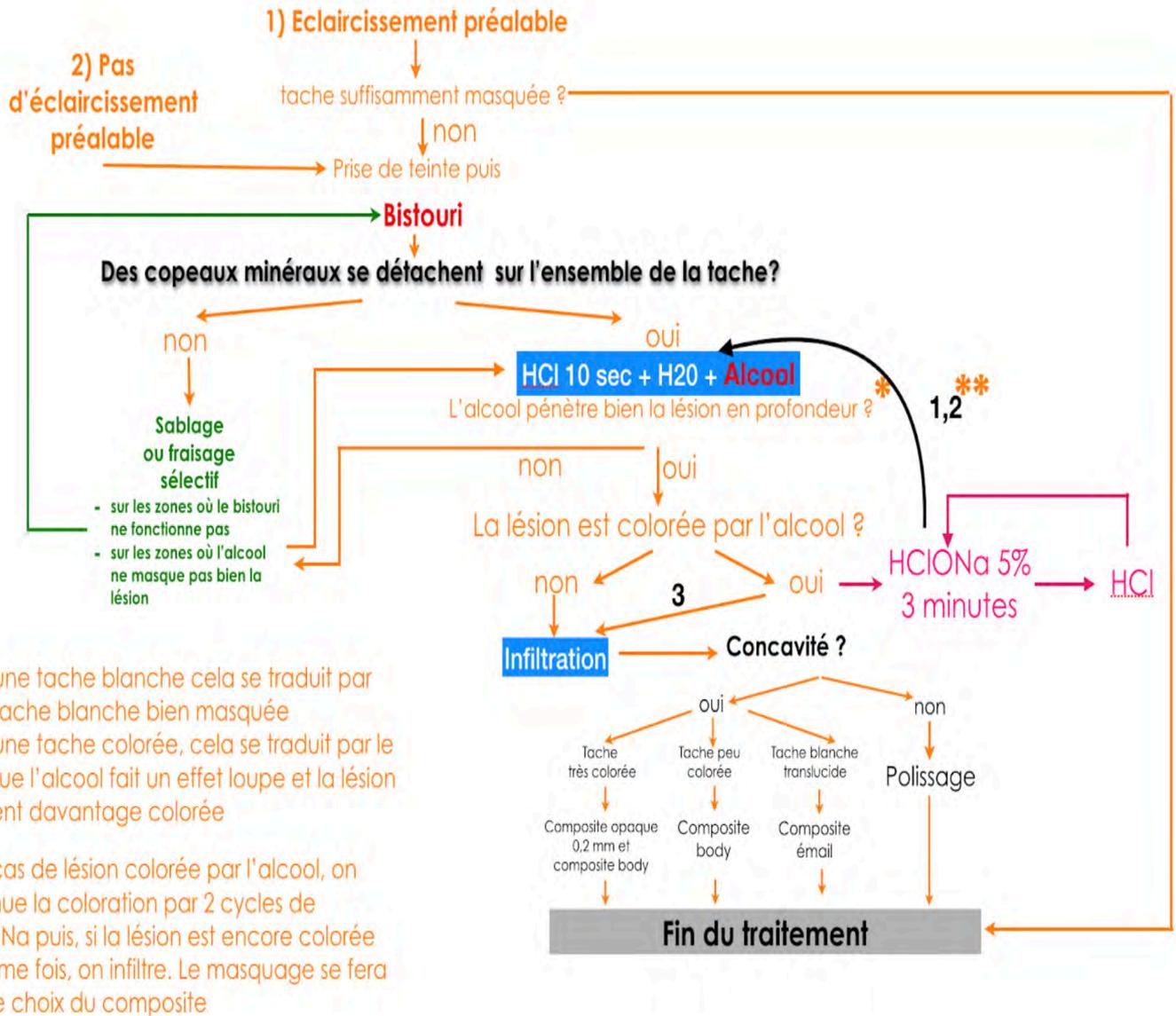


Fig 1-14 : Algorithme de traitement des taches de l'émail selon le protocole simplifié, JP Attal 2019

4.1 Eclaircissement dentaire préalable

Il arrive assez fréquemment que les hypominéralisations superficielles ou profondes, ressortent colorées par l'infiltration secondaire de colorants exogènes. Or la résine Icon® n'est pas efficace pour masquer les tâches colorées. Dans ce contexte, un éclaircissement est particulièrement indiqué pour transformer la tache colorée en tache blanche. Il faut avertir le patient que des zones colorées peuvent persister au sein de la tache après l'éclaircissement, mais dans tout les cas cela ne peut qu'améliorer le succès thérapeutique de l'érosion/infiltration. (6)

Nous avons vu précédemment, que l'éclaircissement permettait d'atténuer le contraste entre la tache et le reste de la dent saine, par opacification de l'émail. Bien que les hypominéralisations ne disparaissent pas complètement, l'éclaircissement peut se satisfaire à lui seul du succès thérapeutique avec un cout tissulaire nul.

Il est donc intéressant, que ce soit pour des taches blanches ou pour des taches colorées, de proposer quasi-systématiquement un éclaircissement externe. Selon Attal, il existe deux situations où ce geste n'est pas indiqué, lorsque les dents sont naturellement très lumineuses et les taches très opaques et lorsque le patient est mineur ou la femme est enceinte.

Après l'éclaircissement il faudra attendre au moins 15 jours avant de passer à la phase d'infiltration pour éviter l'inhibition de la polymérisation des résines par le relargage des molécules d'oxygène.

4.2 Polissage prophylactique

Le protocole d'érosion/infiltration se réalise sur une surface dentaire nettoyée à l'aide de pâte prophylactique et de brossettes (1).

4.1 Prise de la teinte

En fin de séance, la pose d'un composite peut être nécessaire pour combler une perte de substance liée à l'érosion chimique et/ou mécanique (sablage/fraisage). Il est impératif de prendre la teinte de la dent en début de séance avant qu'elle ne soit déshydratée.

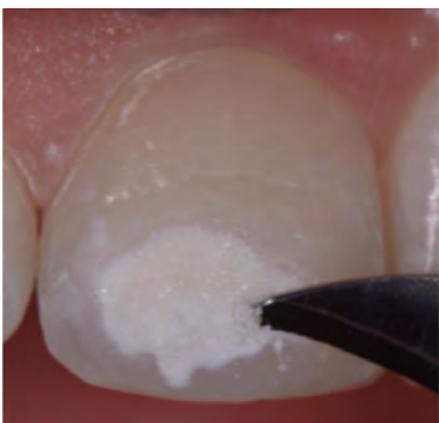
La teinte peut être choisie à l'aide d'un teintier ou en positionnant des plots de composite polymérisés sans adhésif sur la dent à traiter (1).

4.2 Mise en place du champ opératoire

La digue permet d'une part de protéger les tissus mous de l'agressivité chimique de l'acide chlorhydrique à 15% et d'autre part, de réaliser l'infiltration résineuse à l'abri de l'humidité (1).

4.3 Passage du bistouri manuel

La première simplification du protocole vient de l'utilisation du bistouri. Le passage d'une lame de bistouri à la surface de la dent va nous aider à savoir si on est dans la lésion. Lorsqu'on gratte l'émail au niveau de la tache, si la lame glisse sur la surface et qu'il ne se passe rien, on considère que l'émail est sain et que la porosité est sous la surface. En revanche, si des copeaux apparaissent, l'émail devient friable et se fragilise, on considère que l'on se trouve au cœur de la lésion.



***Fig 1-15 :** Photographie d'une hypominéralisation où des copeaux d'émail déminéralisé se détachent facilement par simple grattage, à partir du moment où la lésion est atteinte. JP Attal 2019*

Sur les zones tachées qui ne donnent pas de copeaux au grattage, on continuera à sabler ou à fraiser localement l'émail sain pour accéder au fond de la lésion.

Jusqu'à présent, l'élimination du toit de la lésion se faisait par des cycles répétés d'acide chlorhydrique, d'alcool et de sablage/fraisage jusqu'à obtenir une modification optique de la tache. Si la tache devenait légèrement masquée avec l'alcool, alors on pouvait passer à l'étape d'infiltration.

Désormais, en alternant le grattage de la zone déminéralisée et le fraissage/sablage des marges d'émail sain, le bistouri permet d'accéder rapidement au corps de la lésion.

Lorsque des copeaux se détachent sur l'ensemble de la tache et que nous pensons avoir éliminer l'intégralité du toit de la lésion, nous pouvons appliquer l'acide chlorhydrique.

4.4 Application de l'Icon-Etch®

Autrefois, le gel d'acide chlorhydrique à 15% était massé sur la tache puis laisser en place 2 minutes avant d'être rincé abondamment pendant 30 secondes. Il servait à dissoudre la couche d'émail hyperminéralisée protégeant la lésion. Une application prolongée était nécessaire.

Désormais, c'est le sablage ou le fraisage qui permet d'éliminer mécaniquement cet émail et le bistouri confirme ce résultat. L'application de l'Icon-Etch ne sert plus qu'à éliminer les débris et à déminéraliser superficiellement la lésion pour optimiser l'infiltration de la résine. L'acide chlorhydrique endosse le rôle d'agent de mordantage. Selon Attal, des cycles de 5 à 10 secondes sont largement suffisants et ce, sans frottement. Cela réduit considérablement la durée de la procédure par rapport aux cycles de deux minutes.

4.5 Application de l'Icon-Dry®

La solution d'éthanol à 99% est appliquée pendant 30 secondes sur la tache préalablement rincée et séchée. Cette étape va permettre d'éliminer toute l'eau contenue dans les microporosités de la lésion (17).

L'alcool sert d'indicateur au masquage de la lésion. Il permet une prévisualisation, en moins efficace, de l'effet optique de la résine sur la tache.

- 1) Si l'alcool semble masquer la tâche, on peut considérer que le plafond de la lésion a été suffisamment éliminé et que l'infiltration sera suffisante : on peut passer à l'étape suivante. En cas de tache blanche, cela se traduira par une forte atténuation de cette dernière au passage de l'alcool. Par contre, sur une tache colorée, l'alcool va accentuer la couleur par un effet loupe.
- 2) Si l'alcool ne semble pas atténuer de manière significative certaines zones d'opacités, il faudra refaire un cycle de sablage ou de fraisage sélectif. Une application d'acide chlorhydrique est déposée sur les nouvelles zones sablées/fraisées pendant 5 à 10 secondes puis l'alcool est à nouveau utilisé pour contrôler. Ce cycle est répété autant de fois que nécessaire.

Il ne faut jamais réaliser l'infiltration résineuse de la lésion si la mise en place de la solution alcoolique n'entraîne pas une modification des propriétés optiques de cette dernière sur toute sa surface.

4.6 Application d'hypochlorite de sodium à 5%

Si le passage de l'alcool montre une lésion colorée, une application d'hypochlorite de sodium à 5% pendant 3 minutes pourrait permettre une atténuation de la tache. Son action

solvante entraîne une déprotéinisation des molécules chromogènes et d'augmente la luminosité de la lésion (18).

On peut recommencer le cycle d'acide chlorhydrique 15% puis d'hypochlorite de sodium 5% jusqu'à trois fois. Les résultats sont très variables mais sont efficaces sur les colorants superficiels. Si la tache est encore colorée au bout de la troisième fois, le masquage se fera par le choix d'un composite plus saturé.

4.7 Application de l'Icon-Infiltrant®

La résine TEGDMA est très fluide et est appliquée pendant 3 minutes. Pour bien imprégner le réseau de porosités, l'opérateur doit masser la zone avec l'embout applicateur. L'infiltration doit se faire à l'abri de toute source lumineuse pour éviter une polymérisation précoce de la résine qui n'aura pas le temps d'imprégner correctement la lésion en profondeur. Il faut ensuite polymériser la résine pendant 40 secondes (17).

Si l'utilisation d'une résine composite n'est pas nécessaire, on terminera le protocole par une seconde infiltration de résine pendant 1 minute pour minimiser les porosités de surface. Une polymérisation finale par dessus une couche de glycérine est préconisée pour prévenir la couche d'inhibition par l'oxygène et l'apparition de colorations dans le temps (12).

4.8 Application d'une résine composite

Parfois, une perte de substance visible doit être comblée par une résine composite. Dans ce cas l'application d'un adhésif n'est pas utile. Des études ont montré que la liaison chimique entre la résine d'infiltration et la résine composite était très bonne. Cela semble logique étant donné que le TEGDMA présent dans la résine infiltrante est l'un des principaux composant des adhésifs (avec le BisGMA) (12).

Pour choisir le type de composite à utiliser il faut distinguer 3 cas de figure :

- 1) **La tache reste très colorée** : Il faut appliquer un composite fluide opaque en fine couche (0,2 ou 0,3 mm) uniquement sur les plages colorées de la tache. Puis on rajoute un composite masse dentine de translucidité intermédiaire pour combler la concavité.

- 2) **La tache reste peu colorée** : Un composite masse dentine est suffisant pour masquer la tache. Il ne faut pas utiliser de masse émail car sa forte translucidité pourrait laisser transparaître une légère coloration.
- 3) **La tache est blanche** : Un composite masse émail est souvent suffisant.

Avant la polymérisation finale, une couche de glycérine recouvrant la surface de la dent est préconisée.

4.9 Polissage

Après la dépose du champ opératoire, un polissage minutieux doit être réalisé à l'aide d'instruments de granulométrie décroissante. Si malgré toutes les précautions précédentes, la coloration est encore visible, il ne faut pas hésiter à sur-caractériser la micro-géographie de surface. L'excès de micro-reliefs va augmenter la réflexion des photons lumineux sur la surface de la tache, un effet de masquage supplémentaire sera obtenu.

II. LES COMPOSITES STRATIFIÉS

1. Généralités

La technique de stratification a été introduite à la fin des années 90 par L. Vanini et D. Dietschi. C'est une technique souvent perçue comme difficile aux yeux des praticiens. En effet, les premiers schémas de stratification s'inspiraient des procédés de stratification de la céramique utilisés dans les laboratoires de prothèse. Ils étaient très complexes mais produisaient de bons résultats dans les mains d'un praticien expérimenté.

Avec le temps, les matériaux ont évolués et les méthodes se sont simplifiées. La stratification de composite permet une bonne intégration esthétique pour un coût biologique quasiment nul. (19)

2. Indications

Les indications des composites directs sont diverses. On retrouve des situations fréquentes comme les fractures coronaires suite à un traumatisme, la reprise d'une

restauration devenue inesthétique ou une lésion carieuse. Mais ces restaurations sont aussi de plus en plus employées à des fins purement esthétiques, dans le but de modifier la forme ou la teinte des dents.

Les indications des composites en méthode directe évoluent et se recoupent de plus en plus avec celles des restaurations indirectes par facettes. A l'heure actuelle, la littérature est très pauvre sur des critères de choix objectifs. Elle ne nous permet pas de trancher radicalement entre l'une ou l'autre thérapeutique. D'autant plus qu'il nous manque des études pour évaluer le comportement de ces résines stratifiées au long court. (19)

C'est au praticien que revient le choix de la bonne thérapeutique en analysant la situation dans sa globalité. La notion de compétences techniques est aussi à prendre en compte. La stratification de composite offre de nombreux avantages par rapport à la technique indirecte. Elle est très conservatrice puisqu'elle ne requiert aucune préparation de la dent exceptée un faible biseautage des marges périphériques. Cette économie tissulaire en fait une technique réversible, facilement réparable et offre la possibilité de réaliser des solutions plus invasives au moment souhaité. Ces aspects sont très importants à considérer, d'autant plus que le patient est jeune.

De plus, ces restaurations offrent un résultat esthétique et fonctionnel en une seule séance. Le composite est un excellent choix pour répondre à une situation d'urgence telle que les fractures coronaires. L'absence du prothésiste dans la chaîne thérapeutique entraîne des coûts plus favorables pour le patient.

Enfin la résine est moins abrasive pour les dents antagonistes par rapport à la céramique. (20)

2.1 Préservation de la forme de la dent

L'objectif principal est de retrouver la morphologie originale de la dent après une perte de substance dentaire. On retrouve diverses situations cliniques comme :

- La lésion carieuse cavitaire
- La fracture coronaire
- La reprise d'une obturation inesthétique ou infiltrée
- Le rallongement de bords libres usés
- Les lésions cervicales d'origine non carieuse
- Le comblement de défauts amélaire après érosion/infiltration

2.2 Modification de la forme de la dent

Dans ce cas, le but est de modifier la morphologie de la dent. Les traitements sont plus longs et plus complexes. On travaille le composite par addition sur une surface dentaire intacte, l'enjeu est de maîtriser le nouveau profil d'émergence de la dent.

Les situations cliniques rencontrées sont :

- La correction de dysmorphies (incisive latérale riziforme unilatérale)
- La fermeture de diastèmes et trous noirs
- La correction de malpositions légères (légère rotation, légère version)
- La réalisation de facette composite en technique directe sur dent altérée

3. Limites

La technique de stratification présente des limites relatives au praticien, au matériau ou au patient lui-même.

Pour le praticien, la stratification n'est pas une tâche facile. Il doit être capable de maîtriser à la fois la forme, l'adaptation des bords et la teinte de la restauration. La principale source d'erreur vient de l'effet grisâtre obtenu avec les masses émail et de la visibilité du joint composite-dent. La technique est moins adaptée en cas de gros volumes et/ou de nombreuses dents. Le praticien doit fixer ses propres limites selon ses compétences. Il est évident que certaines situations apparaissent plus complexes que d'autres. On peut citer le cas de la fermeture des diastèmes où il faut maîtriser un bon profil d'émergence.

Quant au matériau, la résine présente certaines limites dans ses propriétés physiques. Son état de surface est instable et sa rigidité est faible. Elles ne permettent pas de restaurer une trop grande quantité d'émail perdu. Le module d'élasticité d'une résine composite nanochargée est compris entre 10 à 14 GPa contre 75 à 90 GPa pour l'émail. Pour les résines micro-hybrides il descendrait même aux alentours de 6 à 10 GPa (21). De ce fait, le composite ne peut pas restituer la rigidité initiale de la couronne et ne doit pas être l'option retenue si la restauration est soumise à de fortes contraintes mécaniques.

Lorsque la résine est placée au niveau des bords libres, elle est exposée aux forces de cisaillement. L'étude de Heintze en 2015, a montré un taux d'échec deux fois plus

important dans les restaurations impliquant le bord incisif par rapport aux autres. L'allongement des bords libres abrasés par des composites n'assure pas une grande fiabilité.

En revanche la restitution de la morphologie d'une incisive latérale riziforme est facilement résolu par un composite direct. Dans la mesure où le matériau est soutenu par un émail sous-jacent intact et que la dent n'est pas soumise aux charges fonctionnelles importantes, la restauration a un meilleur pronostic.

Un autre désavantage de la résine composite va être son état de surface plus poreux et une résistance à l'abrasion plus faible que la céramique. Cela va favoriser l'usure et le changement de couleur dans le temps. Le composite demande une bonne qualité de finitions ainsi qu'un entretien plus régulier dans le temps.

D'autres limites vont dépendre du patient lui-même. Par exemple, en présence de parafunctions (bruxisme), d'habitudes nocives (onychophagie) ou encore de contextes occlusaux défavorables (classe III d'Angle en bout à bout incisif), la pérennité des restaurations sera fortement menacée.

L'indication des composites directs ne sera pas adaptée chez les personnes ayant de grandes exigences esthétiques, ou lorsque les dents sont très caractérisées. (20) (22)

4. Les différentes techniques

Les techniques de stratifications sont apparues il y a plus d'une vingtaine d'années. Les premiers schémas de stratification étaient excessivement complexes et difficiles à maîtriser. Ils nécessitaient l'apposition de nombreuses couches de composite de teinte et d'opacité variables. Des résultats très satisfaisants pouvaient être obtenus, mais seule une minorité de praticiens expérimentés étaient capables de les réaliser.

Depuis, différents concepts et méthodes ont été élaborés avec l'évolution des résines composites. La mise à disposition de composites « masse émail » et « dentine » a beaucoup contribué à l'intégration esthétique des restaurations (21). Deux grands modèles considérés aujourd'hui comme le gold standard, permettent d'obtenir des résultats satisfaisants et reproductibles. Il s'agit de la technique en trois couches selon L. Vanini et du Natural Layering Concept proposé par D. Dietschi.

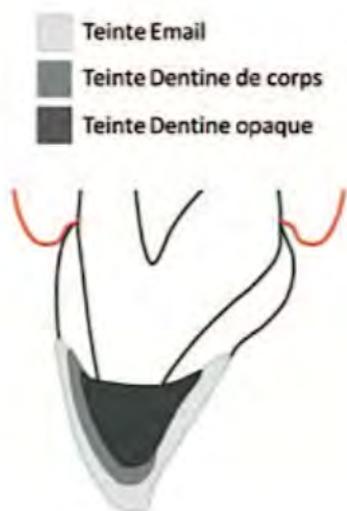
Parmi l'immense diversité des résines, on privilégiera les composites microhybrides et les microhybrides nanochargés en viscosité standard (23). Ils garantissent de bonnes propriétés optiques et physiques, un excellent état de surface et une bonne aptitude au polissage. Cependant, pour chaque concept de stratification, les fabricants ont élaboré des coffrets et des matériaux différents. Il est donc primordial de savoir pour quel type de stratification le composite est prévu (20).

4.1 Technique historique en trois couches (19)

Cette technique a introduit la reconstitution de la face palatine et des crêtes proximales par un composite de teinte émail. Le noyau dentinaire est ensuite recréé par une masse de dentine opaque pour masquer le trait de fracture ou la zone de transition entre la dent et la restauration. Une masse dentine de corps permet ensuite de recréer la teinte dentinaire souhaitée de la dent. Enfin une fine couche de masse émail, en épaisseur plus faible que la couche d'émail naturelle viendra recouvrir l'ensemble.

La principale difficulté de cette technique réside dans la maîtrise des épaisseurs des masses de composite. Un apprentissage long est nécessaire pour placer judicieusement les différentes couches et pour obtenir des résultats satisfaisants.

De plus, les systèmes composites conçus pour la stratification proposent des teintes et des saturations toujours plus abondantes et peuvent semer la confusion chez le praticien. La multiplication des appellations commerciales des différents composites constituent une source d'erreur supplémentaire si le dentiste n'est pas familiarisé avec ces termes.



***Fig 2-1** : Technique historique en trois couches. La masse de dentine opaque déborde sur le trait de fracture pour masquer la transition. (19)*

4.2 Technique en trois couches selon Vanini (19) (24) (20)

Cette technique se rapproche de la technique historique en trois couches. Le coffrage palatin et proximal est réalisé en masse émail. Puis des apports de masses dentines d'opacité croissante sont disposés en couche oblique pour recréer le noyau dentinaire. Le nombre de masses dentines diffère selon le volume à restaurer. Une dernière couche de composite émail vient recouvrir l'ensemble.

Cette technique utilise les résines composites HFO ou HRI de Micerium®. A la différence des techniques classique en trois couches, la teinte dentinaire est choisie selon un système numéroté de UD1 à UD6. Pour la couche dentinaire la plus palatine, donc la plus opaque, il faudra choisir deux tonalités au dessus de la teinte dentinaire souhaitée. Par exemple, pour une restauration volumineuse en A3 (UD3), la première masse dentinaire sera en UD5, la seconde en UD4 et la dernière en UD3.

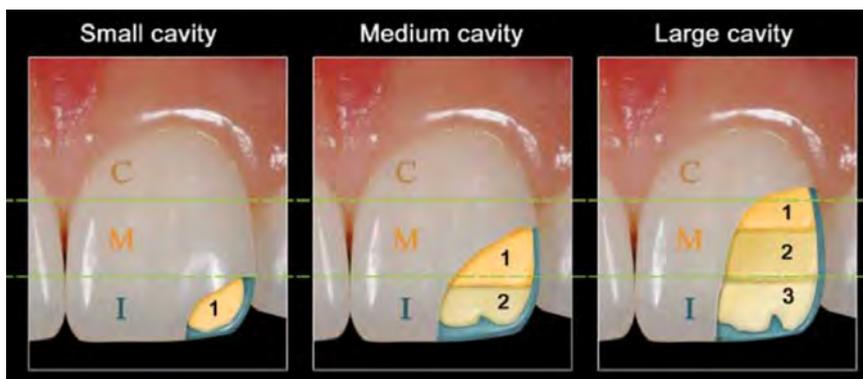


Fig 2-2 : Le nombre de couches dentine dépend du volume de la cavité à restaurer. Il peut y'avoir jusqu'à trois masses dentine différentes pour les grandes restaurations. (25)

Il existe une variante selon si l'opérateur utilise le système HFO ou le système HRI. Avec le système HFO, la dernière couche en masse émail doit être plus fine que la couche d'émail naturel. Cette particularité est dû à la différence entre l'indice de réfraction du composite émail et celui de l'émail naturel. Un juste dosage doit être maîtrisé pour éviter le potentiel effet grisâtre au niveau du joint. Pour simplifier cette marge d'erreur L. Vanini et T. Niem ont développé le système HRI. Dans ce système, le composite émail possède un indice de réfraction identique à l'émail naturel. Cela a pour conséquence d'appliquer la masse émail avec la même épaisseur que l'émail naturel. La stratification est guidée par l'épaisseur d'émail périphérique, le résultat devient plus reproductible.

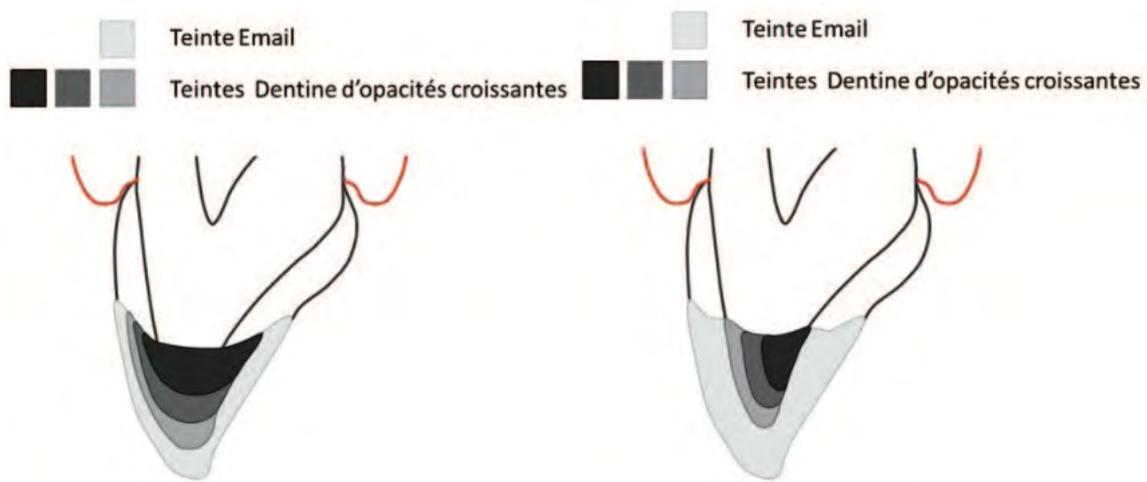


Fig 2-3 : Technique en trois couches selon Vanini avec émail HFO à gauche et émail HRI à droite (19)

4.3 Natural Layering Concept selon Dietchi (19) (23)

Ce concept a été proposé par D. Dietchi à la fin des années 90 pour pallier aux difficultés de la technique en trois couches, notamment dans le choix des différentes masses dentine. Ici seul deux composites, en masse émail et en masse dentine, sont utilisés. Ils ont des propriétés optiques proches de celles des tissus qu'ils remplacent. La masse dentine devra recouvrir une partie du biseau amélaire pour cacher la transition entre la dent et la restauration. Une variante plus aboutie du Natural Layering Concept propose d'ajouter des masses effets pour reproduire certains détails anatomiques ou caractérisations. Ces intensifs sont disposés entre les lobes dentinaires et la masse émail pour recréer des zones d'opalescence ou des tâches opaques.

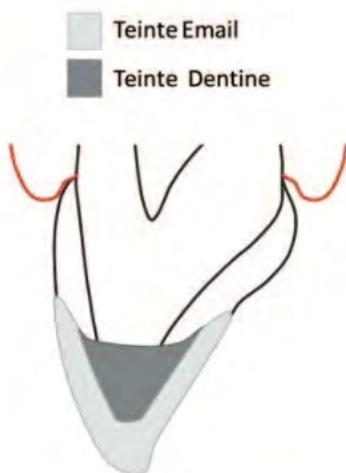


Fig 2-4 : Technique du Natural Layering Concept. (19)

III. LES FACETTES

1. Généralités

Initialement les facettes en céramique ont été proposées pour traiter diverses colorations dentaires et pour rendre le sourire plus « pétillant ». La plupart de ces indications ont progressivement été remplacé par des thérapeutiques plus conservatrices telle que l'éclaircissement, la micro et macro-abrasion et plus actuellement par l'érosion/infiltration. Pourtant l'utilisation des facettes n'a cessé de croître avec la fiabilité du collage et des matériaux de restauration. Les indications se sont élargies et les préparations se sont tant diversifiées que P. Magne fini par instaurer le terme de restauration adhésive en céramique ou RAC.

2. Indications

En 2003, P. Magne et U. Belser font évoluer la classification des facettes en fonction des défauts dentaires. On retrouve trois grands groupes d'indications qui sont le type I, le type II et le type III.

TYPE I DENTS RÉFRACTAIRES AU BLANCHIMENT	
Type IA	Colorations dues aux tétracyclines de degrés III et IV
Type IB	Dents réfractaires aux blanchiments externe ou interne
TYPE II MODIFICATIONS MORPHOLOGIQUES MAJEURES	
Type IIA	Dents conoïdes
Type IIB	Fermeture des diastèmes et triangles noirs interdentaires
Type IIC	Allongement des bords libres et restitution de la prééminence incisive
TYPE III RESTAURATIONS DE GRANDE ÉTENDUE (ADULTES)	
Type IIA	Fractures coronaires étendues
Type IIB	Pertes d'émail étendues par érosion et usure
Type IIC	Malformations généralisées congénitales et acquises

Fig 3-1 : Tableau récapitulatif des indications des facettes, Magne et Belser 2003.

2.1 Type I : correction de la couleur

2.1.1 Type IA : colorations dues aux tétracyclines de degré 3 et 4

Une exposition aux tétracyclines pendant la minéralisation des dents peut provoquer des colorations irréversibles.

Les colorations sont présentes en bandes horizontales de largeurs variables sur la couronne des dents. Elles se situent sur les plages qui étaient en cours de minéralisation au moment de l'exposition à l'antibiotique. Dans notre pratique, il sera contre-indiqué d'administrer de la doxycycline chez la femme enceinte à partir du 4^e mois de grossesse, chez la femme allaitante ainsi que chez l'enfant de moins de 8 ans.

Les indications des facettes liées aux colorations de tétracyclines ont récemment diminuées avec le perfectionnement des protocoles d'éclaircissement dentaire, notamment par le port de gouttière nocturne sur une longue durée, pouvant atteindre les 6 mois. (22)

Cependant pour les dents fortement dyschromiées, de degré 3 et 4 selon Jordan et Boksman, les traitements chimiques à base de peroxyde d'hydrogène ou de peroxyde de carbamide ne sont pas concluants. (7)

Degrés	1 ^{er} degré	2 ^e degré	3 ^e degré	4 ^e degré
Type de coloration	Légère Uniforme Sans bandes	Moyenne Uniforme Sans bandes	Forte Irrégulière Avec bandes	Très forte Avec bandes et plages irrégulières
Couleur	Jaune ou marron clair Peu saturée	Jaune ou marron clair Gris léger Assez saturée	Gris-marron Bleu-violet Très saturée	Gris foncé à marron ou violet foncé Très très saturée
Traitement chimique	Possible Excellent résultat	Possible Bon résultat	Difficile Résultat moyen	Impossible Mauvais résultat
Traitement prothétique	Inutile	Inutile	Possible	Obligatoire

Fig 3-2 : Tableau récapitulatif des colorations dues aux tétracyclines, Miara A. et Maria

P. 2006

Le 3° et le 4° degré sont de bonnes indications pour les facettes bien qu'il sera très compliqué d'assurer à la fois un masquage efficace du substrat dentaire et de recréer une profondeur naturelle de la dent. Selon P. Magne, dans les cas difficiles, il serait conseillé d'éclaircir préalablement la teinte de base des dents pour faciliter l'intégration prothétique (22).

2.1.2 Type IB : dents réfractaires à l'éclaircissement externe

Cette catégorie comprend plusieurs situations cliniques où l'éclaircissement à lui seul ne suffit pas. Il peut y'avoir une altération de surface associée ou alors les colorations sont récidivantes voire réfractaires aux éclaircissements.

a) Fluorose avec porosités

Comme vu précédemment avec la classification de Tylstrup et Fejerskov, à un certain degré de sévérité, la fluorose entraîne des pertes de substance amélaire. Les techniques d'éclaircissement et d'érosion/infiltration ne permettent pas d'obtenir de bons résultats en présence d'hypoplasies.

Pour les fluoroses avec un indice TFI > ou égal à 5, c'est à dire avec des porosités, la facette permet de rétablir simultanément la couleur de la dent et son état de surface. Cependant il faudra bien examiner la quantité d'émail résiduel et limiter les cas où il reste au moins 50% de la surface amélaire. Au delà, le collage de la céramique n'est plus assez fiable. Les fluoroses de TFI 8 et 9 seront donc préférentiellement traitées par des couronnes périphériques. (26) (11)

b) Oblitération canalaire post-traumatique

Après un traumatisme sur les incisives, une réaction inflammatoire de la pulpe peut se produire et aboutir à une apposition de dentine réactionnelle au niveau de l'endodonte. Cela peut aller jusqu'à l'oblitération complète de la chambre camérale avec une pulpe toujours vivante. La couleur de la dent va devenir plus saturée et plus opaque que les dents saines. On peut également retrouver une variation de la teinte de la dent qui va tendre vers

le jaune-orangée en cas de forte apposition dentinaire ou vers le grisâtre si des produits de dégradation de l'hémoglobine envahissent les tubulis.

La prise de décision thérapeutique va découler de l'état pulpaire et de la santé péri-apicale de la dent. La rétraction pulpaire peut facilement biaiser les tests de vitalité en raison d'une conduction thermique diminuée. En l'absence de signes pathologiques associés (douleur à la percussion, lésion péri apicale visible radiologiquement, douleur à la palpation vestibulaire...) une dent oblitérée qui ne répond pas aux tests de vitalité pulpaire doit être considérée comme vitale.

L'attitude thérapeutique à adopter consiste à améliorer la dyschromie de la dent traumatisée par un éclaircissement externe unitaire pouvant être associé à une thérapeutique de micro-abrasion. La littérature décrit des résultats aléatoires voire inefficaces selon les auteurs. Si la dent est réfractaire à l'éclaircissement et/ou si la dent présente des restaurations coronaires volumineuses, la réalisation de facette est indiquée.
(7) (26) (27)

On peut noter que l'oblitération canalaire n'est pas toujours un processus pathologique résultant d'un traumatisme. Par exemple, la sénescence physiologique et les agressions mécaniques chroniques telles que l'abrasion, l'attrition ou l'érosion sont capables d'entraîner une dyschromie par oblitération du système endodontique (28).

c) **Dyschromie de la dent dépulpée**

Une dent dépulpée est exposée à de nombreux facteurs qui peuvent relarguer des chromogènes, que ce soit avant ou après le traitement endodontique. Elle est à haut risque de se dyschromier. Parmi ses étiologies on retrouve :

- **L'hémorragie pulpaire** : quand la dent subit un traumatisme accidentel ou iatrogène, la rupture vasculaire du parenchyme pulpaire peut envahir les tubuli dentinaires et déposer des produits de dégradation de l'hémoglobine.
- **La nécrose pulpaire** : la dentine peut se colorer dans le temps au contact des tissus nécrotiques et des produits de dégradations. Il a été montré que plus le temps d'exposition est long plus le degré de coloration est sévère. La coloration tend vers le gris foncé et le noir.

- **L'endodontie incomplète** : dans les cas où un canal radiculaire n'a pas été exploré ni obturé ou lorsque le parenchyme pulpaire n'est pas complètement éliminé au niveau de la chambre camérale, on peut retrouver des colorations liées au mécanisme de nécrose pulpaire.
- **Les résidus de matériau d'obturation endodontique** : ils peuvent entraîner une coloration localisée dans la zone cervicale de la couronne, là où la couche amélaire est la plus fine.
- **La présence de pigmentations inorganiques**, comme les produits de corrosion issus d'anciennes restaurations métalliques. Ces colorations sont totalement réfractaires aux éclaircissements.
- **La présence de restaurations coronaires**. On rencontre couramment des colorations secondaires suite à une mauvaise étanchéité de la restauration ou tout simplement par le vieillissement d'une ancienne obturation. La percolation bactérienne et la diffusion de chromogènes à travers le joint non étanche peuvent entraîner des dyschromies marginales. (29)

La prise en charge d'une dent antérieure dépulpée et dyschromiée représente un vrai défi pour le praticien. En premier lieu, il convient d'éclaircir la dent, par technique interne et/ou externe, bien que le résultat reste assez aléatoire. Il peut également arriver qu'une dent dépulpée soumise à des éclaircissements répétés dans le temps finisse par devenir rebelle à toute nouvelle tentative. Si cela ne suffit plus, une réhabilitation prothétique est indiquée (7) (30).

Il est admis depuis longtemps maintenant, que la résistance de l'organe dentaire résiduel est directement liée à la perte des tissus dentaires. Bien que la biopulpectomie entraîne un délabrement dentaire supplémentaire, le praticien doit s'orienter vers la solution thérapeutique la plus économe afin de ne pas fragiliser davantage la dent. Il devra considérer la facette comme une option de choix, à condition que le délabrement initial de la dent ne soit pas trop important et que le contexte occlusal soit favorable.

Le Dr O. Etienne a catégorisé les différentes situations cliniques qui peuvent guider notre choix thérapeutique :

- 1) **Cavité d'accès endodontique seule,**
- 2) **Cavité d'accès endodontique associée à une ou deux restaurations proximales de faible volume,**

- 3) **Cavité d'accès endodontique associée à une ou deux restaurations proximales de gros volume,**
- 4) **Cavité d'accès endodontique associée à une ou deux restaurations proximales de gros volume et une perte d'angle ou du bord libre.**

Dans les situations 1 et 2, la facette paraît être la solution la plus adaptée pour masquer la dyschromie après avoir obturer la cavité d'accès endodontique au composite. Idéalement la limite prothétique palatine de la facette doit être à distance de l'obturation pour ne pas qu'elle repose directement sur du composite. Dans les situations 3 et 4 c'est plus compliqué, entre la cavité d'accès endodontique et l'extension vestibulo-palatine des restaurations proximales, le délabrement important de la face palatine impose le plus souvent le recouvrement périphérique de l'ensemble par une couronne.

Un autre concept consiste à déposer les anciennes restaurations et à ré-obturer les cavités en composite. La préparation de facette est ainsi réalisée selon les lignes de finition classiques qui peuvent alors se retrouver sur de la dent ou dans les composites. Ce concept, s'il semble économe sur la préservation tissulaire, nous amène à réfléchir sur le comportement mécanique des différentes interfaces. (30)

Les propriétés physicochimiques des composites sont éloignées de celles des céramiques. Le faible module d'élasticité de la résine en fait un support trop flexible pour la céramique. Il est donc préférable d'éviter des volumes importants de composite sous les RAC (31).

2.2 Type II : correction de forme

Le type II regroupe des situations cliniques où il est difficile d'obtenir un résultat esthétique prédictible et reproductible par la technique directe.

2.2.1 Type IIA : dents conoïdes

Ces dents sont la conséquence d'une anomalie de forme. Elles sont caractérisées par une microdontie et une anatomie pointue, on parle également de dents « riziformes ». Cette pathologie affecte majoritairement les incisives latérales maxillaires et peut être fréquemment associée à d'autres anomalies. Selon une méta-analyse de 2013 basée sur 30 articles, les personnes présentant une incisive latérale riziforme sont atteints d'une agénésie de l'incisive contralatérale dans 55% des cas (32).

Les dents conoïdes ont une forme idéale pour une préparation minimalement invasive puisque l'on va uniquement ajouter de la matière. La préparation ne demande qu'un simple congé périphérique peu profond pour permettre au prothésiste de faire une limite cervicale nette sur la céramique (22).

Il faut toutefois anticiper la position de la limite cervicale, un enfouissement intra-sulculaire peut améliorer le profil d'émergence si un diastème est associé (7).

2.2.2 Type IIB : fermeture des diastèmes et des triangles noirs inter-dentaires

Le diastème en odontologie se définit par un espace entre deux dents normalement adjacentes. On parlera de diastème inter-incisif médian lorsqu'il est situé entre les deux incisives centrales au maxillaire. En denture lactéale et mixte on retrouve des diastèmes physiologiques liés au développement de la dentition. Cependant, en denture adulte, des diastèmes peuvent persister. La plupart du temps, ils sont d'origine héréditaire et ethnique mais ils peuvent résulter de différents facteurs étiologiques comme les dysharmonies dentomaxillaires, un frein labial pathologique, des maladies parodontales, des pertes des calages postérieures, des dysfonctions oro-faciales, des habitudes para-fonctionnelles ou encore des pathologies buccales (mésiodens, kystes des maxillaires, fentes oro-faciales).

Pour supprimer les diastèmes, l'approche de choix la plus conservatrice est bien évidemment l'orthodontie. Le déplacement dentaire est capable de refermer ces espaces et d'induire la formation d'une papille en créant un point de contact. (33)

Cependant, il n'est pas rare qu'un patient refuse la solution orthodontique pour ses multiples contraintes et pousse le praticien à s'orienter vers des restaurations adhésives. Dans ce cas, la principale difficulté va être l'évaluation des dimensions des dents. Il faudra à tout prix respecter un rapport longueur/largeur cohérent avec la situation clinique. Selon D. Bartlett, des dents naturellement étroites peuvent tolérer une augmentation de largeur sans perturber l'harmonie. Par contre, dans les situations où le simple fait d'ajouter de l'épaisseur pour fermer le diastème conduirait à un échec de forme, il est préférable de réhabiliter tout le bloc incisivo-canin pour harmoniser les dimensions des six dents antéromaxillaires. Cela permet de répartir la fermeture de l'espace sur un plus grand nombre de dents, le rapport largeur/longueur ne se retrouve pas perturbé. (26) (34)

Dans le cas des maladies parodontales, en plus des éventuels diastèmes, on peut retrouver des triangles noirs interdentaires par la perte des papilles. Ces espaces vacants, sont les séquelles de la destruction des septums osseux interdentaires. Ils sont d'autant plus visibles après la thérapeutique d'assainissement parodontale quand l'inflammation gingivale est supprimée.

L'option thérapeutique de choix pour la correction des triangles noirs interdentaires demeure le traitement orthodontique. Ces espaces peuvent être comblés partiellement ou totalement par le redressement des axes dentaires avec la possibilité de « stripping ». Ceci va transformer le point de contact en surface de contact. La distance entre le sommet de la crête osseuse et le point de contact sera abaissée et la papille interdentaire pourra se reformer. Si le traitement orthodontique n'est pas envisagé ou si ses résultats ne sont pas assez satisfaisants pour le patient, l'approche de la dentisterie restauratrice par facette semble être un bon compromis. (22) (33)

L'enjeu des facettes pour la fermeture des ces espaces est d'amener la céramique dans les embrasures cervicales pour regalber les profils proximaux. Il faudra enfouir légèrement la limite cervicale dans le sulcus pour que le prothésiste puisse réaliser un profil d'émergence progressif. La préparation doit largement s'étendre dans les zones proximales et ce quasiment jusqu'à la face palatine. Cela permet de placer des extensions de céramique en interdentaire pour pouvoir fermer les espaces et pour pouvoir abaisser le point de contact afin de favoriser le maintien de la papille interdentaire. Il faudra rester vigilant sur l'intégration optique des zones interproximales qui, si elles ne sont pas plus saturées par le prothésiste, vont laisser paraître une dent globuleuse. (22) (31)

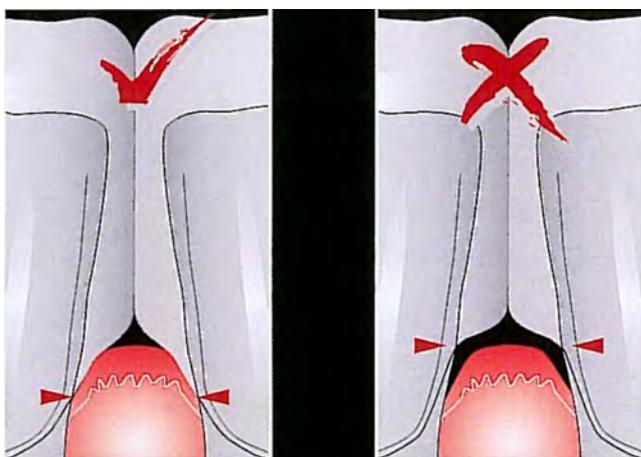


Fig 3-3 : Une limite cervicale intra-sulculaire favorise un profil d'émergence doux et harmonieux (à gauche). Tandis qu'une limite supra-gingivale va entraîner un porte-à-faux préjudiciable pour l'esthétique (à droite).

Magne et Belser, 2003.

Pour la fermeture des triangles noirs, il faut rester très vigilant à l'axe d'insertion de la facette. Pour les dents qui ont subi une récession gingivale, le diamètre cervical de la préparation sera plus étroit que le diamètre incisal. Les parois axiales sont divergentes et un axe d'insertion oblique ne permettrait pas l'insertion des facettes à cause des contre-dépouilles. Ainsi, il faudra absolument éviter une finition à retour palatin qui ne pourrait pas rentrer. Une préparation en bord net « butt margin » autorise une insertion horizontale compatible avec la divergence des faces axiales et permet le bon positionnement des ailettes proximales dans les embrasures. (22) (31)

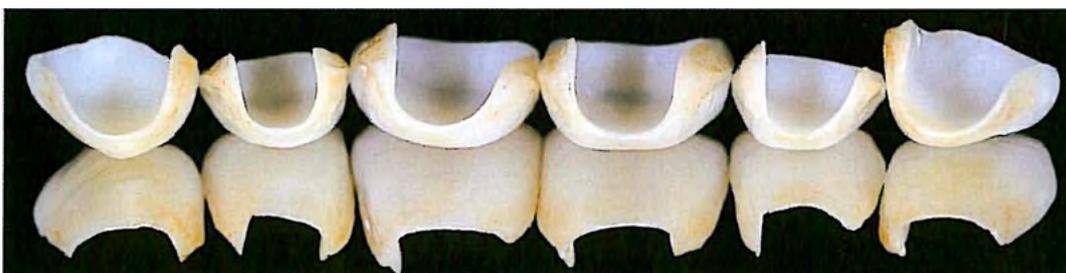


Fig 3-4 : *Forme particulière des facettes avec des ailettes proximales pour compenser la perte des papilles et avec un diamètre cervical plus étroit que le diamètre incisal. Seul l'axe d'insertion horizontal est autorisé. Magne et Belser 2003.*



Fig 3-5 : *Cas de Stefen Koubi et Gérald Ubassy (céramiste) pour la fermeture des triangles noirs. Sur la clé de réduction des épaisseurs, on peut apprécier la préparation des faces proximales qui vont presque au niveau de la face palatine. Sur la photo des préparations en vue vestibulaire, on peut observer la divergence des faces axiales avec un rétrécissement de la zone cervicale par rapport à la zone incisale. Sur la photo finale, on voit l'excellente intégration des facettes, notamment grâce au travail apporté au niveau des embrasures, avec une saturation plus marquée.*

2.2.3 Type IIC : allongements des bords libres trop courts

Lorsque l'on veut retrouver la prééminence des incisives dont le bord libre a été fortement usé, la réalisation de facettes permet d'obtenir un résultat plus pérenne et reproductible qu'avec les composites directs. Ces dernières ont tendance à présenter des signes d'usure et de fatigue précoce (écaillage, fracture).

D'après S. Ramfjord 1983, le praticien ne doit pas craindre de créer des désordres articulaires en modifiant la pente incisive lorsqu'il restaure la hauteur des bords libres. Au contraire, si la thérapeutique permet de rétablir un guide antérieur plus fonctionnel, cela ne pourra être que bénéfique sur le plan musculo-articulaire.

Si l'indication d'une facette est pleinement justifiée pour restaurer des bords libres, l'analyse occlusale est primordiale pour identifier l'étiologie de ces pertes tissulaires. Une usure par attrition à cause d'un excès de serrages dento-dentaires peut mettre en péril les futures facettes. Ce contexte parafunctionnel est à distinguer des autres usures des bords libres, comme celles liées à l'attrition physiologique ou à l'érosion chimique. (7) (22) (35) (36)

2.3 Type III : anomalies de structure

2.3.1 Type IIIA : fracture coronaire étendue

Lorsque le praticien est confronté à une fracture coronaire étendue, la première préoccupation va être le maintien de la vitalité pulpaire et la gestion esthétique par une restauration directe ou un recollage du fragment dentaire. Si cela survient chez un jeune patient, il est préférable de temporiser la situation le plus longtemps possible, au moins jusqu'à la fin de sa croissance. Une fois que toutes ces thérapeutiques ne suffisent plus, notamment en cas de décollement intempestif ou de déficit esthétique, les RAC deviennent la solution de choix pour éviter le traitement endodontique.

Il faut garder à l'esprit que le risque de fracture de la facette augmente avec l'importance du volume manquant. D'autres facteurs, comme la situation du trait de fracture par rapport à la concavité palatine et la quantité de céramique non supportée, sont très importants à prendre en compte pour le pronostic de la restauration. (22) (37) (7)

Trois situations sont à distinguer :

- 1) **Fracture coronaire haute** : la situation est favorable, la limite palatine de la RAC se situe au dessus de la concavité palatine et n'est pas soumise aux fortes contraintes. Une limite à plat « butt margin » est préconisée pour ne pas descendre davantage la limite vers la concavité palatine où les contraintes sont maximales.
- 2) **Fracture coronaire moyenne** : la situation est défavorable, le trait de fracture traverse la zone à risque représentée par la concavité palatine. Dans ce cas, un retour palatin en traçant un congé dans le cingulum permet de retrouver une situation biomécanique plus favorable. Une autre façon d'éviter la concavité palatine serait de réaliser une reconstitution en composite pour remonter la limite palatine de la RAC. Andreasen et coll. a montré un effet positif du composite avec une simulation par éléments finis. Le composite jouerait le rôle d'amortisseur et redistribuerait les contraintes de la concavité palatine dans la résine plus flexible. Il faut cependant rester prudent quant au comportement du composite à long terme et à son risque de favoriser les fissures dans la céramique après collage. Le collage du fragment coronaire, s'il est possible, est certainement plus pertinent car il donne de meilleurs résultats que le composite quand il est associé à une facette.
- 3) **Fracture coronaire étendue ou basse** : la situation est plus favorable car le bord palatin de la RAC est soumis à de faibles tractions quand il est situé dans le cingulum. Les fractures étendues ont des caractéristiques moins complexes que les fractures modérées. Les contraintes dans la concavité palatine sont redistribuées dans toute la masse de céramique. Cependant la résistance de la céramique est compromise pour des hauteurs aussi importantes de matériau non supporté. (22) (7)

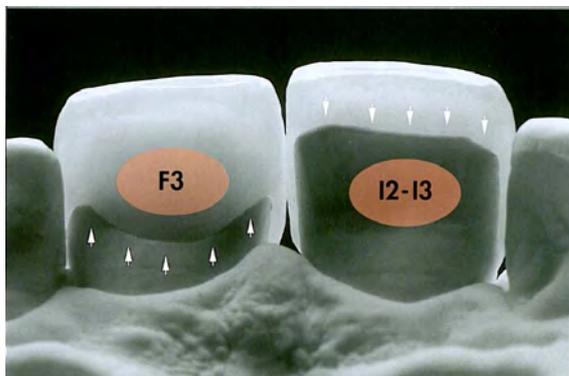


Fig 3-6 : Les deux incisives ont été fracturées à des niveaux différents. Le bord palatin de la RAC a été placé en dessous de la concavité sur la dent de gauche et au dessus de la concavité sur celle de droite. On retrouve une situation biomécanique favorable pour ces deux restaurations. Magne et Belser 2003.

2.3.2 Type IIIB : perte d'émail étendue par érosion et/ou usure

Ces indications peuvent ressembler aux indications de type IIC, la principale différence va être l'ampleur des usures qui est souvent généralisée.

A l'instar des indications de type IIC, l'anamnèse et l'analyse occlusale sont indispensables pour identifier l'étiologie des pertes tissulaires. Dans le cadre d'une prise en charge globale des usures, il faudra éliminer les troubles étiologiques et habitudes nocives du patient avant d'entreprendre n'importe quel traitement restaurateur. De plus, dans les cas d'usures généralisées, le praticien sera amené à remonter la dimension verticale d'occlusion (DVO). Bien que la DVO ne soit que rarement diminuée grâce aux compensations alvéolo-dentaires, le fait de l'augmenter permet de réaliser des restaurations additives avec très peu de préparation et de proposer une solution minimalement invasive. Cependant cela implique de devoir restaurer au minimum une arcade complète pour ne pas créer de béances ou de sous occlusion. Dans ces cas particuliers, le praticien doit avoir une vision globale du cas et doit inscrire la réhabilitation du BIC maxillaire dans une séquence clinique particulière telle que la *three step technique* de F. Vailati ou la *full mock up technique* de G. Tirlet et S. Koubi. (22) (7)

2.3.3 Type IIIC : Malformations congénitales et acquises des tissus durs

a) Amélogénèse imparfaite et dentinogénèse imparfaite (38) (39)

L'amélogénèse imparfaite (AI) désigne un ensemble hétérogène d'anomalies affectant la structure et l'apparence clinique de l'émail. Elle touche l'ensemble des dents des deux dentures, temporaire et/ou permanente. Son origine est génétique, on dénombre un vingtaine de gènes responsables d'AI, certains codant pour des protéines de structure de l'émail (amélogénine, énaméline...), d'autres qui interviennent dans sa minéralisation ou sa maturation (métalloprotéinase-20) ou encore pour des facteurs de régulation de l'améloblaste. L'AI peut être retrouvée de façon isolée ou associée à un grand syndrome.

On retrouve donc une grande diversité d'expression clinique de la maladie. En 1988, Witkop proposa une classification :

- 1) **Type I - forme hypoplasique** : c'est la forme majoritaire (60 à 70% des cas) qui se caractérise par un défaut quantitatif. L'émail reste dur, translucide mais l'épaisseur est faible voire nulle à certains endroits. La couleur de la dent est largement dominée par la teinte de la dentine. A la surface on retrouve des irrégularités de type puits, sillons ou bandes. Cet émail n'est pas prédisposé à l'usure et à la radiographie, on retrouve un contraste correct entre les tonalités de l'émail et de la dentine sous-jacente.
- 2) **Type II - forme hypomature** : elle présente un défaut qualitatif. L'émail est d'épaisseur normale, relativement dur, mais est totalement dyschromié. Il n'y a quasiment pas de contraste avec la dentine, l'émail a un aspect mat et perd sa brillance naturelle. L'aspect fait penser à de l'émail fluorotique, avec des colorations allant du blanc crayeux au jaune brun. Plus la couleur est foncée plus l'émail est fragile. Radiologiquement le contraste entre l'émail et la dentine est plus faible, donnant l'impression d'une couche émail amincie.
- 3) **Type III - forme hypominéralisée** : elle est le défaut qualitatif de l'émail le plus sévère. A l'éruption des dents, l'épaisseur est normale mais on va retrouver un émail mou de couleur jaune/orange. Il est extrêmement fragile et se clive rapidement, laissant la surface dentinaire exposée au milieu buccal. Au niveau des collets, l'émail ne s'effrite pas et peut donner un aspect en collerette à la dent. Cette forme clinique est très douloureuse au contact, à la mastication, aux variations thermiques, au brossage... Les patients atteints de cette forme ont souvent une mauvaise hygiène associée à des dépôts tartriques et à une gingivite chronique. A la radio, l'émail est plus radio-claire que la dentine, il est difficilement perceptible.

La dentinogenèse imparfaite (DI) est une anomalie plus rare affectant la dentine. Elle se caractérise par une variabilité clinique répertoriée en trois degrés de sévérités : forme légère, modérée et sévère. L'atteinte se retrouve sur les deux dentures avec une sévérité toujours plus importante sur la denture temporaire que sur la permanente.

Cliniquement, on retrouve des couronnes dentaires avec une teinte brune/bleutée opalescente. L'émail en surface est dur et sain mais a tendance à se cliver et à exposer des zones dentinaires qui s'usent alors très vite. Les pertes de substance par attrition varient de simples facettes d'usures jusqu'à la disparition subtotale de la couronne dentaire. A la radiographie on retrouve des couronnes globuleuses avec des racines fines, parfois raccourcies, qui sont le signe pathognomonique de la maladie. La DI peut également être associée à des syndromes.

Les AI et DI sont deux pathologies bien distinctes sur le plan clinique, mais ont une prise en charge assez similaire. En cas de grands syndromes, la collaboration de multiples spécialités médicales intervient en plus de la réhabilitation bucco-dentaire. Un réseau de centres de compétences de maladies rares aide la prise en charge.

Sur le plan bucco-dentaire les traitements sont pluridisciplinaires et nécessitent une prise en charge précoce dès l'enfance afin de préserver le capital dentaire. L'objectif commun consiste à minimiser les interventions pour préserver l'émail au mieux jusqu'à l'âge adulte. Lorsque les méthodes préventives (verniss, fluorations, infiltration résineuse) ou de restaurations directes (facettes directes, obturations en composite, CVI) ne sont plus satisfaisantes sur le plan fonctionnel, esthétique ou psychologique, le recours à des restaurations indirectes est pleinement justifié dès l'apparition des dents permanentes. Cependant, la réalisation de couronnes périphériques à un jeune âge, peut compromettre la conservation des dents à long terme. Le recours à des restaurations esthétiques en céramique collée et ce, malgré l'anomalie des tissus durs de la dent demeure la solution de choix. Une étude rétrospective a montré une longévité comparable entre les restaurations collées et les couronnes conventionnelles scellées.

Dans ces situations particulière, l'approche du patient peut être très différente et les soins doivent être adaptés aux doléances. Si les conditions tissulaires le permettent, il est possible de réaliser des facettes chez le jeune patient.

b) **Molar-Incisor Hypomineralization (MIH)**

A l'instar des AI et DI, la prise en charge du MIH doit être globale et devra tenir compte de la sévérité de l'atteinte, de l'âge du patient mais aussi d'autres facteurs comme la coopération de l'enfant, ses attentes et celles de ses parents. Le praticien est souvent confronté à la réhabilitation fonctionnelle des molaires permanentes avant de proposer une réhabilitation esthétique des incisives.

Au niveau des incisives, l'émail atteint est assez stable et les opacités sont responsables de défauts esthétiques variables par leur couleur, leur dimension et leur répartition topographique. Les indications de facettes céramiques dans les cas de MIH sont assez restreintes. Les formes légères et modérées de MIH sont aisément traitées par des

techniques très conservatrices de type éclaircissement et érosion/infiltration. Ainsi, on limitera la réalisation de facettes aux formes sévères, lorsque les hypominéralisations sont très étendues sur la face vestibulaire, lorsque des pertes de substance importantes sont présentes ou lorsque les techniques plus conservatrices ne sont pas concluantes sur le plan esthétique. (12) (7)

c) **Hypominéralisation et hypoplasie acquise de l'émail**

Les défauts acquis de l'émail ont une grande variété d'expressions cliniques de par leur forme, leur localisation, leur contour et leur teinte. Ils sont plus fréquemment rencontrés en denture permanente et leur étiologie peut être locale ou systémique. La plupart du temps, une cause locale n'intéressera qu'une seule dent. C'est souvent la séquelle d'une dent temporaire traumatisée affectant la minéralisation de la dent permanente sous-jacente. Une cause systémique, parfois appelées « hypoplasies chronologiques », touchera un ensemble de dents. On peut observer une corrélation entre la topographie des lésions et les périodes de minéralisations concomitantes des dents concernées. Il est alors possible de retracer l'agent causal et de connaître la fenêtre d'exposition dans le temps.

Les facettes pourront être une option clinique pour les hypominéralisations ou hypoplasies très étendues et/ou rebelles aux techniques minimalement-invasives de première intention. (26) (7)

2.4 Type IV : anomalies de position

La correction de malpositions par le biais de facettes est certainement l'indication la plus controversée en raison de la mutilation dentaire qu'elle implique. Si un patient consulte pour un problème d'alignement dentaire, une consultation orthodontique lui sera systématiquement proposée afin de respecter notre obligation légale d'informer le patient. Cependant chez l'adulte, il arrive fréquemment que le traitement orthodontique considéré comme long, inconfortable, inesthétique et onéreux, soit refusé. Si les malpositions sont raisonnables, les facettes semblent être une bonne alternative, encore plus si la dent présente d'autres défauts esthétiques (usure, coloration, forme disgracieuse...). (7)

En revanche, une malposition importante sans autres critères d'indication, constitue une contre-indication absolue à la réalisation de facettes. Le traitement orthodontique ou l'abstention demeurent les seules alternatives. (36)

Si la solution restauratrice est retenue pour la correction de position, le praticien pourra rencontrer plusieurs désagréments.

Pour les dents en palato-position, selon leur degré d'inclinaison, l'addition de matériau peut aboutir à un bord incisif trop épais. Lors de l'essayage du mock-up le patient peut ressentir un inconfort et une gêne à la phonation. Le wax up étant réalisé par pure addition, cette étape est encore réversible et le patient peut encore revenir sur sa décision. Cela peut le motiver à accepter le traitement orthodontique, quitte à réaliser secondairement la facette pour apporter d'autres corrections. L'orthodontie a pour but de faciliter la réalisation prothétique tant d'un point de vue fonctionnel qu'esthétique et garantie une meilleure pérennité des facettes.

Si l'option retenue demeure la facette d'emblée, le praticien va devoir adapter la réduction de hauteur du bord libre. La réduction incisale devra être plus importante et pourra atteindre 4 mm contre 1,5 ou 2 mm classiquement. Cela laisse au prothésiste la place de réaliser une transition plus douce pour la forme du bord incisif. (40) (41)



Fig 3-7 : *Après transfert en bouche du mock-up, on observe la sur-épaisseur des bords libres pour compenser l'inclinaison des dents. Le patient devra être prévenu dès le départ de l'incidence de la facette sur l'épaisseur final du bord libre. (41)*

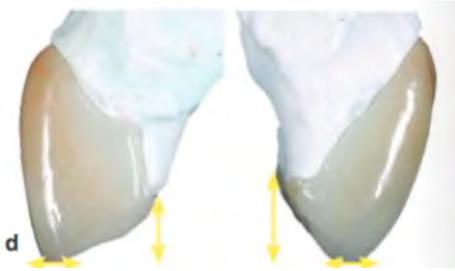


Fig 3-8 : *La réduction augmentée du bord incisal lors de la préparation autorise une transition plus douce et permet de retrouver un bord libre relativement fin. Cela entraîne inévitablement une modification du guide antérieur qu'il faudra prendre en compte. (41)*

Les dents en vestibulo-position posent le problème de l'essayage du mock-up. Les malpositions vestibulaires font obstacle à l'insertion correcte de la clé en silicone. Il conviendra alors de retoucher les zones « débordantes » pour permettre sa bonne insertion. Cela rend la thérapeutique irréversible, il faudra donc avoir l'accord du patient pour le plan de traitement.

Parfois il faudra réaliser un premier masque en s'adaptant à la situation initiale, sans toucher aux dents. Le projet proposé au patient sera un compromis esthétique mais donnera un premier aperçu et aura pour but d'obtenir l'acceptation du patient. Si le patient valide le plan de traitement, un second wax up sera réalisé selon les idéaux esthétiques. Le deuxième masque sera transféré en bouche après les améloplasties et servira de guide pour les préparations calibrées. (41)



Fig 3-9 : *La dent 23 (avec agénésie de la 22), se retrouve en vestibuloposition. La photo du milieu montre le premier masque intégré dans la situation initiale. Il met en évidence la zone excédentaire à meuler et permet un retour en arrière si le patient refuse. La dernière photo montre la morphologie du projet esthétique après améloplastie. On voit les traits de pénétration contrôlée à travers le masque. (41)*

Toutefois, l'alignement parfait n'est pas toujours recherché. Il peut être judicieux de conserver de légères malpositions pour être moins mutilant et pour respecter la personnalité du patient.

3. Choix du matériau

De manière générale, pour la confection des facettes, on utilisera des matériaux avec une grande aptitude au collage et de bonnes propriétés optiques. Le collage de restaurations si fines est indispensable pour renforcer les propriétés mécaniques de ces dernières. Les céramiques feldspathiques et autres vitrocéramiques renforcées demeurent le gold standard. Elles ont une importante phase vitreuse qui leur confère de bonnes capacités de mordantage et une bonne translucidité.

Nous verrons par la suite qu'il existe plusieurs façons de réaliser une facette avec différentes techniques de mise en œuvre des matériaux. Connaître ces spécificités permet au praticien de mettre à profit ces matériaux pour répondre au mieux à la situation clinique.

3.1 Le choix de la céramique

3.1.1 Feldspathique

Historiquement, ces vitrocéramiques ont été les premières à être introduites en dentisterie. Elles ont les propriétés mécaniques les plus faibles, avec une résistance à la flexion autour de 90 MPa. La résistance à la flexion est un bon indicateur des propriétés mécaniques intrinsèques du matériau. Cependant le mode d'assemblage influence considérablement la résistance des reconstitutions en vitrocéramique. Peumas M. et coll. en 2000, ont conclu que la force de cohésion de la céramique feldspathique mordancée et silanisée sur l'émail était supérieure à celle de la jonction amélo-dentinaire. (42) (7)

Ce sont des céramiques de stratification avec une excellente translucidité et un grand potentiel de reproduction des masses émail et dentine. C'est le matériau de choix lorsque l'on souhaite reproduire des effets optiques sophistiqués. Leurs champs de prédilection sont les chips de céramique et les facettes pelliculaires sur un substrat rigide (l'émail) et non dyschromié (43).

3.1.2 Feldspathique enrichie en leucite

A leur sortie, les vitrocéramiques renforcées à la leucite étaient couramment utilisées pour la confection de facettes. Leurs propriétés mécaniques améliorées apportaient une sécurité supplémentaire pendant les manipulations cliniques de la facette. Leur bonne translucidité et leur aptitude au collage remplissent également le cahier des charges.

Cependant, depuis l'avènement des vitrocéramiques renforcées en disilicate de lithium, encore plus résistantes et polyvalentes par le choix de leur translucidité, les feldspathiques enrichies en leucite sont moins utilisées (36).

3.1.3 Vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium

Ces céramiques sont considérées comme l'évolution des vitrocéramiques enrichies à la leucite. Leur composition confère toujours une excellente aptitude au collage et leur résistance à la flexion a grandement augmentée (autour de 360 à 400 MPa). Elles gardent de très bonnes propriétés optiques grâce à leur phase vitreuse (7).

La vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium est aujourd'hui très connue sous le nom commercial E.max. La firme Ivoclar-Vivadent propose deux systèmes : IPS e.max Press pour la technique pressée et IPS e.max CAD pour la technique usinée par CFAO. Actuellement, il existe six lingotins monochromatiques avec plusieurs degrés de translucidité:

- La **très haute translucidité** (Impulse)
- La **haute translucidité** (HT)
- La **moyenne translucidité** (MT)
- La **basse translucidité** (LT)
- La **moyenne opacité** (MO)
- La **haute opacité** (HO)

Le lingotin Impulse permet de réaliser des restaurations avec une opalescence prononcée. Il est parfaitement adapté pour la fabrication de facettes pelliculaires sur dents très claires, dont un effet opalescent est recherché.

Le lingotin HT possède une translucidité élevée, similaire à celle de l'émail. Sur de faibles épaisseurs, il offre un effet caméléon intéressant et se comporte comme une coquille d'émail. Par contre, les lingotins HT ont tendance à entraîner un grisaillement indésirable si la restauration est volumineuse et si le substrat est trop clair et lumineux. Ces lingotins

sont recommandés pour des dents plus âgées et peu lumineuses (44).

Le lingotin LT a une faible translucidité, comparable à celle de la dentine. Par conséquent, il tolère des épaisseurs plus importantes et des substrats légèrement dyschromiés. Il convient parfaitement à des préparations plus volumineuses. Cliniquement, il a été observé que l'utilisation d'un lingotin LT engendrait un résultat plus « jeune » et lumineux qu'un lingotin HT, même sur de faibles épaisseurs de préparation.

Le lingotin MT a une translucidité intermédiaire entre l'émail et la dentine. Il est intéressant car il est plus translucide qu'un lingotin LT et plus lumineux qu'un lingotin HT. Il apporte de la luminosité aux restaurations en teintes claires.

Les lingotins MO et HO sont réservées à la confection d'armatures secondairement stratifiées pour masquer des dyschromies plus ou moins marquées. Quoiqu'il en soit, le lingotin HO est trop opaque pour les facettes, il est utilisé pour les armatures de couronne céramo-céramique (CCC) pour masquer les fortes dyschromies ou les faux moignons métalliques (44)(45).

3.1.4 Composite

Le composite autorise des préparations dentaires a minima, des réparations possibles et un coût limité. Si ses propriétés optiques et son vieillissement en bouche sont moins convaincants que l'utilisation de la céramique, le composite apparaît comme le matériau de choix chez l'enfant. En effet, lorsque le praticien doit temporiser des situations esthétiques délicates survenant au plus jeune âge telles que les anomalies de structure (amélogénèse imparfaite, dentinogénèse imparfaite) les facettes indirectes en composite peuvent apporter une solution rapide et esthétique. L'économie tissulaire réalisée, avec des préparations souvent moindre qu'avec les restaurations céramiques, permet une ré-intervention aisée à l'âge adulte (46).

Dans le traitement des usures dentaires généralisées, il est parfois indiqué de restaurer les faces palatines du bloc incisivo-canin si ces dernières sont altérées. Cela permet de retrouver un guidage antérieur fonctionnel et de compenser la béance antérieure si la DVO a été remontée. Le matériau préconisé pour la réalisation de ces facettes palatines est le composite. Il présente l'avantage de pouvoir être corrigé facilement et d'être moins abrasif vis-à-vis du secteur mandibulaire, en particulier si ce dernier est naturel ou reconstitué par des composites (47)(48).

3.2 Le choix de la technique

3.2.1 Facette sans armature

C'est une facette en céramique feldspathique préparée directement sur un die ou sur une feuille de platine. La pièce est stratifiée dans toute son épaisseur en apposant des masses de différentes teintes, translucidités, saturations, opalescences. C'est une mise en œuvre ancienne, longue et complexe mais qui reste d'actualité dans la fabrication de facettes hautement esthétiques et de chips. Elle permet de travailler sur de fines épaisseurs (0,6 mm voir 0,4 mm (49)) mais requière une grande habilité du prothésiste. Le praticien doit faire preuve de délicatesse dans les procédures cliniques.

Si la facette feldspathique est la référence en terme de rendu optique, elle n'est pas à la portée de tout le monde. De plus sa grande translucidité la contre-indique si le substrat est trop dyschromié. La grande liberté de stratification qu'elle offre, l'indique parfaitement pour une restauration unitaire au voisinage de dents très caractérisées, et si le contexte occlusal demeure favorable (36).

3.2.2 Facette avec armature

La facette avec armature est une pièce prothétique comprenant une chape en vitrocéramique renforcée (leucite ou disilicate de lithium) qui est secondairement stratifiée par de la céramique cosmétique (feldspathique). La facette avec armature nécessite une épaisseur finale plus importante (0,8 mm) que celle sans armature. (49)

Selon le protocole du fabricant Ivoclar – Vivadent, pour les techniques de stratification, la chape doit respecter une épaisseur minimum de 50% par rapport à l'épaisseur de la céramique cosmétique. Une facette avec armature d'épaisseur totale de 0,8 mm comprendra une chape d'au moins 0,4 mm d'épaisseur et laissera alors 0,4 mm au prothésiste pour stratifier. (45)

Cette céramique cosmétique permet d'animer la chape et de garantir un résultat très esthétique. Pour le prothésiste, la mise en œuvre de l'armature en leucite ou en disilicate de lithium est plus facile et servira de support pour réaliser la stratification.

3.2.3 Facette monolithique

Une dernière solution s'offre à nous, c'est la réalisation de facettes monolithiques à partir d'un lingotin ou d'un bloc de céramique. Cela peut également être du composite ou une céramique hybride. Un seul et même matériau occupe tout le volume de la restauration. La pièce est ensuite maquillée et glacée pour lui conférer un aspect plus naturel.

Il y'a encore quelques années, on pouvait reprocher les carences esthétiques liées au manque de diversité des lingotins. Désormais, il existe une multitude de teintes et de translucidités disponibles. Les blocs multi-chromatiques intègrent même un dégradé de teintes et de translucidités se rapprochant davantage de la denture naturelle.

Cependant la finition par maquillage ne permet pas de mimer toute la complexité optique d'une dent naturelle. Si l'exigence esthétique est élevée, une finition cut-back apparaît comme un bon compromis pour apporter de la profondeur et de la transparence au niveau du bord libre de la facette. Le cut-back consiste à supprimer un faible volume de matériau dans les zones esthétiques et à le remplacer par une céramique cosmétique.

De manière générale, sur une dent vivante et non dyschromiée, les restaurations monolithiques seront toujours optiquement inférieures aux restaurations stratifiées.

Pour le cas d'une restauration unitaire où les dents adjacentes sont peu caractérisées et ont un schéma de teinte très simple, une facette monolithique maquillée peut faire l'affaire.

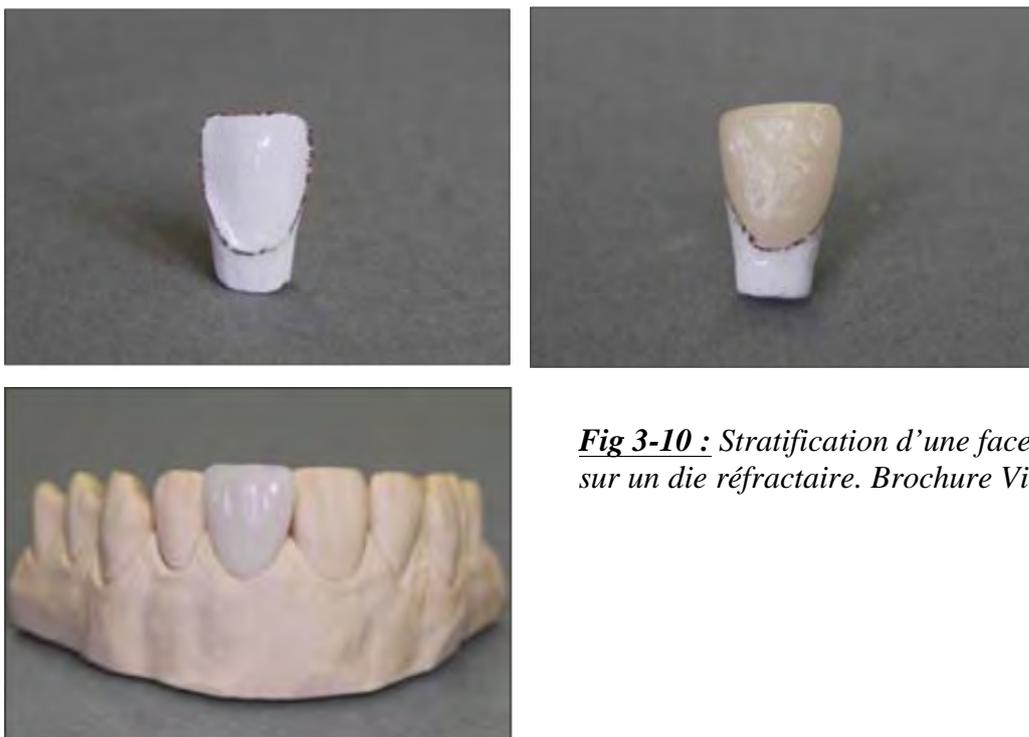
Cependant il est moins périlleux de les utiliser dans une réfection complète du sourire avec la restauration des six dents antéro-maxillaires. Dans ce cas, le patient peut choisir la teinte qu'il souhaite et l'intégration esthétique des facettes sera surtout apportée par le travail de la forme et de la texture (50)(51).

3.3 Le choix de la mise en œuvre

3.3.1 La céramique feldspathique sur dies réfractaires

La céramique feldspathique se présente sous forme de poudre et est mise en suspension dans l'eau pour former de la barbotine. La barbotine est ensuite appliquée au pinceau sur le modèle positif unitaire en plâtre. La palette de poudres colorées permet au prothésiste d'apporter ses différentes couches pour mimer les masses émail et dentine.

Ces pâtes crues vont subir un traitement thermique, appelé frittage, pour solidifier la céramique. La pièce ainsi obtenue sera polie et glacée pour avoir un meilleur rendu esthétique. (52)



***Fig 3-10 :** Stratification d'une facette sur un die réfractaire. Brochure Vita*

Cette technique nécessite la coulée de plusieurs répliques de modèle à partir de l'empreinte. Le premier est en plâtre et demeure non scié pour servir de modèle témoin, et le second est en matériau réfractaire résistant à la cuisson de la céramique et sert de modèle de travail. (53)

3.3.2 La céramique feldspathique sur feuille de platine

Ici, le support pour stratifier la céramique n'est pas un die réfractaire mais une feuille de platine très fine (2/100e de millimètre). Elle est directement appliquée sur le modèle de travail, le prothésiste doit faire attention à la qualité du pliage de la feuille qui reflètera l'ajustage de la céramique.



Fig 3-11 : Montage des pâtes crues sur une feuille de platine. Hélène et Didier Crescenzo

Cette technique permet au prothésiste de travailler directement sur le maître modèle, ce qui raccourcit le temps de mise en œuvre. De plus, les bords de la céramique peuvent être plus fins et extrêmement précis. L'ajustage des limites en bouche est souvent excellent. Une fois la feuille de platine retirée, on ne peut plus rajouter de céramique sur la pièce car la facette perd son support de cuisson. Ainsi, la séance d'essayage clinique devra se faire avec la feuille de platine. Le praticien aura des difficultés à apprécier l'intégration optique de la pièce. (54)

3.3.3 La technique de la pressée

C'est une technique similaire à celle de la cire perdue. La maquette en cire reproduit l'intégralité du volume de la restauration, elle peut être montée à la main ou de plus en plus par CFAO. La cire est disposée sur un cône de pressée et est mise en revêtement dans un matériau réfractaire. Le lingotin de céramique est positionné dans le cylindre et un piston va venir presser à chaud la céramique qui prendra l'espace laissé par la cire perdue.



Fig 3-12 : Mise en évidence du piston et des éléments pressés dans leur revêtement. Hélène et Didier Crescenzo

La technique pressée permet de réaliser :

- Des armatures pour facettes, en leucite ou disilicate de lithium, qui seront secondairement stratifiées.
- Des facettes monolithiques, qui seront secondairement cut-backées ou simplement maquillées.

Les céramiques pressées ont l'avantage d'avoir une excellente précision d'adaptation, et de pouvoir être fidèles au projet esthétique initial, avec des maquettes de cire similaires à la forme du wax-up. (55)

En 2012, l'étude in vitro d'Aboushelib et coll. s'est intéressée à l'adaptation des facettes céramiques pressées par rapport aux mêmes facettes usinées. Les conclusions révèlent une meilleure adaptation marginale et un joint de collage plus fin et homogène pour les pièces pressées. (56)

3.3.4 La technique usinée

La technique usinée utilise le procédé de conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO). L'avantage des matériaux mis en forme par usinage est le contrôle de la porosité des blocs. A titre comparatif, le taux de porosités rencontré par technique traditionnelle oscillerait autour de 9-10% contre 1% par procédé industriel. Quand on sait que ces défauts peuvent devenir des sites initiateurs de fissures au sein du matériau, l'utilisation de blocs préfabriqués apportent une certaine sécurité.

En revanche, les vitrocéramiques demeurent des matériaux fragiles et leur usinabilité n'est pas excellente en comparaison à d'autres matériaux tels que les composites et les hybrides. Les blocs de céramique subissent des contraintes par les fraises en mouvement, et peuvent aboutir à une micro-fracturation des bords fins de la restauration. Il est très probable qu'elle soit responsable d'une adaptation marginale moins bonne et d'un joint de colle plus épais. On peut donc craindre davantage les phénomènes de micro-leakage et de colorations au niveau du joint prothétique par rapport aux facettes pressées. (56) (57)

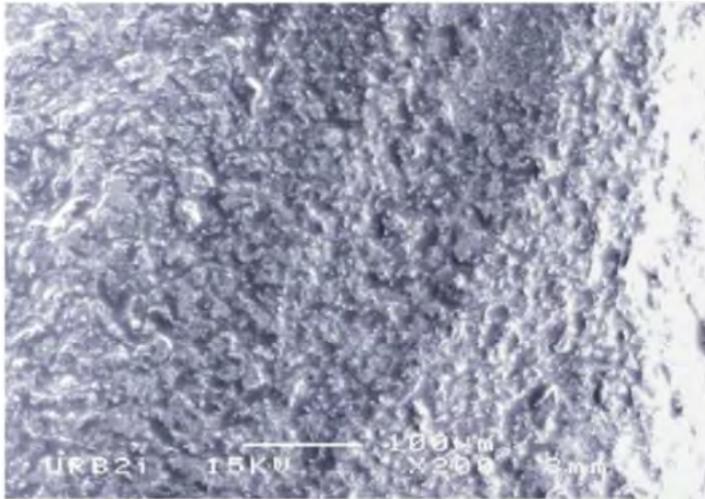


Fig 3-13 : Des images au MEB (Microscope Electronique à Balayage) ont mis en évidence des microfissures et une forte rugosité de surface laissées par les stries d'usinage. Image d'un inlay en vitrocéramique Empress CAD, Ivoclar.

Tout ce stress emmagasiné dans le matériau lors de l'usinage permet entre autre d'expliquer des propriétés mécaniques affaiblies par rapport à leur homologue pressé. Par exemple, la résistance à la flexion pour l'E.max CAD se situe autour de 360 MPa contre 400 MPa pour l'E.max Press. (57)

De nos jours, tous les matériaux peuvent être usinés par CFAO, et servent essentiellement à la fabrication de pièces monolithiques. A titre d'exemple, on retrouve :

- **Feldspathique** : Vitablocs Mark II® de Vita
- **Feldspathique enrichie en leucite** : IPS Empress CAD® de Ivoclar
- **Vitrocéramique renforcée en disilicate de lithium** : IPS E.max CAD® de Ivoclar
- **Hybrides** : Enamic® de Vita
- **Composite renforcé** : Cerasmart® de GC

3.4 Synthèse

Que retenir de tout ça ? Si le praticien à l'embarras du choix entre le type de facette, la technique de mise en œuvre et la nature du matériau, toutes ces possibilités permettent d'aboutir à un résultat final esthétique. Finalement le critère le plus important à considérer sera la translucidité du matériau.

Répartition translucidité par famille

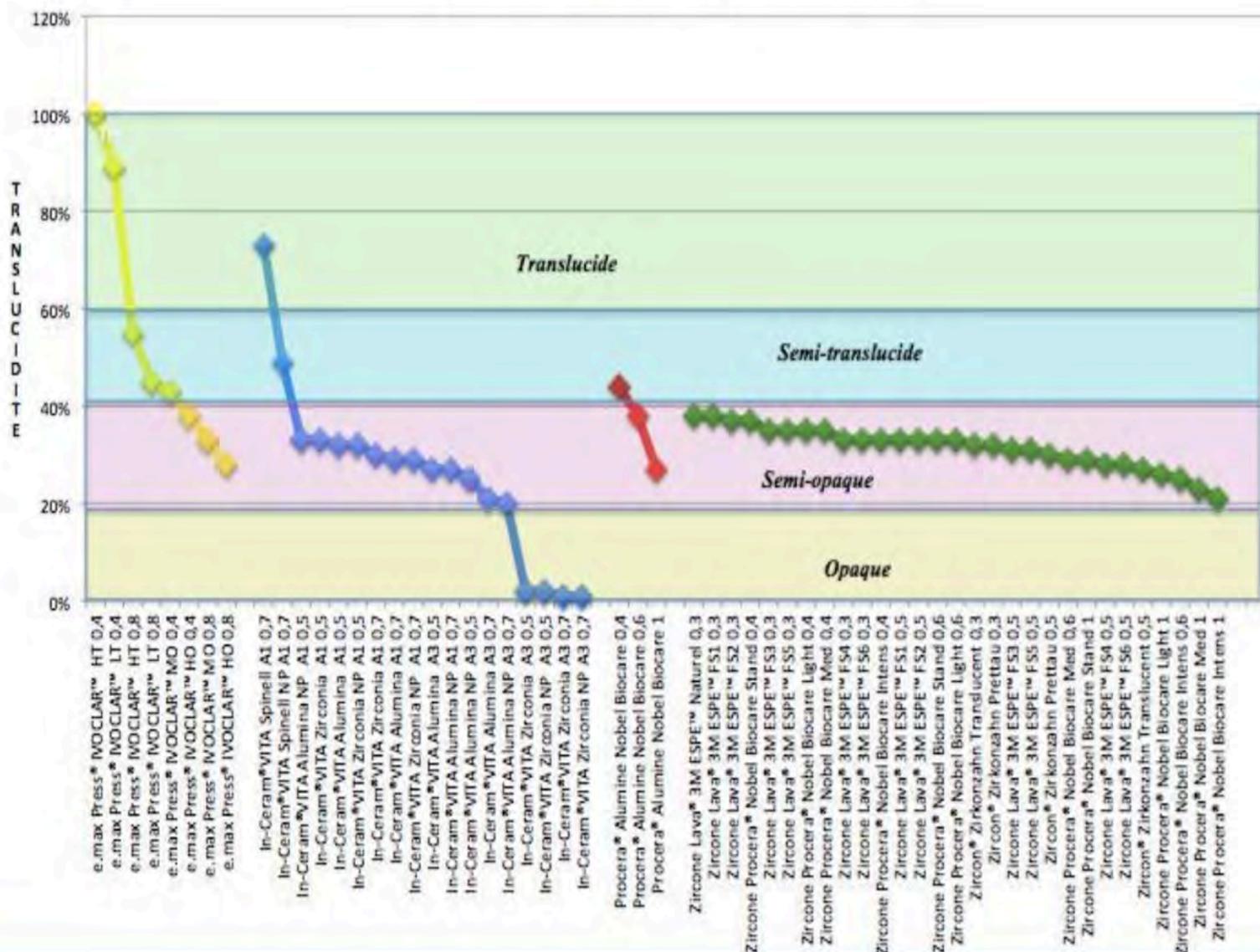


Fig 3-14 : Graphique de répartition de la translucidité du matériau selon sa nature et son épaisseur. (58)

Sur ce graphique, on remarque que les systèmes céramiques sont répartis selon quatre groupes : translucide, semi-translucide, semi-opaque et opaque. La translucidité des systèmes dépend inévitablement des propriétés intrinsèques du matériau, mais aussi par l'épaisseur de ce dernier et par son état de surface poli/non poli.

Plus l'épaisseur du matériau augmente, plus il perd en translucidité. Il est intéressant de remarquer que cette perte de translucidité n'est pas équitable. Les systèmes translucides sont plus sensibles à l'augmentation d'épaisseur que les systèmes semi-translucides et semi-opaques (58).

Il est intéressant de classer les différents matériaux disponibles en fonction de leur translucidité globale. Plusieurs données ont été compilées pour réaliser le tableau. Il permet d'offrir un aperçu général des possibilités et prend en compte les épaisseurs des matériaux.

Translucide	Semi-translucide	Semi-opaque	Opaque
Feldspathique	E.max HT 0,8 mm	E.max HO 0,4 mm	
Empress	E.max LT 0,8 mm	E.max MO 0,8 mm	
E.max HT 0,4 mm	E.max MO 0,4 mm	E.max HO 0,8 mm	
E.max LT 0,4 mm			

Fig 3-15 : Proposition d'un tableau des différents systèmes céramiques adaptés aux RAC partielles. (58) (59) (43)

La coloration du support influence beaucoup la perception optique de la restauration, d'autant plus si cette dernière est fine. En fonction du système céramique utilisé et de son épaisseur, la restauration aura un effet translucide recherché ou au contraire un pouvoir masquant.

Si la dent est vivante et ne présente pas de dyschromie, un système translucide est tout à fait indiqué (58). Cela permet la diffusion de la lumière à travers la dent et les tissus gingivaux. Si les facettes feldspathiques stratifiées offriront les meilleurs résultats, on peut très bien envisager des armatures en E.max HT ou LT secondairement stratifiées.

Si la dent est dyschromiée on pourra s'orienter vers un système semi-translucide pour masquer le substrat. On pourra jouer un petit peu sur l'épaisseur du matériau en augmentant légèrement la préparation. Plus la dyschromie est faible, plus on pourra utiliser un matériau translucide. En fonction de la sévérité, on pourra par exemple réaliser des facettes monolithiques en E.max LT ou utiliser des armatures plus opaques en MO qui seront stratifiées.

En revanche, il faut garder à l'esprit que les facettes ne permettent pas de résoudre efficacement toutes les dyschromies. Un substrat trop dyschromié est une indication à la couronne périphérique car plus on va préparer la dent moins on sera dépendant de la teinte du substrat.

Pour guider le choix du lingotin, la société Ivoclar a développé le Natural Die Material®. A l'aide du teintier, le chirurgien-dentiste relève la couleur du substrat dentaire et la communique au prothésiste grâce à une photographie. De son côté, le prothésiste peut utiliser une résine composite pour confectionner des dies de la couleur correspondante au teintier. Le prothésiste peut simuler l'impact chromatique du support sur la restauration finale. (7)

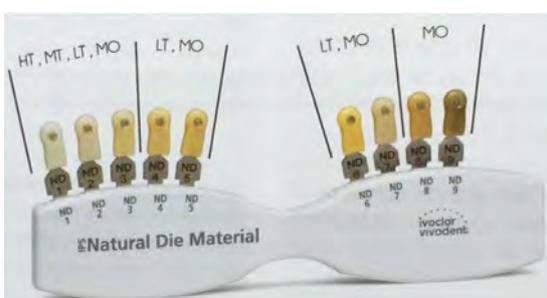


Fig 3-16 : Teintier Naturel Die guidant le choix de la translucidité du bloc.
Anckenmann, Etienne 2016



Fig 3-17 : Modèle des préparations, non scié.



Fig 3-18 : Simulation des dies à l'aide de la résine du Natural Die Material (Ivoclar). Le prothésiste pourra maquiller ou stratifier en fonction de la couleur du substrat sur lequel il travail.



Photos H. Herbert 2018 (60)

Fig 3-19 : Restaurations monolithiques cut-backées en E.max Press MT. Pour obtenir un résultat homogène, le prothésiste a eu recours à un lingotin de deux à trois valeurs de teintes plus hautes que la teinte finale désirée, pour contrer l'effet chromatique des substrats colorés sur 11 et 21.

4. Facteurs décisionnels

Au cours de l'examen clinique, si la perte de volume tissulaire est un bon indicateur quant à la possibilité de réaliser une RAC, le praticien doit rester très attentif dans l'analyse des critères décisionnels. Il doit avoir une vision globale de la situation afin de proposer au patient une solution esthétique fiable et pérenne. Nous allons voir ensemble, un certain nombre de ces facteurs décisionnels.

4.1 Quantité d'émail résiduel

Il est admis depuis très longtemps que l'émail est le garant de la pérennité du collage. Les valeurs d'adhésions sont les plus élevées et la stabilité du joint de collage est excellente dans le temps en comparaison au substrat dentinaire.

L'émail qui endosse le rôle de bouclier rigide. A partir du moment on l'on atteint la jonction amélo-dentinaire, on augmente de façon significative la flexibilité de la couronne et on affaiblit significativement la dent. Le remplacement de la coquille d'émail par de la céramique permet une restitution quasi-intégrale de la rigidité de la couronne dentaire. (61) Les études de Reeh et coll. en 1994, ont montré que la couronne dentaire pouvait récupérer 100% de sa rigidité grâce à une facette feldspathique collée sur l'émail (62). Comme le substrat le plus rigide absorbe le stress mécanique, si la céramique est collée sur de la dentine ou de la résine composite plus souple, elle se fracturera plus facilement (37).

Entre les pertes de substances dentaires et l'usure dentaire, il n'est pas toujours possible de préserver intégralement cette couche d'émail si précieuse.

Selon Peumans et coll. 1998, un minimum de 50% d'émail résiduel est considéré comme suffisant pour obtenir une restauration fiable (63). Au delà, le risque d'échec est significativement augmenté, notamment pour la résistance mécanique à long terme de la vitrocéramique (64). Cependant ce principe semble être remis en question dans les

situations d'usures chimiques ou mécaniques où les expositions dentinaires peuvent être très étendues.

Quoi qu'il en soit, le recours à des RAC permet une économie tissulaire maximale. Pour fiabiliser le collage, la technique de pénétration contrôlée à travers les masques décrite par G. Gürel est devenue le gold standard. Si une plage importante de dentine est exposée, Magne et Belser préconisent un scellement immédiat de la dentine (IDS) en partie pour optimiser les valeurs de collage sur la dentine (22) (7).

4.2 Quantité de céramique non-supportée

Pendant la préparation d'une facette englobant le bord libre, la réduction de ce dernier ne doit pas excéder 2,0 mm. Cela correspond à la quantité de céramique non-supportée. Pour la céramique feldspathique, au delà de 2,0 mm il existe un plus grand risque de fracture. Plus récemment, Castelnuevo et coll. 2000, ont démontré que la réduction du bord libre pouvait s'étendre jusqu'à 4 mm lorsqu'on utilise de la vitrocéramique renforcée en leucite (37).

Au delà de ces limites, le risque de fracture de la céramique augmente de façon significative. Une restauration indirecte périphérique, qui profitera d'un ancrage mécanique supplémentaire s'avère plus adaptée (7). Dans les cas particuliers de fracture coronaire initiale, le rallongement de la dent peut aller jusqu'à 5 à 7 mm (41).

4.3 Variation de la couleur

La facette étant un élément fin constitué de céramique translucide, la couleur du support influencera le résultat. Plus le substrat dentaire est coloré et saturé, plus le rendu optique sera grisâtre. Pour compenser, le praticien pourra jouer sur l'opacité du matériau choisi et sur l'épaisseur de la restauration afin de masquer la dyschromie.

Classiquement, pour respecter une quantité d'émail résiduel d'au moins 50% de la surface de collage, la préparation ne devrait pas dépasser les 0,6 mm de profondeur au risque d'exposer trop de dentine. Comme repère, on peut considérer qu'une épaisseur de 0,5 à 0,6 mm de céramique, est capable d'apporter une correction de couleur de une à deux teintes (37).

Pour des corrections de couleur plus poussées (3 à 4 teintes), les épaisseurs de céramiques doivent être plus importantes et le traitement par facettes peut devenir une contre-indication relative s'il risque :

- D'exposer trop de dentine, ce qui nuirait aux capacités de collage mais surtout à la résistance biomécanique de la dent et de la céramique,
- De créer un sur-contour iatrogène pour la gencive marginale.

Si une modification de plus de deux teintes doit être obtenue, un éclaircissement dentaire préalable doit être proposé au patient s'il peut se révéler efficace. Si cela reste insuffisant, le praticien peut avoir recours à des facettes avec armature en céramique plus opaque, dont la préparation dentaire sera moins conservatrice, d'environ 0,2 mm supplémentaire. (37) (7) (49)

Rien / None	0,3 mm
1-2 nuances / 1-2 shades	0,5 - 0,6 mm
3-4 nuances / 3-4 shades	0,7 - 0,9 mm
> 4 nuances / > 4 shades	1,0 - 1,4 mm

Fig 3-20 : Variation de la couleur du substrat en fonction de l'épaisseur de la céramique. Castelnuevo 2009

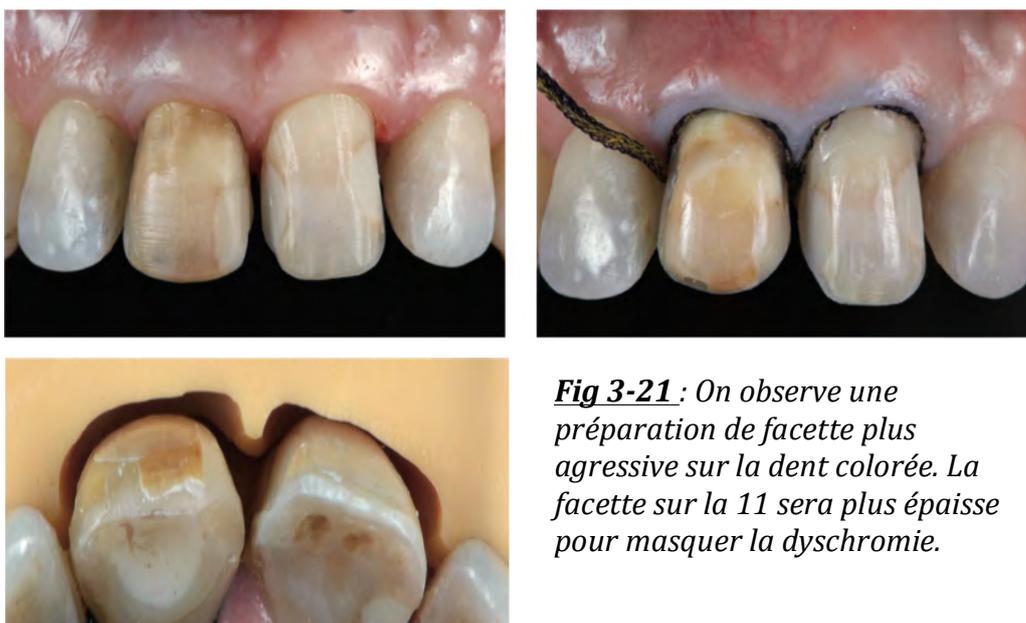


Fig 3-21 : On observe une préparation de facette plus agressive sur la dent colorée. La facette sur la 11 sera plus épaisse pour masquer la dyschromie.

Photos Garcia-Baeza D. 2018 (65)

4.4 Malocclusions et surcharges occlusales

Le praticien lors de son analyse occlusale pré-prothétique devra identifier les situations défavorables génératrices de surcharges occlusales. Certaines constitueront des contre-indications relatives à la pose de facettes, on retrouve :

- Anomalie de calage postérieur
- Anomalie de guidage antérieur
- Bruxisme

4.4.1 Anomalie de calage postérieur

Les anomalies de calage postérieur déstabilisent inévitablement la position d'intercuspidation maximale (OIM). On retrouve de nombreuses étiologies telles que les édentements, les délabrements et usures coronaires, les malocclusions. Tous ces facteurs entraînent une insuffisance de calage, responsable de surcharges sur les dents restantes et aussi de migrations dentaires et de contraintes musculo-articulaires.

Bien que la céramique collée présente une bonne résistance en compression, elle n'a qu'une faible ténacité face aux forces de cisaillement créées par la flexion des incisives. Plus le calage postérieur est faible, plus les forces générées sur les dents antérieures seront amplifiées (66)(26).

Quelque soit le type de restauration envisagée, un rétablissement des calages postérieurs est indispensable avant de réhabiliter les antérieures, tout particulièrement s'il s'agit de céramique collée.

4.4.2 Anomalie de guidage antérieur

Au-delà des différentes fonctions qui lui sont dévolues, le guide antérieur exerce une action protectrice des structures dentaires. Les dents antérieures prennent en charges les mouvements d'excursions mandibulaires (propulsion, rétropulsion ou diduction) en assurant une désocclusion postérieure. Manns et coll. ont montré qu'une désocclusion optimale des dents cuspidées entraînait une diminution des pressions au niveau des dents antérieures et une activité plus faible des muscles élévateurs.

Avant de se lancer dans une réhabilitation par facettes vestibulaires il faut évaluer attentivement la valeur fonctionnelle du guidage antérieur existant. On peut retrouver différentes situations cliniques :

- **Guide antérieur fonctionnel** : il présente des contacts antérieurs bien répartis, permettant une désocclusion postérieure et une liberté des mouvements d'excursions mandibulaires.



Fig 3-22 : Avec un guide antérieur fonctionnel, on retrouve des contacts sur les faces palatines des incisives supérieures et sur les bords libres des incisives inférieures.

- **Guide antérieur dysfonctionnel** : les mouvements d'excursions mandibulaires sont possibles mais leur liberté est fortement réduite. On retrouve des contraintes dans les excès de recouvrement et d'inclinaison des incisives maxillaires ou par la présence d'une interférence antérieure. C'est le cas des classes II.2 qui entraînent un verrou antérieur ou lorsque le guide est assuré par une minorité de dents.

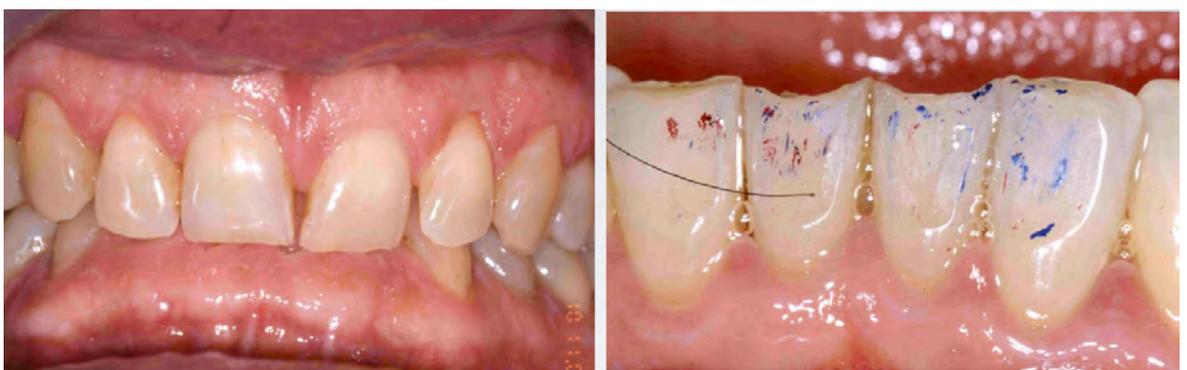


Fig 3-23 : Le cas d'une classe II.2, les faces palatines des incisives maxillaires affrontent les faces vestibulaires des incisives mandibulaires. La propulsion se trouve bloquée. (67)

- **Guide antérieur afunctionnel** : ici on ne retrouve aucune implication des dents antérieures. Les mouvements de propulsion et/ou de latéralités sont pris en charge par les secteurs postérieurs, ces contacts sont alors appelées interférences. On retrouve cette situation dans les articulés inversés des classes III, les surplombs excessifs des classes II.1, les béances antérieures, les dents antérieures très délabrées ou usées (68).



***Fig 3-24** : Le cas d'une béance antérieure, lors des mouvements d'excursions mandibulaires on ne retrouve aucun de contacts antérieurs. (67)*

Une anomalie de guidage représente une contre-indication absolue ou relative selon le caractère traumatique de la malocclusion sur les dents antérieures.

Suite à l'examen clinique, si le nombre et l'importance des anomalies occlusales sont faibles, le praticien peut s'orienter vers une équilibration occlusale par coronoplasties soustractives (par meulages) et additives (par adjonction de résine composite). Ces retouches en bouche permettront d'optimiser l'occlusion et de retrouver un guide fonctionnel afin de renforcer le pronostic des facettes. (69)

En revanche, si la malocclusion semble importante, une étude plus poussée avec montage sur articulateur et réalisation de cires diagnostiques est nécessaire pour évaluer la possibilité de reproduire les schémas occlusaux fonctionnels (37). Cela permet de visualiser la faisabilité des différentes options thérapeutiques. Si les malocclusions sont trop importantes et rendent le traitement prothétique aléatoire, les facettes deviennent contre-indiquées tant qu'un traitement orthodontique n'est pas réalisé.

4.4.3 Bruxisme

Le bruxisme est une parafunction occlusale très délétère qui abîme les dents naturelles et les restaurations prothétiques. Il devra être dépisté dès la phase diagnostic et devra faire l'objet d'une prise en charge comportementale.

Dans un contexte parafonctionnel, la réalisation de facettes vestibulaires constitue une contre-indication relative. L'usure dentaire est le signe majeur du bruxisme, mais n'est pas pathognomonique et doit être analysée avec prudence. On retrouve souvent une attrition marquée par rapport à l'âge du patient, mais d'autres mécanismes peuvent intervenir de façon synergiques comme l'abfraction, l'abrasion et l'érosion chimique.

A l'heure actuelle, il n'y a pas de consensus pour gérer la prise en charge prothétique des usures dentaires généralisées chez le patient bruxomane. Pour les cas d'usures sévères et extrêmes, le praticien devra avoir recours à de la prothèse conventionnelle. En revanche pour les usures modérées, l'utilisation de la *three step technique* initialement prévue pour les usures érosives semble tout à fait transposable dans un contexte de bruxisme. Dans ce cas, des facettes vestibulaires peuvent être envisagées si un calage postérieur et un guide antérieur est retrouvée par le biais de restaurations partielles collées (70).

Malgré un risque de décollement ou de fracture significativement augmenté, la réalisation de facettes reste très intéressante sur le principe d'économie tissulaire. Il faut respecter quelques précautions supplémentaires, comme l'obligation de porter une gouttière de protection nocturne en fin de traitement et de ne jamais dépasser les 2,0 mm de hauteur de céramique non soutenue (37).

4.5 Situation des limites de la facette sur la dent saine

Avec les RAC partielles, on ne raisonne plus selon les principes de rétention mécanique inhérents à la prothèse conventionnelle. Ce changement de paradigme implique une préparation dentaire guidée à la fois par la perte tissulaire initiale et par les facteurs biomécaniques et esthétiques imposés par la situation clinique.

D'un point de vue biologique, la principale préoccupation du praticien sera la préservation de la collerette d'émail sur toute la périphérie de la préparation.

4.5.1 Limites cervicales

La situation idéale de la limite cervicale est celle qui se trouve en supra-gingival. En plus de pérenniser le joint de collage à cet endroit stratégique, elle présente l'avantage de faciliter la prise d'empreinte, de simplifier la pose du champ opératoire, d'autoriser un contrôle visuel des limites lors de l'essayage et lors du polissage du joint et de limiter l'irritation gingivale.

Malheureusement, certaines situations nous imposent d'abaisser la limite cervicale en intra-sulculaire. On limitera l'enfouissement à 0,5 mm sous la gencive libre pour ne pas léser l'espace biologique et pour autoriser la pose du champ opératoire (7).

On retrouve le cas :

- D'une dyschromie marquée au collet. On souhaite à tout prix éviter d'apercevoir la démarcation disgracieuse du support dentaire avec la céramique.
- De la fermeture d'un diastème ou d'un trou noir. Dans ce cas, on veut laisser suffisamment de place au prothésiste pour galber les contours proximaux.
- D'une obturation ou carie cervicale contraignant le tracé de la préparation à englober la zone. Ces situations sont délicates car selon l'extension sous-gingivale de la lésion, il faudra parfois s'orienter vers une autre stratégie prothétique (7) (41).

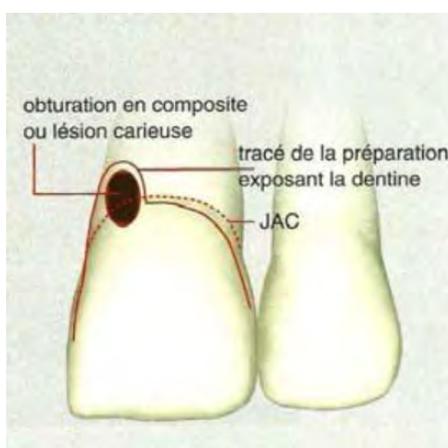


Fig 3-25 : Modification du tracé de la limite cervicale pour englober une obturation ou une lésion carieuse. Gürel G. 2005

Parfois, la jonction amélo-cémentaire ne peut être préservée et la limite se retrouve dans la dentine radulaire. C'est le cas par exemple de la correction de certaines malpositions dentaires, de la restauration d'une carie sous gingivale, d'une usure cervicale ou de la fermeture des trous noirs associées à des récessions gingivales. Ces situations sont moins favorables, car le joint de collage est susceptible de se dégrader par un phénomène de micro-leakage, pouvant aboutir à des colorations et des décollements. Il est recommandé de marquer davantage le congé (0,8 à 1,0 mm) si la limite est dentinaire, afin de ménager un espace suffisant pour permettre une hybridation dentinaire immédiate (IDS) et une bonne lecture de la limite pour le laboratoire (41).

4.5.2 Limites proximales

Dans la plupart des cas, la conservation des points de contact est recherchée lors de la préparation des faces proximales. Cela permet de simplifier le travail du prothésiste et du praticien qui s'affranchissent des réglages de cette zone.

Parfois il est nécessaire de recréer ces points de contact, notamment quand ils sont inexistantes (diastèmes, fracture...) ou lorsque la situation impose d'étendre la préparation en palatin :

- Fermeture des trous noirs,
- Présence d'émail déminéralisé sur les marges périphériques,
- Présence d'une obturation de classe IV : caries se situant au niveau des angles des incisives et des canines,
- Présence d'une obturation de classe III : caries intéressant les faces proximales des incisives et canines,
- Continuité d'une limite à retour palatin : selon la localisation de la limite sur la face palatine, la finition proximale traversera partiellement ou totalement le point de contact.

Les situations les plus fréquemment rencontrées sont la présence d'obturations ou de caries en proximal. L'attitude thérapeutique sera différente en fonction de la situation.

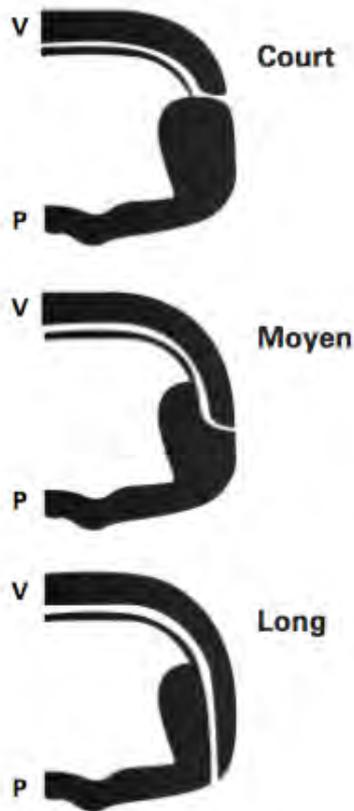
Pour les cavités de classe IV, on se contentera de faire l'éviction carieuse ou de déposer l'ancienne obturation. La reconstruction de l'angle se fera directement par la céramique, sauf si l'éviction est trop profonde et qu'un éventuel coiffage pulpaire est indiqué. Dans ce cas, un matériau est déposé en fond de cavité puis recouvert par un apport supplémentaire de composite (41).



Fig 3-26 : Gestion d'une obturation de classe IV. Le composite est entièrement déposé, la préparation de la RAC est asymétrique et l'angle distal de la 11 sera remplacé par la céramique. Photos Lasserre J.F 2010 (41)

Quant aux cavités de classe III, il existe deux concepts thérapeutiques. L'un consiste à revouler les anciennes restaurations pré-existantes puis à préparer la facette selon les lignes de finition classiques sans se soucier si les limites périphériques sont dans l'émail ou dans la résine composite. Si cette option semble séduisante en terme d'économie tissulaire, l'interface céramique-composite n'a pas encore été suffisamment étudié dans le temps. Cependant en connaissant les propriétés respectives de ces deux matériaux, il est préférable d'éviter des volumes importants de composite sous les facettes. En effet, nous savons que le composite est plus élastique que la céramique, et qu'il subit des contraintes d'expansion/contraction en bouche avec les variations thermiques. Toutes ces déformations peuvent altérer plus rapidement la céramique par développement de micro-craquelures.

L'autre concept développé par les recherches de P. Magne et U. Belser consiste à englober le plus possible les obturations proximales par la céramique. Si le composite se retrouve entièrement enfermé entre la dent et la céramique, ce dernier jouera le rôle favorable de substitut dentinaire. Ainsi, plus le recouvrement du composite proximal est complet, moins les effets néfastes du composite exposé se fera ressentir. Le revers de la médaille est que plus on étend la limite proximale vers la face palatine plus la mise en œuvre de la RAC est compliquée (41).



Design court : la limite proximale conserve le point de contact et facilite la mise en œuvre, mais le comportement biomécanique du composite n'est pas favorable. Ce design doit être évité au maximum.

Design moyen : la limite proximale est positionnée au niveau du point de contact. C'est un bon compromis mêlant le recouvrement partiel du composite et la facilité de mise en œuvre.

Design long : la limite proximale englobe la totalité du point de contact et du composite et vient « mourir » sur la face palatine. C'est la situation la plus favorable sur le plan biomécanique, mais sa mise en œuvre est complexe, son axe d'insertion est plus délicat et la zone d'accès plus difficile. C'est une situation que l'on retrouve pour la fermeture des diastèmes ou des triangles noirs et autres modifications majeures de formes.

Fig 3-27 : Schéma illustrant les différentes limites proximales des facettes en présence d'une obturation en coupe horizontale. Marniquet S. et Tirlet G. 2020 (71)

A retenir :

- Il faut éliminer les obturations de classe IV et les remplacer par la céramique.
- En cas d'obturations de classe III, il est recommandé de renouveler les composites pour s'assurer de leur bonne étanchéité et de leur bonne mise en œuvre. Dans ce cas, il vaut mieux privilégier l'usage d'une résine à module de Young élevé pour plus de rigidité.
- Il est préférable de recouvrir les composites de classe III, autant que possible pour avoir une limite dans les tissus durs de la dent. Le composite est ainsi considéré comme un substitut dentinaire.
- Il faut limiter la préparation à la face vestibulaire sans englober l'obturation qu'aux cas très favorables (petit volume de composite, forces occlusales légères).

C'est la situation clinique, en particulier le contexte occlusal et le volume du composite qui doit guider le choix d'englober totalement ou partiellement l'obturation. (41) (7) (22)

4.5.3 Limites palatines (7) (22) (41)

A ce jour, il existe plusieurs formes de préparation de la face palatine. Il n'y a pas vraiment de critères objectifs qui orientent ce choix et il relève plutôt des habitudes cliniques du praticien et des exigences thérapeutiques. On distingue, trois type de préparations pertinentes.

a) Préparation fenestrée ou « window »

Elle n'intéresse que la face vestibulaire, le bord libre se trouve totalement conservé. Ses indications sont limitées à de rares cas. Elle nécessite un bord incisif relativement épais et elle ne permet pas de modifier la hauteur des dents.

En revanche, c'est la préparation la plus économe en tissus durs, elle fait souvent l'affaire pour les corrections de couleur sur les canines maxillaires. Si la dyschromie est trop marquée, cette préparation pourra poser problème car l'épaisseur de céramique disponible est très limitée au niveau du bord libre et ne permet pas de réaliser des facettes avec armature (26).

b) Préparation à plat ou « butt margin »

Le bord libre est réduit à plat selon un angle de 90° sur une hauteur de 1,5 mm en moyenne. Cela permet de corriger la forme des dents dans ses dimensions verticale et transversale. Le prothésiste a plus de liberté pour masquer les colorations et animer la céramique au niveau du bord libre. C'est la finition la plus courante.

La facette peut s'insérer selon deux axes, vestibulaire et coronaire, l'insertion de la pièce est donc plus facile mais il faudra rester bien vigilant au bon positionnement de la facette lors du collage car celle ci peut glisser.

c) Préparation à retour palatin ou « incisal overlap »

Le bord libre est également réduit sur une hauteur de 1,5 mm, mais l'opérateur vient préparer une limite de type congé sur la face palatine. C'est la préparation la moins économe, il faut notamment respecter une dépouille importante (>30°). Elle ne possède qu'un axe d'insertion oblique, rendant les préparations encore plus mutilantes en présence de dents triangulaires.

Le retour palatin est utilisé dans diverses situations :

- Pour englober des fractures coronaires et des obturations en palatin (cavité d'accès endodontique).
- Pour restaurer des faces palatines ayant subi des usures par érosion (facette 360°).
- Lorsqu'un enveloppement maximal est recherché pour avoir un effet de sertissage supplémentaire et une surface de collage augmentée (cas de gros délabrements, de défauts amélaire sévères comme l'amélogénèse imparfaite).
- Lorsqu'il est nécessaire de vestibuler une dent palato-versée.



Fig 3-28 : La zone rouge représente la zone de la concavité palatine où les contraintes de flexion sont les plus importantes.

Photo Etienne O. 2016 (7)

La localisation de la limite sur la face palatine est guidée par le volume de tissus résiduels et par l'occlusion. En effet, la limite doit rester à distance des points de contact en OIM pour ne pas user prématurément le joint de collage et doit s'écarter le plus possible du centre de la concavité palatine.

Si la situation le permet, on préservera le maximum de tissus durs en plaçant le congé au dessus de la concavité, dans le tiers incisal. Autrement, le congé sera déplacé dans la convexité du cingulum, on parlera de facette à 360°. Elle est réservée qu'en cas de délabrements importants, lorsque le trait de fracture traverse le centre de la concavité ou si la face palatine est très usée. C'est une préparation techniquement rigoureuse qui ne supporte aucune contre-dépouille, qui doit ménager une épaisseur de céramique régulière et qui doit tenir compte de l'inclinaison du guide incisif pour compenser le risque de fracture. La dent fortement érodée présente naturellement un profil en dépouille compatible avec la préparation de la facette à 360°, mais l'option de la double facette en sandwich proposée par Vailati reste une solution plus conservatrice avec notamment la conservation des poutres proximales où l'émail est souvent épargné.

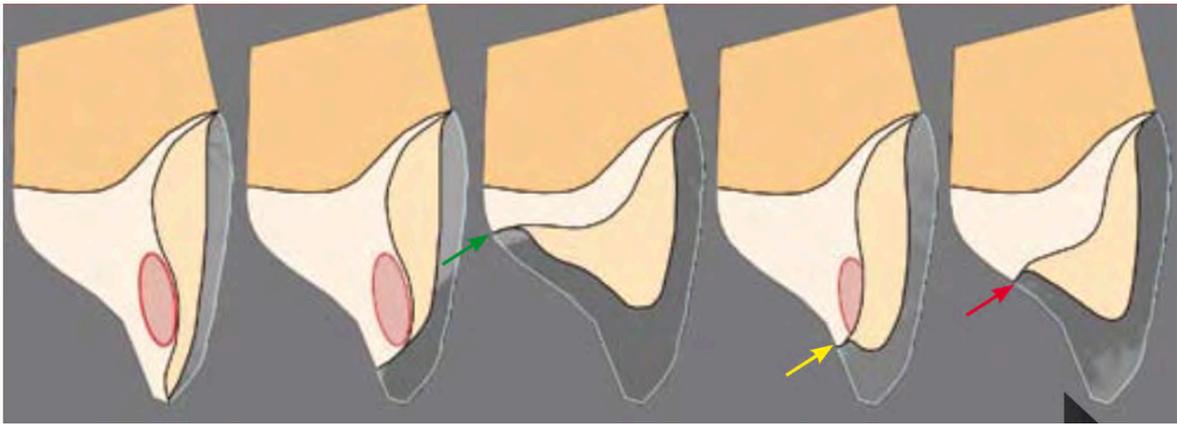


Fig 3-29 : Schéma des différents profils de facettes en fonction de la finition palatine et proximale. Lasserre J.F 2010 (41)

A retenir :

- La **facette à retour palatin** peut être soit incisale soit cingulaire. Une limite dans la concavité palatine est à éviter car le risque de fracture est plus important. L'analyse en éléments finis des contraintes mécaniques montre que le retour palatin en céramique dans le tiers incisal, demeure une zone de fragilité. La facette à 360° semble plus favorable biomécaniquement mais elle est plus mutilante et plus complexe à réaliser (41) (72).
- La **facette à plat** permet d'offrir tous les avantages esthétiques et de limiter le risque de fracture de la céramique au niveau du retour palatin (7).
- La **facette fenestrée** est celle qui reçoit le moins de contrainte sur la céramique et peut être préconisée si la hauteur de la dent n'est pas modifiée. Cependant elle doit être évitée sur les incisives qui possèdent un bord libre fin qui risque de s'écailler dans le temps avec la fatigue cyclique (7).

IV. LES COURONNES TOUT CERAMIQUE

1. Généralités

Cela fait depuis le début des années 80 que la réalisation de couronnes tout céramique s'est considérablement développée. L'avènement des céramiques de haute résistance a permis de remplacer petit à petit les systèmes céramo-métalliques (CCM). De nombreux systèmes ont vu le jour, apportant régulièrement des améliorations dans les propriétés mécaniques, physiques, optiques...

L'absence de métal dans les prothèses apporte des avantages certains, comme une meilleure transmission de la lumière dans la dent et au niveau de son parodonte marginal, un grand mimétisme colorimétrique et une absence de corrosion et de dyschromie des surfaces dentaires. (73)

Désormais la couronne tout céramique est un terme générique regroupant plusieurs systèmes ayant pour points communs : une préparation dentaire corono-périphérique plus ou moins mutilante et l'utilisation d'un matériau de restauration céramique. Lorsque les critères requis pour une dentisterie adhésive sur préparation partielle ne sont pas remplis, les préparations deviennent périphériques. En gardant la philosophie des techniques adhésives, on arrive à réduire considérablement le cout biologique de nos préparations.

L'utilisation synergique de la vitrocéramique et du collage permet de conserver nos limites en supra-gingivales et de réduire la profondeur des préparations, on peut parler dans ce cas de RAC périphériques. Malgré tout, si l'intégrité structurelle est compromise par une perte de substance très importante, le recours à des préparations périphériques traditionnelles guidées par la rétention, la stabilisation et le comportement biomécanique reste d'actualité. Les restaurations périphériques utilisant des infrastructures de haute résistance sans phénomène d'adhésion nous contraignent à une dentisterie plus invasive et souvent moins performante sur le plan esthétique. Elles doivent être utilisées en dernier recours. (64)

2. Indications

La généralisation du principe d'économie tissulaire et les avancées majeures dans le domaine des biomatériaux ont très largement contribué à réduire les indications de la couronne périphérique.

Globalement, la couronne céramique est indiquée lorsque la situation contre-indique la réalisation d'une RAC partielle. Il peut s'agir :

- De volumineux délabrements carieux ou traumatiques (surface dentinaire exposée > à 50% après préparation, hauteur de céramique non soutenue > à 4 mm).
- De volumineuses restaurations directes en composite : notamment deux grosses restaurations proximales, ou une à deux grosses restaurations proximales associées à une cavité d'accès endodontique.
- D'une dyschromie très marquée : modification de couleur > à 4 teintes nécessitant des épaisseurs de céramique relativement importantes
- D'une usure très sévère de la dent.
- D'un défaut de structure sévère : empêchant le collage de toute restauration (Fluorose avec une surface amélaire très altérée, amélogénèse imparfaite, dentinogénèse imparfaite...).
- D'une malposition importante de la dent ou d'une remise de la dent dans le plan d'occlusion dans le cadre de traitements prothétiques globaux.

Avec son concept de « no post no crown » P. Magne a beaucoup travaillé sur la possibilité d'abandonner complètement l'utilisation de tenons et de couronnes, même dans des situations extrêmes. Cette approche a été utilisée par Magne pendant plus de vingt ans et les données cliniques semblent très favorables. En partant du postulat qu'un traitement traditionnel implique l'élimination d'une grande partie des tissus résiduels avec un affaiblissement de la biomécanique, il estime qu'en utilisant la technologie adhésive, on arrive à diminuer le coût biologique et financier de la restauration mais surtout de son remplacement en cas de complications. (74)

Si toutes les indications citées peuvent être repoussées, parfois à l'extrême, par des techniques adhésives, le renouvellement d'anciennes couronnes périphériques ou la nécessité d'utiliser une céramique à haute ténacité nous oblige à réaliser encore des couronnes périphériques.

3. Choix du matériau

A l'heure actuelle seul deux grands types de céramique sont le plus souvent utilisés pour la réalisation de couronnes périphériques. Il s'agit du disilicate de lithium et de la zircone. Les autres céramiques disponibles ne seront pas développées dans ce travail.

3.1 Le choix de la technique

3.1.1 Couronne céramo-céramique

La couronne céramo-céramique (CCC) ou couronne stratifiée est la successeur des systèmes céramo-métalliques. Elle est composée d'une infrastructure céramique de grande résistance recouverte par une couche de cosmétique de céramique vitreuse.

L'armature, selon sa nature (vitrocéramique renforcée ou céramique polycristalline), permet le masquage plus ou moins important du substrat dentaire. Tandis que la céramique d'émaillage, qui est généralement de la céramique feldspathique stratifiée apporte les propriétés optiques, proche de la dent naturelle.

Parmi les avantages de la CCC, on peut citer la capacité de cette dernière à masquer efficacement des substrats dyschromiés tout en conservant des propriétés hautement esthétiques. De plus, la couche de céramique cosmétique protège le matériau d'infrastructure lors des retouches occlusales et facilite le polissage. L'état de surface final n'est pas un critère à prendre à la légère étant donné qu'il participe à la résistance du matériau et qu'il influence énormément son abrasivité envers les dents antagonistes (75). En revanche l'inconvénient majeur des CCC réside dans la faiblesse mécanique de la céramique stratifiée manuellement. On retrouve le même problème avec les couronnes céramo-métalliques, la couche cosmétique à tendance à se fracturer en écaille, on appelle ce phénomène le «chipping». La littérature a montré que le chipping constituait la principale cause d'échec après le scellement de la couronne.

Bien que le design des armatures ait été optimisé pour pallier à ce phénomène, réduisant le nombre et la taille des éclats de céramique, la fracture cohésive demeure significativement augmentée par rapport aux couronnes monolithiques (76).

Sur le plan tissulaire, la CCC a besoin d'un espace plus important pour respecter l'épaisseur minimale de la chape et pour assier la céramique de recouvrement. Elle est moins conservatrice.

3.1.2 Couronne monolithique

La couronne monolithique ou monobloc est une pièce prothétique faite d'un seul volume de céramique. Elle a été introduite comme la solution face aux problèmes de chipping rencontrés sur les couronnes stratifiées. On ne retrouve plus cette configuration où deux matériaux de nature opposée étaient superposés, le premier hautement résistant et le second très fragile. Le monobloc permet de concevoir des épaisseurs de céramiques plus fine pour une grande résistance mécanique.

Cependant, l'inconvénient de la couronne monolithique demeure son rendu esthétique. Sa teinte homogène et son opacité relativement importante vont à l'encontre d'un résultat naturel. Les capacités de caractérisation et d'individualisation sont très restreintes en l'absence de stratification. Il existe tout de même différentes translucidités disponibles et le maquillage permet de mimer un dégradé de teinte, mais le résultat peut paraître insatisfaisant pour le secteur antérieur.

Pour optimiser le rendu tout en conservant les propriétés mécaniques des couronnes monolithiques, la technique du cut-back s'utilise de plus en plus. Les masses de céramique viennent apporter de la profondeur et de la transparence tout en préservant la face palatine. Cette technique est apparentée à de la stratification partielle, sur une épaisseur extrêmement fine. Initialement, le cut-back se faisait par fraisage secondaire mais avec le développement de la CFAO et du flux numérique, le design des couronnes intègre en amont le volume du cut-back.

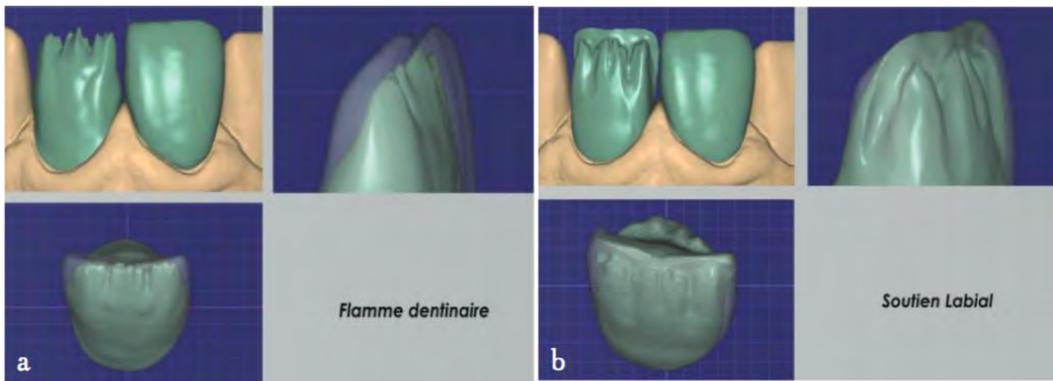


Fig 4-1 : Deux designs de cut-back réalisés en CFAO. Cela permet une réduction plus précise du volume et évite l'étape de fraisage en post-production. (75)

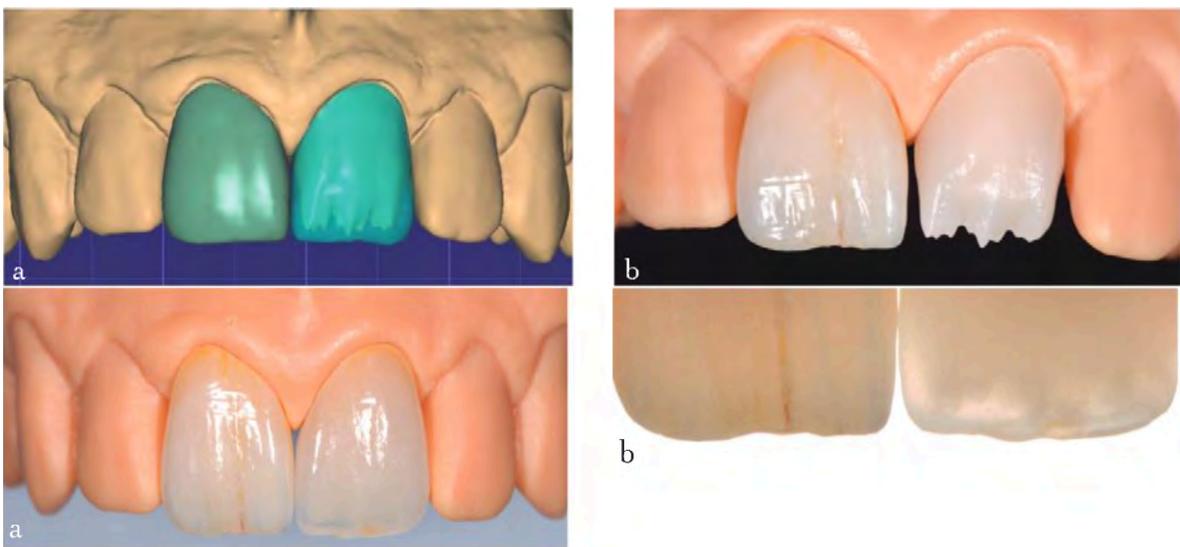


Fig 4-2 : Réalisation d'une couronne monolithique en zircone sur 11 et d'une couronne cut-backée en zircone sur 21 par CFAO. La première est maquillée et la seconde stratifiée, on apprécie la différence de translucidité des bords libres sur l'image du bas. (75)

3.2 Le choix de la céramique

3.2.1 Vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium

Le disilicate de lithium est devenu le matériau de référence dans la famille des vitrocéramiques. Si son prédécesseur, la leucite, continue à offrir une esthétique remarquable, elle est rarement envisagée à cause de sa faible résistance à la flexion (160 MPa).

Les capacités mécaniques du disilicate de lithium (résistance à la flexion comprise entre 350 et 400 MPa) autorisent la fabrication de couronnes monolithiques et d'armatures pour CCC jusqu'à la 2^e prémolaire (selon le fabricant pour l'E.max). (45)

Sur le plan optique, il peut être suffisamment opaque pour masquer les dyschromies tout en conservant une translucidité relative pour laisser la lumière diffuser au cœur du matériau. (76)

La firme Ivoclar-Vivadent propose une gamme très complète de disilicate de lithium, appelé E.max® : HT, MT, LT, MO et HO.

Selon les données du fabricant, à partir du lingotin MT, la réalisation de couronnes antérieures est indiquée. En effet, le HT risque de donner un rendu grisâtre. Les lingotins MT et LT sont utilisés pour les couronnes monolithiques par technique de maquillage ou de cut-back. Quant aux lingotins MO et HO, ils doivent être réservés à la confection d'armature de CCC secondairement stratifiée. (45)

3.2.2 Céramique polycristalline en zircon

La famille des céramiques polycristallines est constituée d'un côté par les alumineuses et de l'autre par les zircons. L'absence de phase vitreuse rend le matériau beaucoup plus dense et opaque à la différence des vitrocéramiques.

a) Les zircons opaques (75) (77)

La zircon traditionnelle est composée de dioxyde de zirconium et elle stabilisée avec de l'oxyde d'yttrium à 3 % (3Y-TZP) en phase tétragonale.

Elle possède un caractère allotropique dont sa structure interne peut passer d'un agencement tétragonal à une forme monoclinique sous l'effet des contraintes. Cela permet de contrer la propagation des microfissures au sein du matériau grâce à une légère augmentation de volume qui bloque la fissure en compression.

Cette zircon est issue de la première génération, sa résistance à la flexion atteint des valeurs bien supérieures aux vitrocéramiques, allant de 900 à 1250 MPa. C'est un matériau opaque qui est utilisé pour des infrastructures, pour masquer des substrats dentaires très

colorés ou des ancrages métalliques. La transmission de la lumière étant très faible, la zircone apparaît très blanche. Cela reste compliqué pour le prothésiste de la masquer avec la céramique d'émaillage.

Une deuxième génération de zircone 3Y-TZP plus translucide est apparue pour la technique monolithique. De nouveaux procédés de fabrications et de nouveaux additifs ont été ajoutés pour permettre d'améliorer ses propriétés optiques. Cependant, elle ne répond pas correctement aux enjeux esthétiques du secteur antérieur, et trouve son intérêt dans le secteur postérieur, lorsque le pilier est coloré et/ou lorsque la résistance mécanique doit primer.

b) Les zircons translucides

Partant de ces faibles propriétés sur le plan optique, la zircone est devenue un matériau très prometteur où les industriels n'ont cessé d'améliorer la translucidité pour la proposer dans le secteur antérieur.

Actuellement, c'est l'augmentation de la concentration en oxyde d'yttrium qui a permis d'apporter des améliorations efficaces dans la translucidité de la zircone. Il a été montré qu'une augmentation en oxyde d'yttrium se traduisait par une augmentation de la phase cubique. Cette phase cubique, qui a des propriétés optiques différentes de la phase tétragonale, est à l'origine de la translucidité de la zircone. Ainsi est apparue une troisième génération de zircone dite « translucide » et enrichies en oxyde d'yttrium à 4, 5 voir 6% (4Y-TZP, 5Y-TZP...). C'est la faculté de ce matériau à pouvoir s'agencer en différentes structures cristallines qui permet de modifier ses propriétés physiques. (78)

Cependant il faut garder à l'esprit que la phase cubique ne peut pas s'opposer à la propagation des fissures. Donc l'augmentation de la translucidité de la zircone, par augmentation de la proportion de phase cubique, se fait au détriment de la phase tétragonale qui est responsable de la haute ténacité du matériau. Les propriétés mécaniques de ces zircons se retrouvent affaiblies avec une résistance à la flexion allant de 800 à 500 MPa. (75)

L'équipe de Stawarczyk B et coll, dans une étude en 2017, ont analysé et comparé les valeurs de translucidité entre les différentes générations de zircone et le disilicate de lithium en basse et haute translucidité. (79)

Matériau	Transmission (%)*	
	Résultats	95% IC
1ère génération	23	(21-23)
2ème génération	29	(28-30)
3ème génération	33	(32-34)
IPS e.max CAD LT	44	(43-45)
IPS e.max CAD HT	54	(52-54)

Fig 4-3 : Résultats des mesures de transmission de la lumière (en %) en fonction des matériaux. On remarque que la translucidité de la zircone s'améliore au fil des générations, sans pour autant égaler l'E.max. (76)

Désormais la zircone représente sous un même nom, un ensemble de sous-groupes de matériaux aux propriétés mécaniques et optiques très différentes. Il est difficile pour le praticien de savoir quelle zircone appartient à quelle catégorie tellement l'offre commerciale est grande et les données de fabricants peu explicites. La résistance à la flexion (en MPa) est un bon indicateur pour estimer la proportion de phase cubique et la concentration en yttrium (77) :

- **> 1000 MPa = 3Y-TZP** (< 15% cubique) = 1 ou 2^e génération
- **< 1000 MPa = 4Y-TZP** (> 25% cubique) = 3^e génération
- **< 700 MPa = 5Y-TZP** (> 50% cubique) = 3^e génération

Pour clarifier la situation, nous utiliserons le système développé par Kuraray avec la gamme Katana®.

Gamme	Translucidité (%)	Résistance à la flexion	Type de zircone
HT (High-Translucency)	31%	1125 MPa	3Y-TZP (deuxième génération)
ST (Super-Translucency)	38%	748 MPa	4Y-TZP (troisième génération)
UT (Ultra-Translucency)	43%	557 MPa	5Y-TZP (troisième génération)

Fig 4-4 : Tableau de la gamme Katana, valeurs données par le fabricant. La translucidité augmente avec la baisse de la résistance mécanique. (80)

3.3 Le choix de la mise en forme

3.3.1 Technique de la pressée

La technique de la pressée va permettre la réalisation d'armatures pour CCC ou de couronnes monolithiques en disilicate de lithium. A moindre mesure, il est également possible de réaliser des couronnes antérieures en vitrocéramique enrichie en leucite, lorsque le contexte occlusal le permet.

3.3.2 Technique usinée

L'usinage est le dernier maillon de la chaîne CFAO, elle permet la fabrication de nombreuses restaurations prothétiques. Désormais, toutes les familles de céramiques peuvent être usinées à partir de blocs préfabriqués. Pour certains matériaux (zircon, céramique hybride, composite haute performance), c'est même le seul procédé de fabrication disponible.

Pour l'E.max CAD, la résistance à la flexion est plus faible que pour l'E.max Press. Cela peut s'expliquer par la micro-fracturation des bords fins et par le stress résiduel engendré par l'usinage. De plus, contrairement aux lingotins E.max Press, les blocs E.max CAD présentent des résistances en flexion différentes selon leur translucidité. Les blocs MT et LT sont significativement plus résistants que les blocs HT et MO : MT (397 MPa) > LT (381 MPa) > HT (346 MPa) > MO (281 MPa). La résistance diminuée du bloc MO usinable par rapport à son homologue pressée s'explique par une composition différente (75). Pour ces raisons, il peut être intéressant de privilégier la technique pressée si le contexte occlusal est défavorable. Cependant il ne faut pas oublier que l'usinage s'inscrit dans une logique de flux numérique. Si les préparations ont été enregistrées par empreinte optique il semble logique d'aller jusqu'au bout de la chaîne CFAO pour simplifier les étapes et pour limiter les dispersions de données entre le numérique et le physique (81).

3.4 Synthèse

Que retenir de ces deux familles de céramique ? L'information la plus pertinente pour le praticien demeure la translucidité du matériau. En effet c'est elle qui sera mise à profit pour diffuser la lumière à travers le substrat ou au contraire la bloquer pour masquer une coloration. Pour avoir un bref tour d'horizon, le praticien peut s'appuyer des travaux de Harada K et coll. 2018 qui concluent dans une étude in vitro que :

- **Pour une épaisseur de 0,5 mm** : le disilicate de lithium E.max CAD LT est significativement plus translucide que les zircons, et la zircone Katana UT est significativement plus translucide que toutes les autres zircons.
- **Pour une épaisseur de 1,0 mm** : le disilicate de lithium E.max CAD LT est significativement plus translucide que les zircons, et la zircone Katana UT, Katana ST et Prettau Anterior sont significativement plus translucides que toutes les autres zircons. (82)

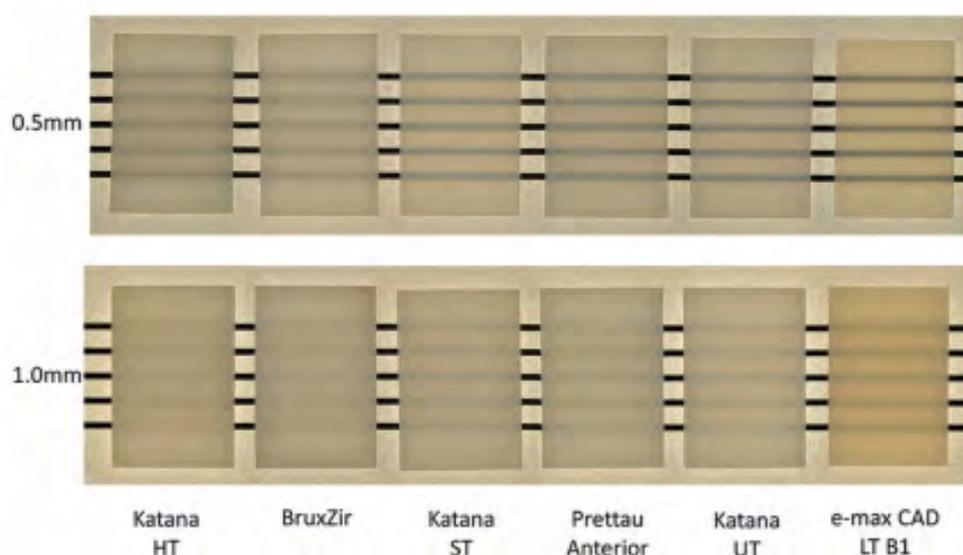


Fig 4-5 : Echantillons des différentes céramiques analysées et comparaison de leur translucidité relative en fonction de leur épaisseur. Harada K. 2018

A retenir :

- Actuellement, à épaisseur égale la translucidité du disilicate de lithium jusqu'au lingotin LT reste toujours supérieur à la zircone la plus translucide (UT).
- Le domaine de prédilection de la zircone demeure le secteur postérieur, les bridges de petite à grande étendue et les couronnes sur implant. Cependant les zircons

« translucides » monolithique sont tout à fait envisageables dans le secteur antérieur (83).

- Si de la zircone est utilisée en antérieur, il faut privilégier la 5Y-TZP (UT) pour les couronnes unitaires.
- Les zircons dites « translucides » n'assurent plus suffisamment un pouvoir masquant en cas de substrat très dyschromié (84).
- Les disques multi-layers ML assurent un résultat esthétique prédictible (85).

4. Facteurs décisionnels

Il n'existe que peu de contre-indications à la réalisation d'une couronne périphérique. Seul un bruxisme incontrôlé, un refus du patient à restaurer le calage des secteurs postérieurs ou un manque important d'espace prophétiquement utilisable peuvent entraîner une abstention thérapeutique. (86)

Cependant, la réflexion ne s'arrête pas simplement à la proposition d'une couronne unitaire au patient. Le praticien devra apporter une réflexion globale et devra établir l'objectif principal du traitement, s'il est à visée plutôt esthétique, plutôt fonctionnel ou les deux. Pour cela, on devra prendre en compte un certain nombre de facteurs inhérents à la situation clinique mais aussi aux doléances du patient.

4.1 Mode d'assemblage

Le mode d'assemblage de la future prothèse est un critère important à prendre en compte car il va permettre d'orienter notre choix de matériau. Nous avons vu précédemment que l'on pouvait utiliser de la vitrocéramique renforcée ou de la céramique polycristalline.

Si notre mode d'assemblage s'oriente vers un collage, on choisira préférentiellement de la vitrocéramique grâce à sa phase vitreuse mordançable par l'acide fluorhydrique. Il a été montré que l'ensemble dent-colle-restauration fonctionnait de façon synergique et permettrait d'accroître la résistance mécanique. Dans ce cas, une épaisseur plus fine de céramique est autorisée et permet une préparation dentaire moins délabrante. Lorsque le collage est cliniquement réalisable, le principe d'économie tissulaire nous oriente vers une RAC périphérique. Il faudra apporter une attention toute particulière à la préservation de la

collerette d'émail périphérique, véritable garante de la pérennité du collage, et à la situation des limites cervicales en supra-gingival. (7)

Lorsque les limites de la préparation sont trop sous-gingivales et ne permettent pas l'isolation par un champ opératoire, le scellement d'une couronne alumineuse ou zircone constitue la meilleure option. (7)

Si une vitrocéramique feldspathique nécessite obligatoirement un collage sous digue, un scellement au CVIMAR peut être envisagé dans le cas du disilicate de lithium monolithique qui présente des plus fortes valeurs de résistance intrinsèque. (87) Pour compenser l'absence d'adhésion forte au substrat dentaire, la préparation devra avoir une bonne rétention (faible dépouille, parois hautes...) et l'épaisseur de céramique devra être plus importante. Sur le plan optique et sur les valeurs d'adhésion, il semble plus intéressant d'utiliser une colle auto-adhésive que le CVIMAR.

A l'inverse dans certaines situations cliniques : une forte visibilité des limites, une préparations peu rétentive, de fortes sollicitations, le collage sur l'intrados zircone doit être envisagé sous digue. L'absence de phase vitreuse nous pose problème car ni le traitement à l'acide fluorhydrique, ni les silanes ne sont efficaces sur ces substrats. Il faudra donc apporter un traitement de surface particulier propre aux céramiques polycristallines ou à défaut, utiliser une colle auto-adhésive. (88)

4.2 Coloration du pilier (89) (59) (90) (43)

La couleur du moignon, que ce soit la dent naturelle ou une reconstitution coronoradiculaire, a une grande influence chromatique sur le résultat esthétique final. De manière générale, c'est la coloration du pilier qui va orienter le choix vers un matériau translucide ou au contraire opaque.

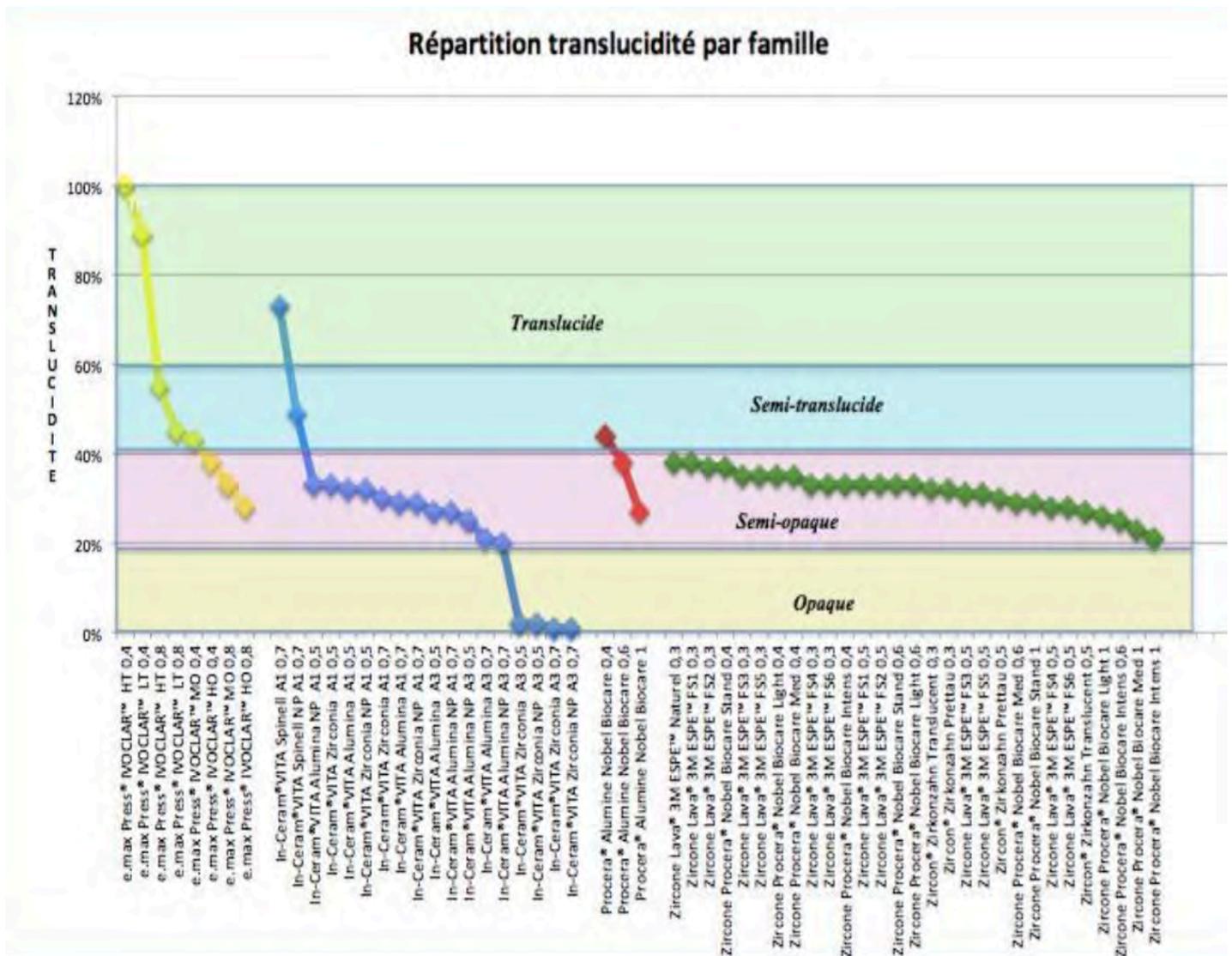


Fig 4-6 : Graphique de répartition de la translucidité du matériau selon sa nature et son épaisseur. (58)

Avec ce graphique, on peut distinguer quatre groupes : matériaux translucides, semi-translucides, semi-opaques et opaques. Cela permet d’avoir une vue d’ensemble des différents niveaux de translucidité utilisables pour la réalisation de couronnes périphériques. Outre l’épaisseur, l’état de surface poli ou non poli (NP) et la coloration de l’infrastructure ont un impact non négligeable sur la translucidité.

Dans la catégorie translucide on retrouve trois matériaux, l’E.max Press HT et LT en 0,4 mm et l’In-Ceram Spinell polie en 0,7 mm.

L’ensemble des armatures zircons étudiées sont en 3Y-TZP et se situent dans la catégorie semi-opaque. Les épaisseurs les plus fines 0,3 mm se rapprochent de la translucidité des

systèmes semi-translucides tandis que les plus épaisses sont à la limite des systèmes opaques. (58)

Avec les données du graphique ci-dessus, on peut réaliser un tableau classant les différents systèmes céramiques en fonction de la nature du matériau et de son épaisseur. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble.

Translucide	Semi-translucide	Semi-opaque	Opaque	
Feldspathique	E.max HT 0,8 mm	E.max MO 0,8 mm	InCeram Zirconia	
	E.max LT 0,8 mm			
	Zircone 5Y-TZP	E.max HO 0,8 mm		CCM
	Zircone 4Y-TZP	Zircone 3Y TZP		
InCeram Spinell 0,7 mm				

Fig 4-7 : Proposition d'un tableau classant les différents systèmes céramiques adaptés aux couronnes périphériques. (58)(91)(92)

Afin de simplifier le choix de la translucidité, il est possible de classer la couleur de la dent dans l'une des quatre catégories de translucidité décroissante : Dent vivante sans coloration > dent vivante avec coloration > dent dépulpée sans coloration > dent dépulpée avec coloration. (92)



Fig 4-8 : Les quatre catégories de translucidité selon le statut pulpaire et la présence d'une dyschromie.(92)

Lorsque la dent à reconstituer est dépulpée il faudra anticiper l'influence chromatique de la reconstitution corono-radicaire (RCR). Pour le continuum optique, si la biomécanique le permet, il faudra privilégier une RCR esthétique en composite pour mimer la couleur naturelle de la dentine. L'utilisation d'une RCR coulée va assombrir la dent et peut compromettre le résultat esthétique surtout avec une couronne tout céramique. Pour atténuer cet effet, certains auteurs recommandent une céramisation coronaire de la RCR coulée. Cependant, la partie intra-radicaire de l'inlay-core crée toujours un effet d'ombre dans la zone cervicale, cela est d'autant plus accentué que le moignon est dyschromié et le parodonte est fin. (92)

Avant de commencer le traitement prothétique, il peut être judicieux de proposer un éclaircissement dentaire afin de déplacer la situation vers une catégorie plus simple à gérer optiquement. Ce n'est qu'après l'évaluation finale de la couleur que l'on pourra choisir la bonne translucidité de matériau. (92)

En compilant toutes ces données on peut en ressortir quelques grandes lignes :

- **Couleur naturelle** : on va privilégier un système translucide ou semi-translucide pour favoriser la diffusion de la lumière au sein du noyau dentinaire et sur les tissus parodontaux marginaux.
- **Dyschromie légère à modérée** : on va plutôt utiliser un système semi-translucide.
- **Dyschromie sévère et/ou inlaycore** : on va s'orienter vers un système semi-opaque voir opaque.

4.3 Espace prothétique disponible

L'espace prothétique disponible va directement influencer l'épaisseur de la future restauration. Par conséquent il va y avoir une incidence sur le rendu esthétique.

Vichi A. et coll. dans une étude in-vitro, ont comparé l'influence de la couleur du pilier selon des épaisseurs variables de vitrocéramique (IPS Empress) et ont conclu :

- **Pour une épaisseur > ou = à 2 mm**, la couleur du substrat ne semble pas visible,
- **Pour une épaisseur de 1,5 mm**, il est recommandé de prendre en compte la couleur du substrat dans le choix du matériau,

- **Pour une épaisseur < ou = à 1 mm**, sur un substrat dyschromié, il n'est pas recommandé de réaliser une couronne monolithique en leucite. (93)

Il faut garder à l'esprit que les systèmes translucides sont plus sensibles aux variations d'épaisseur que les semi-translucides ou semi-opaques.

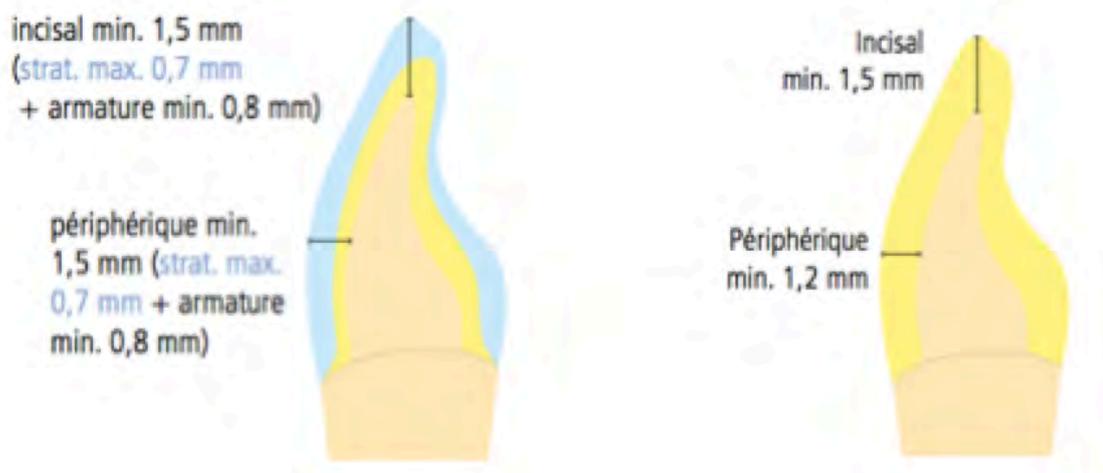


Fig 4-9 : Epaisseur minimale de préparation entre une CCC et une couronne monolithique, en E.max CAD selon les données du fabricant. (45)

Epaisseurs minimales pour E.max (disilicate de lithium) :

- **CCC** : 0,8 mm pour l'armature dans le secteur antérieur. La chape étant l'élément le plus résistant de la restauration, elle doit représenter au minimum 50% de l'épaisseur totale.
- **Monolithique** : 1,2 mm en périphérie dans le secteur antérieur. La RAC périphérique peut même descendre à une épaisseur de 0,8 à 1,0 mm sur sa périphérie grâce à la performance du collage. (7)(45)

Epaisseurs minimales pour l'E.max ZirCAD (zircone) :

- **CCC** : 0,4 mm pour l'armature dans le secteur antérieur. Il faut veiller à ménager au moins 1,0 mm d'épaisseur supplémentaire dans la zone de stratification prévue.
- **Monolithique** : 0,8 mm en périphérie dans le secteur antérieur. (45)

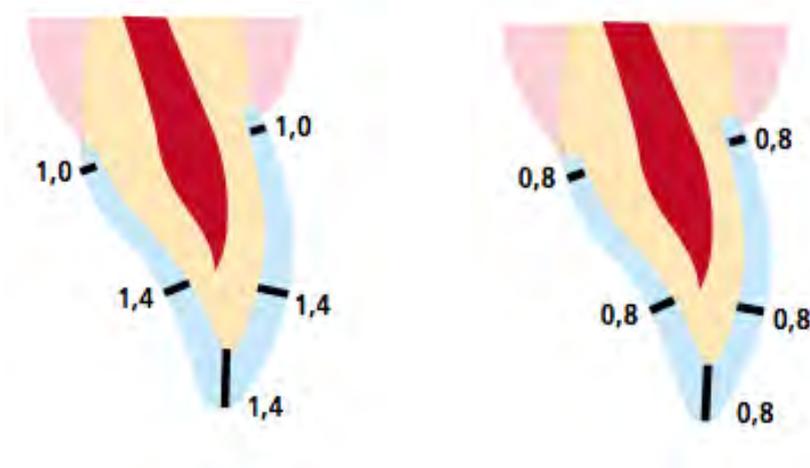


Fig 4-10 : Epaisseur minimale de préparation entre une CCC et une couronne monolithique, en E.max ZirCAD selon les données du fabricant. (45)

L'espace prothétique disponible dépend du délabrement initial de la dent. Si la dent est peu délabrée, la technique monolithique demeure plus économique pour la préparation périphérique. Dans ce cas il vaut mieux privilégier du disilicate de lithium collé pour la biomimétique. Si pour des raisons d'espace prothétique très réduit, dans le cas d'une occlusion serrée par exemple, la zircone « translucide » peut supporter des épaisseurs homothétiques très fines (0,8 mm) et garantir un résultat esthétique.

En revanche, si le délabrement est très important ou si notre préparation dentaire a été accidentellement trop mutilante, il vaut mieux privilégier une CCC avec une armature en disilicate de lithium. En effet, si l'espace disponible est trop important il vaut mieux utiliser le système qui prend le plus de place et qui est le plus translucide (infrastructure E.max MO) pour compenser ce volume superflu. Sur de trop grosses épaisseurs, une couronne monolithique deviendrait trop opaque.

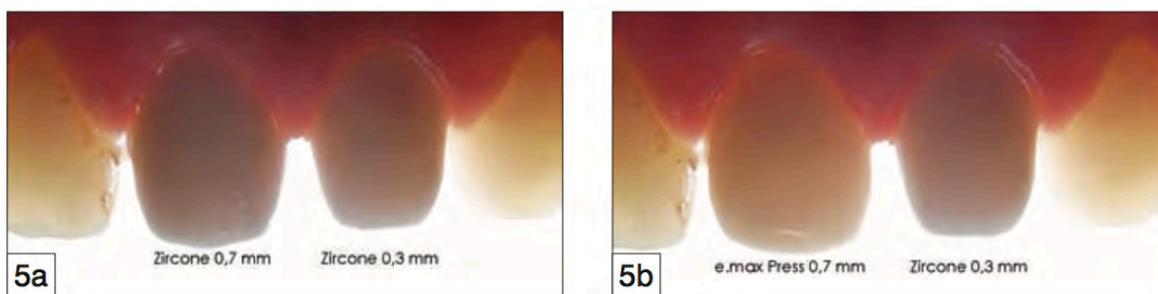


Fig 4-11 : On constate que la translucidité de la zircone varie selon son épaisseur, sans toutefois atteindre celle de la vitrocéramique. Etienne O. et Hajto J. (43)

Pour rester dans la philosophie de la dentisterie minimalement invasive, le système idéal sera celui qui respectera le maximum de tissu résiduel tout en assurant de bonnes propriétés optiques et mécaniques en respectant les épaisseurs minimales.

4.4 Restaurations prothétiques de différentes natures

Dans les projets esthétiques concernant l'ensemble du secteur antéro-maxillaire ou même l'intégralité de l'arcade, en fonction de la situation initiale et du wax-up, il n'est pas rare de cumuler différents moyens thérapeutiques telles que des résines directes, des RAC partielles et des coiffes périphériques.

S'il y'a des facettes et des couronnes périphériques combinées, il semble judicieux d'utiliser le même matériau pour faciliter la mise en œuvre. Par exemple, pour le prothésiste il est très compliqué d'intégrer une facette feldspathique à coté d'une couronne en zircone. On obtiendra un résultat final plus homogène si on utilise la même céramique. Pour cela, le disilicate de lithium semble répondre à un plus grand nombre d'indications. Grâce à ses propriétés mécaniques et à son éventail de translucidité, il convient autant pour la réalisation de facettes hautement translucides que pour la réalisation d'armatures opaques. (59)

Avec cette philosophie d'harmoniser le sourire, il est possible de proposer au patient une réfection de ses anciennes restaurations inesthétiques et de les intégrer dans le nouveau projet esthétique.

4.5 Nature de la dent antagoniste (94) (95)

Les céramiques dentaires sont les matériaux les plus abrasifs vis-à-vis de l'émail, des composites, des alliages métalliques et des céramiques elles-mêmes. Les différentes céramiques ne sont pas toutes égales face à ce pouvoir abrasif. Par contre, le principal facteur responsable de l'usure de la dent antagoniste, et ce quelque soit la céramique, va être l'état de surface du matériau.

Dans une étude menée in vivo, sans bruxisme et sur douze mois, Jagger et Harrison ont montré des pertes de substance amélaire face à des couronnes stratifiées (CCM) jusqu'à quatre fois supérieure à l'usure physiologique.

La grande abrasivité de la céramique cosmétique (feldspathique) serait liée à la perte de la glasure. La microstructure hétérogène de la céramique sous-jacente agirait comme une pierre ponce sur la dent antagoniste. Malheureusement cette glasure s'apparente à une fine couche vitreuse qui est très fragile. Au niveau des points de contacts occlusaux, cette glasure disparaîtrait au bout d'un an, contre six mois à peine chez le patient bruxomane. Concernant les couronnes monolithiques en disilicate de lithium, leur abrasivité demeure importante envers l'émail. La technique par pressée est plus abrasive que l'E.max usinée car les lingotins possèdent des cristaux plus volumineux, et ont une surface plus rugueuse. Quant aux couronnes « full zircone », elles souffrent d'une mauvaise réputation à cause d'une erreur d'interprétation. La très grande dureté du matériau rend la zircone très résistante à l'usure, c'est pour cela qu'elle est difficile à polir. En revanche, avec un état de surface bien poli, elle n'a pratiquement aucun effet abrasif sur la dent antagoniste en comparaison aux vitrocéramiques. Lors de l'essayage, si les retouches sont trop importantes, il vaut mieux renvoyer la couronne au laboratoire pour qu'elle subisse un traitement de surface méticuleux.

Le composite CAD/CAM, comme le composite direct, est le matériau le moins résistant à l'usure par attrition, mais c'est aussi le moins abrasif pour les dents antagonistes. Toutefois l'utilisation d'un matériau moins rigide et plus « tendre » peut être privilégié pour limiter l'usure des dents naturelles antagonistes en cas de contraintes occlusales majorées (bruxisme).

A retenir :

- Pour que l'usure soit homogène, il paraît logique de mettre en opposition des matériaux de même dureté. Si les dents antagonistes doivent être restaurées, il est recommandé d'utiliser le même matériau.
- Il est primordial de soigner l'état de surface des céramiques après retouches pour minimiser la rugosité et l'abrasivité. Chaque céramique demande une séquence de polissage spécifique.
- La finition glacée entraîne plus d'usure de l'antagoniste que la finition polie car une fois la glasure disparu, la rugosité de la céramique sous-jacente est plus abrasive.
- Il faut demander systématiquement un polissage mécanique de la céramique avant le glaçage.
- Il est recommandé de polir régulièrement les contacts occlusaux dans le temps, surtout si la couronne a été glacée.

4.6 Bruxomane (96)

Les réhabilitations des patients atteints de bruxisme ont longtemps été réalisées au moyen de couronnes céramo-métalliques aux préparations périphériques larges. Si l'utilisation du métal pour restaurer les faces occlusales garantissait une excellente longévité en bouche, ce matériau ne répond plus à la demande esthétique des patients.

La restauration des usures dentaires chez le patient bruxomane, associées au non à d'autres cofacteurs, peut désormais bénéficier d'une approche minimalement invasive grâce aux restaurations partielles collées. Nous l'avons vu plus haut dans la partie consacrée aux facettes dans la partie III. Cependant, les situations d'usures sévères voire extrêmes nécessitent toujours une approche conventionnelle par couronnes périphériques.

Dans un contexte occlusal parafunctionnel avec des usures importantes, lorsque la réhabilitation prothétique est indiquée, il faut rester très prudent sur les matériaux employés. L'idéal serait de trouver un matériau très résistant mécaniquement. Un matériau avec une bonne résistance à l'usure et une faible abrasivité vis à vis de la dent antagoniste est préférable pour garantir une stabilité prothétique dans le temps.

La zircone apparaît donc comme un matériau de choix. La technique monolithique permet de limiter le risque de chipping de la céramique cosmétique et permet de limiter le délablement tissulaire déjà conséquent par l'usure. Un assemblage par collage ou au moins par scellement adhésif au CVImar prévient le risque de fracture. Son interface résineuse plus souple qu'un joint de ciment permet d'absorber une partie des contraintes.

Pour obtenir un compromis esthétique et fonctionnel dans le secteur antérieur, l'utilisation de couronnes en zircone 4Y-TZP cut-backées semble intéressante.

V. LES RESTAURATIONS PAR MATERIAUX INSERES EN PHASE PLASTIQUE

1. Généralités

Les restaurations par matériau inséré en phase plastique (RMIPP) ou les reconstitutions coronoradiculaires (RCR) foulée sont définies comme la réalisation d'un moignon coronaire pré-prothétique à l'aide d'une résine composite, comprenant généralement une extension intra-canalair par tenon fibré.

La RMIPP est utilisée avant tout pour apporter un complément de rétention de l'élément prothétique sur les dents dévitalisées. Contrairement aux inlay-core, elle présente l'avantage d'être réalisée en une seule séance et d'avoir des propriétés biomécaniques et optiques proches de celles de la dentine. Les contraintes fonctionnelles sont mieux réparties à travers la structure dentaire résiduelle et l'interface « dent-restauration » se trouve moins sollicitée. De plus, l'insertion de composite en phase plastique préserve d'avantage les structures dentaires en comblant les éventuelles contre-dépouilles, plutôt que de les éliminer.

Les données statistiques montrent des taux de succès comparable à celui des inlay-cores. Les fractures radiculaires sont très rares, et lorsqu'elles surviennent elles sont plutôt localisées dans la zone cervicale, là où la ré-intervention est plus facilement envisagée.
(97)

2. Indications (98)

L'indication d'une RCR est le rétablissement du volume coronaire d'une dent dépulpée qui doit recevoir une couronne périphérique.

Il est admis depuis un certain temps que l'on peut reconstituer une dent dépulpée par une restauration partielle collée voir par une restauration directe en composite, et que la systématisation d'une RCR suivi d'une couronne suite à une traitement endodontique ne fait plus consensus. Des concepts thérapeutiques ultra-conservateurs tel que le « No post no crown » décrit par Pascal Magne ont émergés avec la meilleure compréhension du comportement biomécanique de la dent dépulpée. La quantité de tissus dentaire perdue et la perte des structures anatomiques (crêtes marginales) sont les principaux facteurs influençant sur la résistance mécanique de la dent. L'apport d'un tenon intra-canalair ne

peut en aucun cas renforcer la structure dentaire et doit par conséquent être évité le plus possible.

Cependant lorsque le délabrement est trop important, une reconstitution coronaire avec ou sans ancrage radiculaire s'impose pour assurer la rétention de la suprastructure.

Il existe deux types de RCR de la dent dépulée :

- RCR foulée ou reconstitution avec un matériau inséré en phase plastique (RMIPP).
- RCR coulée ou reconstitution avec un matériau métallique (Inlay-core).

En dehors du contexte clinique, il est difficile de proposer une valeur limite de perte de substance permettant d'indiquer l'une ou l'autre des techniques. De toute façon, la décision finale sera prise une fois la préparation corono-périphérique faite.

Cela veut dire que le praticien doit anticiper le type de matériau, afin de ménager l'épaisseur nécessaire pour la préparation. Si la structure dentaire est relativement bien préservée, il semble intéressant de mettre en œuvre une technique moins délabrante comme une couronne monolithique, pour conserver le maximum de parois et pour autoriser la réalisation d'une RMIPP. Utiliser une technique plus mutilante, telle qu'une couronne céramo-céramique, augmente le risque de perdre trop de parois résiduelles et d'aboutir à la réalisation d'un inlay-core qui ne pourrait pas assurer le continuum optique de la céramique sus-jacente.

L'économie tissulaire devenant une priorité dans notre arbre décisionnel, l'inlay-core ne doit être envisagé uniquement si la RCR foulée n'est pas possible. Sa préparation nécessite une mise de dépouille et donc une mutilation supplémentaire des tissus dentaires. De plus, sur le plan esthétique, l'inlay-core nécessite une suprastructure opaque pour cacher le métal. Le résultat obtenu ne pourra pas être naturel.

Les facteurs décisionnels sont communs aux deux types de RCR. L'inlay-core n'étant pas une technique adhésive, il ne sera pas détaillé dans ce travail.

3. Facteurs décisionnels

Le tableau décisionnel est tiré de l'ouvrage de Muller Bolla et permet de guider le praticien dans sa prise de décision.

		RCR foulée				
Nombre de parois		4	3	2	1	0
Hauteur des parois	totale		2/3	1/3	0	
Épaisseur des parois		>1mm			<1mm	
		RCR coulée				

Fig 5-1 : Tableau décisionnel entre une RCR foulée et coulée. (99)

La notion de paroi semble essentielle dans la prise de décision, mais quelle en est sa définition ?

Selon M Bolla « *Est considérée comme paroi, toute hauteur coronaire d'au moins un tiers de la hauteur, d'une épaisseur minimale de 1 mm, et dont la limite de préparation est supragingivale..* » (99)

Par conséquent, tout tissu dentaire résiduel inférieur à ces valeurs ne peut être utilisée comme une paroi mécaniquement fiable. Toutefois l'évaluation des tissus résiduels reste largement soumise à l'appréciation du praticien et ses décisions seront nuancées par son expérience et par ses convictions.

3.1 Nombre de parois

Le tableau du dessus indique qu'il faut au minimum 2 parois restantes pour réaliser une RMIPP. Cependant cette indication prévaut plutôt pour les molaires, où la chambre camérale est importante pour assurer le collage. Pour les monoradiculées du secteur antérieur, il faut de préférence au moins 3 parois.

En fin de compte, le facteur le plus important demeure la surface de collage disponible au niveau de la chambre pulpaire. Plus il y'a de parois, plus la surface de collage est importante et plus on peut se passer du tenon radiculaire. (100)

Rappelons aussi que ce volume caméral est très variable selon l'anatomie de la dent, il est plus important sur une molaire que sur une incisive. Le nombre de paroi ne constitue pas un facteur exclusif, il est à pondérer avec les autres critères de choix.

3.2 Hauteur des parois

La hauteur des parois ne fait pas consensus auprès des auteurs. Selon le tableau du dessus, plus la hauteur des parois est importante plus la RMIPP est indiquée. Une hauteur des parois inférieure au 1/3 de la hauteur coronaire initiale tend vers une RCR coulée. (99)

Selon les recommandations de l'ANAES, octobre 2004, une hauteur de paroi supérieure ou égale à la moitié de la hauteur coronaire prothétique semble satisfaisante pour la RMIPP. (101)

3.3 Epaisseur des parois

Plus l'épaisseur des parois est importante, plus la situation pour réaliser une RMIPP est favorable. Une épaisseur de paroi d'au moins 1 mm doit être requis. Dans le cas échéant, cette paroi ne pourra pas être comptabilisée comme telle et une RCR coulée sera potentiellement indiquée. (99)

Dans les situations où la marge de manœuvre est faible, il vaut mieux privilégier un matériau qui demande une moindre épaisseur de préparation afin de ne pas trop affiner les parois résiduelles.

3.4 Limite gingivale des parois

La RMIPP étant une technique adhésive, elle ne pourra être envisagée qu'à condition de pouvoir poser le champs opératoire. (99)

Des limites cervicales trop enfouies, souvent rencontrées lors des fractures, posera d'emblée l'indication d'un inlay-core si une thérapeutique de relocalisation des marges n'est pas prévue.

3.5 Effet ferrule

L'effet ferrule est un autre critère de choix très important. Il n'apparaît pas dans le tableau mais est certainement le critère le plus important pour la résistance mécanique de la dent dépulpée. Il permet d'établir un pronostic de la dent.

La ferrule se définit comme un anneau circonférentiel de dentine saine se situant au dessus de la limite cervicale après la préparation périphérique.

Dans les meilleurs conditions, la ferrule est présente sur toute la circonférence de la dent et a une hauteur d'au moins 2 mm pour au moins 1 mm d'épaisseur. C'est à dire que l'on doit retrouver une hauteur de 2 mm entre la limite cervicale de la préparation périphérique et la limite coronaire de la dentine résiduelle. (98)

La ferrule confère à la préparation un effet de cerclage bénéfique pour le comportement biomécanique de la dent restaurée et pour la rétention de la prothèse. (102)

Elle s'oppose aux forces horizontales et obliques, qui sont les plus délétères pour l'organe dentaire. (103) Ainsi plus la ferrule est performante, plus le risque de fracture dentaire et de descellement prothétique est faible.

Il n'existe pas de réel consensus entre les auteurs sur les dimensions précises de la ferrule mais il semblerait que certains facteurs jouent sur la performance de cette dernière.

L'étude de Pereira et coll. a montré que la résistance mécanique de la dent augmentait avec la hauteur de la ferrule. (104)

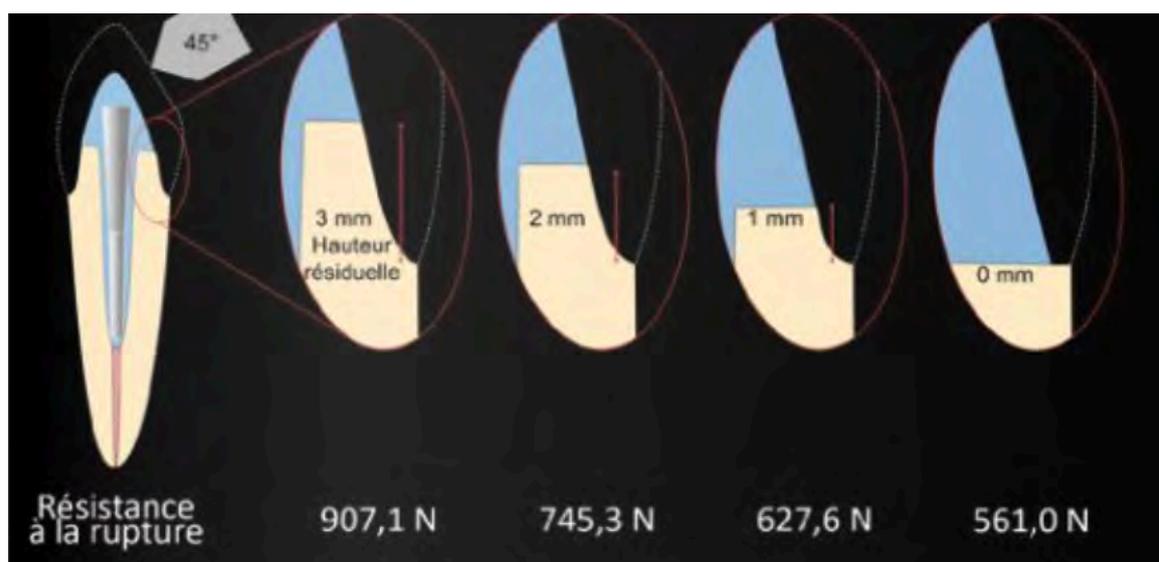


Fig 5-2 : Valeurs de résistance à la rupture de la dent selon la hauteur de la ferrule soumise à une force oblique de 45°. (104)

Selon Sorensen et coll. 1990, un cerclage d'1 mm de haut double la résistance à la fracture (105). Ainsi, si le cerclage n'est pas d'emblé obtenu, un allongement coronaire chirurgical, ou mieux une traction orthodontique peut permettre de déplacer apicalement la limite de finition pour créer un effet ferrule. (106)

L'effet de cerclage serait encore plus efficace si les parois résiduelles sont hautes et parallèles, en particulier pour la paroi palatine qui s'oppose aux forces de cisaillement. (7)

Depuis longtemps, la littérature scientifique orientait le choix d'un inlay-core en l'absence de cerclage. Le matériau était considéré comme suffisamment résistant pour encaisser les contraintes mécaniques de la supra-structure et ce malgré l'absence de l'effet protecteur de la ferrule. De plus récents articles sont apparus et remettent en cause l'utilité de l'inlay-core dans les situations critiques au profit des techniques adhésives. Stavridakis M et coll. 2018, considèrent l'utilisation du tenon fibré et du composite comme le meilleur choix clinique en l'absence de cerclage. Il considère qu'il est plus favorable d'utiliser un système qui concentre les contraintes au niveau du noyau dentinaire et du tiers cervical plutôt que dans la racine avec l'utilisation d'un tenon métallique où l'échec est souvent fatal. (107) La méta-analyse de Batista V et coll. 2018 comparant des RMIPP avec tenon fibré dans différentes situations obtient des taux de survie de 88,35% avec la présence de cerclage contre 78,05% sans cerclage. Si les résultats montrent que la présence d'un cerclage semble protéger la dent, son absence semble moins préjudiciable qu'avec les inlay-core. Les auteurs concluent que la présence de ferrule ne diminue pas de manière significative le risque d'échec d'un tenon fibré. (108)

Pascal Magne va encore plus loin et considère que l'utilisation d'un tenon demeure superflue, même en présence de dents antérieures ou postérieures totalement dépourvues d'effet de cerclage (absence de ferrule). (74) Dans son étude de 2017, il montre que les tenons sont préjudiciables pour une future réintervention ou réparation et qu'ils ne permettent pas de compenser une absence de ferrule. Il n'y aurait donc pas de supériorité de résultat à les utiliser. (109)

4. Choix du matériau

4.1 Avec tenon fibré

Une RMIPP à tenon fibré associe une résine composite, un tenon de différente nature et un système adhésif. Un système adhésif M&R dual et une résine composite duale sont préférés. Actuellement, les deux types de tenon retenus sont ceux en fibres de verre et ceux en fibres de quartz. Ils présentent l'avantage d'être translucides et de favoriser la photopolymérisation intracanalair du composite par conduction de la lumière. (99) Ces tenons fibrés sont composés d'une majorité de fibres longitudinales parallèles entre elles (60 à 75%), qui sont noyées dans une matrice résineuse (époxy ou polyester). Ils ont un module d'élasticité semblable à celui de la dentine. La forme cylindro-conique est à privilégier car elle associe les qualités rétentives de la portion cylindrique et le respect homothétique du canal par sa portion conique.

Il existe trois techniques de mise en œuvre du composite de reconstitution (101) :

- **Technique « foulée »** : le tenon fibré est collé dans sa partie intracanalair à l'aide d'une résine composite duale, puis dans un deuxième temps, un autre composite de restauration photopolymérisable est « foulé » par incréments dans la portion coronaire. Cette technique permet un meilleur contrôle de chaque étape, notamment le bon positionnement du tenon fibré avant la polymérisation et la non inclusion de bulles avec le composite foulé. Par contre, elle est beaucoup plus longue à mettre en œuvre. (99)
- **Technique injectée en un temps**: la résine de reconstitution duale est insérée au fond du logement canalair, le tenon est inséré et la partie coronaire est remplie à son tour, avant la photopolymérisation finale. Avec cette technique, un seul composite de reconstitution est utilisé. Cela assure une mise en œuvre ergonomique et une restauration homogène en évitant la multiplication des matériaux et interfaces. (7) Cependant, la polymérisation de la résine intracanalair est essentiellement chimique car les photons lumineux ont du mal à pénétrer si loin. Dans ce cas, il est recommandé de réaliser une première photopolymérisation après l'insertion du tenon et avant le comblement de la portion coronaire afin de potentialiser l'adhésion.

- **Technique injectée en deux temps** : le tenon fibré est assemblé dans sa partie intracanaulaire à l'aide d'une colle auto-adhésive ou d'un scellement adhésif (CVIMAR), sans conditionnement de surface particulier, puis un système adhésif est appliqué au niveau coronaire et un composite dual est injecté. Si le protocole de collage est simplifié au niveau canalaire, la restauration de la portion coronaire nécessite quand même l'utilisation d'un système adhésif amélo-dentinaire et d'un composite. Bien que certaines études (Amaral et coll 2009, Bitter et coll. 2009) ont montrées que l'utilisation d'une colle auto-adhésive RelyX-Unicem (3M Espe) pouvait avoir des valeurs d'adhésion comparables voire supérieures aux autres systèmes adhésifs (MR et SAM), ce protocole multiplie le nombre de produits à utiliser.

Dans les RCR adhésives, le tenon fibré a seulement un rôle de tuteur pour le composite de restauration. En d'autres termes, il permet d'exploiter la surface de collage intra-canaulaire pour augmenter la rétention de l'extension coronaire. (97)

Il ne doit pas être utilisé systématiquement. Si dans le passé, certains auteurs pensaient pouvoir améliorer la résistance à la fracture des dents dépulés, actuellement il est admis qu'une préparation canalaire supplémentaire ne peut que fragiliser un peu plus la dent. (110)

4.2 Sans tenon fibré

En fonction de la situation clinique, il peut être intéressant de se passer de l'ancrage radiculaire. Pour le moment, il n'existe pas de critères objectifs permettant de savoir si le tenon fibré est réellement indiqué. Cependant dans certains cas, il apparaît que les RMIPP sans tenon constituent une alternative de choix en présence d'un cerclage efficace (111). Selon l'article d'Incau E et coll. 2011, quand il reste plus de la moitié des tissus dentaires initiaux et que chaque paroi, après la préparation, ont au moins 1 mm d'épaisseur et 4 mm de hauteur, un simple composite permet de retrouver un moignon rétentif. (104)

Globalement, plus la hauteur disponible de la chambre pulpaire est importante, plus les RMIPP sans tenon sont pertinentes. Selon l'étude de Magne P et coll. 2017 en plus d'avoir une résistance à la fracture comparable aux RMIPP avec tenon, le taux d'échec fatal pour la conservation de la dent, est inférieur (53% contre 100%). (112)

VI. LES BRIDGES CANTILEVER COLLES

1. Généralités

Les bridges cantilever collés sont des restaurations constituées d'une ailette et d'un élément en extension, dit en cantilever. Ces restaurations sont destinées aux situations d'édentement unitaire antérieur et visent à combler l'espace à la manière d'un inter de bridge traditionnel.

Initialement, les premiers bridges collés ont été proposés par Rochette dans les années 70 et émanés déjà de la volonté d'être moins invasif que les bridges conventionnels.

Différents designs sont ensuite apparus au fil des années et avaient comme point commun plusieurs ailettes susceptibles de se coller aux surfaces dentaires. Au départ les ailettes étaient en métal mais se montrait défailant sur le plan optique. Il laissait souvent transparaître une coloration grisâtre à travers le pilier dentaire, encore plus si la dent était fine et translucide.

Les travaux de Mathias Kern dans les années 90 ont permis de faire évoluer le design des bridges à ailettes. Ils ont constatés que les fractures d'ailettes et les décollements partiels d'anciens bridges laissés tel quel avaient un bon taux de survie dans le temps. C'est en partant de ce constat qu'est née l'idée de développer un nouveau type de bridge, celui du cantilever à une seule ailette. Depuis, les études ont rapidement montré la supériorité de ce changement de paradigme. En 2016, une méta-analyse comparant le taux d'échec des différentes conceptions de bridges à ailettes, conclut que le moins d'ailette possible est recommandé pour les bridges collés. (113)

L'option cantilever sur un seul pilier, permet de réduire les contraintes grâce à la mobilité de l'inter et du pilier. Le système n'est plus retenu par plusieurs piliers aux mobilités différentielles. Il conserve une souplesse favorable à l'absorption des contraintes. De plus, la plus fine proprioception du mono pilier évite au patient de solliciter trop fortement le bridge. Ces éléments permettent d'expliquer le taux de survie bien supérieur du bridge cantilever par rapport à son homologue à plusieurs ailettes.

2. Indications

L'indication des bridges collés cantilever se limite aux cas d'édentement unitaire antérieur.

Plusieurs situations peuvent être rencontrées :

- Agénésie congénitale de l'incisive latérale maxillaire ou perte prématurée d'une dent antérieure suite à un traumatisme chez l'enfant et l'adolescent. La continuité de la croissance faciale contre-indique temporairement la pose d'un implant. Le bridge collé à ailette est utilisé comme une prothèse transitoire.
- Alternative aux contre-indications absolues ou relatives à l'implantologie chez l'adulte.
- Limites financières ou manque de motivation liée au traitement implantaire.
- Edentement encastré de faible dimension, inférieure à 5 mm. Cette situation est plutôt rencontrée à la mandibule par la perte d'une incisive de petite taille. (7)

Le bridge cantilever collé n'est pas utilisé pour éviter l'implantologie mais s'utilise en complémentarité pour répondre à des situations cliniques particulières. Selon Samama Y, il n'existe pas d'âge idéal pour implanter. Compte tenu de l'absence de consensus sur l'âge limite où la pose d'un implant est acceptable et de la présence de phénomènes de croissance tardive qui ont lieu chez les jeunes adultes, il est préférable de reculer l'échéance implantaire le plus tard possible. La réussite esthétique d'une dent prothétique implantoportée repose sur l'évaluation du volume des tissus durs mais aussi sur la gestion des tissus mous. (114)

Le bridge cantilever collé a donc un réel intérêt dans notre arsenal thérapeutique. Il présente un certain nombre d'avantages comme :

- Être une restauration esthétique et fonctionnelle même en cas de volume osseux insuffisant. Il est beaucoup plus facile d'obtenir un résultat esthétique avec le bridge collé qu'avec un implant antérieur et ne nécessite pas d'avoir recours à de la chirurgie lourde.
- Avoir une mise en œuvre rapide, même si cette dernière demande une mise en condition parodontale pour recréer l'illusion d'un profil d'émergence.
- Avoir un excellent rapport préservation tissulaire / résultat esthétique.
- De ne pas empêcher la pose ultérieure d'un implant. (115)

3. Facteurs décisionnels

3.1 Choix du pilier dentaire

De manière générale, le choix de l'appui dentaire s'orientera vers une incisive centrale, que ce soit pour le remplacement d'une incisive latérale ou bien celui d'une autre centrale.

Plusieurs arguments vont en faveur de choix. En effet, l'incisive centrale autorise souvent une surface de collage palatine plus importante. Sa grande hauteur verticale permet de réaliser, lors de la préparation, une boîte proximale aux dimensions avantageuses. Son axe de mobilité sagittal est le même que celui de l'incisive latérale, leur comportement biomécanique reste assez comparable. Pendant la fonction du guide antérieur, la propulsion à tendance à plaquer l'ailette et l'inter.

D'autres paramètres sont à prendre en compte comme la présence de restaurations ou l'occlusion. Idéalement le pilier doit être exempt d'obturations pour favoriser le collage. Si une dent n'est pas en occlusion, l'ailette permet de retrouver les contacts et d'optimiser la fonction du guide incisif. (115)(116)

3.2 Dimension de la boîte proximale

La préparation de la face palatine demande la réalisation d'une boîte proximale. Cette boîte permet d'accueillir la connexion entre l'ailette et l'inter. Ses dimensions sont un facteur très important pour la robustesse de la connexion et pour la pérennité de la restauration. Les auteurs s'accordent pour dire qu'un diamètre de connexion minimal de 12 mm² est indispensable pour utiliser le disilicate de lithium. En dessous de cette valeur, le praticien devra utiliser un autre matériau tel que la zircone, où le diamètre de connexion minimal passe à 9mm². (115)(116)

3.3 Espace prothétique disponible

L'espace prothétique disponible est un facteur important pour obtenir une épaisseur de l'ailette suffisante. En effet, si la ténacité de la zircone autorise une épaisseur de l'ailette à

0,6 mm, il est recommandé d'avoir une épaisseur minimale autour de 0,8 voir 1,0 mm pour le disilicate de lithium.

Lorsque le recouvrement vertical et le surplomb horizontal sont favorables, l'ailette pourra facilement s'intégrer dans le schéma occlusal au moyen d'une préparation minimalement invasive. En revanche, dans les situations où l'articulé dentaire est très serré, l'espace dans le sens vestibulo-palatin devra être créé au détriment de la face palatine pour pouvoir loger l'ailette. La zircone apparaît comme matériau de choix pour éviter une préparation trop mutilante mais aussi pour résister à des contraintes occlusales défavorables.

(115)(116)

3.4 Contexte occlusal

L'analyse du contexte occlusal est fondamentale à tout type de restauration, elle l'est peut être davantage pour les bridges cantilever.

La situation la plus favorable est représentée par une classe I d'Angle avec une fonction canine stricte. Une fonction de groupe est moins favorable, car l'incisive latérale peut participer aux mouvements de diduction et entraîner davantage de forces de cisaillement. D'autres situations sont réellement défavorables et peuvent constituer une contre-indication au bridge cantilever. (117)

Les articulés serrés et les supraclusions, telles qu'on peut les rencontrer dans les classes II d'Angle doivent impérativement bénéficier d'un traitement orthodontique pour augmenter l'espace prothétique et pour retrouver un axe dentaire compatible avec une préparation a minima. Il en est de même pour les malpositions sévères. Le réalignement dentaire par le traitement orthodontique va permettre d'harmoniser les contraintes.

Une absence ou une insuffisance de calage postérieur devra être rétabli avant d'envisager le bridge cantilever collé pour pouvoir décharger les contraintes antérieures.

Enfin, en présence de parafonctions (bruxisme, onychophagie sévère) de plus grandes précautions devront être adoptées, telles que l'utilisation d'une gouttière de protection nocturne et le recours à de la zircone comme matériau de choix. (118)

4. Choix du matériau

4.1 Zircone

La zircone est réputée pour ses bonnes propriétés mécaniques. Le décollement de l'ailette représente la première cause d'échec du bridge. Bien souvent le recollage est possible et la survie du bridge cantilever recollé ne serait pas différente de celle du bridge initial. En ce sens elle peut rassurer le clinicien qui ne rencontrera quasiment pas de fracture d'ailette.

Le rendu final est satisfaisant et le recul clinique commence à devenir important.

Parmi les inconvénients on peut citer le collage de la restauration qui nécessite des protocoles spécifiques à faut maîtriser. Il n'est pas envisageable d'avoir recours à un scellement adhésif comme c'est le cas pour l'assemblage des couronnes en zircone. (119)

4.2 Disilicate de lithium

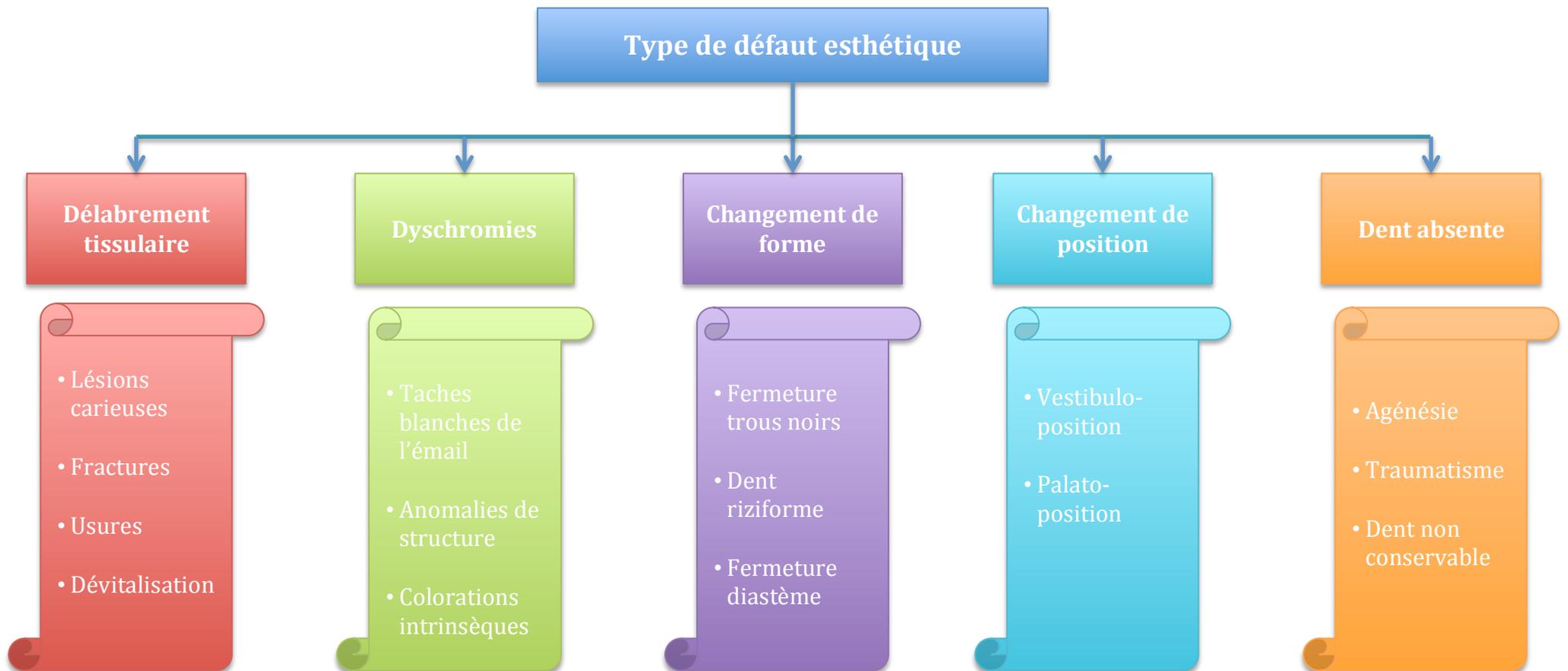
Le disilicate de lithium n'a plus à faire ses preuves sur ses capacités esthétiques et ses capacités de collage. La procédure de collage reste sensiblement la même que pour les facettes en céramique.

Cependant les propriétés mécaniques sont plus faibles. En disilicate de lithium, la fracture au niveau de la connexion demeure la principale cause d'échec et oblige l'opérateur à refaire la restauration. Elle nécessite une plus grande rigueur dans le respect des dimensions de la connexion. Il semble que 12 mm^2 soit la valeur minimale à respecter dans le secteur antérieur. Il est important d'insister auprès de son prothésiste sur la validation de cette dernière. L'utilisation de la CFAO facilite le calcul de la valeur de la connexion au moment de la conception numérique car tous les logiciels donnent accès à ce genre d'informations. Cependant une réalisation par pressée avec stratification est tout à fait envisageable et donne de meilleurs résultats esthétiques.

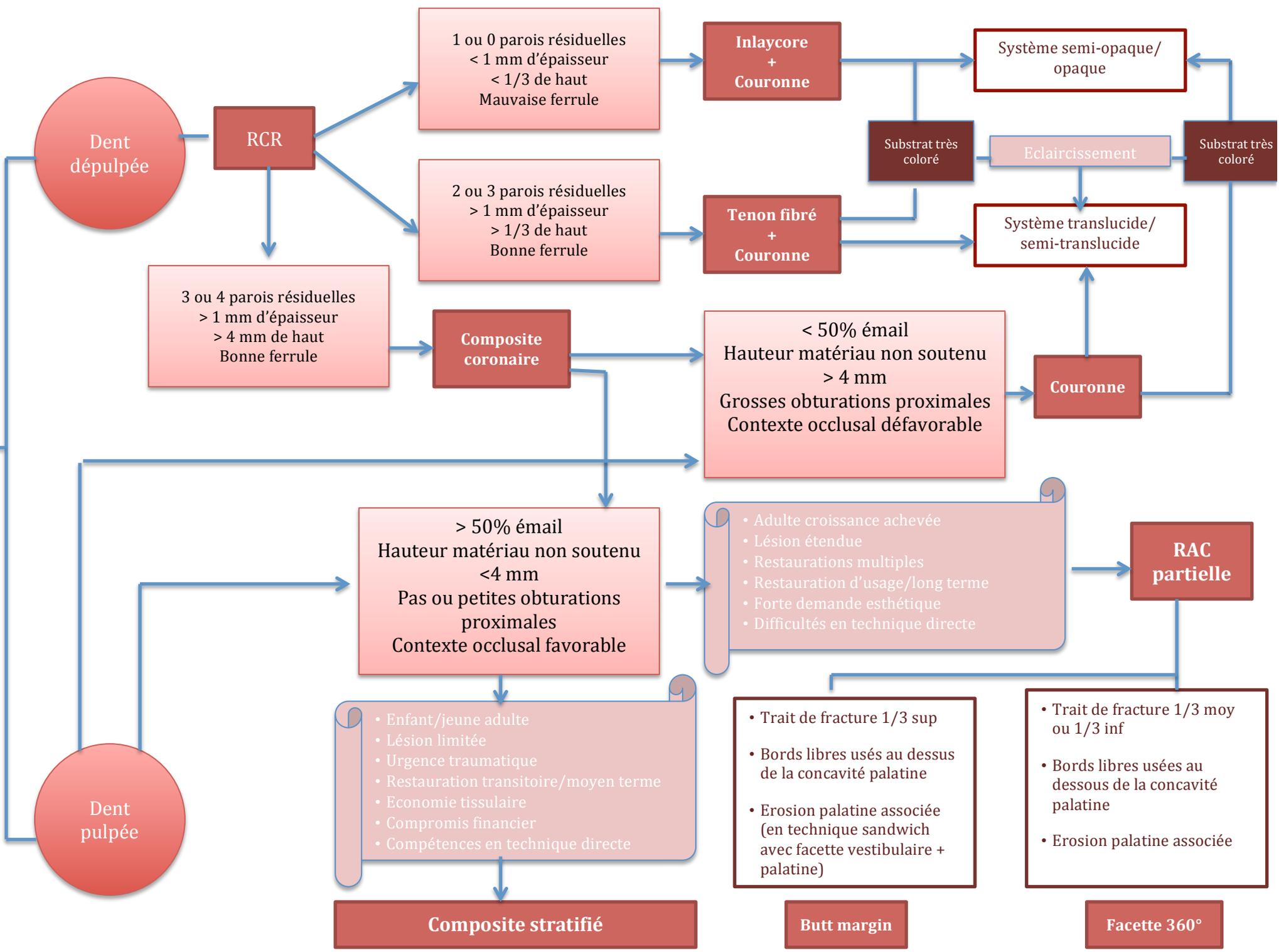
Le recul clinique est plus faible que pour la zircone mais semble tout aussi prometteur. (119)

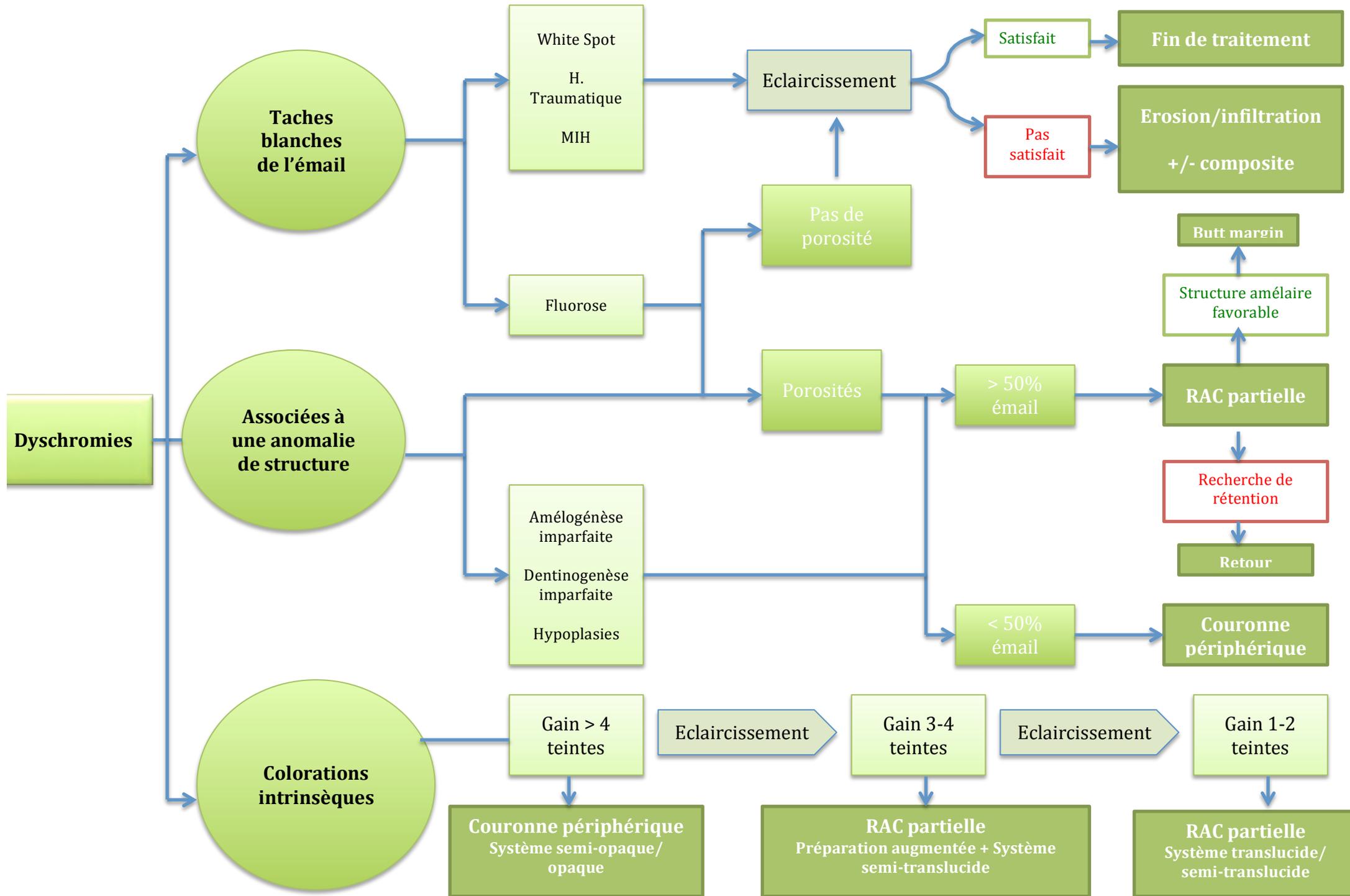
ARBRES DECISIONNELS

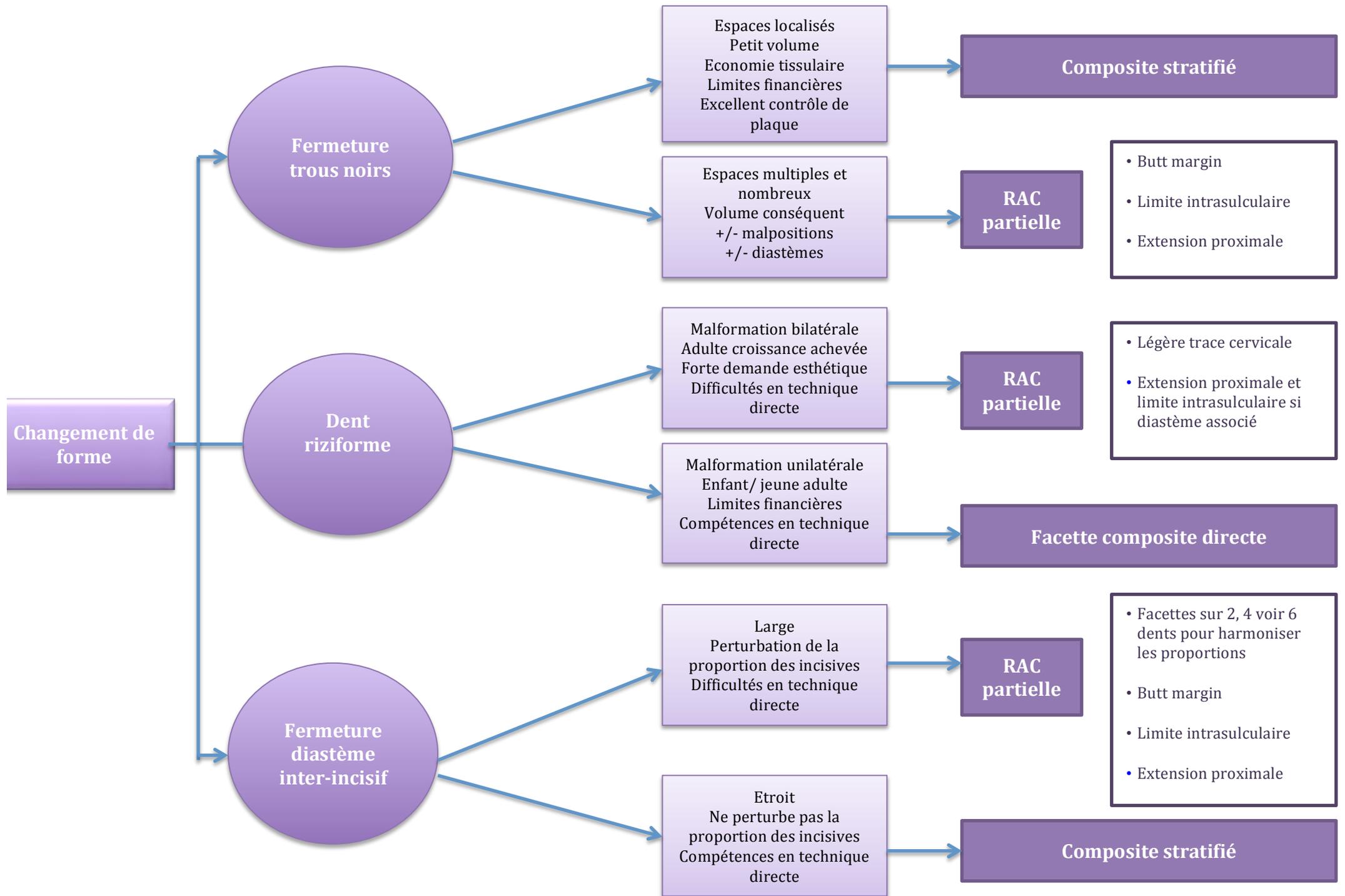
Afin de synthétiser toutes les informations développées dans ce travail, nous vous proposons une série d'arbres décisionnels pour mettre en lumière les critères principaux. En premier, il nous a semblé pertinent de répertorier tous les défauts par catégorie. De cette façon, le praticien peut rapidement évoquer l'objectif de la restauration. Les arbres suivant prendront comme point de départ chacune de ces catégories. Ils proposeront une ligne directrice qui aboutira au type de restauration le plus approprié selon le gradient thérapeutique et les divers facteurs décisionnels.

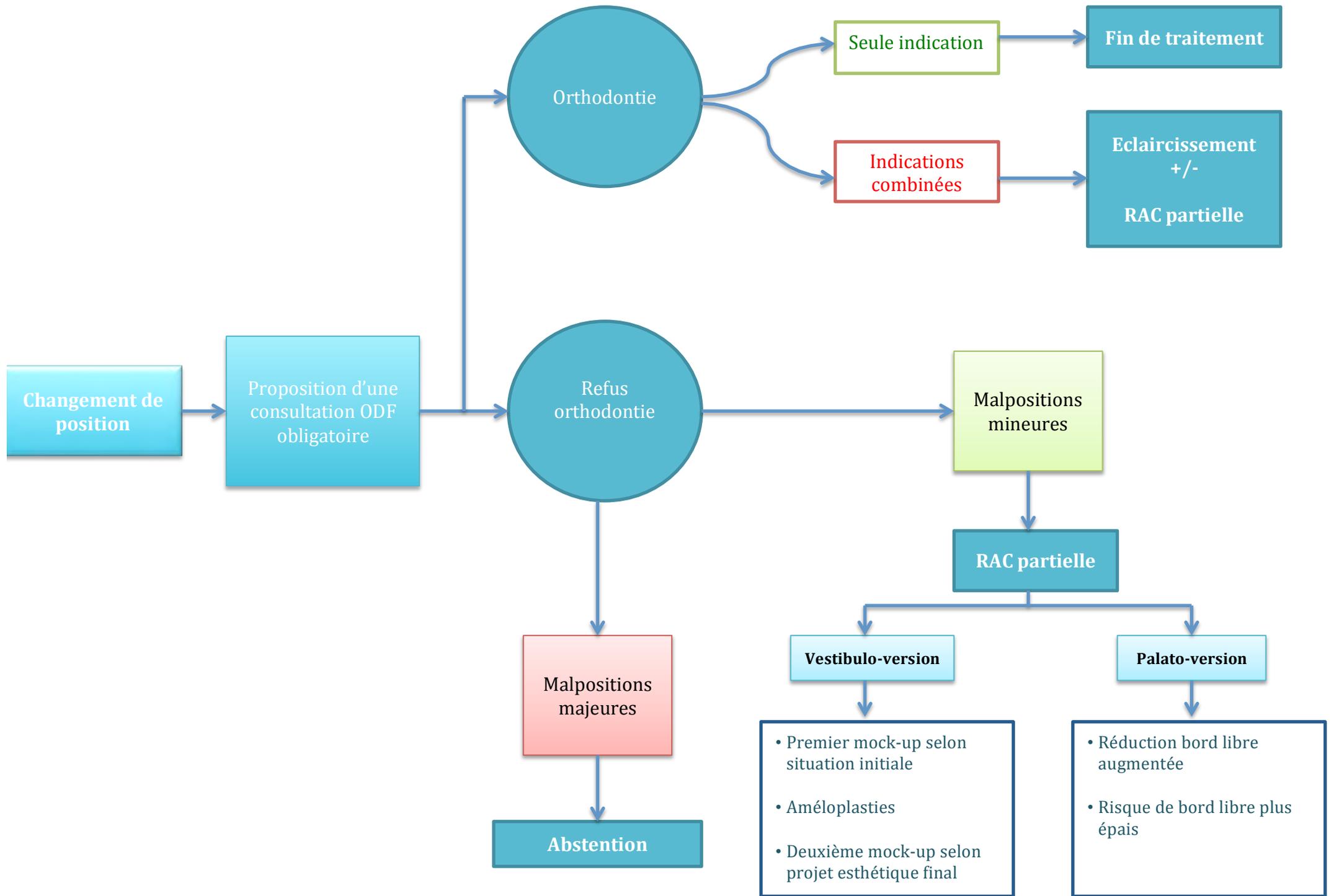


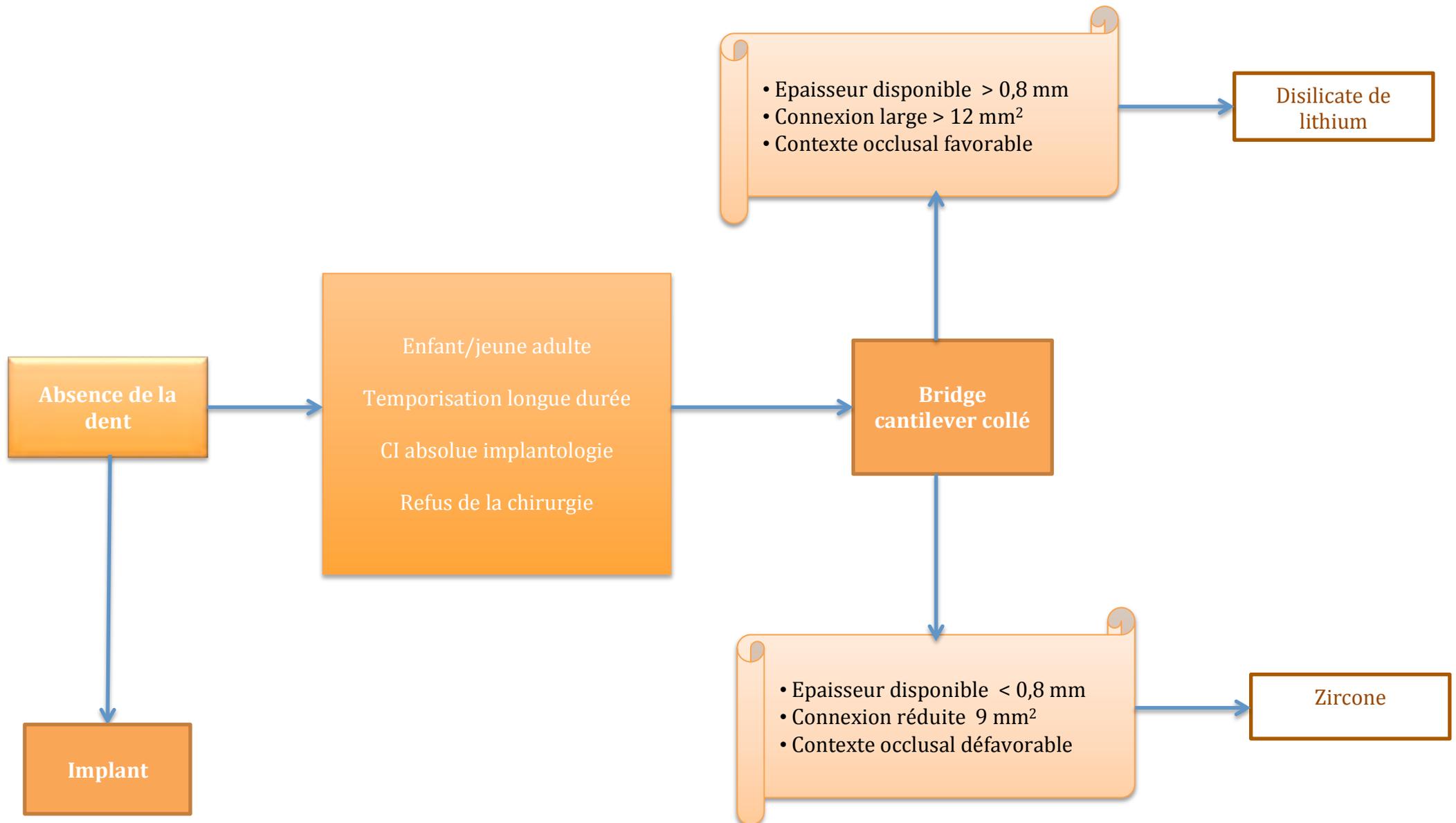
Délabrement tissulaire









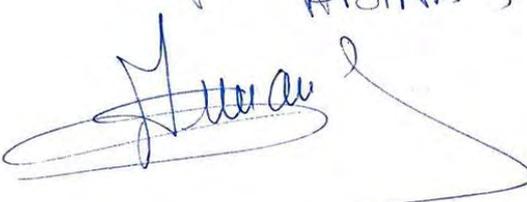


CONCLUSION

Les réhabilitations esthétiques visent à restituer une apparence dentaire la plus naturelle possible. Cette volonté de masquer un défaut s'accorde avec la notion du cout tissulaire. C'est avec les progrès en biomatériaux qu'il nous a été permis d'élargir le champ d'indications des techniques adhésives. Bien qu'elles ne représentent pas une liste exhaustive des différentes solutions, elles couvrent une importante proportion des imperfections rencontrées.

Vouloir restaurer une dent antérieure en s'inscrivant dans la dentisterie minimalement invasive implique des connaissances en histologie, en biomatériaux et en restauration. Tout au long de ce travail, nous avons voulu mettre en lumière les principales caractéristiques, tant sur la nature des défauts que sur les matériaux employés et leur mise en œuvre, qui peuvent avoir un impact sur le résultat esthétique, sur la résistance mécanique ou sur le vieillissement de la restauration.

Chaque technique a ses indications et ses limites et chaque matériau a ses qualités et ses faiblesses. Le praticien devra moduler son choix avec les impératifs de la situation, identifiés par l'analyse diagnostique. Une compréhension un peu plus claire de tous ces éléments permet d'éclaircir davantage nos choix du quotidien...

Vu le Président
du jury
P: ARRIAS


Vu le
directeur de
thèse


BIBLIOGRAPHIE

1. **Caujolle M.** L'érosion-infiltration en odontologie conservatrice : données actuelles [Thèse d'exercice]. Université de Nancy-Metz; 2018.
2. **Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Müller W-D, Dörfer C, Meyer-Lueckel H.** Micro-hardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: Influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *Journal of Dentistry*. 1 juin 2013;41(6):543-8.
3. **Wiegand A, Stawarczyk B, Kolakovic M, Hämmerle CHF, Attin T, Schmidlin PR.** Adhesive performance of a caries infiltrant on sound and demineralised enamel. *Journal of Dentistry*. 1 févr 2011;39(2):117-21.
4. **Jia L, Stawarczyk B, Schmidlin PR, Attin T, Wiegand A.** Effect of Caries Infiltrant Application on Shear Bond Strength of Different Adhesive Systems to Sound and Demineralized Enamel. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2012;14:p 569-574.
5. **Marouane O, Douki N.** Démarche diagnostique et thérapeutique pour la gestion des taches blanches de l'émail. *Lefildentaire magazine dentaire*. 2019
6. **Attal J-P, Atlan A, Denis M, Vennat E, Tirlet G.** Taches blanches de l'émail : protocole de traitement par infiltration superficielle ou en profondeur (partie 2). *International Orthodontics*. mars 2014;12(1):1-31.
7. **Etienne O et al.** Restaurations esthétiques en céramique collée. Editions CdP. 2016. (JPIO).
8. **Denis M, Atlan A, Vennat E, Tirlet G, Attal J-P.** White defects on enamel: Diagnosis and anatomopathology: Two essential factors for proper treatment (part 1). *International Orthodontics*. juin 2013;11(2):139-65.
9. **Sago N.** Techniques de restauration non invasives en denture temporaire [Thèse d'exercice]. Université de Lille; 2017.
10. **Denis M, Atlan A, Attal JP.** Erosion/infiltration : Un nouveau traitement des taches blanches. *Les Entretiens de Bichat*. 2012;
11. **Colon P, Lasfargues JJ.** Odontologie conservatrice et restauratrice. Edition CdP. (JPIO; vol. Tome 1).
12. **Janin M.** L'Hypominéralisation des Molaires et des Incisives (HMI) : données actuelles et enquête dans deux services d'odontologie pédiatrique du CHU de Nancy [Thèse d'exercice]. Faculté d'odontologie de Nancy-Metz; 2016.
13. **Muller Bolla M.** FICHES PRATIQUES D'ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE. CdP. 2018. 496
14. **Jälevik B, Norén JG.** Enamel hypomineralization of permanent first molars: a morphological study and survey of possible aetiological factors. *Int J Paediatr Dent*. déc 2000;10(4):278-89.
15. **Attal JP.** Comment traiter toutes les taches de l'émail ? Blog de Jean-Pierre Attal. 2015
16. **Attal JP.** Simplification de la technique d'érosion/infiltration pour le traitement des taches de l'émail. Blog de Jean-Pierre Attal. 2019.
17. **Leroy S.** L'érosion-infiltration dans la prise en charge des lésions antérieures du MIH chez l'enfant : à propos de trois cas cliniques [Thèse d'exercice]. Université de Lille; 2016.
18. **Belkhir MS, Douki N.** A new concept for removal of dental fluorosis stains. *Journal of Endodontics*. 1 juin 1991;17(6):288-92.
19. **Decerle N, Turpin Y-L, Desa C, Hennequin M.** Le point sur la stratification esthétique des composites. *Actual Odonto-Stomatol*. déc 2011;(256):341-52.
20. **Renard C.** Restauration du secteur antérieur: critères de choix entre technique

- directe et indirecte [Internet] [Thèse d'exercice]. [17/01/2017]: Université de Marseille; 2017.
21. **Mortier E, Balthazard R.** Les résines composites utilisées en méthode directe. *L'Information Dentaire*. oct 2019;4(2):60-9.
 22. **Magne P, Belser U.** Restaurations Adhésives en Céramique. Quintessence International. 2003. 406 p.
 23. **Lehmann N.** Les composites antérieurs en technique directe. *L'Information Dentaire*. juill 2019;(25):28-34.
 24. **Truong T.** Proposition d'un protocole pour la stratification des composites antérieurs à destination des étudiants du CHU. UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER; 2018.
 25. **Vanini L.** Conservative Composite Restorations that Mimic Nature. 2010;26(3):18.
 26. **Cieslak S.** Les facettes avec et sans préparation dentaire : aspects actuels. Faculté d'odontologie de Nancy-Metz; 2015.
 27. **Caron G, Machtou P, Martin D.** Oblitération canalaire cas particuliers des dents traumatisées. 2009;
 28. **Monéry O.** Gestion des modifications physio pathologiques du complexe dentino-pulpaire dans la réalisation de la cavité d'accès endodontique. UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES; 2018.
 29. **Maguin H.** La dent dépulpée dyschromiée : techniques d'éclaircissement interne [Internet]. Faculté d'odontologie de Nancy-Metz; 2013
 30. **Etienne O, Watzki D.** Facettes en céramique sur dents dévitalisées : une option clinique envisageable ? [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2014.
 31. **Lasserre J, Laborde G, Koubi S, Lafargue H, Couderc G, Maille G, et al.** Restaurations céramiques antérieures (2) : préparations partielles et adhésion. *Réalités Cliniques*. 21:13.
 32. **Hua F, He H, Ngan P, Bouzid W.** Prevalence of peg-shaped maxillary permanent lateral incisors: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. juill 2013;144(1):97-109.
 33. **Bouchard P.** Parodontologie & Dentisterie implantaire. Lavoisier Médecine sciences. Vol. Volume 2-Thérapeutiques chirurgicales.
 34. **Lok S.** Le diastème inter incisif médian supérieur: étiopathogénies et traitements. 2005. 280 p.
 35. **Ramfjord S, Ash M.** Occlusion Third Edition. 1983. (Saunders).
 36. **Olivier E.** Les facettes en céramique. Editions CdP. (Mémento).
 37. **Castelnuevo J.** Porcelain laminate veneers : criteria for predictability. déc 2008
 38. **Prud'homme Z, Fournier B, de La Dure-Molla M.** Les amélogénèses et dentinogénèses imparfaites : classifications clinico-moléculaires, aspects histologiques, cliniques et radiologiques. *L'Information Dentaire*. 2019;30(2):105-10.
 39. **Etienne O, Pilavyan E, Pérez C, Walter B.** Approche moderne de la réhabilitation prothétique fixée des amélogénèses et dentinogénèses imparfaites de l'enfance à l'adolescence. *L'Information Dentaire*. 2019;30(2):128-41.
 40. **Bassac L.** Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures: cas des facettes [Thèse d'exercice]. Université Claude Bernard-Lyon I; 2017.
 41. **Lasserre J, Laborde G, Koubi S, Lafargue H, Couderc G, Maille G, et al.** Restaurations céramiques antérieures (2) : préparations partielles et adhésion. *Réalités Cliniques*. 21:13.
 42. **Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G.** Porcelain veneers: a review of the literature. *Journal of Dentistry*. 1 mars 2000;28(3):163-77.
 43. **Etienne O, Hajtò J.** Les matériaux céramique en « prothèse sans métal ». 2011;(155):9.

44. **Quaak C.** Réhabilitation esthétique avec une vitrocéramique moderne : illustration d'une collaboration clinique/laboratoire [Thèse d'exercice]. Université Claude Bernard-Lyon I; 2015.
45. **IPS e.max. Ivoclar Vivadent.** Disponible sur: <https://www.ivoclarvivadent.fr/fr/p/tous/produits/tout-ceramique/ips-emax-systeme-prothesistes-dentaires/ips-emax-press>
46. **Arcaute B, Nasr K, Willmann C.** Intérêts de la CFAO directe en Odontologie Pédiatrique. Le fil dentaire. sept 2016
47. **Toledano C.** Chronologie clinique des traitements de l'usure. Les cahiers de prothèse. 2018;46:281-90.
48. **Etienne O, Weber I, Watzki D.** Restaurations esthétiques en céramique collée (RECC) et traitement de l'usure : chronologie clinique. L'Information Dentaire. 2018;Usure dentaire:44-53.
49. **Olivier E.** Préparation des facettes en céramique. mai 2012;(19).
50. **Lasserre JF, Lafargue H.** Intégration biologique, couleur et forme. Quel est le critère le plus important dans nos restaurations céramiques ? L'Information Dentaire. 2010;21(4):253-62.
51. **Chauvin A.** Les facettes céramiques par CFAO en méthode directe et indirecte: indications et protocoles [Internet]. Université de Bordeaux; 2017.
52. **Bouanani R.** Les facettes pelliculaires dans la restauration des dents antérieures [Internet] [Thèse d'exercice]. Université de Nantes; 2017
53. Brochure Vita mode d'emploistratification de facettes.
54. **Crescenzo D, Crescenzo H.** La céramique feldspathique sur feuille de platine. L'Information Dentaire. oct 2016;1(2):80-4.
55. **Cosson G, Goaziou G, Toussaint L.** Pas à pas : la céramique pressée. Quintessence International. 2018;(2):184-7.
56. **Aboushelib MN, Elmahy WA, Ghazy MH.** Internal adaptation, marginal accuracy and microleakage of a pressable versus a machinable ceramic laminate veneers. Journal of Dentistry. 1 août 2012;40(8):670-7.
57. **Fron Chabouis H, Le Goff S, Marniquet S, Moussally C.** CFAO : les matériaux accessibles. L'Information Dentaire. oct 2016;1(2):44-52.
58. **Paschel L.** Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels [Internet] [Thèse d'exercice]. Université de Marseille; 2018.
59. **Margossian P, Laborde G, Koubi S, Couderc G, Maille G, Botti S, et al.** Propriétés optiques des systèmes céramocéramiques : implications cliniques. Réalités Cliniques. 21:11.
60. **Herbert H.** De la communication dentiste-prothésiste au travail de l'état de surface. Quintessence International. nov 2018;12(4):349-61.
61. **Tirlet G, Bazos P.** La Biomimétique : un concept contemporain au coeur de la dentisterie adhésive. L'Information Dentaire. 2013;(4):331-43.
62. **Anstett A.** Le collage des facettes céramiques : des données fondamentales à la pratique [Internet] [Thèse d'exercice]. Université de Nancy-Metz; 2011. Disponible sur: http://docnum.univ-lorraine.fr/public/SCDPHA_TD_2011_ANSTETT_ARNAUD.pdf
63. **Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G.** Five-year clinical performance of porcelain veneers. Quintessence international. avr 1998;29(4):211-21.
64. **Laborde G, Lasserre JF.** Restaurations esthétiques antérieures (1) : les préparations périphériques. L'Information Dentaire. sept 2010;21(3):167-82.
65. **Garcia-Baeza D, Garcia-Adamez R, Saavedra C.** Traitement d'une dent unitaire colorée dans la zone esthétique. Quintessence International. mars 2018;12(1):74-83.

66. **Orthlieb JD, Darmouni L, Jouvin J, Pedinielli A.** Dysfonctions occlusales : anomalies de l'occlusion dentaire humaine. 2013;11.
67. **Orthlieb JD, Darmouni L, Pedinielli A, Jouvin Darmouni J.** Occlusion et fonctions occlusales.
68. **Iraqi O, Berrada S, Merzouk N, Abdedine A.** Guide antérieur, impératifs physiologiques et restauration prothétique. Actual Odonto-Stomatol. mars 2009;(245):83-98.
69. **Lannes M.** Le guide antérieur : Impératifs esthétiques et fonctionnels [Occlusodontie et prothèse]. Université de Nantes; 2014.
70. **Martin A.** Le bruxisme sévère chez l'adulte: diagnostic et prise en charge [Internet]. Université de Nantes; 2013.
71. **Tirlet G, Marniquet S.** Préparations contemporaines pour les restaurations adhésives – Partie 2
72. **Bergoli C, Meira J, Valandro L, Bottino M.** Survival Rate, Load to Fracture, and Finite Element Analysis of Incisors and Canines Restored With Ceramic Veneers Having Varied Preparation Design. Operative Dentistry. sept 2014;39(5):530-40.
73. **Plard H.** Couronnes tout céramique: sceller ou coller ? Dentoscope. 2017;40(175):34-9.
74. **Magne P.** Adhésion biomatériaux CFAO: biomimétique restauratrice sans tenons ni couronnes. L'Information Dentaire. 2016;1(1):16-25.
75. **Régin M, Kods M.** Les couronnes tout céramique partie 1 : couronne monolithique ou stratifiée ? L'Information Dentaire. oct 2019;Vol 4(n°2):22-30.
76. **Verfaillie L.** Le monolithique en disilicate de lithium et en zirconie : intérêts dans les reconstitutions coronaires périphériques en prothèse fixée unitaire [Thèse d'exercice]. Université de Lille; 2018.
77. **Mainjot A.** Zirconie(s) Partie 2 : restaurations émaillées ou monolithiques ? La quête de la résistance et de la translucidité. L'Information Dentaire. 2019;4(2):10-21.
78. **Ciglar L.** Propriétés mécaniques des zircons nouvelle génération : application en odontologie [Thèse d'exercice]. Université de Nantes; 2018.
79. **Stawarczyk B, Keul C, Eichberger M.** Three generations of zirconia: From veneered to monolithic. Part I. Quintessence International. 18 avr 2017;48(5):369-80.
80. **Katana Zirconia Technical guide.** Kuraray Noritake;
81. **Bottelle P, Fromentin O.** Les dispersions de données dans les chaînes de CFAO Partie 1 - Dispersions physiques. L'Information Dentaire. 2019;2(1):90-5.
82. **Harada K, Raigrodski AJ, Chung K-H, Flinn BD, Dogan S, Mancl LA.** A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1 août 2016;116(2):257-63.
83. **Loufrani G.** Quelle prothèse tout céramique pour quelle indication ? Dentalespace. 2016
84. **Nasr K.** RDV ADF - Céramiques et matériaux hybrides. (RDV ADF).
85. **Rondoni D.** Zirconia: some practical aspects from the technologist's point of view. THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ESTHETIC DENTISTRY. 2016;11(2):5.
86. **Shilburg H, Brackett S, Sumiya H, Lowell W, Richard J.** Bases fondamentales en prothèse fixée. 3ème édition [Internet]. Edition CdP. 1998
87. **Etienne O, Anckenmann L, Pilavayan E.** Assemblage des restaurations usinées en céramique : un choix raisonné. L'Information Dentaire. 2014;(2):131-44.
88. **Chéron R, Degrange M.** Colles et ciments s'y retrouver et choisir. L'Information Dentaire. 2007;4(Spécial adhésion):127-36.
89. **P Margossian, Laborde G.** Restaurations céramocéramiques. EMC - Elsevier Masson SAS [Internet]. 2007

90. **Etienne O, Watzki D.** Préparation des modèles de travail en tout céramique : jouer avec la translucidité. 2009;9(3):8.
91. **Harada R, Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Oda Y, Kawada E.** The influence of colored zirconia on the optical properties of all-ceramic restorations. *Dental Materials Journal*. 2015;34(6):918-24.
92. **Seguela V, D’Incau E.** Les restaurations corono-radiculaires du continuum biomécanique au continuum optique. *L’Information Dentaire*. 2015;29:38-49.
93. **Vichi A, Ferrari M, Davidson CL.** Influence of ceramic and cement thickness on the masking of various types of opaque posts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1 avr 2000;83(4):412-7.
94. **Bernard C, Raux F.** Abrasivité des matériaux prothétiques esthétiques face à une dent saine. *L’Information Dentaire*. 2018;(2):119-25.
95. **Mocquot C.** Matériaux et usures dentaires. *L’Information Dentaire*. 2019
96. **Etienne O, Toledano C.** Réhabilitations mini-invasives. In: *Le Bruxisme*. Espace ID. 2015. p. 336.
97. **Guerrieri A, Jouanny G, Besnault C, Decup F.** Restaurations coronoradiculaires adhésives. Indications et procédures. 2011;22(1):65-72.
98. **Bolla M.** Restaurer la dent dépulpée. *Espace ID*. (Tout simplement).
99. **Bolla M.** Possibilités thérapeutiques et critères décisionnels. In: *Restaurer la dent dépulpée*. L’information dentaire. (Tout simplement).
100. **Walter B.** Prothèse fixée : Approche clinique [Internet]. Edition CdP. 2017 [cité 6 nov 2019]. 480 p. (JPIO)
101. **Bataillon-Linez P, Linez M, Deveaux E.** Les RMIPP à tenon fibré : quand, pourquoi, comment ? sept 2010;39:187-209.
102. **Dervisevic B.** Restauration de la dent dépulpée : concepts & préceptes. Université de Nancy-Metz; 2011.
103. **Tirlet G, Attal JP.** Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques. nov 2009;Spécial esthétique(41/42):61-8.
104. **d’Incau E, Bartala M, Dos-Santos A.** Traitement de la dent dépulpée postérieure. 2011;22(1):43-56.
105. **Sorensen JA, Engelman MJ.** Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent*. mai 1990;63(5):529-36.
106. **Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M.** Ferrule Effect: A Literature Review. *Journal of Endodontics*. 1 janv 2012;38(1):11-9.
107. **Stavridakis M, Brokos Y, Krejci I.** Is the glass half empty or half full? A novel “philosophical” approach to the “mystery” of the so-called ferrule effect. *Medical Hypotheses*. juin 2018;115:35-41.
108. **Batista VE de S, Bitencourt SB, Bastos NA, Pellizzer EP, Goiato MC, dos Santos DM.** Influence of the ferrule effect on the failure of fiber-reinforced composite post-and-core restorations: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1 févr 2020;123(2):239-45.
109. **Magne P, Lazari PC, Carvalho MA, Johnson T, Del Bel Cury AA.** Ferrule-Effect Dominates Over Use of a Fiber Post When Restoring Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study. *Oper Dent*. août 2017;42(4):396-406.
110. **Pia J-P.** Restaurations coronaires adhésives simplifiées. *Revue d’odontostomatologie*. 1 janv 2013;42:135-46.
111. **Rozensztajn L.** Intérêt du tenon dans les RMIPP en présence d’un cerclage pour les dents dépulpées: revue systématique de la littérature. :77.
112. **Magne P.** Ferrule-Effect Dominates Over Use of a Fiber Post When Restoring

Endodontically Treated Incisors: An In Vitro Study. Vol. 42, Operative dentistry. Oper Dent; 2017

113. **Wei Y-R, Wang X-D, Zhang Q, Li X-X, Blatz MB, Jian Y-T, et al.** Clinical performance of anterior resin-bonded fixed dental prostheses with different framework designs: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*. 1 avr 2016;47:1-7.
114. **Brocca J, Doucet P.** Entretien avec Yves Samama. 2008;5(1):45-52.
115. **Tirlet G, Attal JP.** Agénésie des incisives latérales. :8.
116. **Attal J, Tirlet G.** Le cantilever : une nouvelle géométrie pour les bridges collés. *revue de synthèse*. 26:10.
117. **Cerutti M.** Le bridge collé cantilever: une alternative pour les cas d'édentement antérieur unitaire. 2018;106.
118. **Tirlet G.** Bridge collé en extension [Internet]. 2018 [cité 23 mars 2020]. Disponible sur: <https://www.information-dentaire.fr/actualites/bridge-colle-en-extension/>
119. **Tirlet G, Attal JP.** Le cantilever : une nouvelle géométrie pour les bridges collés. *Revue de la littérature. L'Information Dentaire*. 2015;26(1):25-34.

Les réhabilitations esthétiques du secteur antérieur maxillaire par les techniques adhésives : indications et critères de choix.

RESUME EN FRANÇAIS :

La dentisterie moderne met au centre de la démarche thérapeutique les critères liés à l'économie tissulaire et aux qualités esthétiques. Ce travail proposera des pistes de réflexions permettant à l'omnipraticien d'appréhender la plupart des défauts esthétiques rencontrés sur les dents antéro-maxillaires. On se focalisera sur les techniques adhésives et on y développera les indications et le choix des matériaux. A travers l'analyse de la littérature on détaillera les principaux critères à considérer pour mener à bien la réhabilitation. Enfin, une synthèse de ces données sera proposée sous la forme d'arbres décisionnels.

TITRE EN ANGLAIS : Esthetic rehabilitation on maxillary anterior teeth by adhesive techniques : indications and selection criteria.

RESUME EN ANGLAIS :

Modern dentistry places the criteria of tissue economy and esthetic qualities at the center of the therapeutic approach. This work will propose kind of reflection allowing the practitioner to apprehend most of aesthetic defects on antero-maxillary teeth. We will focus on adhesive techniques, we will develop the indications and the choice of materials. Through the analysis of literature, we will detail main criteria to drive the rehabilitation. Finally, a synthesis of these data will be proposed in decision trees.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : CHIRURGIE DENTAIRE

MOTS CLES : Erosion/infiltration, composite stratifié, facettes, couronnes tout céramique, bridge cantilever à ailette, céramique, gradient thérapeutique

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III - Paul Sabatier
Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex 9

DIRECTEUR DE THESE : Dr Victor EMONET-DENAN