

UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2018

2018-TOU3-3050

THESE
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Tom TRUONG

Le 16 octobre 2018

**PROPOSITION D'UN PROTOCOLE POUR LA STRATIFICATION DES COMPOSITES
ANTERIEURS A DESTINATION DES ETUDIANTS DU CHU.**

Directeur de thèse : Docteur Bertrand BONIN

JURY

Président :	Professeur Franck DIEMER
Assesseur :	Docteur Marie GURGEL
Assesseur :	Docteur Paul MONSARRAT
Assesseur :	Docteur Bertrand BONIN



Faculté de Chirurgie Dentaire



➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESSEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mr HAMEL Olivier

Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER +

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

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

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme DARIES, Mme BROUTIN

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE, Mme BROUTIN, Mme GUY-VERGER

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme YAN-VERGNES, Mme ARAGON

Adjoint d'Enseignement : Mme DIVOL,

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr. HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES,

Assistant: Mr. ROSENZWEIG,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mlle. BARON, Mr LAGARD

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN, Mme VINEL

Assistants : Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER

Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr. SANCIER, Mr. BARRE, Mme KADDECH

CHIRURGIE ORALE

Maîtres de Conférences : Mr. CAMPAN, Mr. COURTOIS, Mme COUSTY
 Assistants : Mme COSTA-MENDES, Mr. BENAT
 Adjoints d'Enseignement : Mr. FAUXPOINT, Mr. L'HOMME, Mme LABADIE, Mr. RAYNALDI,

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
 Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr. BLASCO-BAQUE
 Assistants : Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU, Mme. TIMOFEEVA, Mr. MINTY
 Adjoints d'Enseignement : Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC, Mr BARRAGUE

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : Mr. DIEMER
 Maîtres de Conférences : Mr. GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
 Assistants : Mr. BONIN, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr. DUCASSE, Mr FISSE
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BALGUERIE, Mr. MALLET, Mme FOURNIER

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : Mr. ARMAND, Mr. POMAR
 Maîtres de Conférences : Mr. CHAMPION, Mr. ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT
 Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mme. SELVA, Mr. LEMAGNER, Mr. HENNEQUIN, Mr. CHAMPION,
 Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GALIBOURG, Mr. GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. GINESTE, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. ARCAUTE, Mme DE BATAILLE,

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONQOT, Mr. NASR, Mr. MONSARRAT
 Assistants : Mr. CANCEILL, Mr. OSTROWSKI, Mr. DELRIEU
 Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET

 Mise à jour pour le 03 septembre 2018

À Maman et Nono, qui aurait cru qu'on en serait là aujourd'hui. La vie ne fait pas de cadeau et vous le savez plus que personne, j'espère vous rendre fier en ce jour si particulier.

À Papa, ta présence à mes côtés aujourd'hui me touche beaucoup. Malgré la distance qui nous sépare, tu as toujours été et reste présent à chaque instant pour moi. Merci pour ton soutien sans faille. Si j'en suis là aujourd'hui c'est en grande partie grâce à toi.

À mes frères et sœurs, qui ne peuvent pas être présent en ce jour, mais à qui je pense très fort, j'espère être un bon exemple pour vous.

En particulier Thibault, tu commences tes études quand je termine les miennes, je souhaite de tout mon cœur pouvoir un jour assister à ta thèse, tu en as les moyens je crois en toi !

À Pedro, mon fidèle ami, tant d'années et de choses vécues ensemble de Paris à Toulouse, malgré tout ce temps et nos voies différentes, rien n'a changé, tu pourras toujours compter sur moi.

À Mathieu, Thibault, Clémence, Flora, Krisprolls, Théo, Mathilde pour toutes nos soirées inoubliables à faire la fête jusqu'au bout de la nuit. J'espère qu'on pourra encore partager beaucoup d'autres moments comme cela tous ensemble !!

À tous mes camarades de promo Quentin, Marianne, Adrien, Chati, Laure, Lisa, Laura, Maelle, et tous les autres (j'en ai forcément oublié...). Ces six années sont passées très vite et ont été super en votre compagnie !

À Romain, mon binôme de choc, avec qui j'ai partagé trois belles années de clinique, on ne se connaissait pas plus que ça avant, mais sache que tu as été une super rencontre, j'ai apprécié travailler avec quelqu'un de sérieux et doué comme toi.

À Audrey, la rencontre qui a changé ma vie, je t'aime tout simplement ...

À notre président du jury :

Monsieur le **Professeur Franck DIEMER**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Éducation, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Responsable du Diplôme universitaire d'hypnose
- Co-responsable du diplôme Inter-Universitaire d'odontologie du Sport
- Vice- Président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

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

*Nous vous remercions pour la qualité et
l'implication de votre enseignement tout au
long de nos études.*

*Nous sommes très reconnaissants de l'intérêt
que vous avez porté à ce travail.*

*Veuillez trouver ici le témoignage de notre
respect le plus sincère.*

À notre membre du jury :

Madame la **Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales,
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- Doctorat d'Université – Université d'Auvergne-Clermont

*Nous sommes très honorés de vous compter
parmi notre jury de thèse.*

*Veuillez trouver ici l'expression de notre
gratitude et de nos sentiments les plus sincères.*

À notre membre du jury :

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

*Nous sommes très honorés de vous compter
parmi notre jury de thèse.
Nous vous exprimons nos sincères
remerciements et notre respect le plus profond.*

À notre directeur de thèse :

Monsieur le **Docteur Bertrand BONIN**

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- M1 Biosanté,
- Ancien interne en Médecine Bucco-dentaire,
- D.U. d'Implantologie,
- D.U. d'Endodontie

Nous vous remercions de la confiance que vous nous avez accordée en acceptant de diriger cette thèse.

Merci pour vos précieux conseils, votre encadrement et votre disponibilité durant la réalisation de ce travail.

J'ai beaucoup appris à vos côtés, vous êtes un exemple pour moi.

Veuillez trouver dans cette thèse, le témoignage de notre sympathie et de notre reconnaissance.

Table des matières

INTRODUCTION	14
1. Caractéristiques structurelle et esthétique d'une dent naturelle.....	16
1.1. Composition interne d'une dent	16
1.1.1. Email	16
1.1.1.1. Composition.....	16
1.1.1.2. Structure	16
1.1.1.3. Caractéristique physico-chimiques, mécaniques et optiques	17
1.1.1.3.1. Propriétés physiques.....	17
1.1.1.3.2. Propriétés chimiques	17
1.1.1.3.3. Propriétés mécaniques.....	18
1.1.1.3.4. Propriétés optiques	19
1.1.2. Dentine	23
1.1.2.1. Composition.....	24
1.1.2.2. Structure	24
1.1.2.3. Caractéristiques physico-chimiques, mécaniques.....	25
1.1.2.4. Caractéristiques optiques.....	25
1.1.3. Jonction amélo-dentinaire	27
1.1.3.1. Structure	27
1.1.3.2. Rôle mécanique.....	27
1.2. Macro géographie et microgéographie d'une dent naturelle.....	28
1.2.1. Macrogéographie	28
1.2.1.1. Les lignes de transition.....	29
1.2.1.2. Les lobes et dépressions de surface.....	29
1.2.1.3. Renflements cervicaux	29
1.2.1.4. Mamelons	30
1.2.2. Microgéographie.....	30
1.2.2.1. Stries de Retzius.....	30
1.2.2.2. Périskymaties	31
1.2.2.3. Bandes de Hunter-Schreger	31
1.3. Critères esthétiques du sourire	32
1.3.1. Disposition des tissus mous.....	32
1.3.2. Présence de papilles inter dentaire.....	33
1.3.3. Axe dentaire.....	33
1.3.4. Zéniths gingivaux	34

1.3.5.	Alignement des collets	34
1.3.6.	Niveau du point de contact.....	34
1.3.7.	Dimensions des dents.....	35
1.3.8.	Texture de surface.....	35
1.3.9.	Ouverture des embrasures occlusales	36
1.3.10.	Plan esthétique	36
1.3.11.	Symétrie du sourire.....	37
2.	Les matériaux de reconstitution utilisés	38
2.1.	Systèmes Adhésifs.....	38
2.1.1.	Composition	38
2.1.2.	M&R	40
2.1.3.	SAM.....	41
2.2.	Différents types de composite	42
2.2.1.	Macrochargés.....	43
2.2.2.	Microchargé.....	44
2.2.3.	Hybrides	44
2.2.4.	Composite avec ou sans Bisphénol A	45
2.2.5.	Les impératifs de ces composites pour la stratification antérieure	48
2.2.5.1.	Propriétés mécaniques.....	48
2.2.5.2.	Propriétés physico-chimiques.....	50
2.2.5.3.	Aspect biologique	52
3.	Stratifications des composites antérieurs.....	54
3.1.	Indications/contre-indications	54
3.1.1.	Indications	54
3.1.1.1.	Fracture.....	54
3.1.1.2.	Fermeture de diastème	55
3.1.1.3.	Reprise d'anciennes restaurations.....	55
3.1.1.4.	Correction d'anomalie de forme acquise ou provoquée.....	55
3.1.1.5.	Gestion de coloration	56
3.1.1.6.	Lésions cervicales d'origine non carieuse.....	57
3.1.1.7.	Fermeture de « triangles » noirs	58
3.1.2.	Contre-indication	58
3.2.	Technique de stratification.....	59
3.2.1.	Technique historique en deux couches	59
3.2.2.	Technique « double effect layer » ou technique en trois couches	60
3.2.3.	Technique en trois couches selon Vanini (émail HFO ou HRI).....	61
3.2.4.	Technique du Natural Layering Concept	62
3.3.	Protocole clinique.....	63

3.3.1.	Prise de teinte.....	63
3.3.2.	Pose de la digue	66
3.3.3.	Préparation des tissus dentaires	67
3.3.4.	Montage du composite	68
3.3.5.	Travail de l'anatomie primaire, secondaire et tertiaire	72
3.3.5.1.	Anatomie primaire	72
3.3.5.2.	Anatomie secondaire	73
3.3.5.3.	Anatomie tertiaire	74
3.3.6.	Polissage	74
3.3.7.	Discussion sur la prise en charge par l'assurance maladie.....	76
3.4.	Proposition d'un protocole de stratification des composites antérieurs : Fiche clinique	79
3.4.1.	Indications	79
3.4.2.	Matériaux nécessaires	79
3.4.3.	Technique	79
3.4.4.	Fiche clinique	81
4.	Cas clinique.....	85
	CONCLUSION.....	89
	BIBLIOGRAPHIE.....	91

INTRODUCTION

Dans la vision actuelle de dentisterie à minima et adhésive, les restaurations par stratification de composite en méthode directe font partie de l'arsenal indispensable du chirurgien-dentiste.

Ces techniques, qui s'inscrivent dans les premiers échelons du gradient thérapeutique [66] requièrent une connaissance parfaite des caractéristiques structurelle et esthétique des différents éléments à reconstruire constituant les dents naturelles (émail, dentine) afin d'obtenir une restauration s'inscrivant totalement dans le concept de biomimétisme, qui a pour but de reproduire de la façon la plus fidèle possible une anatomie dentaire « naturelle » s'inscrivant dans une esthétique globale du sourire.

De plus, les fabricants apportent sans cesse des améliorations (tant sur le plan mécanique qu'optique) et une diversité importante de matériaux est à notre disposition.

Par conséquent, le choix et l'utilisation des différents matériaux de reconstitution doit être parfaitement maîtrisé et adaptée à la situation clinique rencontrée.

Les protocoles d'utilisation de ces derniers diffèrent selon les marques et doivent être rigoureusement respectés afin d'obtenir une bonne longévité de nos restaurations.

Depuis plus de 20 ans, de nombreuses techniques de stratifications ont été décrites, par Vanini, Dietschi et beaucoup d'autres [14].

Ces techniques amènent à de très bons résultats, mais nécessitent une grande maîtrise dans les différentes étapes (ex : prise de teinte en prenant compte des cinq dimensions de la couleur décrites par Vanini) du protocole de réalisation.

Par conséquent, la courbe d'apprentissage peut paraître insurmontable pour un grand nombre de praticiens.

Il apparaît de plus en plus, que ces protocoles semblent pouvoir être allégés [12].

La détermination de la teinte était jusqu'ici considérée comme la clé de la réussite de la stratification,

Aujourd'hui une nouvelle pensée tend à s'imposer, en effet les critères de réussite d'une restauration seraient par ordre d'importance : le travail d'une bonne anatomie primaire, l'obtention d'un parfait état de surface et enfin le choix de la couleur.

Si ces critères sont bien respectés, cela semble être suffisant pour obtenir des résultats amplement satisfaisants [47].

Nous essaierons donc de proposer un protocole de stratification des composites antérieurs accessible pour des praticiens débutant dans les restaurations esthétiques afin d'établir une fiche clinique à la disposition des étudiants du CHU de Toulouse.

Enfin, pour illustrer notre propos, un cas clinique suivi lors des consultations d'esthétique du sourire au CHU sera présenté.

1. Caractéristiques structurelle et esthétique d'une dent naturelle

1.1. Composition interne d'une dent

L'émail et la dentine ont des propriétés physiques très différentes.

L'émail, qui est dur va constituer une carapace face aux forces occlusales. Tandis, que la dentine est flexible, ces deux entités constituent une association particulière, elles confèrent à la dent des propriétés unique de résistance à la mastication, aux variations thermiques et à l'usure [23].

1.1.1. Email

Il s'agit d'une structure dentaire acellulaire extrêmement dure, son rôle est de protéger les tissus sous-jacents (complexe dentino-pulpaire).

Son épaisseur au niveau de la dent varie en fonction de sa position, elle sera maximale au niveau des pointes cuspidiennes et sera minimale au niveau des collets ou des sillons dentaires. Le turn over cellulaire de cette structure est inexistante, son usure sera donc continue au cours de la vie [23].

1.1.1.1. Composition

L'émail a une structure très majoritairement minérale constituée d'hydroxyapatite (96%).

La phase organique (0,4%) et la phase aqueuse (3,6%) représentent les 4% restant [56]

1.1.1.2. Structure

L'émail forme une structure hautement organisée, il est constitué par deux parties distinctes :

- *Email prismatique :*

Dans la phase minérale, les monocristaux d'hydroxyapatite dont la taille est d'environ une dizaine d'angströms vont s'assembler en cristallites dont la section est environ 50 fois plus importante [27] (fig1).

Ces cristallites, vont s'empiler de manière parallèle et former : l'émail prismatique aussi appelé prisme (unité morphologique de l'émail) et l'émail interprismatique.

Leur composition minérale est la même, seul l'orientation de leurs cristallites diffère, ainsi les cristallites sont parallèles au grand axe du prisme au sein de celui-ci, alors qu'ils forment un angle de 60°, avec un ordre moins strict, dans la substance interprismatique [56].

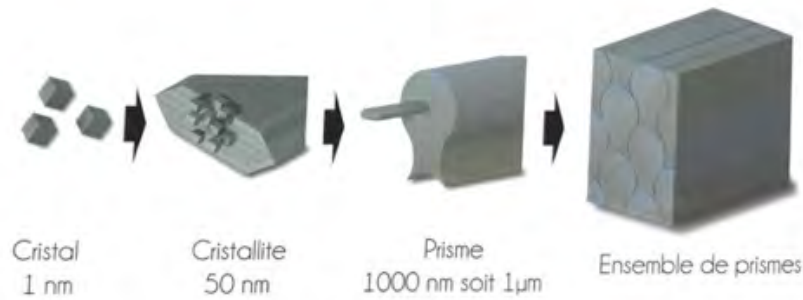


Figure 1 : Les différents niveaux structurels de l'émail [23].

- *Email aprismatique :*

Il est présent entre deux zones cristallisées, mais sans structure prismatique, fines (de 20 à 80 μm), l'une interne et l'autre externe.

Ces zones aprismatiques correspondent aux phases présécrétoires et post-sécrétoires des améloblastes.

L'émail aprismatique interne est la première couche d'émail formée au contact de la dentine, il participe à la formation de la jonction amélo-dentinaire.

A la surface de la dent, l'émail aprismatique représente une couche d'environ 30 μm [42] où les cristallites sont plus denses et unidirectionnels, ce qui va renforcer la résistance au mordantage lors des étapes de collage.

Cependant, l'incidence clinique de cette couche sur le collage est minime, car cet émail aprismatique de surface s'utilisera physiologiquement jusqu'à disparaître compte tenu de sa finesse.

1.1.1.3. Caractéristique physico-chimiques, mécaniques et optiques

1.1.1.3.1. Propriétés physiques

La conductivité thermique de l'émail s'élève à 0,92 W/m/°C et son coefficient de dilatation thermique est de $11,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ [38].

Par conséquent, le coefficient de dilatation thermique des matériaux de restaurations que l'on utilisera devront être au plus proche des valeurs de l'émail afin d'éviter les contraintes à l'interface lors des variations thermiques.

1.1.1.3.2. Propriétés chimiques

Malgré son impossibilité de régénération, l'émail n'est pas pour autant inerte au sein du milieu salivaire, des échanges ioniques ont lieu en permanence.

Ces échanges se feront grâce à la substance interprismatique, dans laquelle se trouvent la matrice organique et l'eau.

On peut alors assimiler l'émail à une membrane semi-perméable permettant le passage de substances physiologiques (ions), pathologiques ou bien thérapeutiques telles que les agents éclaircissants [38].

Cette perméabilité, explique la déshydratation de l'émail devenant mat et opaque durant le sommeil, lorsque le débit salivaire est réduit ou bien lorsque l'on place les dents sous digue et celles-ci sont donc isolées de tous les fluides environnants.

Les échanges sont guidés par un principal facteur : le pH. En dessous du seuil critique de 5,5 [38], l'hydroxyapatite se dissout en relarguant des ions phosphates et calcium.

Ceux-ci pourront être à nouveau précipités à la surface de l'émail lorsque le pH remontera.

Des cycles de minéralisation/déminéralisation se déroulent ainsi continuellement.

1.1.1.3.3. Propriétés mécaniques

Les caractéristiques mécaniques de l'émail sont déterminées par plusieurs grandeurs physiques : le module d'élasticité (module de Young), la résistance mécanique (à la traction, à la compression, au cisaillement) et la dureté.

- Module d'élasticité :

Il s'agit d'une propriété intrinsèque d'un matériau, il conditionne la rigidité, c'est-à-dire l'aptitude à la déformation dans des conditions de réversibilité.

Pour l'émail, sa valeur est de 84,1 GPa [38], cette valeur est une moyenne, car celle-ci varie selon les localisations (70 GPa à la jonction amélo-dentinaire, 115GPa en surface) (Fig2) et donc aux changements graduels de composition chimique, de microstructure, d'orientation prismatique.

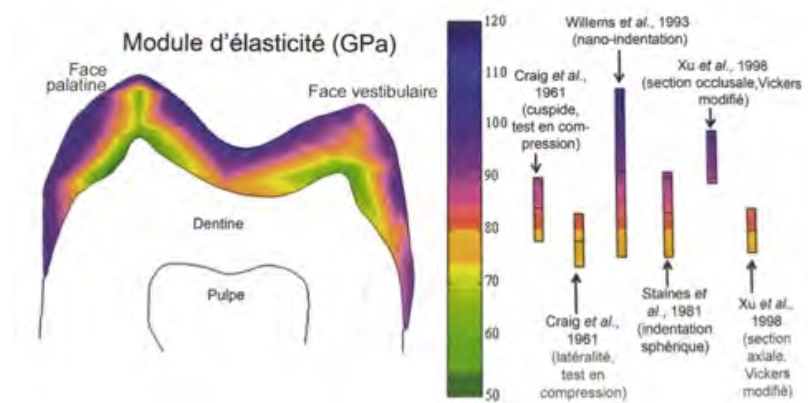


Figure 2 : Variations du module d'élasticité en fonction de la localisation [23].

- Résistance en traction

Le test en traction détermine le comportement fragile ou ductile d'un matériau.

Un matériau fragile, cassera dans son domaine de déformation élastique (réversible), tandis qu'un matériau ductile peut subir des déformations irréversibles (domaine plastique) sans se rompre.

L'émail présente une résistance à la traction d'environ 10,3 MPa [38].

- Résistance à la compression

Le rôle fonctionnel de l'émail à la mastication va expliquer sa haute valeur de résistance à la compression : 384 MPa [38].

- Résistance au cisaillement

La résistance au cisaillement de l'émail est de 90 MPa [38].

- Dureté

Pour l'émail elle est de 408HV (Vickers) ou 340 HK (Knoop) [38].

Cliniquement, la dureté influence la résistance à l'abrasion d'un matériaux et l'aptitude au polissage.

La dureté des matériaux de restaurations que l'on utilise sur des surfaces antagonistes fonctionnelle à des surfaces dentaires naturelles doit se rapprocher au maximum de celle de l'émail afin d'éviter les phénomènes d'usure prématurés.

1.1.1.3.4. Propriétés optiques

Les interactions du rayonnement lumineux avec la matière peuvent avoir plusieurs issues : la diffusion, la transmission, l'absorption ou bien la diffraction.

La compréhension de ces phénomènes est capitale pour obtenir une bonne intégration et un bon biomimétisme de nos restaurations dans l'environnement buccal.

La structure interne de la dent ainsi que son état de surface constituent deux éléments clés des propriétés optiques de celle-ci et donc de son esthétique.

L'émail possède trois composantes principales qui le caractérise : sa translucidité, sa luminosité et son opalescence.

Les phénomènes de réflexion et de transmission lumineuse qui se produisent à l'interface air/émail, sont liés aux caractéristiques histologiques de l'émail (l'orientation des prismes) ainsi qu'à son état de surface.

- Translucidité

Plusieurs facteurs entrent en jeu :

- L'épaisseur de l'émail
- Son degré de calcification
- La longueur d'onde incidente

La translucidité ou la transparence d'un matériau correspond au fait qu'une partie (translucidité) ou que toute la lumière incidente (transparence) peut traverser le matériau. Son indice de réfraction est de 1,655 et sa translucidité est de 70 % [39].

Plus l'épaisseur de l'émail diminue, plus la translucidité augmente (Fig 4).

La dentine sous-jacente devient alors plus visible, donnant alors à la dent un aspect plus saturée. On observe ce phénomène au niveau des collets et au niveau des dents âgées ayant subi une attrition au fil du temps.

Lorsque l'émail a un degré de minéralisation moindre, son indice de réfraction augmente, c'est le cas des dents lactéales, elles seront donc moins translucides (plus opaques, elles masquent d'avantage la couleur de la dentine sous-jacente, d'où leur aspect blanc laiteux.



Figure 3 : Dent jeunes et lumineuses à l'émail épais, avec un rebord opalescent [23].



Figure 4 : Incisives âgées et saturées à l'émail abrasé [23].

En ce qui concerne la longueur d'onde incidente, il faut savoir que le spectre visible s'étend approximativement de 400 à 800nm, du violet au rouge (Fig 5). Quand cette longueur d'onde augmente, la translucidité évolue dans le même sens [70].

La source lumineuse est donc essentielle à l'analyse esthétique.

- Luminosité

Cela correspond à la quantité de lumière réfléchie, la mise en évidence est facilitée par une prise de photo en noir et blanc (Fig 5).



Figure 5 : Mise en évidence de la différence de luminosité entre deux incisives centrales maxillaires [23].

Différents éléments peuvent provoquer des variations de luminosité comme l'épaisseur de l'émail (qui diminue graduellement du bord libre au collet), son degré de minéralisation et sa richesse en eau.

Ainsi, comme vu précédemment, l'émail épais et faiblement minéralisé d'une incisive centrale maxillaire jeune est très lumineux.

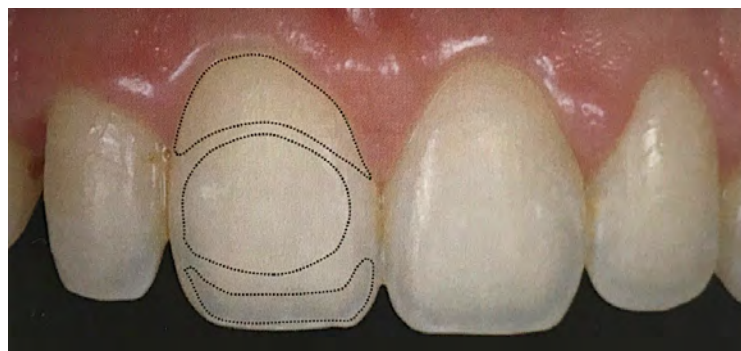


Figure 6 : Les différentes luminosités au sein d'une même dent [23].

C'est au tiers incisif que l'épaisseur de l'émail est la plus importante, et donc que la luminosité de la dent est la plus faible.

Au niveau du tiers moyen, l'émail a une épaisseur intermédiaire et recouvre le noyau dentinaire, c'est donc la partie la plus lumineuse de la dent (Fig 6).

Enfin au niveau du collet, l'émail a son épaisseur la plus fine, la couleur dentinaire est donc omniprésente, laissant donc une coloration plus saturée à cet endroit [73].

- Opalescence

L'opalescence est la propriété optique d'un matériau transparent ou translucide qui transmet les longueurs d'onde du domaine du rouge orangé et réfléchit les longueurs d'onde courtes (bleu violet) [53].

Les cristaux d'hydroxyapatite de petite taille dispersent le rayonnement lumineux, cet effet optique est visible dans l'émail des incisives maxillaires.

La zone opalescente se situe entre les mamelons dentinaires où l'émail sera la seule composant interagissant avec la lumière. Sa forme découlera de la forme des mamelons dentinaires.

Vanini a décrit cinq formes d'opalescence incisale au niveau des incisives centrales maxillaires.





Figure 7 : Différents types d'opalescences des bords libres, de haut en bas : mamelons, mamelons dont central dédoublé, en peigne, en fenêtre et tache jaune opaque [23].

1.1.2. Dentine

La dentine s'apparente au squelette de la dent, sa répartition n'est pas régulière, elle aura un aspect bombé dans les zones cervicales et concave dans les zones occlusales (Fig 8).

Elle est avasculaire, innervé et perméable. De plus, contrairement à l'émail, elle dispose d'un potentiel de régénération.

Elle sera recouverte d'émail dans la partie coronaire de la dent et de ciment dans la portion radiculaire.

Elle englobe la pulpe et entretient un rapport étroit avec la pulpe via ses prolongements cellulaires, des modifications au niveau de la pulpe auront des répercussions sur la dentine et vice versa.

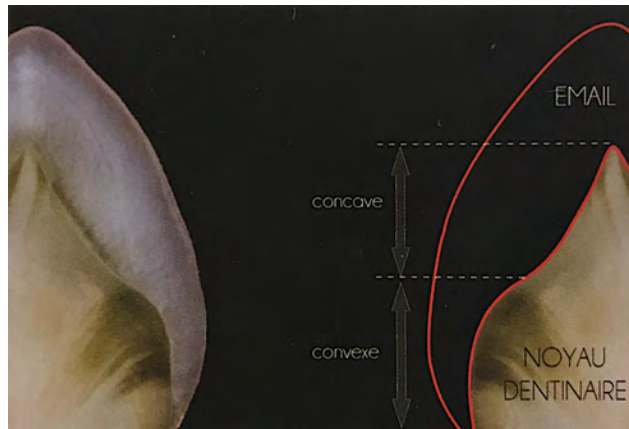


Figure 8 : Coupe longitudinale d'une molaire, révélant la disposition de la dentine [23].

1.1.2.1. Composition

La dentine comprend 70% de phase minérale, 10% d'eau et 20% de phase organique [38].

1.1.2.2. Structure

La phase minérale est organisée en canalicules (ou tubulis) faisant 1 à 2 μm de large et qui perforent la dentine de la pulpe vers la périphérie, lui donnant ainsi une certaine perméabilité.

Ces tubulis sont entourés d'une dentine péritubulaire minéralisée, dont l'épaisseur est d'autant plus importante que l'on se trouve près de la pulpe.

Ces derniers sont remplis de fluide intratubulaire et abritent les prolongements des odontoblastes, dont les corps cellulaires sont situés du côté pulpaire.

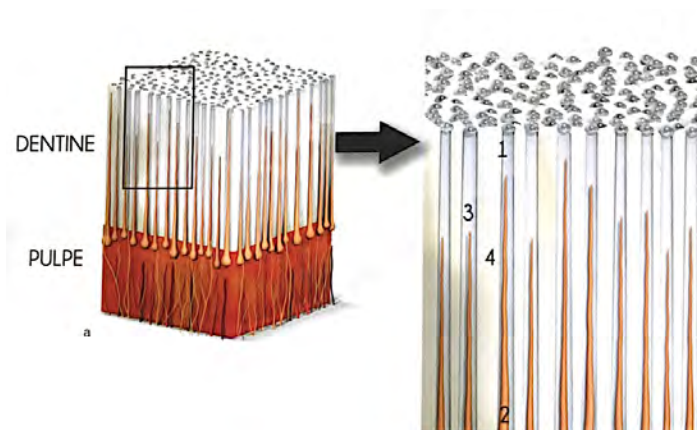


Figure 9 : Organisation et composition de la dentine. 1, tubuli ; 2, prolongement odontoblastique ; 3, fluide intra-tubulaire ; 4, dentine inter-tubulaire [23].

1.1.2.3. Caractéristiques physico-chimiques, mécaniques

Propriétés	Dentine	Email
Conductivité thermique	0,22 W/m/°C	0,92 W/m/°C
Coefficient de dilatation thermique	$8,3 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$	$11,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Module d'élasticité	18,3 GPa	84,1 GPa
Résistance en traction	98,7 MPa	10,3 MPa
Résistance en compression	297 MPa	384 MPa
Résistance en cisaillement	138 MPa	90 MPa
Dureté (kg/mm ²)	68 HK	343 HK
	90 HV	408 HV

Figure 10 : Tableau comparatif des propriétés mécaniques entre émail et dentine [23].

La principale information à retenir de ce tableau comparatif (Fig 10) est que la dentine est un tissu beaucoup moins rigide que l'émail, il est plus souple et plus déformable. La dentine de par sa structure, son organisation et sa composition est capable d'offrir à la dent une résistance importante aux contraintes.

Cependant, la résistance à la propagation de fissures et donc à la fracture n'est pas uniforme dans toute la dentine en raison de la différence de densité tubulaire selon la profondeur à laquelle on se trouve [32].

Quand la densité tubulaire diminue, le diamètre tubulaire se réduit et la dentine intertubulaire est en proportion plus importante par rapport à la dentine périrtubulaire hautement minéralisée, la fissure se propage ainsi au sein de la dentine intertubulaire, où les fibres de collagène peuvent participer au mécanisme de crack-bridging, augmentant ainsi la valeur de la ténacité.

La variation spatiale de la ténacité va aussi varier en fonction de l'orientation des tubuli [51], la ténacité sera environ 60% plus importante quand la fissure se propage perpendiculairement aux tubuli, quel que soit la zone dentinaire considérée.

Cliniquement, la dentine située proche de la pulpe sera donc moins résistante que la dentine située proche de la jonction amélo-dentinaire.

1.1.2.4. Caractéristiques optiques

La dentine confère à la dent un certain nombre de caractéristique optique : la teinte, la saturation et la fluorescence.

Notre perception de la teinte et la saturation peut être modifiée par la présence de l'émail en surface.

- Teinte et saturation

La dentine qui est semi opaque (translucidité de 40-50%) [39] va réfléchir au niveau de sa surface tous les rayons colorés qu'elle n'absorbe pas, ainsi la longueur d'onde dominante de la lumière réfléchie donnera la teinte de la dent.

Le spectre des couleurs dentaires est principalement situé dans le jaune orangé.

La teinte de la dent pourra se trouver plus ou moins saturée selon la teneur en pigment qu'elle contient.

Cette teneur, peut être modifiée à cause de maladie acquises ou congénitale, modifiant ainsi la teinte de la dent.



Figure 11 : Dents fortement dyschromiées (saturation forte) dû à la prise de tétracycline. (Dr EDDERAI J.J).

L'épaisseur de l'émail jouera aussi un rôle important dans la saturation de la dent, un émail fin (d'une dent usée, âgée) donnera une dent saturée.

- Fluorescence

Un corps soumis à un rayonnement ultraviolet non visible à la capacité de réémettre cette lumière dans une bande spectrale visible de longueur d'onde courte, c'est ce qu'on appelle la fluorescence. La dentine est responsable de ce phénomène, celui-ci va s'atténuer avec l'âge à cause de l'hyperminéralisation progressive de la dentine.

Les fabricants de céramique ont introduit depuis longtemps dans les poudres de céramique des matériaux permettant aux dents prothétiques une fluorescence bleutée comparable à celle des dents naturelles. En lumière solaire riche en ultraviolets, les dents naturelles subissent une illumination de leur corps uniquement liée au phénomène de fluorescence qui s'ajoute à la lumière visible déjà réfléchie ce qui donne à la dent son aspect naturel.

De ce fait, les dents prothétiques, qui manquent de fluorescence, paraissent plus grises à la lumière solaire qu'à la lumière artificielle.



Figure 12 : Dentine soumise à un rayonnement ultraviolet [39].

1.1.3. Jonction amélo-dentinaire

1.1.3.1. Structure

L'émail et la dentine qui ont des propriétés et des caractéristiques bien différentes mais malgré tout complémentaire vont être reliés ensemble par une entité à part entière qu'est la jonction amélo-dentinaire.

Elle est constituée de plusieurs festons, se composant eux même de micro festons. Les festons concaves coté amélaire et convexes coté dentinaire, comportent des fibrilles de collagène qui traversent la jonction amélo-dentinaire pour aller dans l'émail [48].

La valeur de résistance en traction de cette zone est de 50MPa.

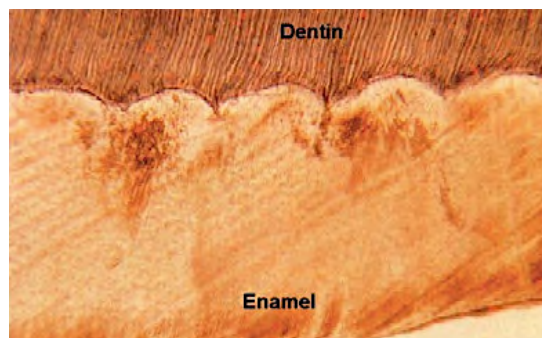


Figure 13 : Coupe de la jonction amélo-dentinaire observée au microscope électronique (Dr Md Nurul Islam).

1.1.3.2. Rôle mécanique

Cette jonction amélo-dentinaire protège avant tout des fractures, car étant moins minéralisée que les deux structures qu'elle relie, elle permet de stopper les fissures profondes de l'émail. Elle correspond à une zone de transition entre deux entités ayant des modules d'élasticité éloignés.

Cliniquement, il est indispensable de conserver cette zone dans la mesure du possible. Dans des situations où cela n'est pas envisageable, la couche hybride créée lors des protocoles de collage servira alors de substitut à celle-ci.

À RETENIR

ÉMAIL :

- Structure la plus minéralisée de l'organisme (**96% de phase minérale**)
- Ses **propriétés optiques** sont importantes à connaître pour comprendre les restaurations par stratifications.
- Caractérisé par :
 - La **translucidité** : augmente quand l'épaisseur d'émail diminue, la dent apparaît alors plus saturée. Plus le degré de minéralisation est faible plus l'indice de réfraction augmente, et plus la translucidité diminue (ex : dents lactéales).
 - La **luminosité** : maximale au centre de la dent, minimale au bord libre et intermédiaire au collet.
 - L'**opalescence** : la zone opalescente se situe entre les mamelons dentinaires, l'anatomie de ces derniers détermine la forme de cette zone (cf description des cinq formes par Vanini).

DENTINE :

- Squelette de la dent (70% de phase minérale), répartition non régulière, dispose d'un **potentiel de régénération**.
- Rapport étroit avec la pulpe via ses **tubulis dentinaires**.
- Beaucoup moins rigide que l'émail, plus souple et déformable -> confère une **résistance aux contraintes** à la dent.
- Donne à la dent sa **teinte**, sa **saturation** et sa **fluorescence**.

IONCTION AMÉLO-DENTINAIRE :

- Fait la transition entre l'émail et la dentine qui ont des modules d'élasticités éloignés.
- Rôle de **protection** des fractures, stoppe les fissures profondes de l'émail.

1.2. Macro géographie et microgéographie d'une dent naturelle.

1.2.1. Macrogéographie

La face vestibulaire d'une dent n'est pas plate, uniforme, elle est animée par de nombreux reliefs qui lui donnent un certain dynamisme.

La macrogéographie d'une dent correspond à une multitude d'éléments qui contribuent à donner la dent ses caractéristiques esthétiques [44].

On compte parmi ces éléments :

1.2.1.1. Les lignes de transition



Figure 14 : Mise en évidence des lignes de transitions par une photographie avec flash (Style Italiano).

Elles seront capitales dans l'esthétique de la dent, car ce sont ces lignes qui vont réfléchir la lumière qui vient au contact de la dent.

Ces lignes permettent de donner un relief à la dent en marquant plus ou moins la transition entre la face vestibulaire et les parties proximales de la dent.

On peut également jouer sur la position de celles-ci afin de donner l'illusion que la dent est plus ou moins large.

1.2.1.2. Les lobes et dépressions de surface

Entre les lignes de transitions se situent des alternances de lobes (habituellement au nombre de trois) et de dépressions de surface de longueurs variables, divisant les lobes longitudinalement.

1.2.1.3. Renflements cervicaux



Figure 15 : Présence de renflements cervicaux

Dans la zone du collet, la présence des renflements cervicaux permettra de donner un bombé à la dent et ainsi d'animer l'esthétique du sourire.

1.2.1.4. Mamelons



Figure 16 : Aspect crénelé des bords libres de ces jeunes incisives centrales

Ils seront présents et relativement marqués au niveau du bord libre des dents définitives jeunes, car l'usure ne les aura pas encore atteints.

Ils donneront à la dent un aspect crénelé.

1.2.2. **Microgéographie**

Elle peut être très variable, elle va avoir une influence sur la réflexion lumineuse tout comme la macrogéographie.

Les dents jeunes auront une microgéographie très marquée, tandis qu'avec l'âge celle-ci aura tendance à disparaître, donnant un aspect plus lisse à la dent.

Certains phénomènes autres que l'âge, peuvent amener à une usure prématurée de l'état de surface de la dent. Tel que la consommation élevée de boissons ou d'aliments acides, des problèmes de reflux gastro-œsophagiens ou la consommation de drogues.

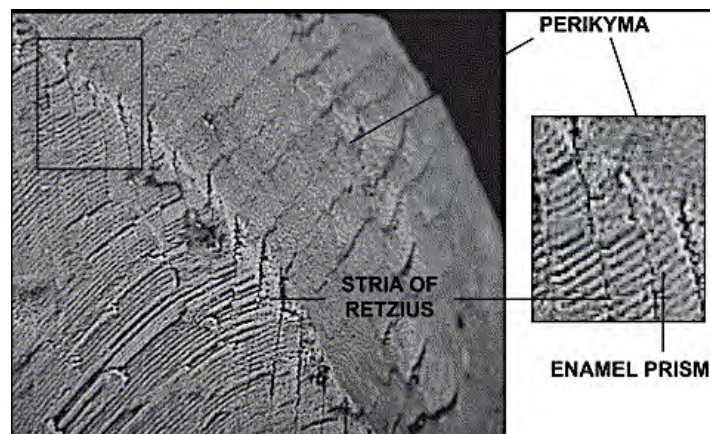


Figure 17 : Coupe microscopique longitudinale dans l'émail (KELLEY J, SMITH T.) [29].

1.2.2.1. Stries de Retzius

Ces lignes marquent l'apposition successive de l'émail par les améloblastes. On peut observer leur aspect concentrique (en tronc d'arbre) sur une coupe longitudinale (Fig 17).

A chaque strie, le prisme d'émail subit une torsion de 1 à 3°, permettant la dissipation des forces s'exerçant au sein de la masse amélaire [27].

1.2.2.2. Périkymaties

Les périkymaties sont la manifestation des stries de Retzius en surface. Elles apparaissent sous forme de sillons. Plus nombreuses au niveau du collet qu'au niveau du bord libre, elles seront surtout visibles chez de jeunes patients dont la surface amélaire n'a pas encore subi trop de phénomènes d'abrasion ou d'érosion.

1.2.2.3. Bandes de Hunter-Schreger

La densité des bandes de Hunter-Schreger diminue de la portion incisale à la portion cervicale. La densité plus faible au niveau du collet peut expliquer la vulnérabilité de la région cervicale à l'usure.

Elles assurent essentiellement un rôle biomécanique, elles préviennent les usures et augmentent la résistance à la fracture, elles constituent donc un système de déviation et de pontage des fissures.



Figure 18 : Bandes de Hunter-Schreger visible sur une coupe longitudinale d'une incisive [43]

À RETENIR

MACRO GÉOGRAPHIE :

- Donne à la dent ses caractéristiques esthétiques :
 - **Lignes de transition** : réfléchissent la lumière, assure la transition entre la face vestibulaire et les parties proximales et donne du relief à la dent.
 - **Lobes et dépressions** de surface : entre les lignes de transition, généralement alternance de trois lobes.
 - **Renflements cervicaux** : au niveau du collet, donne du bombé à la dent.
 - **Mamelons** : au niveau du bord libre (surtout sur les dents définitives jeunes).

MICRO GÉOGRAPHIE :

Influence sur la **réflexion lumineuse** comme la macrogéographie, plus marquée sur les dents jeunes.

- **Stries de Retzius** : marquent l'apposition successives de l'émail par les améloblastes.
- **Périkymaties** : manifestation des stries de Retzius en surface, forment des sillons à la surface amélaire.
- **Bandes de Hunter-Schreger** : rôle biomécanique, déviation et pontage des fissures.

1.3. Critères esthétiques du sourire

L'esthétique du sourire ne se limite pas qu'aux dents, mais nécessite une approche globale, impliquant les tissus environnants, l'intégration du sourire dans le visage, dans la face et sur le patient dans sa globalité [45].

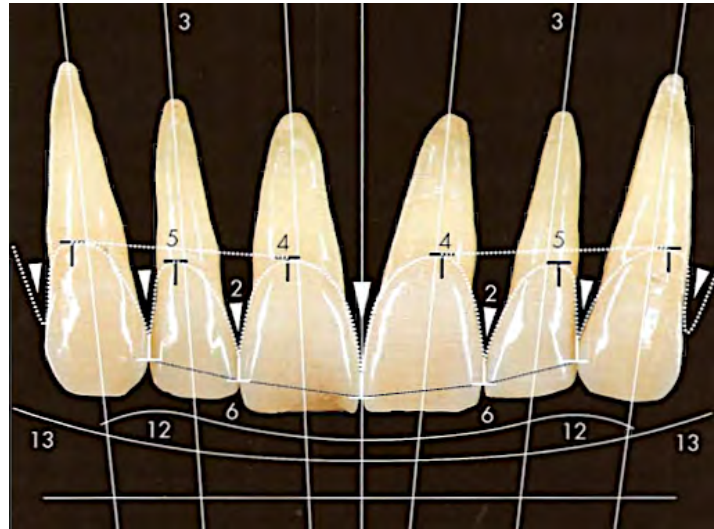


Figure 19 : Les différents éléments intra-buccaux de l'esthétique d'un sourire [45] :

- Présence de papilles inter-dentaire (2).
- Axes de dents (3).
- Hauteur des zéniths gingivaux (4)
- Disposition des tissus mous (5).
- Ouverture des embrasures (6).
- Disposition des bords libres (12).
- Ligne de la lèvre inférieure (13).

1.3.1. Disposition des tissus mous



Figure 20 : Organisation des tissus mous [45].

Les tissus gingivaux sains doivent avoir une disposition particulière :

- La gencive libre qui s'étend de coronaire en apical à une couleur rose corail.
- La gencive attachée qui s'étend de coronaire à la jonction mucogingivale à une couleur rose corail et une texture ferme (car elle est kératinisée et attachée à l'os alvéolaire sous-jacent)
- La muqueuse alvéolaire est apicale à la ligne mucogingivale, elle est mobile (lâche) et à une couleur rouge foncé.

1.3.2. Présence de papilles inter dentaire

Lorsqu'on est face à une gencive jeune et en bonne santé, les espaces inter dentaires seront fermés grâce aux papilles.

Dans le cas d'une hygiène défavorable ou d'atteintes parodontales ces papilles peuvent avoir une morphologie altérée, la prise en charge restauratrice pourra donc pallier à ce problème.

1.3.3. Axe dentaire



Figure 21 : Positionnement des axes dentaires [23].

Idéalement les axes dentaires des incisives et des canines présentent une légère convergence vers l'axe vertical médian [26].

De plus, pour que l'esthétique du sourire soit respectée la symétrie de cette convergence doit être présente.

1.3.4. Zéniths gingivaux



Figure 22 : Position des zéniths gingivaux [45].

Les zéniths gingivaux représentent le point le plus haut du collet, ils se trouvent la plupart du temps de façon légèrement décalés en distal par rapport au grand axe de la dent.

Cependant ceci est surtout valable pour les incisives centrales maxillaires et les canines, car cette position distale est moins marquée pour l'incisive latérale maxillaire.

1.3.5. Alignement des collets



Figure 23 : Position idéale des collets des dents antérieures maxillaires [23].

Les collets des incisives latérales doivent se trouver dans une position plus coronaire comparé à la ligne reliant le collet des incisives centrales et des canines.

Cette ligne des collets doit dans l'idéal être symétrique par rapport au plan sagittal médian.

1.3.6. Niveau du point de contact



Figure 24 : Position des points de contacts [45].

La position des points de contacts est en corrélation avec la position des dents et leur morphologie. Ils ont tendance à être plus coronaire entre les incisives centrales et à progressivement se placer en position plus apicale lorsqu'on part en distal.

1.3.7. Dimensions des dents

Il est impossible de définir des dimensions de référence stable et précises car celles-ci vont varier selon le sexe et l'âge (en lien avec l'usure des dents).

L'incisive centrale est la seule dent qui se situe dans le plan frontal, d'où son rôle capital dans la structuration du sourire [54].

De nombreuses analyses et théories ont été réalisées en lien avec les proportions du nombre d'or (Lombardi, Levin, Snow) [41,40,61], cependant il semblerait que l'on ne retrouve que très rarement ces proportions dans le sourire naturel.

Le ratio hauteur/largeur de la couronne semblent être la référence la plus stable car il ne varie que très peu selon les dents et selon le genre [46]



Figure 25 : Ratio hauteur/largeur des couronnes selon les genres [45].

1.3.8. Texture de surface



Figure 26 : Anatomie horizontale et verticale de surface [45].

L'anatomie primaire et secondaire de surface joue un rôle important dans la réflexion de la lumière et donc sur la luminosité des dents, ainsi les dents jeunes très caractérisées

donneront l'impression d'un sourire plus lumineux, contrairement à des dents usées, âgées qui elles donneront au sourire un aspect plus sombre.

1.3.9. Ouverture des embrasures occlusales



Figure 27 : Différents degrés d'ouverture des embrasures occlusale [23].

Les embrasures occlusales ont une forme triangulaire, et seront de plus en plus ouvertes dès que l'on part en direction distale.

Ces embrasures vont déterminer la hauteur du contact interproximal qui lui aussi suit une « règle » esthétique, idéalement de 50% de la hauteur des incisives centrales, ce rapport tend à diminuer lorsqu'on se déplace vers les canines [67]

De plus cette zone de contact migre en apical lorsqu'on s'éloigne du plan sagittal médian.

1.3.10. Plan esthétique



Figure 28 : Plan esthétique à concavité supérieure (léger décrochage causé par la position plus apicale du bord libre de l'incisives latérale) [45].

Le plan esthétique est défini par les pointes cuspidiennes des prémolaires et canines ainsi que par les bords libres des incisives, il aura une forme en concavité supérieure.

Lors du sourire, la lèvre inférieure sera parallèle à ce plan esthétique.

Ce plan esthétique peut être amené à changer avec l'usure des dents.



Figure 29 : Changement du plan esthétique avec l'âge [45].

1.3.11. Symétrie du sourire

Le plan d'occlusion doit être parallèle au plan bi commissural et au plan bi pupillaire.

Dans le plan vertical, le point inter incisif doit se situer sur le plan sagittal médian, un décalage de deux millimètres semble acceptable esthétiquement. En revanche une angulation de celui-ci amènera une dysharmonie dans le sourire.

À RETENIR

CRITÈRES ESTHÉTIQUES DU SOURIRE :

Ces derniers sont **nombreux** (dimensions des dents, alignements des collets, axes dentaires...) et mettent en évidence le fait que la réussite de notre restauration ne se limite pas qu'à la bonne réalisation de la stratification, **une approche globale** au préalable en tenant compte de ces différents critères est indispensable pour que la restauration s'intègre de manière naturelle dans le sourire du patient.

En effet, chaque patient est différent (au niveau parodontal, morphologique, degré de découverture lors du sourire...), par conséquent nos **restaurations** doivent être **unique** et **adaptable** à chaque cas rencontré.

2. Les matériaux de reconstitution utilisés

Afin de réaliser des reconstructions en composite direct de bonne qualité et de durabilité optimum, il est important de connaître le mode de fonctionnement des différents éléments que l'on utilisera.

Ces différents éléments doivent être utilisés rigoureusement et selon des protocoles précis.

2.1. Systèmes Adhésifs

Ils constituent l'interface étanche qui fera le lien entre les matériaux composites de restauration et les tissus dentaires.

2.1.1. Composition

Ce sont des biomatériaux d'interface [10], dont la composition a beaucoup évolué au fil du temps.

Ce tableau récapitule la classification des adhésifs selon leur évolution historique.

Génération	Matériaux	Caractéristiques
(1952-1982) Première	Résines acryliques	- Pas de potentiel d'adhésion aux tissus dentaires - Retrait de prise conséquent - Ecart important avec le coefficient de dilatation de la dent Joint médiocre
(1980-1985) Deuxième	Esters méthacryliques de l'acide phosphorique	Pas de traitement dentinaire préalable - Potentiel d'adhérence dentinaire faible
(1985-1991) Troisième	Systèmes adhésifs : - Tenure® (DentMat) - GLUMA®Bond (Bayer) - ScotchBond™ 2 (3M)	Valeur d'adhérence à la dentine de 8-12 MPa
(1990) Quatrième	- All-Bond (Bisico) - OptiBond, OptiBond FL® (Kerr), ScotchBond™ Multi-Purpose (3M), Clearfil® Liner Bond (Kuraray), Syntac®	3 étapes : - Mordançage total (émail+dentine) - Application d'un primer qui favorise le mouillage et la

	(Ivoclar-Vivadent)	pénétration de la surface traitée • Infiltration de la résine adhésive
(1995) Cinquième	Les adhésifs contiennent tous des monomères hydrophiles, des solvants organiques et un peu d'eau • Adper™ ScotchBond™ 1 XT (3M) • ExciTE (Ivoclar-Vivadent) • OptiBond®Solo Plus (Kerr)...	2 étapes (plus simple d'emploi) : • Mordançage • Application du primer mélangé à la résine adhésive dans le même flacon sur une dentine déminéralisée non desséchée
(1998) Sixième	Adhésifs automordançants • Clearfil® Liner Bond 2 (Kuraray), AdheSe One (Ivoclar-Vivadent) ... Déminéralisent et infiltrent simultanément les tissus dentaires calcifiés	• Réunion du mordançage et de l'application du primer, puis application de la résine adhésive : la boue dentinaire n'est plus éliminée • Permet de contourner la difficulté clinique de la gestion du degré d'humidité dentinaire
(2000) Septième	Adhésifs « tout en un » Mélange complexe de monomères et de solvants	• Regroupement en un seul conditionnement des trois étapes de collage

Les adhésifs de quatrième génération ont marqué un changement de paradigme, en effet la boue dentinaire provenant du fraisage est alors considérée à partir de ce moment comme un « débris » à éliminer, car elle représente un obstacle à une bonne étanchéité.

Aujourd'hui la quatrième génération d'adhésif constitue le gold standard.

Il existe cependant une autre classification (rationnelle) qui est fonction du nombre d'étapes cliniques et à la stratégie de collage.

On distingue alors deux classes d'adhésifs :

- Celle des produits qui requièrent un mordançage suivi d'un rinçage (M&R)
- Celle des produits que l'on applique directement sur les surfaces dentaires sans aucun traitement au préalable (SAM)

La septième génération d'adhésif peut être utilisée selon les deux stratégies, ces adhésifs sont dits « universels », Les monomères actifs qu'ils contiennent sont également susceptible de se lier à des substrats non dentaires tel que les métaux.

2.1.2. M&R



Figure 30 : Les différentes étapes de mise en œuvre des MR3 et MR2 [76]

➤ M&R III :

- Le mordançage :

Il s'agit de la première étape durant laquelle on vient appliquer un gel d'acide phosphorique dans l'idéal supérieur à 20% (15 seconde sur la dentine et 30 secondes sur l'émail). L'émail prendra alors un aspect blanc mat crayeux après rinçage et séchage.

Au niveau de la dentine, l'acide élimine l'essentiel de la boue dentinaire, ouvre les orifices tubulaires, et déminéralise superficiellement les zones péri et inter tubulaires.

La surface traitée est principalement hydrophile ce qui pose problème pour y infiltrer une quantité suffisante de monomère méthacryliques hydrophobes. En effet, l'évaporation de l'eau du rinçage par séchage entraîne à ce stade une fusion des fibrilles protéiques. La surface collapsée devient compacte et non propice à la pénétration de la résine.

- L'application de primer :

Il aura un rôle majeur dans le processus d'adhésion à la dentine. Il s'agit d'un liquide qui permet : de maintenir le réseau de collagène poreux ou de permettre sa ré-expansion s'il a été collapsé lors du séchage.

C'est une étape essentielle pour permettre une perméabilité de la dentine déminéralisée après évaporation de l'eau qu'elle contient. Une fois que celle-ci est éliminée, la surface présente un caractère hydrophobe favorable à la pénétration de la résine.

Le primer contient de l'eau, des monomère hydrophiles (HEMA : Hydroxy-éthyl méthacrylate) et des solvants organiques.

La présence de solvant contribue à faciliter l'évaporation de l'eau par séchage après application du primer.

L'élimination quasi complète de l'eau par séchage s'avère nécessaire à la formation d'une interphase adhérente de qualité [33].

- L'application de résine adhésive :

Elle doit pénétrer les tubulis et s'infiltrer dans les canaux du réseau protéique inter et péri-tubulaire. Après copolymérisation avec le composite, on aboutit à une interphase adhérente et étanche entre le composite et la dentine. Cette interphase est constituée d'une couche hybride inter et péri-tubulaire et de brides résineuses intra-tubulaires.

➤ M&R II :

L'étape de mordantage sera identique au M&R III.

Ces système M&R II rassemblent l'étape d'application du primer et de l'adhésif et permet donc de raccourcir les étapes cliniques. Le flacon comporte donc des monomères hydrophobes, des monomères hydrophiles, des solvants, parfois des charges et bien sûr des amorceurs de polymérisation.

Leurs solvants organiques (alcool ou acétone) activent la pénétration du produit appliqué et facilitent l'évaporation de l'eau lors du séchage.

D'apparence leur mise en œuvre paraît plus simple qu'un système M&R III, cependant il faut être attentif à l'étape d'élimination de l'eau à la surface de la dentine mordancée et rincée avant application de l'adhésif.

Si l'eau est présente en excès, elle s'opposera à la formation d'un joint adhésif continu (phénomène de sur-mouillage) [65].

En revanche, un séchage trop important entraîne l'effondrement des fibres de collagène.

La difficulté sera donc de trouver le bon degré d'humidité dentinaire procurant une pénétration optimale de l'adhésif.

2.1.3. **SAM**

Les systèmes auto-mordancants contiennent tous de l'eau, elle est nécessaire pour activer le potentiel d'ionisation de leurs monomères fonctionnels acides [49].

Ces derniers participent donc à la polymérisation, il n'y a donc pas besoin de les rincer, ils vont déminéraliser et infiltrer simultanément émail et dentine.

La boue dentinaire ne sera pas totalement éliminée mais infiltrée. La zone hybride contient donc à la fois des protéines de la boue et de la dentine.



Figure 31 : Les différentes étapes de mise en œuvre des SAM2 et SAM3 [76]

➤ SAM II

Avec ce système, on applique d'abord un primer acide (« self-etching primer ») qui se substitue à l'acide phosphorique habituellement utilisé dans les système M&R.

Il déminéralise et infiltre simultanément les tissus dentaires calcifiés, pour que sa diffusion en profondeur soit optimale il doit agir entre 20-30 secondes.

Après évaporation de l'eau qu'il contient par séchage, il est recouvert d'une résine (similaire à celle des M&R III) dont la majeure partie des composants est hydrophobe.

Cette deuxième couche permet :

- D'obtenir une co-polymérisation efficace avec la matrice des composites.
- Contribue à dissiper les contraintes du retrait de polymérisation du composites et les contraintes mécaniques subies par la restauration en fonction.

➤ SAM I

Aussi appelé « all-in-one », ils combinent en un seul produit les étapes de mordantage, primer et adhésif.

Leur principal avantage est de réduire les étapes cliniques en une seule et unique étape, simplifiant ainsi le protocole de collage.

La réduction des étapes opératoires limite par conséquent le risque d'erreur de manipulation possible à chaque étape du collage.

2.2. Différents types de composite

Une résine composite en odontologie correspond à un matériau constitué d'une matrice organique résineuse appelée matrice (constituée dans la plupart du temps de Bis-GMA) et d'un renfort constitué de charges (minérales ou organique). La cohésion entre les deux est faite par un agent de couplage : le silane.

On différencie les composites principalement par la composition de leur partie inorganique : le type, la taille et le pourcentage de charges en poids mais surtout en volume, sont un certain nombre de facteurs qu'il faut prendre en compte et qui influencent directement les propriétés finales des matériaux [35,63].

Aujourd'hui, on distingue les composites en trois grandes familles en fonction de la taille de leur charge, qui détermineront de nombreuses propriétés du matériau :

- Les composites macrochargés
- Les composites microchargés
- Les composites hybrides

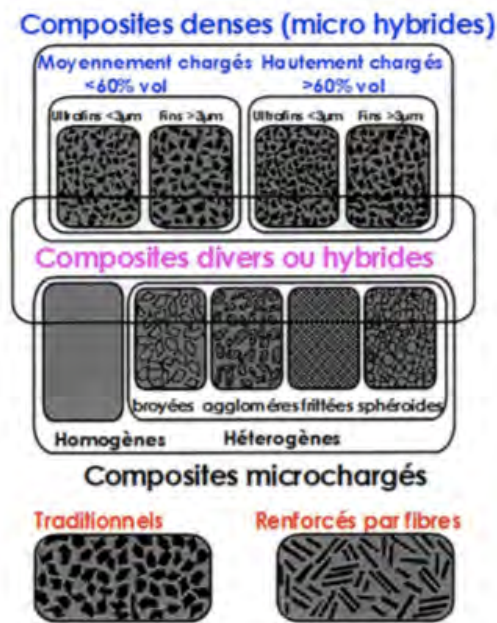


Figure 32 : Classification des résines composites selon Willems [58].

2.2.1. Macrochargés

Les composites macrochargés ont fait leur apparition en premier dans les années 60, ils étaient chémo-polymérisables.

Ils présentent de bonnes propriétés mécaniques du fait de la taille des charges les constituant (de 1 à 40µm), au détriment d'autres propriétés. Ainsi, ces composites possèdent des qualités esthétiques moyennes, des caractéristiques de surface inappropriées, une mauvaise aptitude au polissage et favorise la rétention de plaque [3,71].

Avantages	Inconvénients
• Bonnes caractéristiques mécaniques	• Caractéristiques de surface inappropriées • Mauvaise résistance à l'usure • Mauvaise aptitude au polissage • Mauvaises propriétés esthétiques

2.2.2. Microchargé

Dans le but, d'améliorer l'état de surface et l'esthétique des composites, les fabricants ont conçu dans les années 70, des composites microchargés, contenant des microcharges (SiO_2) de $0,04 \mu\text{m}$ [3].

Ces derniers permettent d'obtenir : un état de surface poli et lustré, une meilleure résistance à l'usure et la disparition de l'agressivité vis-à-vis de l'antagoniste.

Cependant, comme l'incorporation de microparticules entraîne une augmentation rapide de la viscosité (rendant le matériau difficile à manipuler), des charges prépolymérisées (10 à $50 \mu\text{m}$) contenant ces microchargés ont été incluses dans la matrice, le composite obtenu aura ainsi une charge moyenne de 20 à 60% de son volume et prendra le nom de composite microchargé renforcé [75].

Avantages	Inconvénients
• Grande résistance à l'abrasion • Bonne qualité de surface (polissage rapide et facile, garde son poli longtemps) • Bonnes caractéristiques optiques	• Fort retrait de polymérisation • Faible module de flexion • Faible résistance mécanique

2.2.3. Hybrides

Il s'agit de la plus grande famille de composite, ces derniers ont fait leur apparition dans les années 80.

Ils contiennent un mélange de particules de composition et de tailles différentes, ce qui permet d'augmenter le pourcentage de charges et les propriétés des matériaux.

Compte tenu de l'extrême variété de cette classe, elle a été subdivisée en fonction de la taille moyenne des particules de charges et de la présence de nano charges (2 à 70nm) obtenues par la « nanotechnologie » [58].

La « nanotechnologie » a permis l'incorporation de nouveaux composés, de fabriquer des charges de tailles inférieures aux longueurs d'onde visibles et donc d'améliorer l'esthétique, l'état de surface et la résistance à l'usure du matériau par la même occasion.

Le pourcentage de charges a pu être augmenté sans augmenter la viscosité, en diminuant la rétraction de prise et de façon générale, cela a amélioré les propriétés physiques et mécaniques du matériau.

Enfin, la création de charges directement liées à la matrice permet de renforcer la cohésion entre les phases organique et inorganique.

On retrouve donc deux sous classes :

- Les Microhybrides (taille moyenne des charges $<1\mu\text{m}$) qui représentent la majorité des composites hybrides
- Les Microhybrides nanochargés (taille moyenne des charges $<0,4\mu\text{m}$)

Ils ont des propriétés mécaniques et physiques identiques aux composites hybrides et un potentiel esthétique ainsi qu'une aptitude au polissage identiques à ceux des microchargés.

Ce sont les composites de choix pour des restaurations directes antérieures.

Avantages	Inconvénients
• Résistance physique plus élevée • Bon rendu esthétique • Polissage • Résistance à l'abrasion • État de surface	• Retrait de polymérisation toujours existant • Propriétés mécaniques encore perfectibles

2.2.4. Composite avec ou sans Bisphénol A

La toxicité locale et systémique des résines composites est dorénavant une préoccupation pour les patients.

Les résines composites sont constituées d'une matrice organique, de charges et d'un agent de couplage [11].

La matrice organique à elle seule va représenter 30 à 50% du volume total du composite, or nous savons que la matrice la plus utilisée à ce jour est le bisphénol A-glycidyl méthacrylate (ou bis-GMA).

De nombreuses études se sont intéressées à l'effet du Bisphénol A sur le milieu buccal,

Une fois réalisés, les composites vont être confrontés à un environnement hostile dans la cavité buccale, en effet la mastication, la salive ou bien même les changements de températures sont autant d'éléments qui entraîneront une dégradation de celui-ci.

La cytotoxicité des monomères méthacrylates est variable, le Bisphenol-A (perturbateur endocrinien), composant le plus incriminé actuellement, n'est pas relargué en tant que tel [31].

Il sera le fruit de l'hydrolyse du bis-DMA par les estérases salivaires [62], qui est aujourd'hui exclu depuis déjà quelques années des produits du marché.

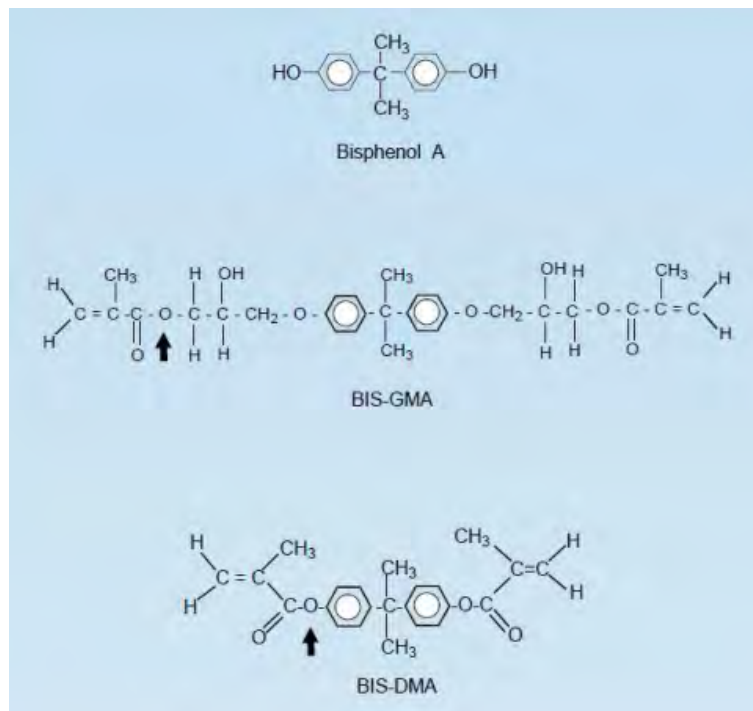


Figure 33 : Schéma illustrant l'action des estérases salivaires (flèches noires) qui transformeront uniquement le bis-DMA en Bisphénol A [62].

Certains auteurs ont aussi conclu que la libération la plus importante de BPA se fait dans les premières minutes voire les premières heures qui suivent la pose des composites [74].

Les effets à proprement parlé du bis-GMA au niveau buccal, sont nombreux :

- Dommages irréversibles sur l'ADN (allant jusqu'à la cassure double-brin)
- Retard de cycle cellulaire dans la phase de duplication du génome [19]

On note aussi une sensibilité différente de la toxicité du bis-GMA selon les tissus exposés, en effet les cellules du ligament parodontal et les fibroblastes de la pulpe paraissent plus sensibles que les fibroblastes de la gencive [30].

Les composites flow sont aussi plus susceptibles d'entraîner une cytotoxicité par rapport à leur forme classique, car ils possèdent dans leur composition une part plus importante de monomère par rapport à leurs charges [1].

Pour contrer le problème de relargage de monomères, il existe un certain nombre de dispositions que nous devons mettre en œuvre. Il est important d'obtenir le degré de conversion le plus élevé possible après polymérisation du composite.

Pour cela, nous devons :

- Utiliser un champ opératoire étanche systématiquement
- Respecter le temps d'exposition lumineuse indiqué par le fabricant et avoir une source lumineuse de qualité et d'intensité adaptée.

- Ne pas dépasser une épaisseur de 2 mm par incréments (sauf pour les composites « bulk »).
- Appliquer de plus petits incréments pour les teintes peu lumineuses que pour les teintes lumineuses [22].
- Isoler la dernière couche de surface de l'oxygène (inhibiteur de réticulation) par un gel de glycérine avant le dernier flash de polymérisation.
- Nettoyer/polir et rincer la surface des résines immédiatement à la fin de la mise en place, afin de limiter la libération à court terme de Bisphénol A [24].

En complément de ces précautions d'usage, les fabricants ont élaboré différentes matrices afin de nous offrir des alternatives au bisphénol A susceptible de causer des dommages cellulaires :

- La matrice époxy qui donne au matériau une meilleure résistance mécanique et un très bon comportement hydrique (faible absorption) et une légère réduction de la contraction de prise.
- La matrice polycarboxylate qui donne au composite une grande translucidité et de bonnes propriétés mécaniques.
- La matrice polyvinylsiloxane qui améliore la cohésion matrice-charge.

Les fabricants proposent donc de nouveaux produits comme les :

- Siloranes :

Fabriqués par la société 3M ESPE, c'est une résine composite à base de silorane (combinaison d'un siloxane et d'un oxirane). Par leur agencement particulier, la forme de ces molécules permet diminuer le phénomène de rétraction de prise lors de la polymérisation.

Il s'agit d'un matériau prometteur et présentant une bonne biocompatibilité [20], cependant le recul clinique est encore trop faible pour en tirer des conclusions durables.

De plus même si l'on ne retrouve pas de Bisphénol A dans le composite, celui-ci est retrouvé sous forme pure dans l'adhésif associé.

- Ormocer® :

Provenant de l'abréviation de « organically modified ceramics », ces composites sont présents depuis une dizaine d'année dans le monde dentaire. Contrairement aux composites classiques qui possèdent une matrice totalement organique, les ormocers possèdent une matrice organique-inorganique. VOCO les commercialise dans sa gamme Admira.

Ils présentent un faible retrait de polymérisation, un bon rendu esthétique, une bonne résistance à l'abrasion et une meilleure biocompatibilité grâce à leur structure réticulée.

La très importante possibilité de polymérisation de ces matériaux permet de laisser moins de monomères résiduels. Il faut cependant noter que les motifs inorganiques dans la gamme Admira sont constitués de bis-GMA, c'est sa structure réticulée qui rend ce matériau plus biocompatible.

Tout comme les siloranes, le recul clinique n'est pas suffisant pour affirmer la supériorité de ce matériau comparé au composites standards.

2.2.5. Les impératifs de ces composites pour la stratification antérieure

Les composites que l'on utilisera doivent présenter un certain nombre de propriétés sans lesquelles ils ne pourront pas constituer une solution thérapeutique durable et fiable.

Pour cela, les fabricants sont dans la recherche constante de nouvelles améliorations qui pourraient améliorer les propriétés de ces derniers.

2.2.5.1. Propriétés mécaniques

- ***Dureté***

Cette caractéristique reflète la difficulté de finition et de polissage du matériau et donne une indication de la résistance du matériau à l'abrasion. Elle est aussi utilisée pour évaluer le degré de conversion.

La dureté, est influencée par sa phase organique, et est corrélée à son taux de charges (plus le matériau est chargé, plus sa dureté est élevée).

On retiendra que les composites micro chargés ont une dureté moins élevée que les autres composites et que malgré tout, la dureté des composites de façon générale reste bien en deçà des valeurs de dureté de la dentine et de l'émail.

- ***Vieillessement et usure***

Le processus d'usure n'est pas unique, la corrélation des études in vivo et in vitro sont faible car l'environnement buccal est complexe et ne constitue pas un milieu constant et stable.

On distinguera l'attrition, l'usure par fatigue (contraintes thermomécaniques), l'usure adhésive (perte de substance par adhésion), l'usure corrosive (hydrolyse due à l'eau et à la température), l'usure tribochimique (frottements+ attaque chimique), l'usure érosive (due aux particules présentes dans la salive).

L'usure clinique acceptable est de 40 à 50 μm par an (norme ADA) [58].

Quant au mécanisme de vieillissement, il peut être causé par une rupture entre le silane et les charges ou bien par une rupture de la chaîne du polymère.

Pour les ruptures entre le silane et les charges, le composite homogène devient l'association de deux phases hétérogènes non cohérentes qui entraîne l'usure, la fracture et/ou les dyscolorations.

Les causes sont :

- Défauts de surface
- Bulles d'air dans le composite
- Polymérisation incomplète

Pour les ruptures des liaisons au sein de la chaîne du polymère, elles interviennent sous les actions conjuguées de la température, de la lumière et de l'oxygène de l'air.

- ***Résistance à la flexion***

Elle est évaluée selon la norme ISO-4049, et a une importance clinique majeure. Dans les zones antérieures, les composites n'ont pas besoin d'être aussi résistants que dans les zones postérieures.

Cette propriété, varie fortement entre les différentes familles de composites et au sein d'une même famille.

Il faut retenir de manière générale, que les composites hybrides ont une résistance à la flexion supérieures aux autres familles de composite [58].

- ***Résistance à la traction***

Aux vues, du comportement fragile des résines composites, on réalise un test de traction indirect (test de compression diamétrale), il nous renseignera sur la résistance du matériau au forces latérales.

La résistance à la traction des composites macrochargés (53,4 MPa) et surtout des composites hybrides (52 à 72 MPa) est plus élevée que celle des microchargés.

- ***Module d'élasticité***

Ce module va nous donner des informations sur le comportement du matériau soumis à des contraintes et caractérise la rigidité du matériau.

On saura grâce à lui à partir de quelle contrainte le matériau est déformé irréversiblement.

Plus le module d'élasticité est élevé, plus le matériau est rigide.

Il jouera un rôle avec le système adhésif, dans la prévention de la percolation, les récides de caries et les dyscolorations marginales.

Seul le composite hybride à viscosité moyenne aura un module d'élasticité avoisinant celui de la dentine.

2.2.5.2. Propriétés physico-chimiques

- ***Propriétés optiques et radiographiques***

La dentine et l'émail ont des propriétés optiques différentes : la dentine est caractérisée par une opacité élevée, une fluorescence marquée et une variabilité importante de sa saturation avec l'âge ; à l'inverse l'émail est translucide, opalescent et très faiblement saturé. Les fabricants doivent donc adapter les propriétés de leur matériaux composites afin de nous permettre d'obtenir des restaurations parfaitement intégrées esthétiquement. Pour cela, en jouant sur les différences d'indice de réfraction entre les charges minérales et la matrice, ils arrivent à obtenir différents niveaux d'opacité.

Les différents niveaux de saturation sont obtenus quant à eux grâce à des concentrations variables en oxydes métalliques.



Figure 34 : Niveaux de saturation croissant de composite dentine [77].

En ce qui concerne la visualisation radiographique, elle est due à la présence d'éléments lourds (numéro atomique élevé) dans les charges.

- ***Absorption d'eau, solubilité***

Au sein de l'environnement buccal, les composites vont absorber l'eau et relarguer des monomères non polymérisés.

Il a été suggéré qu'une absorption minimale provoquerait une expansion du composite qui compenserait le retrait de polymérisation initial. A ce jour, c'est pour les méthacrylates et ses dérivés que l'équilibre est le mieux maîtrisé [60].

Pour résister à la dégradation, les composites doivent être le moins soluble possible. Ce phénomène se développe essentiellement au sein de la matrice. Parmi les nouveaux monomères, les siloranes sembleraient être les moins solubles [21].

- ***Contraction de polymérisation***

Logiquement, un pourcentage élevé de charges devrait diminuer le retrait de polymérisation étant donné que le pourcentage de matrice résineuse est diminué. Or, les composites hybrides n'ont pas forcément un taux de rétractation de prise plus faible que les microchargés.

Ceci s'explique en partie par la présence de particules pré polymérisées dans les microchargés qui ne participent pas à la rétraction de prise.

De plus, l'addition de diluants, pour contrer l'augmentation rapide de la viscosité des composites hybrides, due à l'augmentation du nombre de particule, augmente la rétraction de prise.

L'élément essentiel à prendre en compte, plus que le pourcentage de rétraction est la contrainte à l'interface dent-matériau qui dépend non seulement du pourcentage de rétraction mais aussi de la cinétique de polymérisation [25].

Les conséquences cliniques sont nombreuses :

- Tensions au niveau des tissus dentaires (flexion des cuspides, fragilisations ou ruptures de l'émail)
- Déchirures au niveau du joint avec création d'un hiatus périphérique favorisant la percolation marginale, les dyscolorations et les reprises de caries.
- Contraintes au sein du matériau, menant à une rupture partielle ou complète de la liaison résine-particule, apparition de fractures cohésives dans le matériau.
- Diminution de la résistance mécanique.

Pour limiter les conséquences au niveau clinique, il existe différentes solutions à mettre en œuvre : Apport de composites limité par technique de stratification, polymérisation progressive, facteur C de la cavité...

- **Propriétés thermiques**

- Coefficient de dilatation thermique

En règle générale, il est deux à quatre fois plus élevé pour les résines composites comparé au tissus dentaires (composites entre $25.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et $70.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; émail : $11,4.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; dentine : $8,3.10^{-6}/^{\circ}\text{C}$).

Par conséquent, lors de changements de température, des contraintes peuvent apparaître à l'interface matériau/dent.

- Conductibilité thermique

Cette caractéristique reflète l'aptitude d'un matériau à transmettre la chaleur qui lui est fournie. Les résines composites ont une faible conductivité thermique, proche de celle de l'émail et de la dentine.

2.2.5.3. Aspect biologique

- **Biocompatibilité**

La biocompatibilité des composites est une problématique plus que jamais actuelle. Nous savons que ce sont surtout les monomère libres, contenus dans la matrice résineuse, qui sont susceptibles de causer des dommages cellulaires.

La biocompatibilité d'un monomère peut être évaluée à l'aide de l'ensemble des relations existantes entre le matériau et son milieu et des conséquences locales ou générales, immédiates ou différées, réversibles ou irréversibles [3].

Différentes pistes sur la recherche de nouvelles matrices sont en développement, comme les matrices époxy (alternative au TEGDMA), les oxiranes ou les siloranes se montrent également faiblement toxiques [20,25].

À RETENIR

SYSTÈMES ADHÉSIFS :

- M&R
 - **M&R II** : mordantage → rinçage → primer+adhésif → air → photopolymérisation → composite.
 - **M&R III** : mordantage → rinçage → primer → air → adhésif → photopolymérisation → composite.
- SAM
 - **SAM II** : acide+primer → air → adhésif → photopolymérisation → composite.
 - **SAM I** : acide+primer+adhésif → air → photopolymérisation → composite.

COMPOSITES :

Composé d'une matrice organique résineuse et de charges, le lien entre les deux est fait par le silane.

- **MACRO CHARGÉS**

Avantages	Inconvénients
• Bonnes caractéristiques mécaniques	• Caractéristiques de surface inappropriées • Mauvaise résistance à l'usure • Mauvaise aptitude au polissage • Mauvaises propriétés esthétiques

- MICRO CHARGÉS	
Avantages	Inconvénients
• Grande résistance à l'abrasion • Bonne qualité de surface (polissage rapide et facile, garde son poli longtemps) • Bonnes caractéristiques optiques	• Fort retrait de polymérisation • Faible module de flexion • Faible résistance mécanique
- HYBRIDES	
Avantages	Inconvénients
• Résistance physique plus élevée • Bon rendu esthétique • Polissage • Résistance à l'abrasion • État de surface	• Retrait de polymérisation toujours existant • Propriétés mécaniques encore perfectibles

3. Stratifications des composites antérieurs

A ce jour, un nombre important de patients ainsi que de praticiens pensent encore que les restaurations céramiques sont le gold standard pour obtenir une esthétique, une fonction et une durabilité optimale.

Cependant, si l'on suit le concept de biomimétisme, on s'aperçoit alors que les restaurations par composites directs constituent une alternative de choix.

En effet, ces restaurations présentent de nombreux avantages : elles permettent une économie tissulaire importante, leur coût est moins élevé, leur longévité est très acceptable, leur esthétique est très satisfaisante et l'on a la possibilité de ré-intervenir sur ces composites de façon aisée.

3.1. Indications/contre-indications

Si les restaurations composites sont très utilisées dans les obturations de cavité de classe III, IV et V [17].

Leurs indications ne se limitent pas là et sont extrêmement large, elles permettent de résoudre beaucoup de cas présentant des défauts esthétique et fonctionnel.

3.1.1. Indications

3.1.1.1. Fracture

Si le patient ne possède pas le fragment dentaire cassé, que la limite de la fracture est supra-gingivale et que la perte de substance n'est pas trop importante.

La réalisation d'un composite direct constitue une excellente solution thérapeutique, avec laquelle nous pouvons obtenir de très jolis résultats esthétiques.



Figure 35 : Fracture sur 11 et 21 (Dr GROSZ J. Style Italiano)

3.1.1.2. Fermeture de diastème

Dans le cas d'une demande de fermeture de diastème par le patient, si l'on se réfère au gradient thérapeutique, la réalisation de composite stratifiés semble être la solution idéale et la moins invasive.



Figure 36 : Présence d'un diastème important entre 11 et 21 (Dr VILLARES C. Style Italiano)

3.1.1.3. Reprise d'anciennes restaurations

Il est indiqué de refaire des obturations composites lorsque ces dernières ont mal vieilli ou ont mal été réalisées (état de surface moyen, joint de mauvaise qualité...)



Figure 37 : Photo initiale avant reprise de l'ancienne restauration sur 21 (Dr GROSZ J. Style Italiano)

3.1.1.4. Correction d'anomalie de forme acquise ou provoquée

Dans les cas d'anomalie de forme acquise tel que la microdontie, on peut réhabiliter la fonction et l'esthétique grâce au composites stratifiés, leur utilisation peut être associée à des traitements orthodontiques en amont

De plus, l'usage d'un wax up et d'un mock up permettront de valider en bouche le projet esthétique avec le patient.

Pour les anomalies provoquées par un agent extérieur ou intérieur, tel que les érosions dentaires qui ont pour source l'exposition prolongée à des substances acides (soda, RGO...), et qui vont engendrer une perte de substance plus ou moins importante.

Les composites permettent une réhabilitation minimalement invasive, à condition d'avoir réglé l'étiologie au préalable.



Figure 38 : Microdontie bilatérale sur 12 et 22 (Incisives riziformes)



Figure 39 : Érosion dentaire présente sur les incisives maxillaires [23].

3.1.1.5. Gestion de coloration

En ce qui concerne la gestion de coloration tel que la fluorose, la réalisation d'un composite stratifié peut être envisageable après une technique d'érosion infiltration à l'aide d'ICON, ainsi qu'à un éventuel éclaircissement.



Figure 40 : Colorations blanches en « nuage » sur 11 et 21 (Dr CLEMENT M. Style Italiano).

3.1.1.6. Lésions cervicales d'origine non carieuse



Figure 41 : Exemples de lésions cervicales d'origine non carieuse (Dr Ian Bell).

Les lésions cervicales d'origine non carieuse sont une résultante de plusieurs phénomènes :

- L'abrasion :

L'abrasion va être provoquée par un facteur mécanique d'origine externe (ex : brossage traumatique). Celui-ci va entraîner une perte d'émail et de dentine si ces forces mécaniques sont exercées au long terme [64].

En effet, si le patient opte pour un brossage horizontal additionné d'une utilisation de brosse à dent à tête dure, l'apparition de ces lésions sera largement favorisée.

- L'érosion :

Dans ce cas, les tissus dentaires vont être agressés par une attaque acide non bactérienne [28], d'origine intrinsèque (RGO, problème d'équilibre salivaire, boulimie...) ou extrinsèque (consommation de soda, d'agrumes, prise de drogues/médicaments...).

Les usures se manifesteront au niveau des zones d'interactions avec les éléments érosifs, ce qui peut être un élément intéressant de diagnostic.

- L'abfraction :

Ici, la perte de substance serait causée par un désordre d'ordre occlusal. La lésion peut se manifester sur une ou plusieurs dents, elle résulterait de forces occlusales mal réparties (interférences occlusales en latéralité ou en propulsion).

Ces forces en excès vont soumettre la dent à des forces de flexions et provoquer ainsi des micro fractures d'émail et de dentine, donnant lieu à des lésions cervicales [64].

Il s'agit d'un diagnostic par « élimination » lorsqu'on a exclu les autres causes possibles.

Les lésions cervicales d'origine non carieuse, ont donc une origine multifactorielle.

En effet la plupart du temps les phénomènes précédemment cités sont combinés, les effets des uns potentialisant l'action des autres [2].

La restauration par stratification pourra être intéressante, sous condition d'avoir réglé au préalable les diverses étiologies responsables de ces lésions.

3.1.1.7. Fermeture de « triangles » noirs

La présence de « triangles » noirs est le résultat de la disparition des papilles inter dentaire, la perte de ces dernières est la conséquence de problèmes parodontaux ayant entraînés une perte du niveau osseux sous-jacent.

La fermeture de ces espaces inesthétique peut être réalisé par une technique de stratification, en élargissant légèrement la forme des dents il est possible de fermer ces triangles. Ainsi l'esthétique globale du sourire pourra être retrouvée.



Figure 42 : Fermeture de triangles noirs à l'aide du système de matrice Bioclear (Dr CLARK D.)

3.1.2. **Contre-indication**

Les principales situations où il apparait compromis de réaliser un composite direct antérieur, sont les cas où il est impossible de mettre en place une digue étanche, ce qui compromettra la qualité du collage. Ou bien les cas où la perte de substance est trop importante pour que le composite soit une solution pérenne et fonctionnelle.

À RETENIR

INDICATIONS :

- Fracture coronaire
- Fermeture de diastème
- Reprise d'anciennes restaurations
- Correction d'anomalies de forme acquise ou provoquée
- Gestion de coloration
- Lésions cervicales d'origine non carieuse
- Fermeture de « triangles » noirs

CONTRE INDICATIONS :

- Impossibilité de mettre en place un champ opératoire étanche
- Perte de substance trop importante

- Dents trop caractérisées ou trop colorées
- Hygiène défavorable/ Risque carieux trop important

3.2. Technique de stratification

La mise en œuvre de technique de stratification, semble au premier abord très complexe, et difficile à maîtriser.

Les premiers protocoles de stratifications se sont inspirés des techniques de laboratoire de montage de la céramique et étaient par conséquent très complexes [15 ; 57].

Cependant, nous nous sommes rendu compte que la céramique et le composite sont deux matériaux bien distincts et possédant des propriétés très différentes.

Des protocoles plus « accessibles » ont alors été créés se basant sur l'étude des tissus naturels de la dent, ainsi est née la technique appelée « Natural Layering Concept » proposée par Dietschi.

En 2001, Dietschi a réalisé une classification et une description précises des principales techniques de stratification [18]. Vanini quant à lui proposera dès 1996, une technique utilisant le système de composite HFO de micérium [68].

3.2.1. Technique historique en deux couches

Dans cette technique, la première couche est réalisée dans la zone la plus coronaire de la dent à l'aide d'un composite ayant les propriétés esthétiques globales de la dent. On ajoute ensuite dans la partie la plus proche du bord libre un composite incisal ou transparent qui vient mimer le bord libre de la dent.

Le désavantage de cette technique est l'apparition d'un effet grisé à notre restauration, car la réussite esthétique de ce type de restauration est uniquement basée sur les propriétés de mimétisme du composite utilisé ici en teinte unique.

Cette technique ne permet pas d'obtenir des résultats satisfaisants.

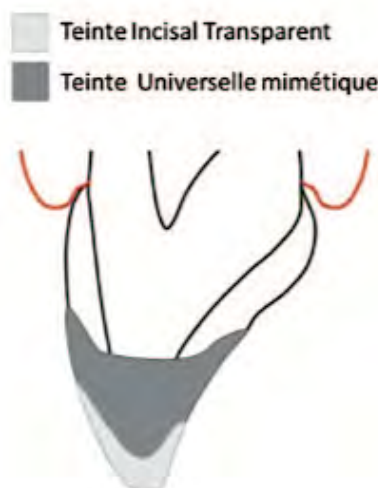


Figure 43 : Technique historique en deux couches [9].

3.2.2. Technique « double effect layer » ou technique en trois couches

Ici, on utilisera trois couches qui se décomposent en :

- Une couche dentine opaque
- Une couche dentine de corps qui par-dessus la première
- Une couche de composite émail

Cette technique s'inspire du montage de la céramique au laboratoire sur des chapes métallique, en effet ici en laboratoire on utilise un opaque afin de masquer l'armature métallique.

Ici, on utilisera la dentine opaque afin d'essayer de masquer le noir de la cavité buccale ainsi que le trait de fracture.

Par-dessus cette couche de dentine opaque, va venir une couche de dentine « body » qui vise à recréer la teinte de corps de la dent.

Une couche d'émail viendra enfin recouvrir l'ensemble de la restauration, cette couche devra avoir une épaisseur maximale de 1 mm, au-delà la dent aura une teinte grisée. La couche d'émail reconstruite aura donc une épaisseur plus faible que la couche d'émail naturelle correspondante.

La principale difficulté de cette technique réside dans l'épaisseur de chaque matériau. Cette technique nécessite d'être parfaitement maîtrisée afin d'obtenir des résultats satisfaisants.

Il faut aussi se familiariser avec les différents termes utilisés par les fabricants pour désigner les différents matériaux correspondant aux différentes couches à mettre en place, car ces appellations diffèrent selon les coffrets de composites utilisés. Ces variations d'appellations, peuvent représenter une source d'erreur.

Cette technique en trois couches, requiert donc une courbe d'apprentissage longue qui peut décourager certains praticiens [12].

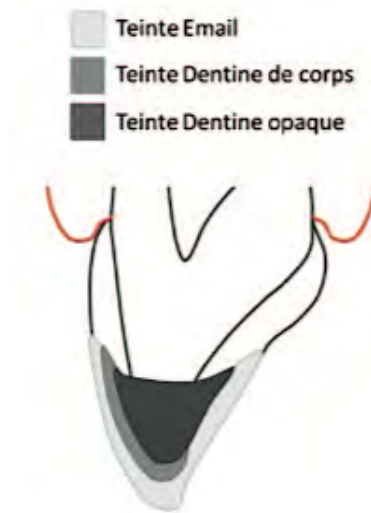


Figure 44 : Technique en trois couches [9].

3.2.3. Technique en trois couches selon Vanini (émail HFO ou HRI)

Ces deux techniques suivent le même principe, seulement la principale différence réside dans l'ajout d'une couche supplémentaire de résine adhésive entre la dentine et l'émail dans la technique avec l'émail HFO.

Cette couche a pour but de mimer la couche d'émail amorphe de haute teneur protéique aussi appelée couche de haute diffusion par Vanini.

Dans cette technique, lors de perte de substance volumineuse, Vanini préconise d'utiliser trois couches de dentines différentes appliquées en couches obliques. Si la perte de substance est moins importante, on utilisera seulement deux couches de dentines. L'apport oblique permet de favoriser l'esthétique et d'améliorer les forces de contraction au sein du composite [52].

Lors de la prise de la teinte, nous n'utiliserons pas un teintier VITA mais un teintier particulier dans lequel les teintes dentines sont numérotées de UD1 à UD6.

Par analogie avec la technique précédente, la couche qui correspondrait à la dentine opaque, sera ici une dentine qu'on choisira deux tons plus élevés que celle de corps.

Lorsqu'on utilisera l'émail du système HFO, il devra être placé en couche plus mince que la couche d'émail naturel qu'il remplace. En revanche, si nous utilisons l'émail du système HRI l'épaisseur de la couche de composite émail devra être équivalente, car le coefficient de réfraction du composite émail HRI est équivalent à celui de l'émail naturel [72].

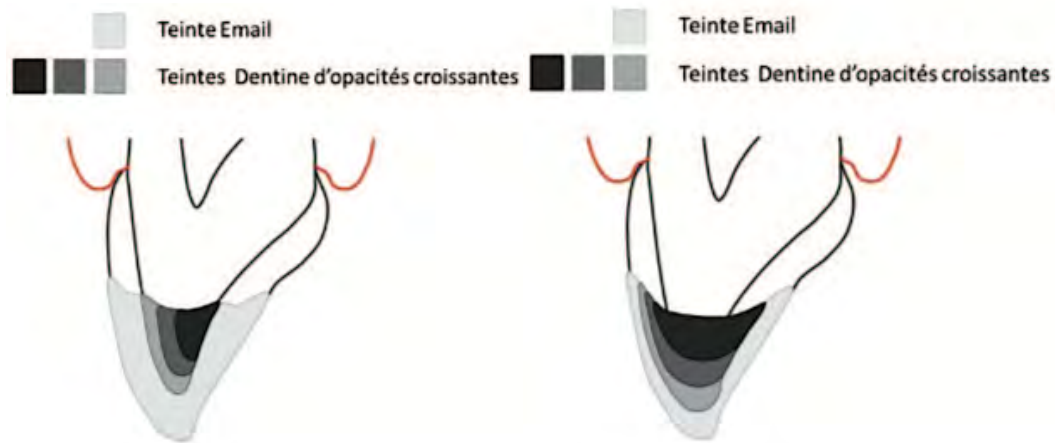


Figure 45 : Technique en trois couches selon Vanini (avec de l'émail HRI à gauche et de l'émail HFO à droite) [9].

3.2.4. Technique du Natural Layering Concept

Cette technique a été soumise par Dietschi [16] afin de palier au désavantage de la technique en trois couches.

Ici, les tissus dentaires vont être remplacés par des composite ayant les mêmes propriétés optiques. Il n'y aura ainsi que deux composites, un pour la dentine et un pour l'émail, ils seront placés en couche de la même épaisseur que les tissus qu'ils remplacent. Un seul détail concerne la couche de composite dentine, qui va venir recouvrir une partie du biseau amélaire pour cacher la zone de transition entre la restauration et les tissus dentaires.

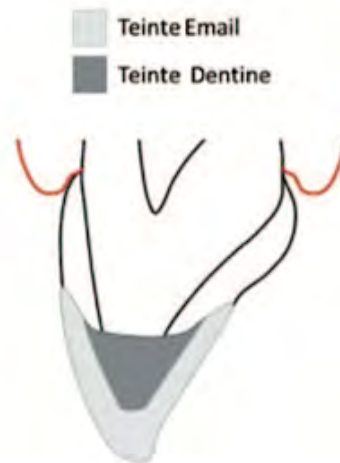


Figure 46 : Technique du « Natural Layering Concept » [9].

Il existe une variante plus « poussée » et plus « aboutie » de cette technique de Natural Layering Concept.

Celle-ci, propose d'ajouter des effets afin de reproduire les détails anatomiques les plus fins. Pour cela, on a recours à des intensifs :

- Le bleu pour l'opalescent

- Le doré pour augmenter la saturation dans des zones particulières
- Le blanc pour reproduire des taches d'hypominéralisations [13]

Ces matériaux sont le plus souvent ajoutés entre les couches de dentines et d'émail.

Aujourd'hui la technique en trois couche (apparenté comme la technique de Vanini) et la technique en deux couches (Natural Layering Concept) de Dietschi, représentent le gold standard des techniques de restaurations composite directes antérieures. Ce sont elles qui permettent d'obtenir les meilleurs résultats esthétiques.

3.3. Protocole clinique

Le protocole clinique de stratification des composites est rigoureux et doit être suivi avec attention, que ce soit pour les étapes de préparation des tissus dentaires (protocole de collage), pour l'isolation des dents (mise en place du champ opératoire) ou pour le montage du composite en lui-même.

Toutes ces étapes seront décrites point par point ci-dessous.

3.3.1. Prise de teinte

Avant de commencer toute thérapeutique de stratification, il est intéressant de réaliser au préalable un éclaircissement d'une ou des deux arcades dans l'idéal. En effet, cela permet de partir sur une base de teinte plus lumineuse.



Figure 47 : Avant/après la réalisation d'un éclaircissement à l'aide de peroxyde d'hydrogène à 7% pendant trois semaines avant de réaliser la fermeture des diastèmes par stratification [59].

La prise de teinte, est un des facteurs clé à maîtriser pour réaliser une stratification de bonne qualité. Cependant il s'agit d'une étape très délicate qui peut faire la différence entre une restauration parfaite et une restauration moyenne si elle est mal réalisée.

Idéalement, tous les systèmes de composite devraient être conçus par rapport à une technique de prise de teinte universelle et reproductible [68].

Par conséquent, pour essayer d'obtenir un résultat prédictible, précis et reproductible, Vanini a décrit un protocole qui commence par l'analyse de la forme des dents et des cinq dimensions de la couleur.

Cette analyse, doit donc permettre aux praticiens de réaliser des techniques de stratification qui utilisent des composites dentine et émail spécialement conçu pour reproduire l'anatomie dentaire analysée précédemment.

Il faudra relever les différents composants de la couleur à l'aide d'une charte de prise de teinte, qui servira de fil directeur pour la stratification (Fig 47).

Cependant, cette analyse ne sera efficace que si l'on utilise le système HFO ou HRI (qui ont été développé pour correspondre à celle-ci)



Fig 48 : Les cinq dimensions de la couleur selon Vanini [55].

Selon Vanini, la couleur d'une dent se décompose en cinq éléments [69] :

- La chromaticité :

Il s'agit de la teinte de la saturation du corps dentinaire, dans le système HRI, le composite utilisé n'aura qu'une teinte (UD) mais plusieurs saturation (de 0 à 6).

Sur les dents antérieures, la chromaticité est de moins en moins importante du bord cervical au bord libre et de palatin à vestibulaire. Elle sera également moins élevée sur les dents jeunes par rapport au dents âgées.

- La luminosité :

Elle est uniquement reliée à l'émail. Plus celui-ci est épais et poreux plus la dent sera lumineuse et faiblement transparente (dent jeune).

- L'opalescence :

Elle est comprise dans le tiers incisal, entre les parties inter proximales et le bord libre.

Elle produit cette teinte bleutée ou ambrée, crée un halo incisal et peut prendre différentes formes (mamelons, mamelons dont central dédoublé, en peigne, en fenêtre et tache jaune opaque)

- Les caractérisations :

Elles concernent à la fois l'émail et la dentine. Il y aura deux caractérisations possibles pour la dentine (en mamelon ou en bande) et trois pour l'émail (tache, crack, et en marge)

- Les « intensives » :

Elles seront d'avantage présentes sur des dents jeunes, elles représentent les zones d'hypominéralisation qui apparaîtront blanches. Quatre formes sont décrites (taches, petit nuage, bandes horizontales et flocons de neige).

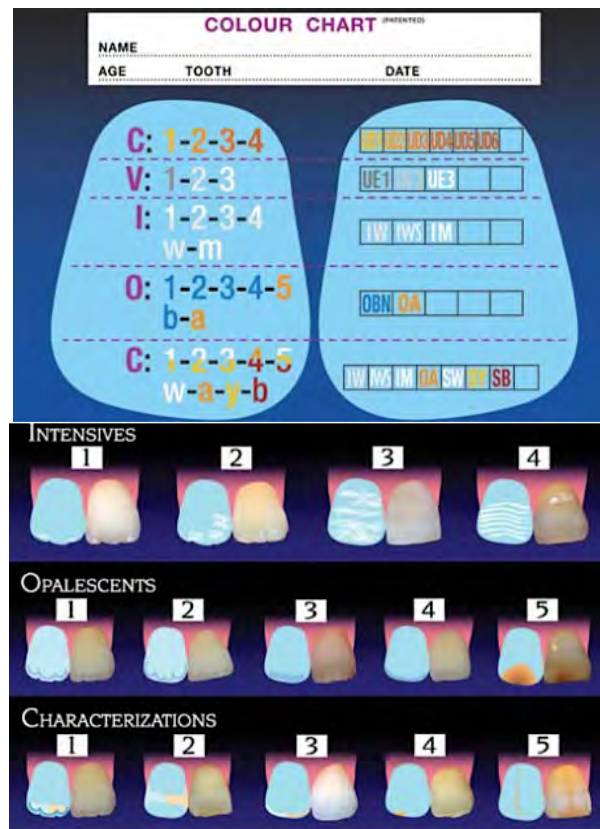


Figure 49 : Charte de prise de teinte selon Vanini [55].

De façon plus générale, il faudra :

- Prendre la teinte une semaine après la fin du traitement d'éclaircissement.
- Ne pas prendre la teinte sur une dent déshydratée (prendre la teinte avant la pose de la digue et ne pas sécher la dent avant)
- Éliminer les interférences colorimétriques (ex : rouge à lèvres)
- Décider de la teinte en cinq secondes maximum
- Prendre la teinte émail au niveau du bord libre et la teinte dentine au niveau du collet
- Réaliser des petits plots de composites qu'il faudra photo polymériser afin de confirmer les teintes choisies

- Utiliser des filtres polarisants sur l'appareil photo, afin de nous aider sur le choix de la saturation de la dent
- Mettre la photo en noir et blanc peut nous aider à juger de la luminosité de la dent

3.3.2. Pose de la digue

La mise en place d'un champ opératoire étanche est indispensable pour obtenir un collage optimal.

Dans le secteur antérieur, la digue sera généralement posée sur toutes les dents jusqu'au premières prémolaires. Ceci est à adapter en fonction du cas clinique rencontré.

Ainsi, une mise sous digue large permet d'avoir une bonne visibilité, d'isoler les dents des fluides buccaux, du sang et de l'humidité. Cela nous permet aussi d'avoir la dent controlatérale à la dent à restaurer sous les yeux et ainsi de pouvoir s'en servir comme référence lors de la stratification.

La pose de la digue suit différentes étapes :

- Tendre la digue sur le cadre, la plaquer sur les dents maxillaires et marquer d'un point au stylo les futurs emplacements des trous.
- Percer la digue à l'aide d'une pince d'Ainsworth.
- Mettre en place les crampons (sans ailettes) à l'aide d'une pince de Brewer.
- Décrocher la digue du cadre et la placer sur les dents maxillaires.
- Faire passer la digue au niveau des points de contacts à l'aide de fil dentaire.
- Replacer le cadre de digue.
- Mettre en place des ligatures si besoin.



Figure 50 : Mise en place d'une digue de 14 à 24 (Dr SALAT A. Style Italiano).



Figure 51 : Vue occlusale des dents antérieures après pose de la digue, on observe les crampons sur 14 et 24 (Dr AKHUNDOV M. Style Italiano).

Dans certains cas, tel que la présence d'une contention, il est nécessaire de poser une digue ouverte. La mise en place de celle-ci suit les mêmes étapes qu'une mise en place « classique », sauf qu'il faudra rejoindre les trous réalisés à la pince d'Ainsworth avec un ciseau. En laissant intact les trous correspondant aux dents à clamber.

En vestibulaire, la digue sera passée sous la lèvre supérieure. Tandis qu'en palatin une boule de silicone sera placée afin d'obtenir une étanchéité la plus complète possible.

Un complément d'isolation peut être obtenu grâce à la mise en place de cordonnets dans le sulcus des dents désirées.



Figure 52 : Mise en place d'une digue ouverte (Dr BONIN B).

3.3.3. Préparation des tissus dentaires

Avant même de débiter le protocole d'adhésion, il faut vérifier l'absence totale de tissus carieux (essentiellement dans le cas de reprise d'anciennes restaurations composites) et réaliser un biseau de 30° selon le composite que l'on utilisera. En effet, il sera nécessaire pour obtenir un joint le plus invisible possible lorsqu'on utilise un composite qui ne possède pas le même indice de réfraction que l'émail naturel tandis qu'il ne le sera pas avec d'autres composite (ex : HRI) qui possèdent le même indice de réfraction que l'émail.

- **Sablage :**

Il faudra sabler les surfaces dentaires avec de l'oxyde d'alumine à 50µm pour l'émail et 25µm pour la dentine, afin de nettoyer les surfaces et de créer des microporosités qui augmenteront la surface de collage.



Figure 53 : Sablage des surfaces dentaires (Dr AKHUNDOV M. Style Italiano).

- **Mordançage :**

Il sera réalisé avec de l'acide orthophosphorique à 37% pendant 30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur l'émail, suivi d'un rinçage de 30 secondes.

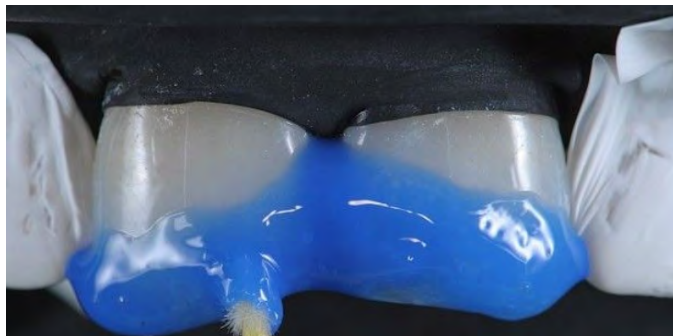


Figure 54 : Phase de mordançage (Dr TAVILOGLU E. Style Italiano).

- **Mise en place de l'adhésif :**

Il se fera en une ou deux étapes selon le type d'adhésif choisi.

3.3.4. **Montage du composite**

Le montage du composite se fait en plusieurs étapes.

Dans un premier temps, il faudra commencer par la réalisation du mur palatin puis par les parois proximales et enfin par la face vestibulaire [14].

- Paroi palatine :

Afin de nous guider lors de la réalisation du mur palatin, il est plus aisé d'avoir recours à une clé en silicone qui aura enregistré la forme de la face palatine soit : sur un wax up ou bien en bouche si l'on a reconstruit la partie manquante de la dent lors de la même séance.



Fig 55 : Il est possible de réaliser notre clé en silicone sur grâce à un wax up (à gauche) ou en bouche (à droite) [14].

Il suffira ensuite de vérifier le bon repositionnement de la clé en silicone lorsque la digue est en place. Puis de tracer à l'aide d'une sonde la limite de la perte de substance, grâce à cela on sait exactement jusqu'à où remplir notre clé de composite émail pour recréer la paroi palatine.



Figure 56 : Étapes pas à pas de la réalisation du mur palatin [14].

- Parois proximales :

Pour cette étape, il faudra utiliser des matrices galbées ainsi que des coins de bois afin de monter les murs proximaux avec le composite émail.

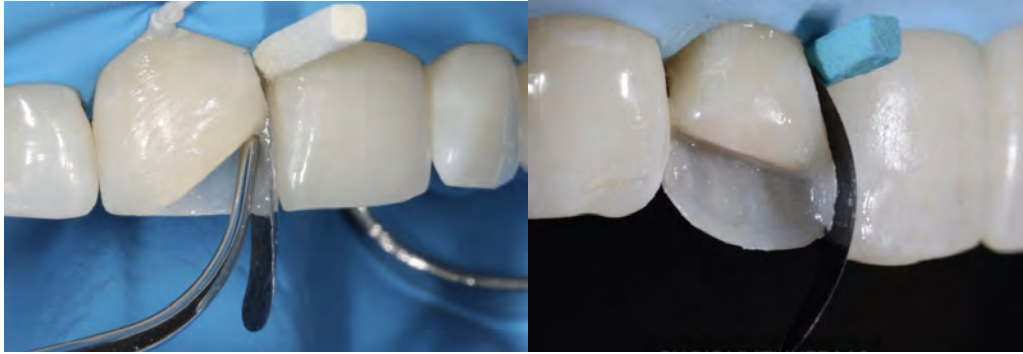


Figure 57 : Mise en place de la matrice et du coin de bois (Dr WERKHOVEN C. Style Italiano).

- Face vestibulaire :

Lorsque les faces palatine et proximales sont réalisées, on se retrouve avec une « coque » d'émail dans laquelle on va pouvoir placer les différentes couches de composite dentine. Une dernière couche de composite émail viendra refermer cette « coque » [7].

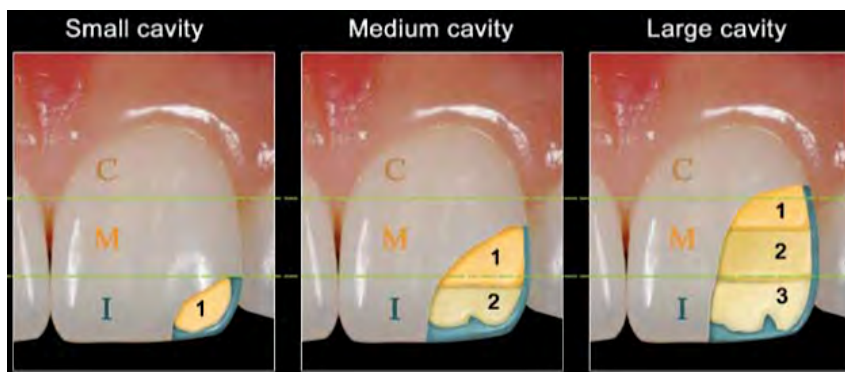


Figure 58 : Nombre de couche de composite dentine à mettre en place en fonction de la perte de substance selon Vanini [69].

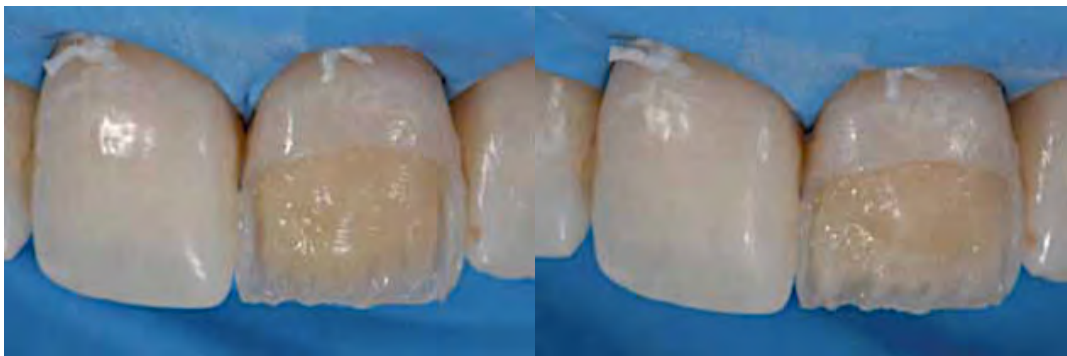


Figure 59 : La stratification des couches dentinaires est réalisée à l'aide de trois couches (à gauche) puis les mamelons dentinaires sont caractérisés (à droite) grâce à une fine couche de IW [69].

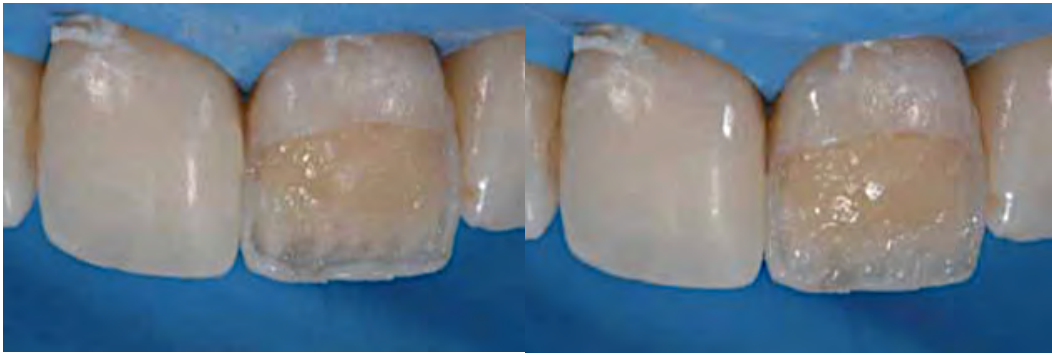


Figure 60 : Le bord libre est caractérisé avec le composite IW(blanc) et OA (ambré) (à gauche), une couche d'opalescent OBN est placée entre les mamelons dentinaire et dans les zones interproximales (à droite) [69].

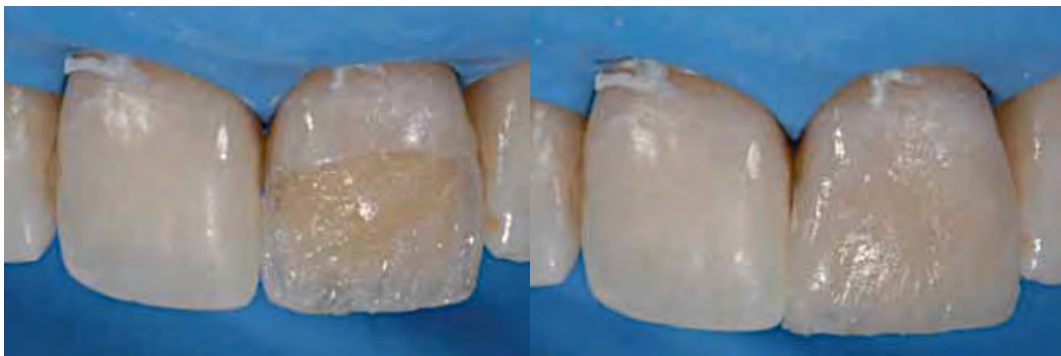


Figure 61 : Les « intensives » qui ont été repérés lors de la prise de teinte, sont reproduits grâce à un composite blanc opaque (IWS) (à gauche), et pour finir une dernière couche de composite émail sera placé avant de venir travailler l'état de surface (à droite) [69].

Pendant la stratification il est important de réaliser régulièrement des « contrôles » en vision indirecte en vue occlusale, afin d'analyser le volume crée dans les trois sens de l'espace.

Lors du montage de la dernière couche de composite dentine, il peut être pratique d'utiliser un instrument calibré (LM Arte) ce qui permettra d'être certain de l'épaisseur laissée à la couche de composite émail final. Car si l'épaisseur de composite émail est trop importante, la dent va avoir une teinte grisée [12], en revanche si l'épaisseur est trop fine, la dent ne sera pas assez lumineuse.

Enfin, il est nécessaire de réaliser une photo polymérisation finale avec un gel de glycérine, afin d'avoir une couche de surface dont la polymérisation n'a pas été inhibé par l'oxygène.

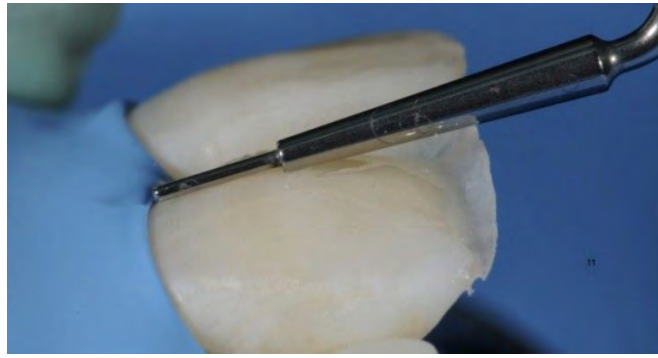


Figure 62 : Utilisation d'un instrument calibré Misura (LM Arte) pour contrôler l'épaisseur la dernière couche de composite émail. (Dr SALAT A. Style Italiano).

3.3.5. Travail de l'anatomie primaire, secondaire et tertiaire

C'est une étape capitale, qui conditionne l'intégration esthétique de la restauration.

3.3.5.1. Anatomie primaire

Une bonne anatomie primaire, est liée au travail de la forme de la dent, de ses contours et de la bonne position des lignes de transitions (elles relient les faces proximales et vestibulaires de la dent). En effet, lorsque la lumière vient frapper la dent, ces lignes de transitions agiront comme des zones « réfléchissantes », ces dernières impactent donc la forme de la dent.

Leur présence et leur bon positionnement est donc essentielle si l'on souhaite obtenir une bonne intégration esthétique de notre restauration [44].



Figure 63 : Travail du contour de la dent et du positionnement des lignes de transition [59].

Afin de travailler l'anatomie primaire, il faudra travailler la forme générale de la dent dans le sens vertical à l'aide de fraises diamantées (30-40 μ) en s'aidant de l'anatomie de la dent adjacente. On utilisera la fraise avec trois angulations différentes selon la partie de la dent travaillée (cervical, tiers moyen ou partie incisale).

Il est possible d'utiliser une lame de bistouri (lame 12) ou bien un mini CK6 afin d'éliminer les excès de composite (Fig 61).

Il faudra ajuster la forme et la longueur du bord libre et des angles proximaux, ainsi que des faces inter proximales qui elles jouent un grand rôle dans le profil d'émergence (à l'aide d'un strip inter dentaire abrasif) (Fig 61).



Figure 64 : Élimination des excès à l'aide d'une lame 12 (à droite), travail de finition des faces proximales à l'aide d'un strip abrasif inter dentaire (Dr TAVILOGLU E. Style Italiano).

3.3.5.2. Anatomie secondaire

L'anatomie secondaire (ou anatomie verticale) est aussi appelée macro texture, elle inclut :

- ✓ Les lobes et dépressions de surfaces
- ✓ Les renflements cervicaux
- ✓ Les mamelons au niveau des bords libres (sur des dents jeunes)

Elle va « animer » la surface de la dent et permettra de ne pas obtenir une réflexion de la lumière uniforme, ce qui donnera du naturel à la dent.

Pour la travailler, on peut se servir de la dent controlatérale comme de référence. Il suffira de venir frotter la face vestibulaire de la dent de référence avec du papier marqueur (papier à articuler) (Fig 63) afin d'observer son anatomie secondaire et de reporter les zones de concavités ou de convexité sur notre restauration. Il est possible de reporter ces zones à l'aide d'un critérium pour être certains de leur positionnement (Fig 64).

On viendra marquer les zones de dépression à l'aide d'une fraise flamme ou sulcus bague rouge [55].

On peut répéter cette opération tout au long du travail de l'anatomie secondaire pour ajuster les finitions.



Figure 65 : Travail de l'anatomie secondaire à l'aide de papier à articuler [59].



Figure 66 : Marquage au critérium des zones de concavité à travailler [59].

3.3.5.3. Anatomie tertiaire

Cela correspond à la micro géographie de surface (ou anatomie horizontale), le but ici est de reproduire les périkyrmies.

Pour cela, on utilisera une fraise verte à gros grain sans eau à faible vitesse afin de réaliser des stries de surface horizontale [55].



Figure 67 : Travail de l'anatomie tertiaire à l'aide d'une fraise de granulométrie élevée [69].

3.3.6. **Polissage**

Le polissage est l'étape final de la restauration, il permet d'obtenir un état de surface aussi brillant que l'émail naturel, ce qui limitera le dépôt de plaque et le vieillissement prématuré de la restauration.

Pour cela, l'idéal est d'utiliser des pâtes à polir de granulométrie décroissante combiné avec une brosse en poils de chèvre et une roue en feutre. Ceci permettra d'obtenir l'état de surface voulu sans pour autant éliminer le travail de l'état de surface réalisé jusque-là [36].

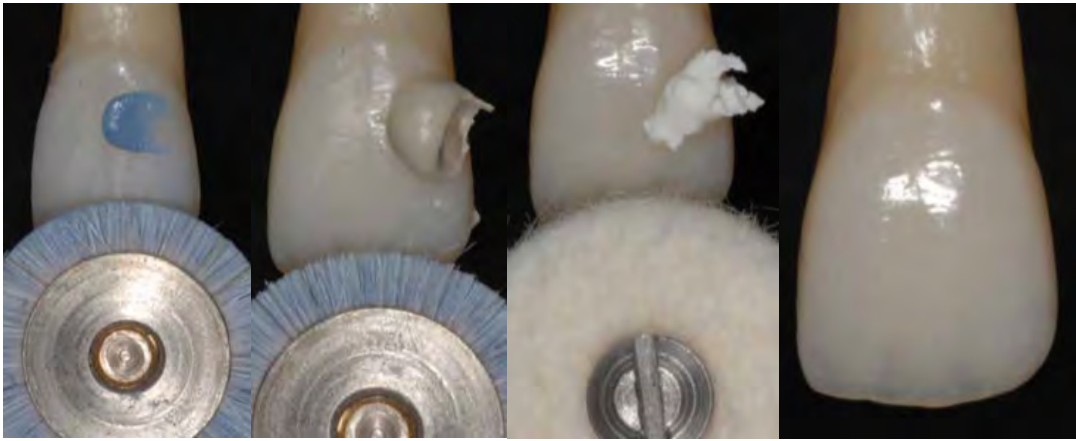


Figure 68 : Les différentes étapes du polissage [69].

Ensuite, le champ opératoire pourra être déposé et un contrôle de l'occlusion sera réalisé.

Les dents naturelles étant déshydratée, il faudra attendre le rendez-vous de contrôle à une semaine afin de juger du rendu final.

Un contrôle annuel est conseillé pour vérifier l'évolution de la restauration et pour réaliser des retouches ou bien juste un polissage si nécessaire.

À RETENIR

PROTOCOLE CLINIQUE :

- Prise de teinte :

- +/- éclaircissement en amont.
- Selon Vanini (avec le composite HRI), relevé des **cinq dimensions de la couleur** à l'aide de la charte associée : chromaticité, luminosité, opalescence, caractérisations et intensives.

- Pose de la digue :

- Impérative.
- Généralement de 14 à 24.
- Nécessité parfois d'avoir recours à des ligatures ou de la digue liquide.
- Maîtriser la technique de pose de digue ouverte, dans les cas de présence d'une contention au niveau du BIC maxillaire.

- Préparation des tissus dentaires :

- Sablage (alumine 50µm pour l'émail et 25µm pour la dentine).
- Mordançage (30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur la dentine).
- Mise en place de l'adhésif.

- Montage du composite :

- Mur palatin (à l'aide d'une clé en silicone) → murs proximaux (à l'aide de matrice galbées et de coins de bois) → mise en place des masses dentine → mise en place de la couche de composite émail vestibulaire.

- Travail de l'anatomie :

- Primaire : lignes de transitions, forme.
- Secondaire : lobes et dépressions de surfaces, renflements cervicaux.
- Tertiaire : reproduction des périkymaties.

- Polissage : pâtes à polir de granulométrie décroissante+ roue en feutre et brosettes en poils de chèvre.

3.3.7. Discussion sur la prise en charge par l'assurance maladie

Dans la simulation suivante (cas d'une fracture coronaire en urgence sans exposition pulpaire, ni de traumatisme osseux), si l'on souhaite réaliser des soins esthétiques de qualité, il est nécessaire de passer au minimum trois rendez-vous avec le patient décomposé de cette manière :

- ✓ Premier rendez-vous : durée 30 minutes
 - Prise de photos
 - Empreintes pour la réalisation d'un wax-up
 - Anesthésie
 - Pose d'une digue étanche
 - Réalisation d'une restauration composite stratifiée en urgence (dans le cas d'un traumatisme récent ou d'une urgence esthétique)
- ✓ Deuxième rendez-vous : durée 1 à 2 heures
 - Choix de la teinte
 - Anesthésie
 - Mise sous digue étanche
 - Dépose de la restauration réalisée en urgence
 - Préparation des tissus dentaires pour le collage
 - Réalisation de la stratification
 - Travail de l'état de surface
 - Polissage
- ✓ Troisième rendez-vous : durée 30-45 min
 - Réévaluation après réhydratation (prise de photo)
 - Contrôle de l'occlusion, éventuelles retouches (teinte, forme)
 - Repolissage poussé

Le coût d'un composite deux angles sera donc approximativement de :

- ✓ Matériaux/consommable :

Matériel	Prix (€)	Nombre d'utilisation	Prix par acte (€)
Digue	22	36	0,6
Coffret de composite esthétique	900	100	9
Adhésif+Etching	100+30	100	1,3

Total (€)	10,9
-----------	------

✓ Instruments spécifiques :

Matériel	Prix (€)	Nombre d'utilisation	Prix par acte (€)
Coffret d'instruments de sculpture	250	500	0,5
Pâte à polir	240	70	3,4
Fraises à polir	2	10	0,2
Pinceau	3	3	1

Total (€)	5,1
-----------	-----

✓ Travail prothétique :

Matériel	Prix (€)	Nombre d'utilisation	Prix par acte (€)
Wax-up	10	1	10

Cette restauration composite nous reviendra donc à **26,00 €**.

Si l'on regarde dans la classification commune des actes médicaux (CCAM), on observe que l'assurance maladie rembourse et plafonne ce soin à hauteur de **86,00€**

HBMD044	SC17	Restauration d'une dent d'un secteur incisivocanin sur 1 angle par matériau inséré en phase plastique, sans ancrage radiculaire	43,00€
HBMD047	SC17	Restauration d'une dent d'un secteur incisivocanin sur 2 angles par matériau inséré en phase plastique, sans ancrage radiculaire	86,00€

Or, on sait que le coût horaire d'un cabinet moyen, basé sur la somme des charges diverses et variées (salaire du personnel, loyer, comptable, taxes, cotisations, maintenance du matériel...) est d'environ **150€**.

En admettant que l'on ait passé en tout pour les trois rendez-vous deux heures pour ce patient. Il suffit d'un calcul simple, pour calculer nos dépenses : $(150 \times 2) + 26 =$ **326€**

La prise en charge de ce patient nous aura donc couté $326 - 86 =$ **240€** !

Il paraît évident qu'il est impossible d'avoir une activité à perte, des solutions doivent donc être trouvées pour rémunérer ces soins à leur juste valeur. A l'avenir il faut espérer que les

montants de remboursement de ces soins soient revalorisés de façon significative, proportionnellement au bénéfice perçu par le patient que ce soit sur le plan esthétique, fonctionnel, social et psychologique.

En attendant, il existe une solution permettant de pouvoir procurer des soins en accord avec les dernières données acquises de la science et en utilisant du matériel moderne et adapté à la stratification de composites esthétiques.

La solution actuelle consiste à facturer au patient des actes hors nomenclature (NPC) dont la prise en charge sera nulle par l'assurance maladie.

Dans le cas de réalisation de composites stratifié antérieurs trois codes CCAM peuvent être justifiés et donc utilisés :

Code CCAM	Intitulé	Prix
ZAQP001	Photographies de la face	NPC
LBMP001	Simulation des objectifs thérapeutiques sur moulages des arcades dentaires et/ou sur logiciel	NPC
HBMD014	Modélisation occlusale par la technique de la cire ajoutée sur une dent (wax-up)	NPC

En effet, les photographies de la face sont largement utilisées dans ce type de situations, à la fois pour pouvoir communiquer avec le patient lors du rendez-vous final en lui montrant l'avant après, ou bien simplement pour pouvoir iconographier nos cas.

Il est possible d'avoir recours à des simulations sur logiciel, afin de planifier notre thérapeutique, cela permet également de pouvoir guider notre prothésiste pour la réalisation des wax-up (ex : pour des stratifications sur un grand nombre de dents antérieures).

Enfin, le recours à un wax-up pour la réalisation d'une clé en silicone afin de monter le mur palatin est très utile, elle permet de gagner un temps précieux et de gagner en précision.

Finalement, grâce à certaines solutions il est possible de réaliser des restaurations stratifiées esthétique tout en rentrant dans ses frais. Cependant, une revalorisation de ces actes reste indispensable, sans quoi certains patients préféreront se tourner vers des solutions beaucoup plus invasives (ex : couronne) car mieux remboursées, au détriment de l'économie tissulaire et de la longévité de leurs dents.

3.4. Proposition d'un protocole de stratification des composites antérieurs : Fiche clinique

3.4.1. Indications

Le protocole de stratification décrit dans cette fiche clinique pourra s'appliquer à toutes les indications des composites stratifiés listés précédemment. En fonction des cas cliniques rencontrés, il peut être nécessaire de réaliser au préalable des étapes de wax up, orthodontie, d'éclaircissement, d'érosion-infiltration...

3.4.2. Matériaux nécessaires

La liste de matériaux nécessaires sera détaillée et décomposées selon les différentes étapes de réalisation dans la fiche clinique.

3.4.3. Technique

La simplicité et la prédictibilité sont sans aucun doute les maîtres mots pour continuer à améliorer la qualité des restaurations directes antérieures [14].

En effet, les techniques tel que la stratification en trois couches de Vanini, sont des techniques nécessitant une courbe d'apprentissage longue.

Pour les étudiants du CHU, n'ayant que peu ou pas d'expérience dans le domaine de la stratification des composites antérieurs, il paraît judicieux de suivre des techniques de stratification « simplifiée » tel que la technique du Natural Layering Concept avec uniquement une masse de composite dentine décrite par Dietschi. Ce type de protocole, s'il est bien respecté permet d'obtenir de très bons résultats.

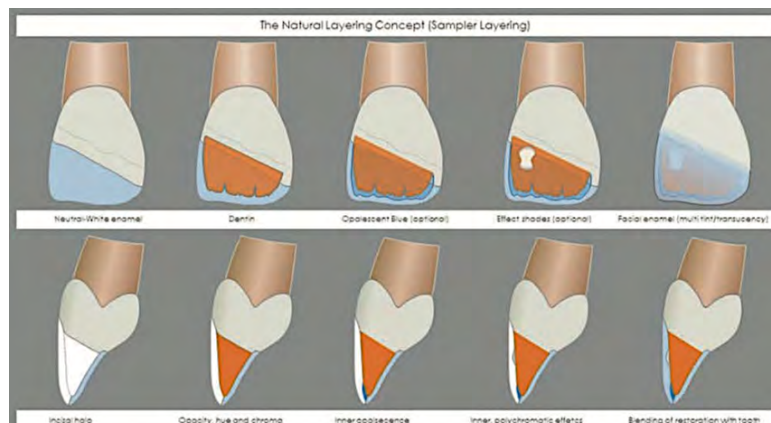


Figure 69 : Schéma décrivant la réalisation d'une stratification suivant le principe du Natural Layering Concept (Dietschi) [14].

Le coffret de stratification disponible au CHU est l'Essentia™ de chez GC, il est composé de trois teintes dentine, deux teintes émail, d'une teinte universelle pour les restaurations des secteurs postérieurs et d'un composite flow qui aura un rôle « d'opaqueur ».



Figure 70 : Différentes teintes présentes au sein du coffret Essentia™ [78].

La stratification avec ce coffret se base sur une technique duo-teinte (une teinte émail et une teinte dentine). La sélection de la teinte sera principalement basée sur l'âge du patient mais il faudra tout de même l'adapter au cas clinique.



Figure 71 : Les différentes associations de composites émail et dentine en fonction de l'âge des dents [78].

Ce coffret permet de répondre à la majorité des cas de stratification. En plus des teintes émail et dentine, un coffret de modificateur est également disponible au CHU, afin de réaliser des stratifications plus complexes sur des dents plus caractérisées.

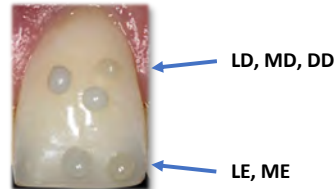


Figure 72 : Liste des différents modificateurs possible pour la stratification [79].

3.4.4. Fiche clinique

FICHE CLINIQUE : PROTOCOLE PAS-A-PAS POUR LA STRATIFICATION DES COMPOSITES ANTERIEURS.

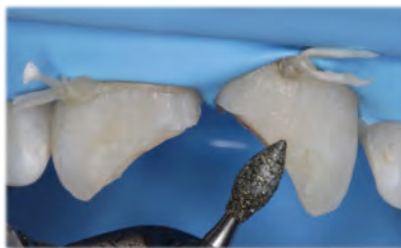
MATÉRIEL :	
- Coffret de composites de stratification (Essentia™ (GC)). - Plateau d'examen, set de pose de digue (pince D'Ainsworth, pince de Brewer, cadre de digue, digue, crampons), fil dentaire ciré. - Rotatifs (turbine, contre-angle), fraises (olive, sulcus, flamme, congé) - Sableuse - Silicone (putty) + bistouri	- Coins inter dentaires, matrices galbées, teflon (afin de protéger les dents adjacentes de l'etching et de l'adhésif). - Lampe à photo polymériser. - Acide ortho phosphorique à 37%. - Système adhésif. - Papier à articuler, pince de Miller. - Bandelette de polissage inter dentaire, fraise à polir (Enhance) ou disque de polissage (pop-on), pâte à polir.



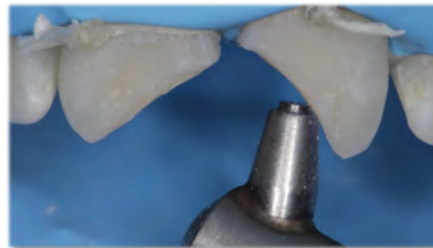
- 1. Retouche** de la forme dans le cas de composites préexistants (par addition ou soustraction + **prise de teinte** (« technique des boutons »).



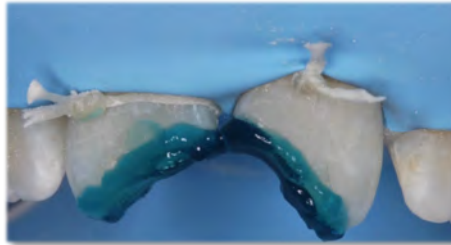
- 2. Clé en silicone.**



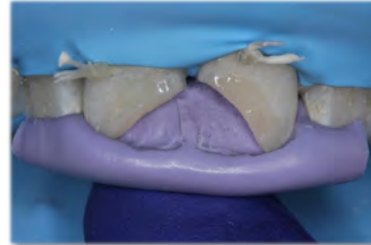
- 3. Pose du champ opératoire** + dépose de l'ancienne restauration (biseau court au niveau des limites).



- 4. Sablage** des surfaces à l'alumine (50µm)



5. Etching (30s émail; 15s dentine).



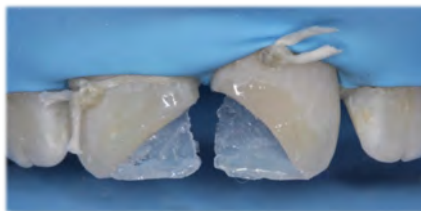
6. Après avoir appliqué l'adhésif, on repositionne la clé en silicone et l'on **marque les limites** de la restauration (avec une sonde).



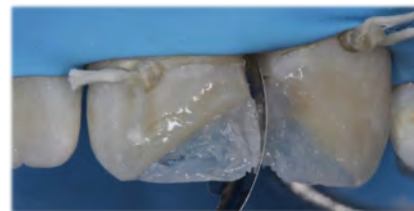
7. Limites marquées.



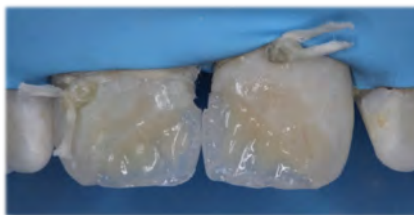
8. Remplissage de la clé jusqu'aux limites.



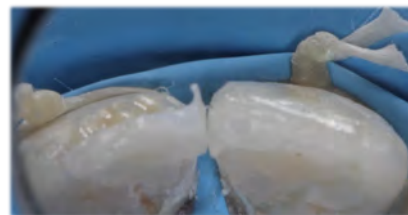
9. Murs de composite émail palatin.



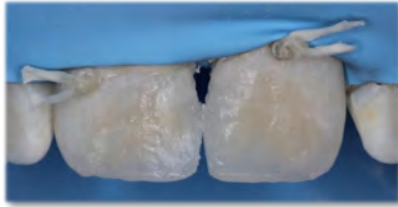
10. Murs de composite émail proximaux montés avec une matrice galbée.



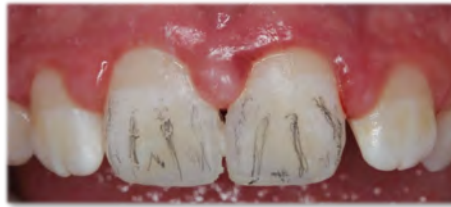
11. Montage de la masse dentine et des lobes.



12. Toujours **contrôler** le montage du composite en **vue occlusale** (permet de visualiser les épaisseurs des masses émail/dentine.)



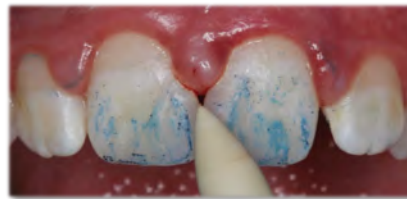
13. Apport de la dernière couche de composite émail vestibulaire.



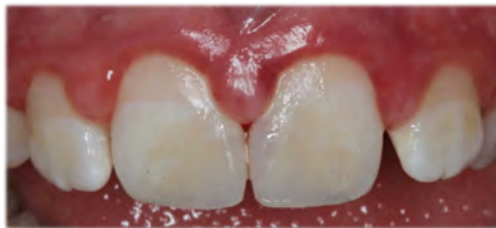
14. Tracé de l'anatomie secondaire à travailler.



15. Marquage de la texture de surface à l'aide de papier à articuler et polissage inter-dentaire.



16. Polissage vestibulaire.



17. Résultat immédiat post-opératoire.



18. Résultat final à une semaine post-opératoire.

POINTS CLÉS :

- Relever la teinte à la lumière naturelle.
- Confirmer la prise de teinte en déposant des plots de composites polymérisés sur la dent (avant préparation).
- Enlever les sources d'erreur lors de la prise de teinte (ex : rouge à lèvres), prendre la teinte avant la pose de la digue.
- Réaliser un biseau court et concave.
- Prévenir le patient qu'il est nécessaire d'attendre au moins 24h pour observer le résultat final, le temps que les tissus dentaires se réhydratent.
- Ne pas mettre une épaisseur trop importante de composite email (risque de teinte trop grise)
- Faire fermer le patient tout doucement lors du réglage de l'occlusion, pour ne pas casser la reconstitution en cas de trop grosse suroccclusion.
- Réaliser des contrôles en vue occlusale tout au long de la stratification.

4. Cas clinique

Le cas suivant concerne un patient de la consultation d'esthétique du CHU, il s'agit d'un interne de 23 ans.

Il présente un composite comprenant le bord libre et la partie distale de la 11, la perte de tissus dentaire ayant été provoquée par une chute dans l'enfance.

L'ancienne restauration composite ne présente pas une teinte et un état de surface satisfaisant, il a donc été décidé de la reprendre entièrement.

Le cas a été réalisé par le Dr BONIN à l'aide du coffret de stratification Essentia® de chez GC.



Photo endo-buccale de la situation initiale (première photo) et après éclaircissement externe (deuxième photo), on observe que la teinte n'est pas tout à fait adaptée, de plus la qualité moyenne de l'état de surface est mise en évidence par le flash de l'appareil photo.

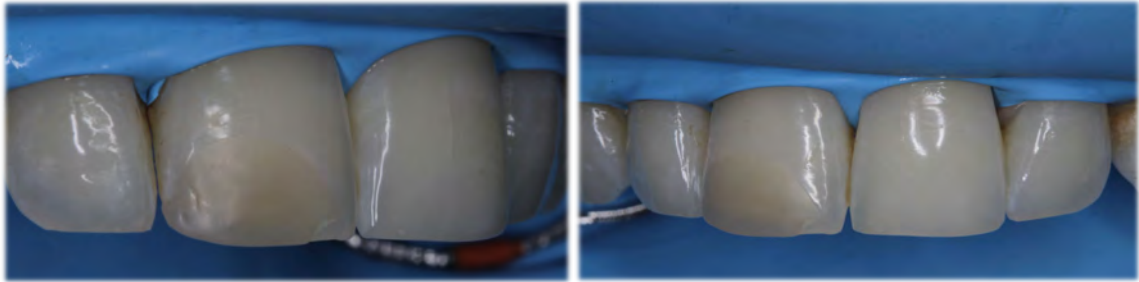


Prise de teinte de la future reconstruction composite avant la pose de la digue. On place des « boutons » de composite au collet pour les masses dentine et au niveau du bord libre pour les masses émail, ces derniers doivent être photo-polymérisés.

Les teintes retenues pour ce cas sont : light dentine et light émail.



Réalisation de la clé en silicone qui permettra de monter la paroi de composite émail palatine



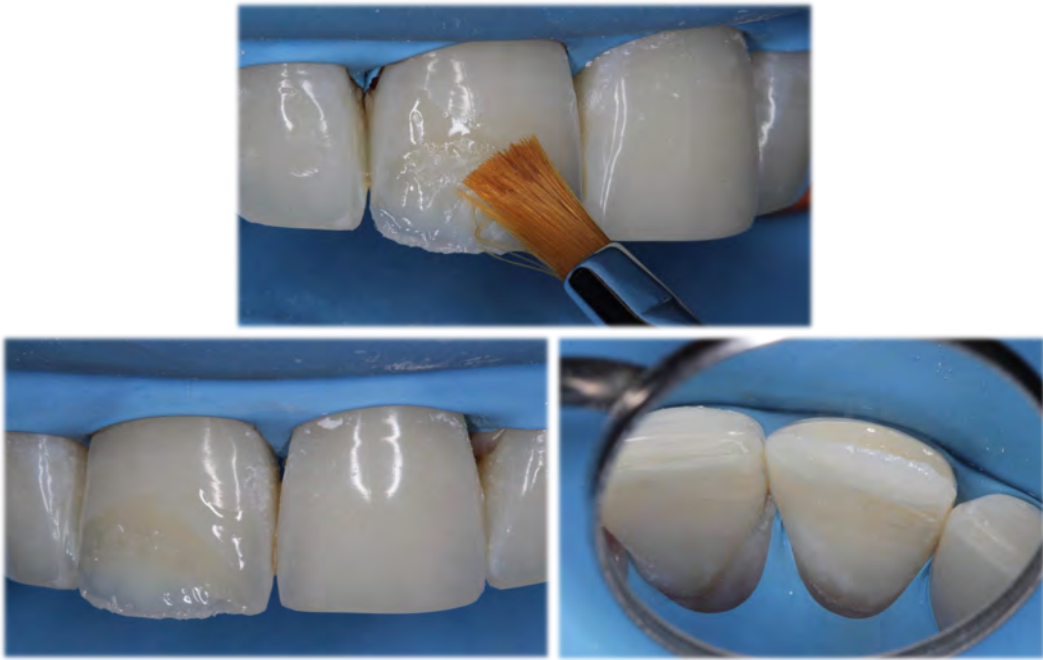
Mise en place de la digue.



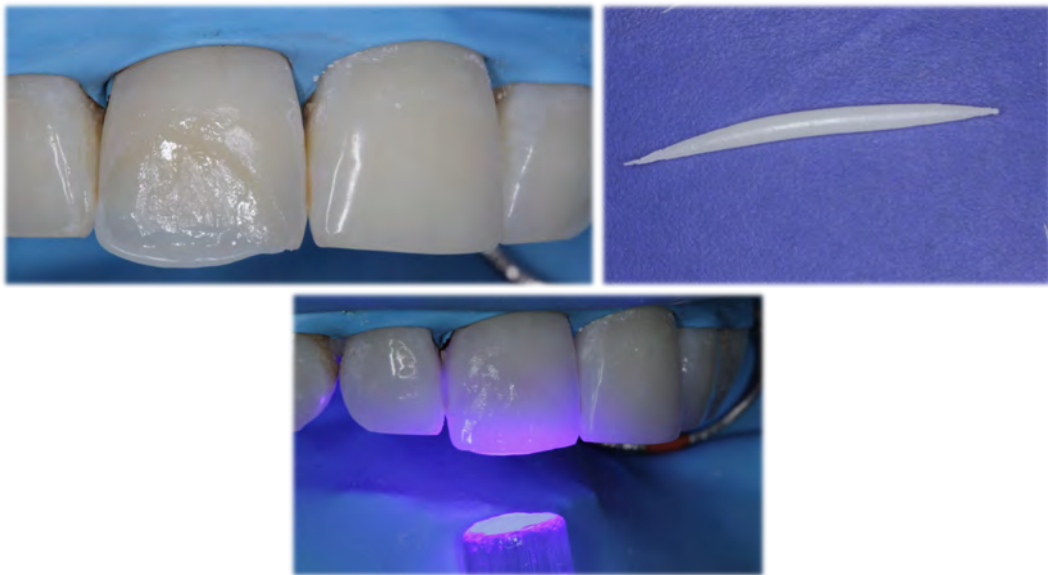
Dépose de l'ancienne restauration composite et vérification de la possibilité de bon repositionnement de la clé en silicone. Sablage de la dent à l'alumine et protocole de collage.



Montage du mur de composite émail palatin grâce à la clé en silicone réalisée précédemment, on notera ici que le point de contact distal est sauvegardé après la dépose de l'ancien composite. Cela évite donc d'avoir à reconstruire un mur proximal de composite émail à l'aide d'une matrice galbée et d'un coin de bois.



Mise en place de la masse de composite dentine, toujours en contrôlant régulièrement la stratification en vue indirecte occlusale dans le miroir.



Réalisation d'un petit « bourrelet » de composite dentine que l'on vient placer au niveau du bord libre afin de constituer un liseré opaque qui soulignera la translucidité de la zone sous-jacente. Puis, montage du composite émail vestibulaire.

Photo-polymérisation finale, dépose de la digue, travail de l'anatomie primaire, secondaire et tertiaire, réglage de l'occlusion et polissage.



Photo de la restauration deux semaines plus tard, à la fin du rendez-vous de contrôle. Lors de ce dernier, un ajout de composite émail a été réalisé sur la face vestibulaire, car une légère dépression était présente, cette rectification a été suivie d'un polissage complet du composite.

On observe une intégration esthétique bien plus importante que la précédente restauration.

CONCLUSION

Actuellement, la demande esthétique des patients est croissante et de plus en plus exigeante. En tant que chirurgien-dentiste, notre rôle est de proposer aux patients des soins modernes en accord avec les données acquises de la science, c'est-à-dire des restaurations minimalement invasives et parfaitement intégrée au niveau de l'esthétique globale du sourire.

L'évolution des différents matériaux ainsi que des techniques adhésives sur les dernières décennies a été très importante (ex : sept générations de techniques adhésives créent en 48 ans), dans le secteur antérieur, compte tenu de la performance des système adhésifs actuels et de la grande quantité d'émail disponible dans la plupart des cas, l'adhésion n'est plus une difficulté insurmontable.

Nous disposons donc des clés pour répondre aux demandes esthétiques des patients, à l'aide d'une palette de matériaux de stratification immense disponible sur le marché, ainsi que de nombreuses techniques de stratification de composites décrites ces dernières années.

Cependant, simplicité et prédictibilité sont les maîtres mots pour continuer à améliorer la qualité des restaurations directes antérieures [14].

Pour les étudiants du CHU ou des praticiens ayant peu d'expérience dans la stratification il est préférable de privilégier des techniques « simplifiées » tel que le Natural Layering Concept (D.DIETSCHI) plutôt que des techniques en trois couches (L.VANINI) qui nécessitent une courbe d'apprentissage longue.

Afin de réussir sa stratification antérieure, un plateau technique adapté, le respect des protocoles de collage ainsi que le respect des indications des matériaux employés sont des conditions indispensables. Le respect de l'anatomie est aussi un élément clé.

Le matériau en lui-même est important mais son utilisation l'est d'autant plus (ex : la teinte finale de la stratification est autant influencée par la composition du composite que par l'épaisseur mise en place) [12].

La restauration par stratification composite est donc une thérapeutique que la nouvelle génération de chirurgien-dentiste doit garder à l'esprit et mettre en œuvre dès lors que le cas clinique rencontré le permet.

Elle permet d'obtenir une esthétique très importante tout en restant minimalement invasif, elle est accessible pour les patients et durable.

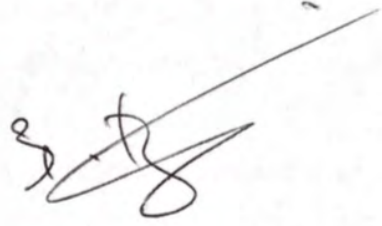
De plus le « risque » sur le long terme est minime et contrôlable car la ré-intervention est aisée.

La fiche clinique que nous avons réalisée à destination des étudiants du CHU, leur permettra d'avoir un guide pour mettre en œuvre pas à pas leurs restaurations par stratifications.

Le but étant de lever les aprioris que les étudiants peuvent avoir concernant ce type de restaurations, souvent associés à un temps importants passé au fauteuil, une faible rémunération (point pour lequel nous avons apporté un éclairage quant aux possibilités permises par la CCAM) et à la difficulté d'obtenir de bons résultats esthétiques. Ce qui les mènent trop souvent à préférer des solutions plus invasives (facettes céramiques, couronnes...).

Vu le président du jury.
Pr. F. DIEMER

Vu le Directeur
de Thèse.



BIBLIOGRAPHIE

1. AL-HIYASAT AS, DARMANI H, MILHEM MM. Cytotoxicity evaluation of dental resin composites and their flowable derivatives. *Clin Oral Invest* 2005; 9: 21-25.
2. AMAECHI B, HIGHAM S, EDGAR W. Influence of abrasion in clinical manifestation of human dental erosion. *Journal of Oral Rehabilitation*. April 2003; 4; 407-13.
3. BERTHAULT G.N., DURAND A.L., LASFARGUES J.J et coll. Les nouveaux composites : évaluation et intérêts cliniques pour les restaurations en technique directe. *Revue d'odontostomatologie*, 37, septembre 2008
4. BONIN B. Le point sur les lésions cervicales non carieuses ; 2014.
5. BRUCH J. La stratification antérieure : le point en 2013 ; 2013.
6. BUREAU A. Polémique sur le bisphénol A : les composites dentaires sont-ils concernés ? ; 2014
7. CLEMENT M, MARCOUX C, NOHARET R. Intégration d'une restauration composite sur une incisive centrale. Gestion de la symétrie. *Inf Dentaire* 2015 ; Vol 19.
8. CONTI M. La stratification des résines composites sur dents antérieures ; 2010
9. DECERCLE N, TURPIN Y-L, DESA C, HENNEQUIN M. Le point sur la stratification esthétique des composites. *Actual Odonto Stomatol* 2011 ; 256 ; 341-352.
10. DEGRANGE M. Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires. *Real Clin* 2005 ; 16 : 327-348.
11. DENIS M, ATTAL J.P. Dentisterie restauratrice adhésive : comment choisir son composite. *Entretiens d'Odontologie-Stomatologie ; Les entretiens de Bichat* 2013
12. DEVOTO W, SARACINELLI M, MANAUTA J. Composite in everyday practice: how to choose the right material and simplify application techniques in the anterior teeth. *Eur J Esthet Dent* 2010 ;5(1) :102-24.

13. DIETSCHI D, ARDU S, KREJCI I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. *Quintessence Int* 2006;37(2):91-102.
14. DIETSCHI D, FAHL N. Shading concepts and layering techniques to master anterior composite restorations: an update. *British Dental Journal* 2016; 221 (12); 765-771.
15. DIETSCHI D. Free-hand composite resin restorations: a key to anterior aesthetics. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1995 ;7(7):15-25
16. DIETSCHI D. Free-hand bonding in the esthetic treatment of anterior teeth: creating the illusion. *J Esthet Dent* 1997;9(4):156-64.
17. DIETSCHI D. Free-hand bonding the ultimate treatment modality to enhance smiles in young patients. *Int Dent*; 3-4; 2013
18. DIETSCHI D. Layering concepts in anterior composite restorations. *J Adhes Dent* 2001 ;3(1) :71-80.
19. DROZDZ K, WYSOKINSKI D, RENATA KRUPA R, WOZNIAK K. Bisphenol A-glycidyl methacrylate induces a broad spectrum of DNA damage in human lymphocytes. *Arch Toxicol* 2011; 85: 1453-1461.
20. EICK J. D, KOSTORYZ E. L., ROZZI. M, JACOBS D.W., OXMAN J.D., CHAPPELOW C.C., GLAROS A.G., YOURTEE D.M. In vitro biocompatibility of oxirane/polyol dental composites with promising physical properties. *Dent Mater*; 2002; 28: 413-421.
21. EICK J. D., SMITH R. E, PINZINO C. S., KOSTORYZ E. L. Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *J dent* 2006; 34:405-410.
22. EL-ASKARY FS, EL-KORASHY DI – Influence of shade and light-curing distance on the degree of conversion and flexural strength of a dual-cure core build-up resin composite. *Am J Dent*, 2012; 25:97-102
23. ETIENNE O, ANCKENMANN L. Restaurations esthétiques en céramique collée. *JPIO*, 2017.

24. FLEISCH A, SHEFFIELD P, CHINN C, EDELSTEIN B. Bisphenol A and Related Compounds in Dental Materials. *Pediatrics* 2010; 126: 759-768
25. FORTIN D, MARCOS A, VARGAS. The spectrum of composites: New techniques and materials. *JADA*; Vol 131; 2000
26. FRADEANI M. *Réhabilitation esthétique en prothèse fixée*. Tome 1. *Analyse esthétique*. Paris : Quintessence International, 2006
27. GOLDBERG M. Histologie de l'émail. *Encyl Med Chir* 2007 : 22-007-A-10
28. GRIPPO JOHN O. Biocorrosion vs Erosion: The 21st Century and a time to change. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* (Jamesburg, N.J.: 1995) 33, no.2 (February 2012): 33-37.
29. GUATELLI-STEINBERG D, REID D, BISHOP T, SPENCER LARSEN C. Anterior tooth growth periods in Neandertals were comparable to those of modern humans. *PNAS*, 2005; 102 (40).
30. GUERTSEN W. Substances released from dental resin composites and glass ionomer cements. *Eur J Oral Sci* 1998; 106: 687-695.
31. GUPTA SK, SAXENA P, PANT VA, PANT AB – Release and toxicity of dental resin composite. *Toxicol Int*, 2012; 19:225-34
32. IVANCIK J, AROLA DD. The importance of microstructural variations on the fracture toughness of human dentin. *Biomaterials* 2013; 34: 864-874.
33. JACOBSON T, SÖDERHOLM KJ. Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater* 1995; 11: 132-136.
34. JANKE V., VON NEUHOFF N., SCHLEGELBERGER B., LEYHAUSEN G., GEURTSSEN W. TEGDMA causes apoptosis in primary human gingival fibroblasts. *J dent Res* 2003; 82:814-818.
35. JORDAN R.E. Esthetic composite bonding. Techniques and materials. Second Ed., Ed. : Mosby Year Book Ed. 1991

36. JORDI M, ANNA S. Layers - An Atlas of Composite Resin Stratification. *Quintessence*, 2012.
37. KANTCHEFF L. Intérêts des restaurations partielles adhésives en secteur antérieur ; 2013
38. LASFARGUES JJ, COLON P. Email dentaire. In : *Odontologie conservatrice et restauratrice*. Tome 1 : *Une approche médicale globale*. Reuil-Malmaison : CdP, 2009 : 33-47
39. LASSERRE J-F. Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles. *Clinic* 2007 ; vol 28 ; 417-430.
40. LEVIN EL. Dental esthetics and the golden proportion. *J Prosthet Dent* 1978; 40: 244-252.
41. LOMBARDI RE. The principales of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent* 1973; 29: 358-382.
42. LOPES GC, THYS DG, KLAUS P, OLIVEIRA GMS, WIDMER N. Enamel acid etching: a review. *Compend Contin Educ Dent* 2007;28: 18-24.
43. LYNCH C, DOCKERY P, SLOAN A. Hunter-Schreger band patterns and their implication for clinical dentistry. *Journ Of Oral Rehab* 2010; 38(5); 359-65.
44. MACKENZIE L, DIPESH P. Direct anterior composites: a pratical guide. *Dental Update*. May 2013; 40.
45. MAGNE P, BELSER U. *Bonded porcelain restoration in the anterior dentition*. *Quintessence International*, 2003.
46. MAGNE P, GALLUCI GO, BELSER UC. Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 453-461.
47. MANAUTA J, SALAT A, PUTIGNANO A, DEVOTO W, PAOLONE G, HARDAN L-S. Stratification in anterior teeth using one dentine shade and a predefined thickness of

- enamel: a new concept in composite layering- Part II. *Tropical Dental Journal* 2014; 37; 147; 5-13.
48. MARSCHALL SJ, BALOOCH M, HABELITZ S, BALOOCH G, GALLAGHER R, MARSHALL GW. The dentin-enamel junction- a natural, multi-level interface. *J Eur Ceramic Soc* 2003; 23: 2897-2904.
 49. MOSZNER N, SALZ U, ZIMMERMANN J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. *Dent Mater*. 2005; 21: 895-910.
 50. MURRU A-L. La stratification simplifiée par Essentia® ; 2017
 51. NAZARI A, BAJAJ D, ZHANG D, ROMBERG E, AROLA D. Aging and the reduction in fracture toughness of human dentin. *J Mech Behav Biomed Mater* 2009; 2: 550-559.
 52. NIKOLAENKO SA, LOHBAUER U, ROGGENDORF M, PETSCHT A, DASCH W, FRANKENBERGER R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater* 2004 ;20(6) :579-85.
 53. ORTET S, HUMEAU A, MONTEAU J, LUCCI D, ETIENNE J, FAUCHER A. Le relevé de couleur : techniques avancées (1^{re} partie). *Inf Dent* 2005 ; 87 : 1929-1933.
 54. PARIS JC, ETIENNE J. Au centre du sourire, l'incisive centrale. *Inf Dent* 2007 ; 89 :1007-1012.
 55. PEYTON J. Finishing and polishing techniques: direct composit resin restorations. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2004; 16(4): 293-298.
 56. PIETTE E., GOLDBERG M., La dent, normale et pathologique. -1ère ed. Bruxelles : De Boeck Université, 2001.-386p.
 57. PORTALIER L. Stratification naturelle des composites antérieurs d'une méthode nouvelle et de son application... *Réalité Clinique* 1998 ;9(3) :315-27
 58. RASKIN A. Les résines composites. Société francophone de biomatériaux dentaires. 2009-2010.

59. REIS A, HIGASHI C, DOURADO LOGUERCIO A. Re-anatomization of anterior teeth by stratification with direct composite resin. *J Esthet Restor Dent* 2009; 21; 304-317.
60. SIDERIDOU I, TSERKI V, PAPANASTASIOU G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003; 24:655-665.
61. SNOW SR. Esthetic smile analysis of maxillary anterior tooth width: the golden percentage. *J Esthet Dent* 1999; 11: 177-184.
62. SODERHOLM KJ, MARIOTTI A. Bis-GMA based resins in dentistry: are they safe? *JADA* 1999; 130: 201-209.
63. SPREAFICO R., DIETSCHI D. Concepts et matériaux modernes pour le traitement conservateur des dents postérieures en technique adhésive. *Réalités Clin.* 1998, 9: 363-375.
64. TAKEHARA J, TAKANO T, AKHTER R, MORITA M. Correlations of noncarious cervical lesions and occlusal factors determined by using pressure-detecting sheet. *Journal of Dentistry* 2008; 36; 774-779.
65. TAY FR, GWYNNETT AJ, PANG KM, WEI S. The over-wet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the total etched resin-dentin interface. *Am J Dent* 1996; 9: 43-48.
66. TIRLET G, ATTAL J-P. Le gradient thérapeutique: un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'information Dentaire* 2009 ; n°41/42 ; 2561-2568.
67. URZAL V. Relation des dents avec les structures adjacentes pour un résultat esthétique. *Int Orthod* 2010 ; 8 : 91-104.
68. VANINI L. Light and color in anterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996 ;8(7) :673-82.
69. VANINI L. Conservative composite restoration that mimic nature. A step-by-step anatomical stratification technique. *J of Cosmetic Dent.* 2010 Fall ;26(3) :80-98.

70. VILLARROEL M, FAHL N, DE SOUSA AM, DE OLIVEIRA OB. *Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins*. J Esthet Restorative Dent 2011; 23: 73-87.
71. VREVEN J., RASKIN A., SABBAGH J. et coll. Résines composites. EMC Elsevier SAS Paris odontologie, 2005.
72. WEISROCK G, MERZ R, ORTET S, KOUBI S, TASSERY H, FAUCHER A. Clonage artificiel de l'émail. À propos d'un nouveau composite. *Inf Dent* 2009 ;35 :2020-6.
73. WINTER R. Visualizing the natural dentition. *Journal of esthetic dentistry* 1993; vol 5; 3; 103-118.
74. YANG M, RYU JH, JEON R, KANG D, YOO KY. Effects of bisphenol A on breast cancer and its risk factors. *Arch Toxicol* ; 83 : 281-285.
75. ZYMAN P, MESGOUEZ-MENEZ C. Évolution des matériaux composites en odontologie conservatrice. *Revue d'odontostomatologie* ; 4 ; 2000

Sites internets :

76. <http://thedentalist.fr/les-adhesifs-amelo-dentinaires/>
77. <http://www.gcamerica.com/>
78. https://cdn.gceurope.com/v1/PID/essentia/manual/MAN_Essentia_Clinical_Guide_fr.pdf
79. https://cdn.gceurope.com/v1/PID/essentia/manual/MAN_Essentia_Clinical_Guide_fr.pdf
80. Collège National Enseignants Odontologie Conservatrice ; www.cneoc.eu

PROPOSITION D'UN PROTOCOLE POUR LA STRATIFICATION DES COMPOSITES ANTERIEURS A DESTINATION DES ETUDIANTS DU CHU.

RÉSUMÉ : Les restaurations par stratification de composites représentent aujourd'hui une réelle solution thérapeutique. Elles s'inscrivent dans les premiers échelons du gradient thérapeutique. Actuellement, les techniques et les matériaux pour la stratification sont performants et leur diversité est très importante. Cependant, pour des étudiants ou des praticiens débutants, il est plus aisé de suivre un protocole simple qui ne nécessite pas une courbe d'apprentissage insurmontable. Ainsi, grâce à ce dernier, ils peuvent réaliser des stratifications permettant de répondre à de nombreux cas cliniques et obtenir des résultats esthétique et fonctionnels très satisfaisant. La stratification représente donc une option thérapeutiques moderne que l'on doit de plus en plus choisir lorsque cela est possible par rapport à d'autres alternatives plus invasives (facettes, couronnes).

PROPOSAL FOR A PROTOCOL FOR THE LAYERING OF ANTERIOR COMPOSITES FOR CHU STUDENTS.

SUMMARY: Composite layered restorations now represent a real therapeutic solution. They fall within the first steps of the therapeutic gradient. Currently, techniques and materials for layering technique are efficient and their diversity are very important. However, for students or beginning dentists, it is easier to follow a simple protocol that does not require a too big learning curve. So, thanks to the latter, they can perform stratifications to respond to many clinical cases and obtain very satisfactory aesthetic and functional results. Stratification is therefore a modern treatment option that should increasingly be chosen where possible compared to other more invasive alternatives (veneers, crowns).

MOTS-CLÉS : stratification, composite, esthétique, dentisterie conservatrice.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire.

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'UFR : Faculté de Chirurgie Dentaire.
3 chemin des Maraîchers, 31062 TOULOUSE CEDEX 09.

DIRECTEUR DE THÈSE : Docteur Bertrand BONIN