

Ministère de l'enseignement et de la recherche scientifique

Université de Constantine 3

Faculté de médecine

Département de chirurgie dentaire

Mémoire

Présenté pour l'obtention du

Diplôme D'état de docteur en médecine dentaire

LES RESTAURATIONS ESTHÉTIQUES
DES DENTS ANTÉRIEURES

Réaliser par :

- ❖ Attoui Nada
- ❖ Chaib Imen
- ❖ Chettah Oudjedane
- ❖ Daas Yousra
- ❖ Fenchouche Zineb
- ❖ Gouiez Soumia
- ❖ Kerboua Kenza

Encadré par : DR. BOUSSALIA.R

JURE :

Présidente : DR. MISSOUM

Assesseur: DR BOUDEN

Année Universitaire 2020-2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, A nos familles, surtout nos parents qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Nous tenons à remercier notre encadreur DR .BOUSSALIA R, pour son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions : la présidente de jury Dr. MISSOUM et l'assesseurs Dr.BOUDEN

Ainsi, nous adressons nos remerciements les plus chaleureux à toutes les personnes qui ont aidé de près ou de loin par le fruit de leur connaissance pendant toute la durée de notre parcours éducatif.

Table des matières

Introduction	1
1 Rappels sur la dent naturelle au niveau du secteur antérieur et ses propriétés	2
1.1 Structure de la dent naturelle	2
1.1.1 L'émail	2
1.1.2 La jonction amélo-dentinaire	3
1.1.3 La dentine	4
1.2 Forme et critères esthétiques des dents antérieures saines	5
1.2.1 Dents antérieures et sourire	6
1.2.2 Dents antérieures et personnalité	6
1.2.3 Relations entre les dents et le visage	7
1.2.4 Anatomie des dents antérieures.....	8
1.2.4.1 Anatomie générale.....	8
1.2.4.2 Les contours	9
2 La colorimétrie	10
2.1 Bases fondamentales	9
2.1.1 Définition de la couleur	10
2.1.2 Paramètres fondamentaux de la couleur	11
2.1.3 Paramètres complémentaire de la couleur	11
2.1.4 Propriétés optiques de la dent	13
2.2 Détermination et transmission de la couleur	14
2.3 Interaction de la lumière sur les tissus dentaires	16
2.3.1 Interaction avec la matière	16
2.3.2 Le métamérisme.....	17
2.4 Évolution de la couleur selon l'âge	17
3 la carte chromatique de la dent	18
3.1 Etat de surface.....	18
3.1.1 La macro géographie	18
3.1.2 La micro géographie.....	18
4 Rappel sur les composites	19
4.1 Composition.....	19
4.2 Evolution	20
4.3 Innovations récentes	20
4.3.1 La phase inorganique	21
4.3.2 La phase organique	22
4.3.3 La phase interfaciale.....	22
4.4 Répercussions cliniques des nouvelles résines composites	23
4.4.1 Propriétés mécaniques	23
4.4.2 Retrait de polymérisation	23
4.4.3 Propriétés esthétiques	24

45	les Avantages et les inconvénients	24
5	Rappel sur les adhésifs	25
5.1	Définition.....	25
5.2	Principes de collage.....	27
5.2.2	Les critères d'une adhésion durable	28
5.2.3	Les promoteurs d'adhésions	28
5.3	l'adhésion à l'émail	28
5.4	l'adhésion à la dentine	29
5.5	composition	30
5.6	classification	30
6	Les différentes techniques de stratifications directes sur dents antérieures.....	32
6.1	Concept de stratification classique à deux couches.....	32
6.2	Concept de stratification classique à trois couches	33
6.3	Concept de stratification moderne à deux couches	33
6.4	Concept de la stratification «nouvelle tendance» à trois couches ou stratification histologique.....	34
6.5	Technique du Natural Layering Concept.....	34
6.6	Technique évoluée du « Natural Layering Concept »	35
6.7	Technique en trois couches selon L. Vanini avec utilisation de l'émail HRI	35
6.8	Procédure de mise en œuvre clinique.....	37
6.8.1	Analyse pré opératoire.....	37
6.8.1.1	Analyse de la forme	37
6.8.1.2	Observation des caractérisations	38
6.8.1.3	Prise de la teinte	38
6.8.1.4	Elaboration d'une carte polychromatique	39
6.8.1.5	Sélection du matériau composite.....	39
6.8.1.6	Réalisation d'une clé en silicone	39
6.8.2	Préparation de la dent	40
6.8.3	Mise en place du système adhésif	41
6.8.4	Application de la résine composite	41
6.8.5	Finitions.....	43
7	les techniques indirectes de la stratification	43
7.1	Le wax up	43
7.1.1	L'étude de wax-up à partir d'un cas clinique.....	45
7.2	Mock up.....	48
7.2.1	Les techniques du mock-up	49
7.2.2	Le mock_up issue de la transposition du wax up par technique directe	49
8	Cas clinique	54
	Cas clinique(1).....	54
	Cas clinique (2).....	58
9	Conclusion.....	62

Introduction

Depuis les dernières décennies ; l'esthétique a pris une place de plus en plus importante en dentisterie. Elle est devenue aujourd'hui une préoccupation majeure dans tous les domaines de l'odontologie. Les praticiens doivent répondre aux exigences des patients qui sont de plus en plus demandeurs des restaurations esthétiques s'intégrant harmonieusement dans le visage et le sourire. Dans ce but ; de nombreuses techniques de restaurations directes ont été développées ; et il semble important de s'intéresser à la valeur de ces différentes techniques ainsi qu'à leurs différentes indications. La dentisterie restauratrice moderne est synonyme à la fois de préservation tissulaire et de biomimétisme ; prenant pour référence la dent naturelle intacte (MAGNE ET BELSER 2003). Dans le cadre du concept biomimétique ; la restauration des dents antérieures délabrées a pour objective de réparer l'organe lésé en répondant aux impératifs biologiques et fonctionnels ; mais aussi d'obtenir une restauration esthétique qui s'intègre naturellement dans l'harmonie du sourire de nos patients.

Dans cette thèse ; nous parlerons de la stratification anatomique directe ; semble être la solution la plus fiable et reproductible pour reproduire au mieux les critères esthétique telle que : la forme ; la couleur ; la texture ; pour ce but ; il faut effectuer une analyse précise des caractéristiques de la dent et des dents adjacentes sur les plans optiques et anatomiques ; de s'appuyer sur des matériaux de coiffage aux propriétés optiques et mécaniques idéales ; et de respecter un protocole strict.

1 Rappels sur la dent naturelle au niveau du secteur antérieur et ses propriétés :

La couronne de la dent naturelle est formée de trois éléments : l'émail, la dentine et la jonction amélo-dentinaire qui forme l'interface entre ces deux tissus

1.1 Structure de la dent naturelle :



Coupe sagittale d'une incisive centrale(01)

1.1.1 L'émail :

L'émail est le tissu le plus minéralisé de l'organisme, d'origine épithéliale formant un recouvrement protecteur au niveau de la couronne des dents.

➤ **composition** : Il est constitué :

- d'une matrice minérale, représentant 96 à 98 % de sa masse totale, constituée principalement de cristaux d'hydroxyapatite.
- d'une matrice organique, formant 0.4 % de sa masse, constituée de protéines et de lipides ; localisé au sein des espaces non minéralisés formant des micros pores
- peu d'eau, à la différence des autres tissus minéralisés.(01)

➤ **structure** :

L'émail se compose des cristaux d'hydroxyapatite $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, unités de base constituant l'émail, ils s'assemblent en cristallites selon deux organisations :

- les prismes ou bâtonnets.
- l'émail inter-prismatique, entre les bâtonnets

Les différentes orientations des cristallites dans le prisme et dans la substance inter prismatique créent un léger espace appelé **gaine du prisme**. Cette gaine du prisme non minéralisée, enrichie en matrice organique, forme une zone de discontinuité permettant d'empêcher les fissures de progresser au sein de l'émail.

Cette organisation complexe est aussi matérialisée par la mise en évidence, sur des coupes de dents, d'une organisation des bâtonnets en :

-Bandes d'Hunter Schreger : les bâtonnets sont organisés en rangées dont l'orientation alterne avant d'achever leur trajectoire perpendiculairement à la surface de l'émail.

-Stries de Retzius : Figurent les stries de croissance de l'émail, sur une coupe longitudinale elles vont apparaître dans la zone occlusale comme des arceaux coiffant le sommet de la dentine, dans les portions latérales elles partent de la jonction amélo-dentinaire en direction du bord libre ou face occlusale.

En coupe transversale ses stries apparaissent en cercles concentriques.

Ce tissu protecteur varie en épaisseur au niveau de la surface de la dent. Il est :

-plus épais au niveau de la face occlusale (2.5mm et plus).

-plus fin au niveau de la jonction amélo-cémentaire (0.5mm).

Au cours du vieillissement : il se produit entre autre :

-une usure de surface éliminant tout ou partie de la couche aprismatique externe,

-une tendance de la dent à se colorer par incorporation d'éléments minéraux dans l'émail et épaissement de la masse dentinaire.

-une réduction de la perméabilité de l'émail.

L'ensemble des points évoqués sont responsables des propriétés de l'émail, Principalement sur les plans optiques et mécaniques. (01)

1.1.2 La jonction amélo-dentinaire :

➤ Formation

Les toutes premières étapes de l'amélogénèse se produisent avant que le prolongement de Tomes des améloblastes soit pleinement constitué. Cet améloblaste sécréteur, sans prolongement de Tomes, produit la couche d'émail aprismatique interne, appelée «couche de jonction» : sur 30 à 50 μm , directement apposée sur la couche la plus externe de dentine.

Cette dernière, dite «manteau dentinaire», 7 à 30 μm , est produite par des odontoblastes non polarisés, ne présentant donc pas des prolongements odontoblastiques

La jonction se forme précocement au cours du développement embryonnaire et sera calcifiée dans un second temps.

Cette chronologie n'est pas un hasard, et une autre séquence ne permettrait pas la création d'une telle fusion complexe amélo-dentinaire avec interpénétration de collagène dans l'organe de l'émail contigu.

En effet, la pénétration de collagène ne pourrait pas se produire dans un émail pleinement calcifié.

A maturité, cela formera une jonction amélo-dentinaire fonctionnelle qui devra être considérée comme une interphase et non une interface. (01)

➤ **Structure :**

La jonction amélo-dentinaire correspond à une interphase moyennement minéralisée entre deux tissus fortement minéralisés et peut être considérée comme un lien renforcé en fibrilles.

Elle présente un trajet festonné avec :

-des concavités, tournées vers l'émail.

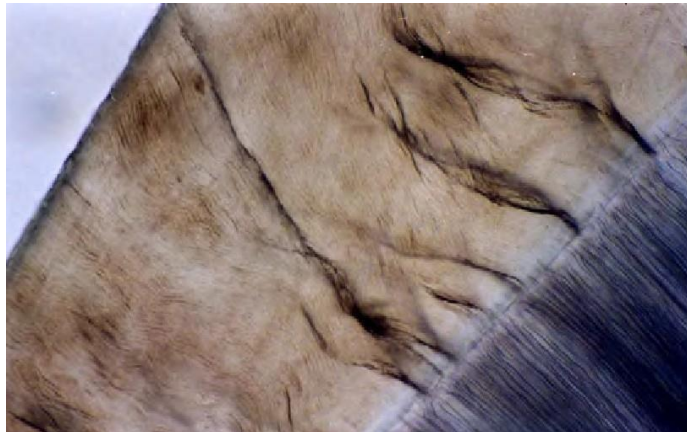
-des éperons dentinaires, qui séparent les concavités et pénètrent l'émail, perturbant sa structure aprismatique et causant ainsi la persistance de reliquats matriciels au sein de l'émail adulte : ce sont les buissons de l'émail.

La jonction est assurée par :

-la pénétration profonde dans l'émail de fibrilles de collagène de 80 à 120 nm de diamètre, ayant fusionnées avec les fibrilles de la matrice dentinaire. Ces faisceaux s'évaseront dans l'émail et formeront des «touffes collagéniques».

-l'imbrication intime de grands cristaux d'émail avec les cristaux beaucoup plus fins de la dentine périphérique.

On la définit comme une couche permettant une haute diffusion de la lumière en créant une véritable voie de circulation périphérique lumineuse. En outre, elle joue aussi un rôle mécanique de liaison et flexibilité. (01)



Jonction amélo-dentinaire dent sèche grossissement x100 (02)

1.1.3 La dentine :

La dentine est la substance majoritaire constituant la dent. Elle entoure la pulpe et est recouverte par l'émail au niveau coronaire ou le cément au niveau radiculaire.

Elle apparait translucide et jaunâtre.

➤ **Compositions :**

Les dentines sont formées de :

-70% d'une phase minérale (hydroxyapatite carbonatée et magnésie).

-30% d'autres éléments parmi lesquels 20% de matrice organique (→86 à 90% de collagène ; surtout de type III ; →10% de matrice non collagénique).

-10 à 12% d'eau. (01)

➤ **Structure :**

Dentines périphériques, par odontoblastes non polarisés : de la plus éloignée de la pulpe à la plus proche :

- manteau dentinaire, atubulaire,
- couche hyaline de Hopewell-Smith, atubulaire,
- couche granulaire de Tomes, contenant de fins canalicules.

Dentines circumpulpaire, produite par odontoblastes polarisés :

- dentine primaire : élaborée jusqu'à la mise en fonction sur l'arcade,
- dentine secondaire : perdue tout au long de la vie,
- dentine tertiaire : plus brune, par incidences de pathologies sur la dent. (01)

❖ caractéristique physique :

La dentine est le tissu le plus abondant de la dent. Elle donne à la dent sa résistance et son élasticité. Malgré sa similarité apparente à l'émail, la dentine est complètement différente physiquement et optiquement. Le corps dentinaire est principalement responsable de la chromaticité de la dent, qui est définie par les deux dimensions classiques de teinte et de saturation, elle est généralement de couleur jaune rougeâtre.

La dentine est communément considérée comme opaque, c'est-à-dire comme une structure ne laissant pas passer les rayons lumineux. En réalité, la dentine est plus opaque que l'émail, mais est également translucide, permettant un passage partiel de la lumière. Ainsi la dentine permet de dissimuler les couleurs sombres mais laisse la lumière passer à travers elle. (04)

12 Forme et critères esthétiques des dents antérieures saines :

La forme et la position des dents apportent une contribution majeure à l'appréciation d'un sourire et de l'harmonie d'un visage. Les dents antérieures se composent des canines, des incisives latérales et des incisives centrales. L'ensemble est appelé : bloc incisivo-canin :

1.2.1 Dents antérieures et sourire :

La notion « d'arc dentaire antérieur » met en évidence la relation entre les dents et les tissus environnants, en particulier les embrasures gingivales et les lèvres.

Cet arc est limité vers le haut par la ligne gingivale ou ligne des collets et vers le bas par la ligne incisale.

Ces lignes ont un fort pouvoir expressif :

• **La ligne gingivale** : Dans l'idéal :

-le contour gingival doit être symétrique par rapport au plan sagittal médian.

-le point le plus haut de ce contour, appelé aussi «zénith gingival» apparaît, au maxillaire, distalé sur les incisives centrales et les canines alors qu'il est plus centré sur les latérales. (01)

• **La ligne incisale**: Elle est formée par l'ensemble des bords libres des incisives, des pointes canines et des pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires la ligne incisale doit être convexe et suivre la courbure de la lèvre inférieure lors du sourire . (05)

En conclusion, dans un sourire harmonieux :

-La lèvre inférieure affleure le bord des incisives centrales, suivant la ligne incisale,

-La lèvre supérieure se positionne légèrement au-dessus des collets.

1.2.2 Dents antérieures et personnalité :

LOMBARDI associe à chacune des dents antérieures une des caractéristiques que sont l'âge, le sexe et la personnalité : (01)

-l'âge est représenté par l'incisive centrale,

-le sexe par la latérale

-la personnalité par la canine

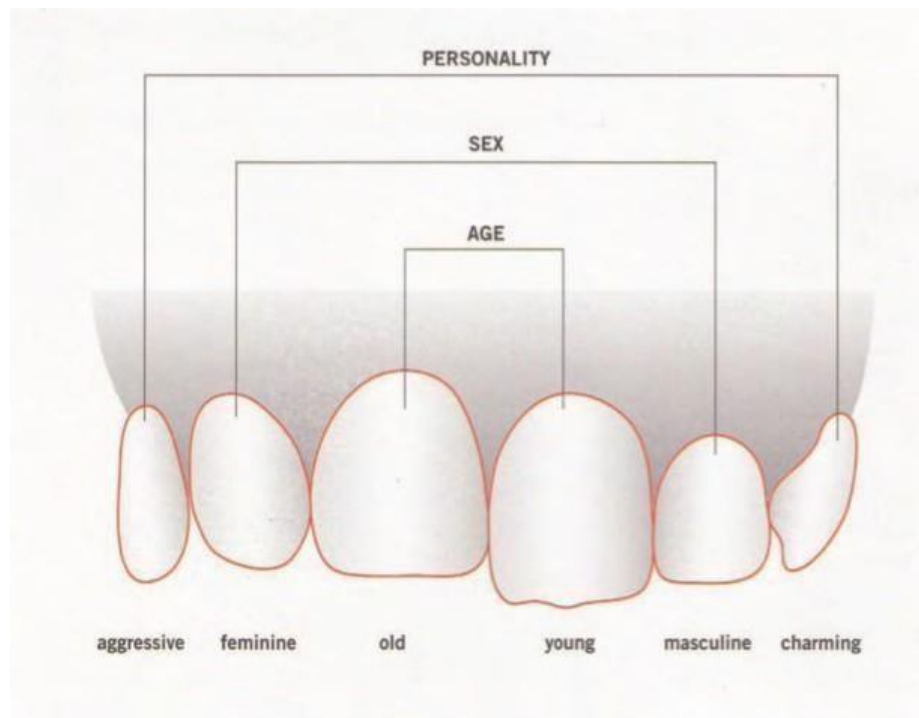


Diagramme de LOMBARDI établissant la relation entre les dents et la personnalité, le sexe et l'âge. (01)

1.2.3 Relations entre les dents et le visage :

*Dans le plan vertical :

- les pointes canines se trouvent sur une ligne de projection passant par l'aile du nez
- la face distale des canines se situe en regard des commissures labiales.
- le plan sagittal médian, ligne de référence verticale, est perpendiculaire à la ligne bi pupillaire et passe par le point inter-incisif maxillaire. (02)

*Dans le plan horizontal :

La ligne de référence est la ligne bipupillaire. Elle doit idéalement être parallèle :

- avec la ligne passant par les collets des incisives centrales.
- avec le plan incisif.
- au plan d'occlusion, lui-même parallèle au plan de Camper.

La communication des données esthétiques et plus particulièrement des lignes de références de la face est un élément déterminant du succès des restaurations antérieures. (02)

1.2.4 Anatomie des dents antérieures :

1.2.4.1 Anatomie générale :

• Les incisives :

▪ Caractéristiques communes :

-sont plus hautes que larges,

-ont une forme générale rectangulaire,

-se rétrécissent légèrement vers le collet.

-Les angles incisifs sont : droits en mésial, arrondis en distal.

-Les contacts proximaux sont situés : dans le tiers occlusal, plus proches du bord incisif en mésial qu'en distal (exception faite pour les incisives mandibulaires où ils sont symétriques).

-Les faces vestibulaires sont : convexes : les convexités maximales vestibulaires se trouvent au niveau du tiers cervical, Plus ou moins bombées et subdivisées en trois lobes séparés par des dépressions.

-Les bords incisifs sont : obliques en cervical et en distal, mamelonnés.

-Enfin, les faces linguales sont plutôt planes avec un relief plus ou moins accentué correspondant aux convexités du cingulum et des crêtes marginales qui délimitent la fosse centrale. (03)

▪ Caractéristiques distinctes

-Par rapport aux incisives maxillaires, les incisives mandibulaires sont :

○ plus petites,

○ plus étroites,

○ plus planes,

○ moins marquées dans leurs reliefs, pouvant aller jusqu'à l'absence de tout sillon lingual.

-Au maxillaire, par rapport aux incisives centrales, les incisives latérales :

○ sont plus étroites,

○ ont des angles incisifs plus arrondis,

○ présentent une pente incisive plus accentuée.

-Au niveau mandibulaire, les centrales sont très symétriques alors que les latérales sont asymétriques.

• Les canines :

▪ Caractéristiques communes, Les canines ont :

-des couronnes plus étroites en mésio-distal qu'en vestibulo-lingual.

- une forme générale pentagonale en vue vestibulaire.
- une arête médiane marquée au niveau vestibulaire permettant de visualiser l'axe de la couronne.
- deux pans cuspidiens : le pan cuspidien mésial étant plus court que le distal.
- une fosse linguale, bordée par les crêtes marginales, contenant un cingulum en son centre.

- Caractéristiques distinctes

Comparées aux canines mandibulaires, les canines maxillaires ont :

- une protubérance vestibulaire très marquée.
- des pans cuspidiens plus inclinés et, de ce fait, des contacts proximaux plus cervicaux.
- des reliefs linguaux bien plus prononcés.

Au niveau mandibulaire le pan cuspidien mésial est beaucoup plus court que le distal.

Bases fondamentales :

Les contours :

Chaque dent présente un contour vertical et un contour horizontal.

- Le contour vertical :

correspond au profil d'émergence de la dent, se divise en zones cervicale, moyenne et incisive. la position et l'angulation de ces différentes zones crée un contour vertical plus ou moins accentué. Cette accentuation a tendance à diminuer avec l'âge par usure.

-revêt un rôle parodontal essentiel et, lors de restauration, devra donc être recréé en respectant la physiologie.

Ainsi, le galbe vertical de la dent doit respecter le principe de «l'aile de mouette d'ABRAMS», selon lequel :

- aux gencives épaisses correspondent des profils dentaires axiaux bombés
- aux gencives fines, correspondent des dents plates.

Cette correspondance des formes est en rapport avec la nécessité d'un profil déflecteur pour le bol alimentaire. (02)



Profil en «ailes de mouette». (02)

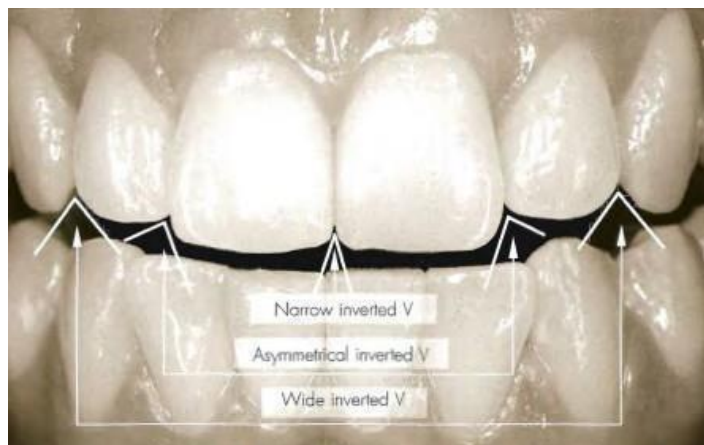
- Le contour horizontal : Il est formé d'une parabole cervicale dessinée par la gencive marginale et les papilles interdentaires puis se prolonge par les bords mésiaux et distaux qui relie la parabole au bord libre.



Représentation des angles mésiaux et distaux. (01)

Entre ces bords et le bord incisif, nous observons 2 angles :

- l'angle mésial, proche des 90°
- l'angle distal, plus arrondi et ouvert. (01)



Matérialisation des embrasures inter-incisales (01)

Ces deux angles déterminent les embrasures et angles inter-incisales, en forme de V inversé :

- étroit et symétrique entre les incisives centrales.
- asymétrique et plus ouvert entre centrales et latérales.
- formant un grand angle symétrique entre les latérales et canines.

Enfin, les bords proximaux sont légèrement concaves dans leurs portions cervicales avant de devenir convexes ou droits dans les régions moyennes et incisale. (01)

2 La colorimétrie :

21 Définition de la couleur :

La couleur est une perception visuelle de la répartition spectrale de la lumière visible. Sa description se fait selon différentes approches (artistique, physique, physiologique.. etc).

C'est une sensation qui prend son origine dans la stimulation de photorécepteurs spécialisés, les cônes et les bâtonnets, situés sur la rétine.

2.1.1 Paramètres fondamentaux de la couleur :

La couleur est définie par trois paramètres :

- **La teinte** : La teinte ou tonalité chromatique est la qualité par laquelle nous distinguons une famille de couleur d'une autre. Elle correspond aux différentes sensations colorées comme, le bleu, le vert et le jaune...etc.
- **La saturation** : La saturation est la qualité par laquelle nous distinguons une couleur vive d'une couleur pâle, c'est la quantité de pigment contenue dans une couleur (on parle d'intensité de couleur). La saturation augmente généralement du bord libre au collet des dents bien que la luminosité soit quasiment identique.
- **La luminosité** : La luminosité est la qualité par laquelle nous distinguons une couleur claire d'une couleur sombre. Le noir a une luminosité nulle et le blanc a une luminosité maximum (Brightness en anglais). La luminosité s'apprécie facilement en retirant la chromaticité des couleurs. (06)(07)(08)(09)(10)(11)



Des trois composantes de la couleur, la luminosité, saturation, teinte. (10)

2.1.2 Paramètres complémentaire de la couleur :

-Opalescence : L'opalescence est la propriété optique des tissus durs dentaires caractérisant leur capacité de transmettre sélectivement certaines longueurs de la lumière blanche et de réfléchir les autres. Elle correspond aux effets bleutés et orangés qui sont souvent visibles sur les bords incisifs. Les cristaux de dioxyde de silicium de la pierre d'opale ont une taille comparable aux cristaux d'hydroxyapatite de l'émail.



A- Opalescence et contre-opalescence .B- Pierre d'opale. (11)

-Fluorescence : Propriété optique des tissus durs dentaires caractérisant la capacité à absorber les photons lumineux pour les réémettre avec une longueur d'onde différente lors de retour à l'état énergétique initial. La fluorescence rend les dents plus lumineuses à la lumière

du jour.



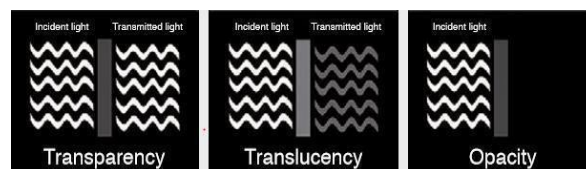
Une fluorescence blanc bleuté d'une incisive centrale éclairée en ultra-violet. (13)

-La translucidité : Pour définir la translucidité, il faut définir aussi l'opacité et la transparence.

***La transparence :** Un matériau est transparent s'il permet le passage des rayons lumineux.

***L'opacité :** Un matériau est opaque s'il ne permet pas le passage des rayons lumineux, on ne peut alors rien percevoir à travers celui-ci.

***La translucidité :** Un matériau est translucide s'il laisse également passer les rayons lumineux mais il diffuse la plupart de ces rayons : on peut apercevoir un objet à travers mais on ne peut pas le distinguer parfaitement.



La translucidité. (19)

-L'effet nacré : L'effet nacré est un effet de surface que présentent certaines dents jeunes. Il est brillant, légèrement métallique, comparable aux reflets irisés des cristaux d'aragonite et certaines coquilles de mollusques.

-L'état de surface : La micro géographie de surface des dents naturelles influence directement la perception colorée car elle conditionne le pourcentage de flux lumineux réfléchi par rapport le flux lumineux transmis ou absorbé par la dent.

Plus la surface d'une dent est rugueuse (dent jeune, peu usée), plus la lumière est réfléchie et entraîne alors un état de surface brillant et lumineux.

En revanche, plus une dent est lisse (dent âgée, usée par abrasion et/ou érosion), plus le rayon incident donne naissance à un rayon réfléchi unique .ce qui diminue la luminosité de la dent.



(A) Dent jeune avec une surface riche en fossettes et stries. (B) Dent âgée avec un aspect lisse et émoussé. (C) La réflexion de la lumière dépend de la texture de la surface.(13)(15).

-Caractérisation : Les caractérisations représentent des aspects colorés particuliers et ponctuels. Elles sont classées en cinq types : mamelon, en bandes, en marge, tâche et fêlure. (06)(07)(10)(12)



Type 1 : mamelons comportant une coloration plus claire ou plus ambrée

Type 2 : bande horizontale plus ou moins colorée au tiers médian

Type 3 : bord incisal

Type 4 : halo ambré

Type 5 : fissure

La classification des caractérisations.

2.1.3 Propriétés optiques de la dent :

La couleur de la dent naturelle va être déterminée par les trois types de tissus qui la composent : l'émail, la dentine et le cément.

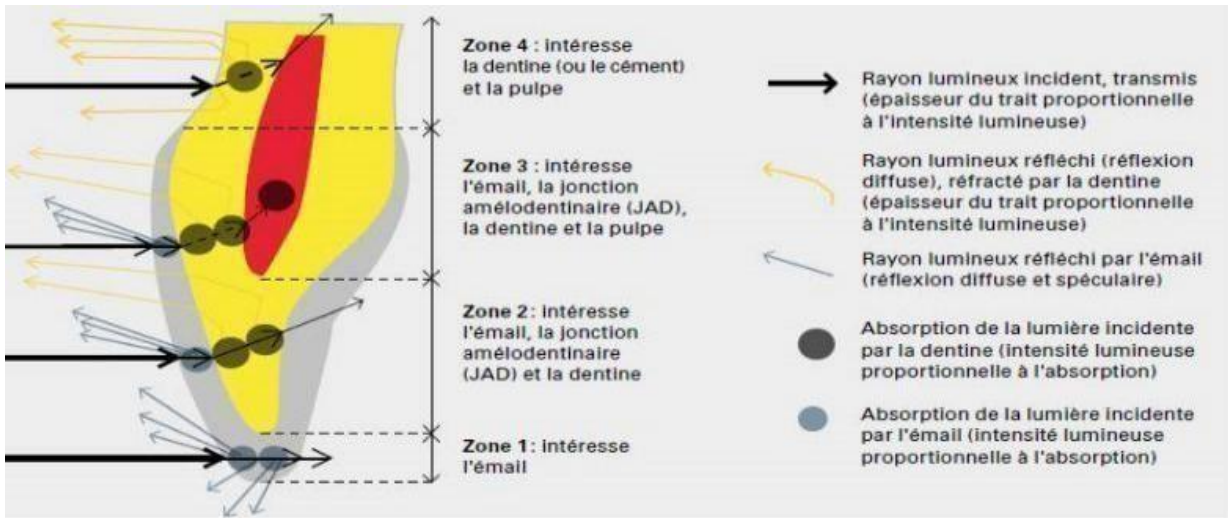
C'est la situation et la composition de ces tissus qui vont définir le comportement optique de la dent.

L'émail est un tissu translucide c'est lui qui en grande partie responsable de la luminosité de la dent.

La dentine est plus opaque, elle va déterminer la teinte et la saturation de la dent.

Quand on observe une coupe par usure d'une dent, on remarque que la dent est plus saturée au centre et plus claire vers l'extérieur.

Le transparent se situe toujours en sous couche sous l'émail de surface. il joue le rôle de conducteur de la lumière. La lumière circule sous l'émail. (11)(12)(13)(14)(15)(16)(17)



Les différents tissus que rencontre le rayon lumineux incident.

22 Détermination et transmission de la couleur :

- ❖ **Relevé visuel :** Le relevé visuel consiste à comparer la dent adjacente à la restauration à différents échantillons d'un teintier, jusqu' à trouver la couleur qui s'en rapproche le plus. Le protocole amenant au choix de la couleur finale est variable en fonction de la marque et du teintier utilisé. Parmi les teintiers, on peut séparer ceux qui sont construits par familles de teintes et ceux construits par groupes de luminosité.

-Teintiers construits par familles de teintes :



Teintier CHROMASCOPE de chez Ivoclar, Vivadent. (08)

-Teintiers construits par groupes de luminosité :



Teintier Vitapan 3D Master, Vita. (13)

Le choix de la teinte doit se faire idéalement dans des conditions de luminosité naturelle idéale est celle de soleil entre midi et 3 heures avec une exposition de nord et environ 3/5 de nuages blancs épars, ces dernières sont difficiles à obtenir au cabinet dentaire d'où le recours au relevé visuel assisté.

Relevé visuel assisté : Afin d'améliorer la précision et la fiabilité des relevés visuels, certains fabricants ont mis au point des outils d'assistance :

- **Lampes calibrées :** fournissent une source de lumière calibrée et continue



Lampe Trueshade® d'Optident (à gauche), Lampe Demetronshade® de Kerr (à droite). (13)

- **Appareil photographique :**



Pise en photo la barrette échantillon sur le même plan que la dent en référence. (13)

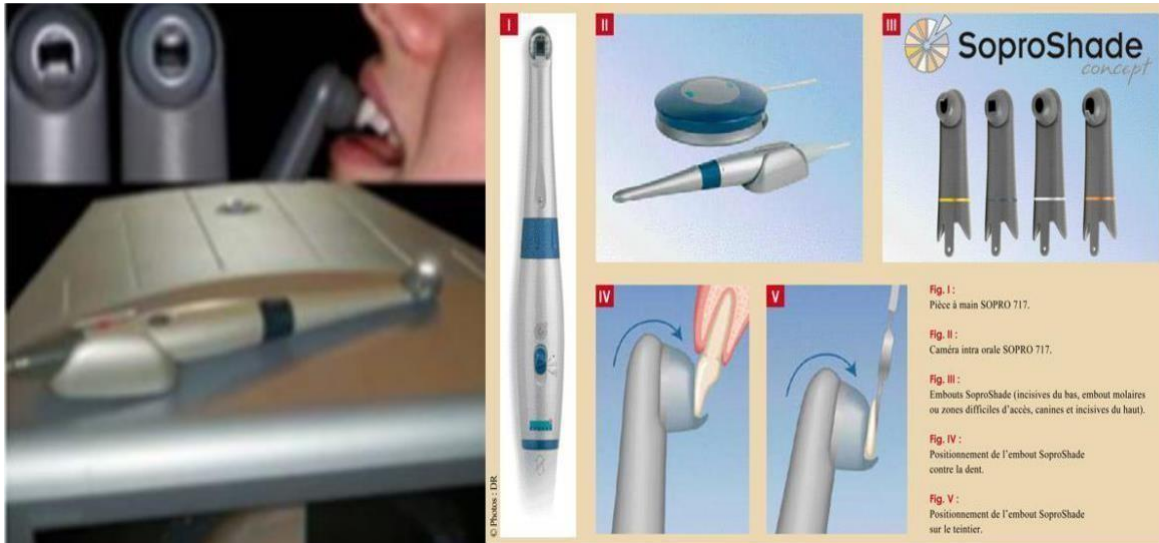
- ❖ **Relevé instrumental :** Afin de limiter la subjectivité et l'imprécision des relevés visuels simples ou assistés, différents outils peuvent être utilisés. Il s'agit des colorimètres et des spectrophotomètres, d'une caméra optique intra orale et d'un logiciel d'analyse photographique. (13)



Le colorimètre Sgade Vision de X Riteet la fiche de rapport d'analyse destinée au laboratoire. (13)



Vita Easyshade® spectrophotometer (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany).(19)



Camera Sopro717® d'Acteon avec la mémorisation d'une héli dent sur le moniteur. (13)

23 Interaction de la lumière sur les tissus dentaires :

La lumière est l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par des corps portés à haute température (incandescence) ou par des corps excités (luminescence). Elle est perçue par l'œil humain lorsque la longueur d'onde émise est comprise entre 380 nm (violet) et 780 nm (rouge). (14)

2.3.1 Interaction avec la lumière :

Le rayonnement lumineux se propage en ligne droite dans le vide mais lorsque la lumière frappe la matière, les phénomènes suivants se produisent : la réflexion, la transmission, et l'absorption.

Réflexion : C'est une interaction lumière-matière conduisant à une déviation de la trajectoire de la lumière du même côté du corps d'où elle est venue. La réflexion est influencée par l'état de surface. En effet, si la surface frappée est lisse, plate et opaque alors les rayons réfléchis seront parallèles. Si par contre la surface est irrégulière, rugueuse alors les rayons réfléchis seront déviés dans diverses directions. Lorsque la lumière incidente est totalement réfléchi par la surface, il y a réflexion totale. (15)

La transmission : Elle se produit dans un matériau transparent ou translucide :

-cas d'un matériau transparent : il laisse passer la lumière et fait apparaître de manière distincte un objet se situant derrière lui. La lumière ne se réfléchit pas.

-cas d'un matériau translucide : il ne permet pas de voir distinctement l'objet situé derrière lui. Une partie de la lumière est réfléchi mais la translucidité modifie la quantité de lumière réfléchit. Si les rayons lumineux frappent une surface plane et transparente alors les rayons transmis restent parallèles. Par contre s'ils frappent une surface rugueuse, les rayons sont déviés dans plusieurs directions.

L'absorption : Un objet apparaît d'une certaine couleur suivant les longueurs d'ondes qu'il absorbe. De plus la partie du rayonnement qui est absorbée est toujours complémentaire de la partie réfléchi. Ainsi, une surface apparaît blanche lorsqu'elle réfléchit la totalité des rayons et une surface apparaît noire lorsqu'elle absorbe la totalité des rayons. De même une surface apparaît bleue quand elle réfléchit les petites longueurs d'ondes et absorbe les grandes. Et inversement, elle apparaît rouge quand elle réfléchit les grandes longueurs d'ondes et absorbe les petites et moyennes. (15)

2.3.2 Le métamérisme :

L'harmonisation des couleurs de deux objets peut varier lorsqu'ils sont exposés à des sources de lumière différentes ; ce phénomène s'appelle le métamérisme. Deux surfaces ou deux couleurs sont métamères lorsqu'ils s'assortissent sous une source de lumière donnée mais ne s'harmonisent plus sous d'autres sources lumineuses. De plus, les métamères ont des courbes d'analyses spectrales non superposables mais apparaissent de couleurs identiques sous certaines conditions. Par exemple, la nuance d'une dent peut s'assortir à celle des autres dents sous une lumière fluorescente mais non sous une source incandescente. Le métamérisme est donc une source d'erreur pour le praticien qui doit en être conscient afin d'en limiter les effets. Ainsi, un éclairage courant (semblable à ce que le patient retrouve dans son environnement) diminuera les effets indésirables du métamérisme. (16)

24 Évolution de la couleur selon l'âge :

C'est la combinaison des effets optiques dus à l'émail et de la dentine qui crée cette couleur de dent si complexe et unique. Il est essentiel de connaître les relations entre dentine et émail afin de comprendre les propriétés optiques de la dent. (17)

Le degré de la translucidité de l'émail dépend de son épaisseur, ce qui affecte la luminosité de la dent. Ainsi en fonction de l'âge de la dent la luminosité varie automatiquement, voici les principales caractéristiques de l'émail selon l'âge de la dent. (17)(18)

Dent	Jeune	Agée
Epaisseur	++	-
Densité	++	-
Translucidité	-	++
Luminosité	++	-
Réfectivité	++	-

Le degré de saturation de la dentine diminue du collet au bord incisif et la chromaticité augmente avec le vieillissement.

Du fait de l'usure du bord incisif, on observe de moins en moins d'opalescent, l'accumulation des colorations et fissures contribuent également à l'assombrissement de la dent.

En conclusion, c'est la stratification des différents tissus de la dent qui permet son rendu visuel unique.

3 La carte chromatique de la dent :

3.1 Etat de surface :

La surface de l'émail est rarement parfaitement lisse et présente souvent des variations sous forme de : dépressions, telles que les fossettes dues aux lobes dentinaires sous-jacents. de reliefs, liés aux :

- stries de croissance
- zones d'usure abrasive des parties les plus saillantes,
- zones d'usure attractives, fonctionnelles.

3.1.1 La macro géographie :

La macro géographie représente la forme finale de la dent. Elle correspond aux sillons des lobes des dents, aux concavités, convexités, aux dépressions de surface, aux lignes de transition et au profil d'émergence. Tous ces éléments conditionnent l'absorption de la lumière par la dent et donc modulent la couleur perçue

3.1.2 La micro géographie :

Elle est essentiellement liée aux lignes de croissance de l'émail (sens horizontale), irrégularités ayant tendance à s'estomper avec l'âge.

Les dents jeunes présentent de nombreuses stries de croissance créant une micro texture complexe et donc une réflexion diffuse de la lumière.

Chez l'adulte et les sujets âgés, ces détails disparaissent donnant un émail moins lumineux.(2)



Incisive centrale d'un enfant de 10 ans : micro géographie riche (à gauche). Même dent 20 ans après : perte de micro géographie et baisse de luminosité (à droite)

4 Rappel sur les composites :

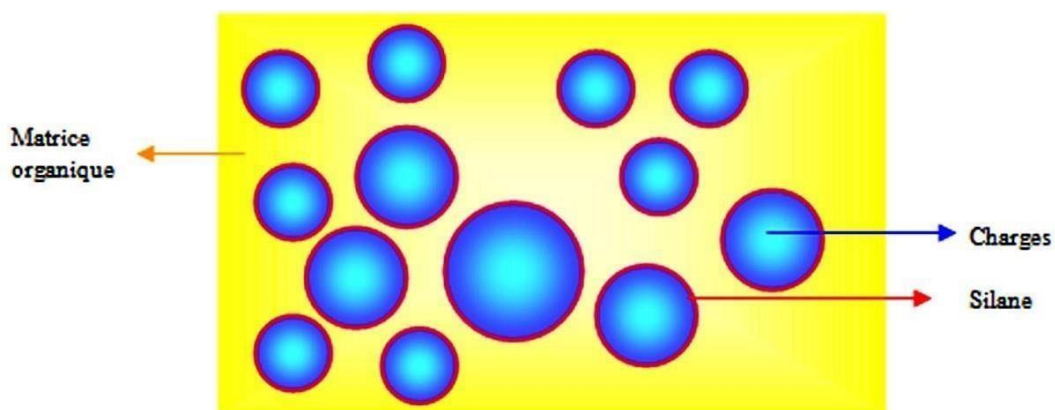
Les résines composites ont été introduites en dentisterie il y a une cinquantaine d'années. Il s'agit de matériaux de restaurations dentaires esthétiques, organo-minéraux, à insérer en phase plastique dans le cas des obturations par technique directe. (20)(21)

Les résines composites sont maintenant largement utilisées dans la pratique quotidienne des soins dentaires. Leur suivi nous montre que ces matériaux présentent encore des défauts, surtout dans leur comportement à long terme. Les évaluations cliniques récentes rapportent des taux d'échec acceptables, mais, ces résultats pourraient être améliorés.

4.1 Composition :

Ces matériaux sont tous composés :

- ♣ D'une matrice résineuse organique composée de polymère synthétique, typiquement le diméthacrylate.
- ♣ De charges inorganiques, le plus souvent, des particules de quartz ou de verre de silice. Les charges permettent d'augmenter la résistance et le module d'élasticité et de réduire la rétraction de polymérisation, le coefficient d'expansion thermique et l'absorption d'eau.
- ♣ D'un silane, qui est un agent de couplage organo-minéral permettant de lier chimiquement les charges à la matrice. La formation d'une forte liaison covalente entre les charges inorganiques et la matrice organique est essentielle pour obtenir de bonnes propriétés mécaniques. (22)
- ♣ De produits chimiques qui permettent d'initier et de moduler la réaction de polymérisation



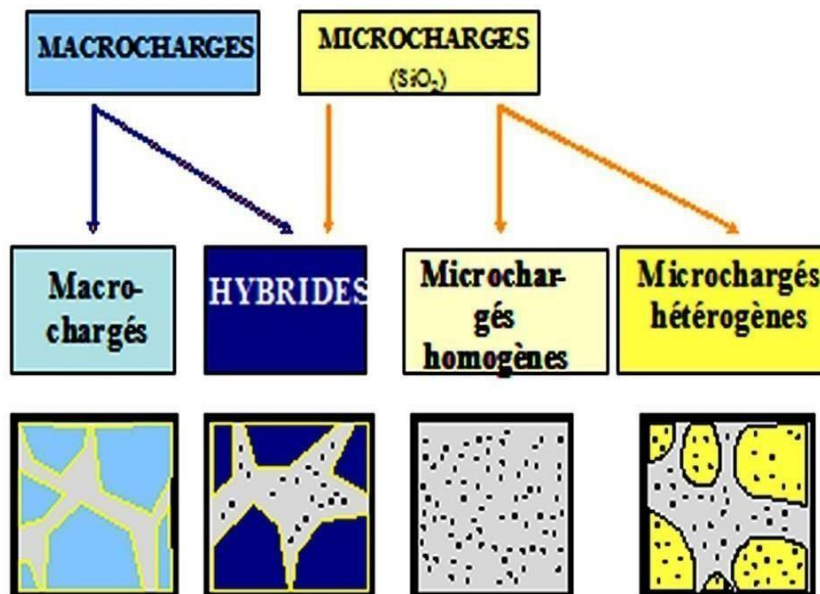
Représentation schématique d'une résine composite(29)

42 Evolution :

Depuis leur introduction en dentisterie, la composition des résines composites a beaucoup évolué au cours du temps. La réduction en taille des charges a été un des changements les plus importants. (23)

En effet, les matériaux initialement « macrochargés », contenant des charges de **10 à 50 μm** , étaient très solides mais difficile à polir, ce qui entraînait l'impossibilité d'obtenir une surface lisse.

Progressivement, des améliorations ont ensuite permis d'obtenir des particules qui étaient des sub-microns, d'une taille moyenne de **0.4–1.0 μm** , couplées à des particules de 40 nm pour créer un groupe de composite aujourd'hui nommé « microhybrides ».



Classification des résines composites en fonction de la taille des particules de charges(29)

Les composites microhybrides sont généralement considérés comme étant les composites universels puisqu'ils peuvent être utilisés à la fois dans le secteur antérieur et postérieur, grâce à leur combinaison de solidité et facilité de polissage. Progressivement, la réduction en taille des charges a donc permis d'obtenir un polissage plus efficace, une esthétique renforcée, ainsi qu'une meilleure résistance à l'usure.(20)

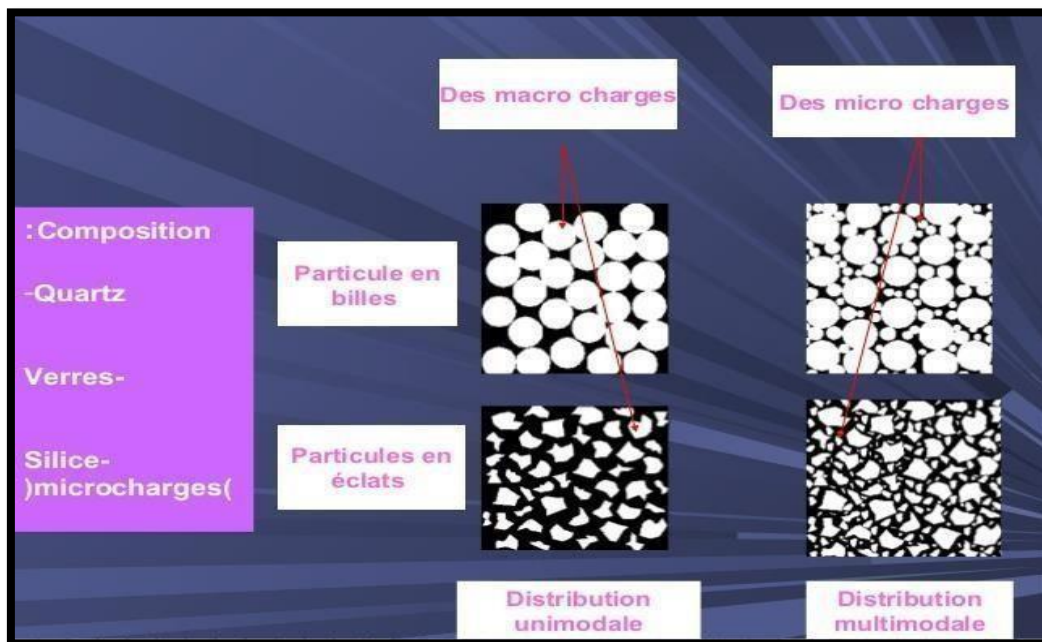
43 Innovations récentes :

Les innovations récentes portent sur les trois phases dont les résines composites sont constituées : la phase inorganique correspondant aux charges contenues dans la matrice, la phase organique correspondant à la matrice résineuse, et la phase interfaciale qui fait le lien entre les deux

précédentes.

4.3.1 La phase inorganique :

En ce qui concerne la phase inorganique, la principale évolution récente résulte du développement de la nanotechnologie qui a permis l'apparition des composites « microhybrides nanochargés ». Ceux-ci sont issus de la réduction de la taille des particules et de la modification de leur distribution. Le nombre de charges se trouve alors augmenté laissant une place moindre à la matrice. Ainsi le retrait de polymérisation est diminué tout en fournissant de bonnes propriétés esthétiques et de résistance(21) (22). Une publication récente montre que les charges peuvent être modifiées dans le but d'augmenter les propriétés des composites en y ajoutant des nanofibres de polymère, des fibres de glace et des nanoparticules de titane (22). Pour augmenter la minéralisation dans l'objectif de prévenir des caries, des charges relarguant des ions phosphates et calcium ont été développées (Xu et coll. 2009).



Représentation schématique des différents types des charges dans les composites(29)

-L'augmentation du pourcentage des charges à pour effets d'améliorer les propriétés mécaniques (surtout si le taux de charges est $> 60\%$ en volume), de réduire la rétraction dépolymérisation, le coefficient d'expansion thermique, le coefficient d'absorption et la solubilité hydrique.

-L'augmentation du pourcentage des charges et la diminution de la taille de celles-ci ont pour effets d'améliorer l'état de surface - ce qui améliore l'esthétique et diminue l'agressivité du matériau vis-à-vis du parodonte – et d'augmenter la résistance à l'usure du

matériau (29).

4.3.2 La phase organique :

Au niveau de la phase organique, correspondant à la matrice résineuse, les recherches visent à modifier la nature de la résine en incorporant de nouveaux monomères, afin d'améliorer les propriétés mécaniques, mais aussi à apporter de nouvelles caractéristiques (bio activité, etc...) grâce à l'incorporation d'agents antibactériens et reminéralisants à l'intérieur des composites. Parmi les nouveaux monomères développés, on retrouve de nombreux dérivés des méthacrylates, mais aussi de nouvelles familles, telles que les résines époxy, les oxiranes / siloranes et les SOC (spiro-ortho carbonates) (21). Cependant, seulement quelques nouveaux monomères ont pu être lancés dans le commerce et la majorité des résines composites aujourd'hui continuent d'être à base de diméthacrylates comme lorsqu'elles ont été introduites dans les années 1960 et 1970 (24).

4.3.3 La phase interfaciale :

Enfin, les évolutions au niveau de la phase interfaciale visent à améliorer la liaison chimique entre les charges et la matrice dans le but de réduire la solubilité et de prolonger la durée de vie des restaurations. (21). Toutes ces modifications apportées au niveau de la taille des charges, leur morphologie, quantité, volume, distribution ou composition chimique ont créé une large variété de composites. Il est donc difficile pour le praticien de faire le choix du matériau le plus adéquat. Du fait de la complexité de ces matériaux, une classification claire et générale des composites ainsi que des indications cliniques précises, n'ont pu être trouvées(24).

Fabricant	Nom	Famille
3M ES PE	Filtek™ Supreme XT Filtek™ Z250 Filtek Silorane	Microhybridenanochargé Microhybride Microhybride
Dentsply	Esthet.X® HD Spectrum TPH®3	Microhybride Microhybride
HerareusKulzer	Venus® Diamond Venus® Pearl	Microhybridenanochargé Microhybridenanochargé
Ivoclar-Vivadent	TetricEvoCeram®	Microhybridenanochargé
VOCO	Amaris® Grandio®	Microhybride Microhybridenanochargé
GC	G-aenial® Essentia®	Microhybride Microhybride

Kerr	Herculite™ Ultra	Microhybridenanochargé
------	------------------	------------------------

Tableau 1– Exemples de résines composites récemment mises sur le marché(30).



Quelques exemples de résines composites récemment commercialisées(30).

44 Répercussions cliniques des nouvelles résines composites :

4.4.3 Propriétés mécaniques :

Généralement, il est difficile de distinguer les nano hybrides des microhybrides. Leurs propriétés, telles que la force de flexion et le module d'élasticité, tendent à être similaires, avec les nano hybrides étant légèrement inférieurs aux microhybrides, mais les deux étant meilleurs que les micros chargés(24) (25) (26) (27).

4.4.4 Retrait de polymérisation :

Le retrait de polymérisation des résines composites crée un stress de contraction au sein du matériau qui peut être responsable d'un défaut d'adaptation marginale, de micro fractures, pertes d'étanchéité, sensibilités post opératoire et caries secondaires (28). De nos jours, pour les matériaux composites microhybridenanochargés comme pour les autres matériaux composites, le retrait de polymérisation existe toujours. Toutefois le recul clinique est encore insuffisant pour affirmer un progrès majeur dans les répercussions cliniques(21).

4.4.5 Propriétés esthétiques :

On peut se demander si la dernière génération de résines composites commercialisées apporte un intérêt en ce qui concerne l'esthétique et le biomimétisme de la dent naturelle. En effet, ces deux points sont particulièrement importants au niveau du secteur antérieur visible lors du sourire. Aujourd'hui, il est suggéré que l'utilisation de composites microhybrides nanochargés permettrait, par la diminution de la taille des charges, une meilleure distribution des pigments ce qui conférerait au matériau le potentiel d'améliorer la continuité entre les structures dentaires et ces particules et donc de fournir une interface optique plus stable et plus naturelle (Terry 2004). Ces résines semblent par ailleurs montrer une bonne stabilité de la teinte immédiatement après le polissage et dans le temps(21).

45 Les Avantages et les inconvénients :

Familles de composites	Avantages	Inconvénients
Macrochargés	-Bonnes caractéristiques mécaniques	-Caractéristiques de surfaces inappropriées -Mauvaise résistance à l'usure -Agressifs pour l'antagoniste -Rétention de plaque
Microchargés : microchargés, microchargés renforcés	-Grande résistance à l'abrasion -Bonne qualité de surface (polissage rapide et facile) -Bonnes caractéristiques Optiques	-Fort retrait de polymérisation -Faible module de flexion -Faible résistance mécanique
Hybrides : hybrides, microhybrides	-Résistance physique plus élevée -Bon rendu esthétique -Bonne qualité de surface	-Retrait de polymérisation toujours existant
Microhybrides Nanochargés	-Propriétés mécaniques améliorées -Rétraction de prise diminuée -Esthétiques -Bon état de Surface	-Recul clinique insuffisant -Propriétés encore perfectibles

Résumé des avantages et inconvénients des résines composites conventionnelles(30)

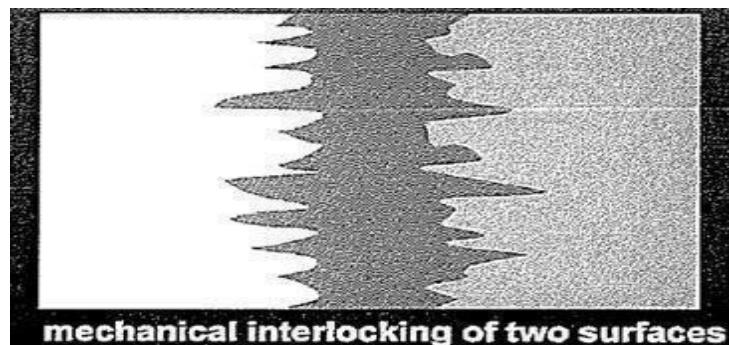
5 Rappel sur les adhésifs :

5.1 Définition :

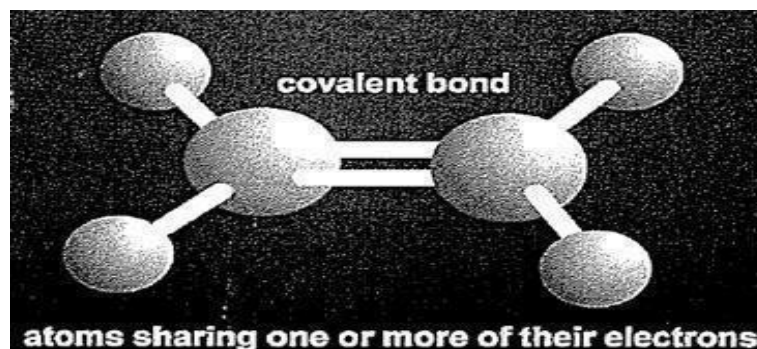
L'adhésion : C'est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques et mécaniques qui contribuent à unir deux substances entre elles par leur surface.

Les deux théories principales du phénomène d'adhésion sont :

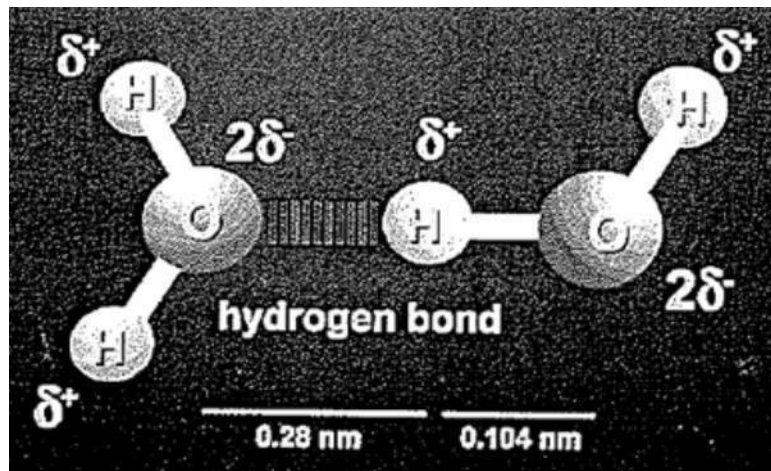
- La théorie mécanique selon laquelle l'adhésif, après durcissement s'engrène mécaniquement dans les rugosités et irrégularité de la surface adhérente.
- La théorie d'absorption qui s'applique à toutes sortes de liaisons chimiques de l'adhésif à l'adhérent, par des liaisons primaires ou secondaires ; les premières sont des liaisons ioniques et covalentes et les secondes sont des liaisons hydrogènes, les dipôles et les forces de Van der Waals(31).



Théorie mécanique de l'adhésion(31)



Liaison covalente des atomes(31)



Liaison hydrogène. (31)

L'adhérence :

C'est la mesure ou l'approche quantitative de l'adhésion. Il s'agit d'une mesure exprimée en Pa ou MPa qui représente l'ensemble des phénomènes qui s'opposent à la séparation de deux corps en contact : c'est la force à laquelle il faut soumettre un ensemble de corps collés pour les séparer(31).

L'adhésif : C'est une substance organique, organo-minérale ou métallique, qui appliquée à l'état liquide entre deux surfaces, peut les unir en durcissant dans le temps(31).

Interphases et interfaces, mode de rupture :

Un ensemble collé est une interphase (dent + adhésif + composite). Il y a deux interfaces entre chaque élément. Une fracture adhésive est une fracture qui intervient aux interphases ; c'est le collage qui pose un problème. Une fracture cohésive est une fracture dans la dent, dans la colle ou dans la restauration (31).

Différents types d'adhésion :**Adhésion mécanique :**

Après fraisage, les surfaces d'une préparation sont recouvertes de boue dentinaire, couche poreuse ou hétérogène, composé d'un agglomérat d'hydroxyapatite, de protéines mais aussi de bactéries. Quelque soit le système adhésif employé, la boue dentinaire et les tissus dentaires subiront un traitement acide dans le but de :

- éliminer ou stabiliser la couche de smear layer. (36)
 - créer des microrugosités et des microporosités au niveau des surfaces dentinaires et amélaire. La surface de collage se trouve ainsi augmentée. (36)(37)
 - accroître l'énergie de surface de la zone,
- améliorant alors la mouillabilité de la résine adhésive sur les surfaces dentaires. Or, selon

LEHMANN (2010), la liaison entre une résine adhésive et les tissus dentaires peut atteindre des valeurs élevées si l'adhésif mouille uniformément ces tissus dentaires.

L'ensemble de ces modifications va favoriser l'infiltration des monomères qui, après polymérisation, formeront une interphase adhérente et étanche, dans l'idéal, entre les tissus dentaires et la résine composite.

Grossièrement, on remplace donc l'hydroxyapatite, déminéralisée ou éliminée, par de la résine. C'est une rétention micromécanique. (36)

Adhésion chimique :

Le système adhésif établit des liaisons avec :

-la phase minérale :

En effet, des interactions chimiques additionnelles peuvent contribuer à l'adhésion lorsque l'adhésif contient des monomères capables de s'unir avec l'hydroxyapatite notamment.

Le joint collé serait donc également assuré par une adhésion chimique dans laquelle les molécules absorbées se dissocient au contact de la surface, générant des liaisons covalentes ou ioniques fortes.(36)(37).

-la phase organique de la dentine :

Par ses fonctions anhydres, carboxyliques et aldéhydes, qui interagissent avec le collagène. (37).

Adhésion physique :

Elle est liée aux réactions polaires. Mais, ces forces d'attractions secondaires sont de l'ordre de 1/50 à 1/100 des forces primaires.

En dentisterie, même si la composante chimique semble jouer un rôle non négligeable dans le potentiel d'adhérence de certains adhésifs automordançants faiblement acides et dans la longévité des joints collés, l'effet à court terme étant marqué par la ténacité de l'ancrage micromécanique, alors ce dernier reste l'explication la plus courante des mécanismes d'adhésion d'un matériau à la structure dentaire. (32)(35)(36).

52 Principes de collage :

5.2.1 Caractéristiques et avantages de l'adhésif :

Le développement d'une approche adhésive en dentisterie restauratrice a apporté de nombreux avantages tels que :

- une meilleure esthétique,
- la conservation du tissu dentaire,
- le renforcement des structures dentaires affaiblies,

- la réduction des pertes marginales,
- un panel de techniques.

De nombreux adhésifs ont vu le jour ces dernières années, mais bon nombre d'entre eux n'ont pas survécu au test du temps. Certains adhésifs ont su satisfaire les conditions rigoureuses pour être élevés au rang d'adhésifs dentinaires. Ainsi, un adhésif dentinaire doit :

- fournir un niveau élevé d'adhésion à l'émail et à la dentine,
- fournir un collage immédiat et durable,
- empêcher l'accès aux bactéries,
- être simple d'utilisation. (32)

5.2.2 Les critères d'une adhésion durable :

Le critère le plus important de l'adhésion de deux matériaux est qu'ils soient en contacts suffisamment proche et intime. Quand les substrats sont solides, ce critère est rempli par l'intermédiaire de substances liquides ou fluides que sont les adhésifs. Leur contact intime avec le substrat dépend :

- de la mouillabilité du substrat,
- de la viscosité de l'adhésif,
- de la morphologie et de la rugosité du substrat. (31)

5.2.3 Les promoteurs d'adhésions :

Lorsque deux matériaux, qui doivent être collés, ne présentent pas d'affinité particulière l'un pour l'autre, des promoteurs d'adhésion doivent être utilisés. Ils peuvent réagir, par exemple, avec les deux matériaux de façon à établir leur adhésion, comme le silanage des charges de verre dans les résines composites. Ils peuvent également être utilisés comme primaires car ils modifient la surface d'un substrat pour permettre le mouillage de l'adhésif qui sera appliqué par la suite. Ces promoteurs sont surtout essentiels pour le collage à la dentine.

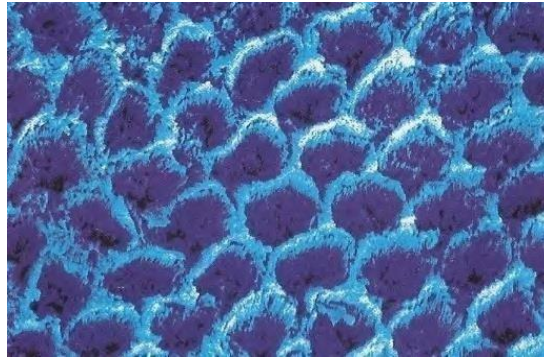
5.3 L'adhésion à l'émail :

L'adhérence à l'émail n'est possible qu'après le traitement de celui-ci par l'application d'acide. Cet acide a le pouvoir de modifier les caractéristiques de l'émail de deux façons :

- * créer des micro-anfractuosités,
- * augmenter la surface disponible au collage, augmenter l'énergie de surface.

Le temps d'action de l'acide : il est de 15 à 60 secondes pour avoir une efficacité maximale.

Au-delà, on crée des phosphates de calcium insolubles qui vont bloquer les micro-anfractuosités et s'opposer à la formation des micro-brides. (31)(32)

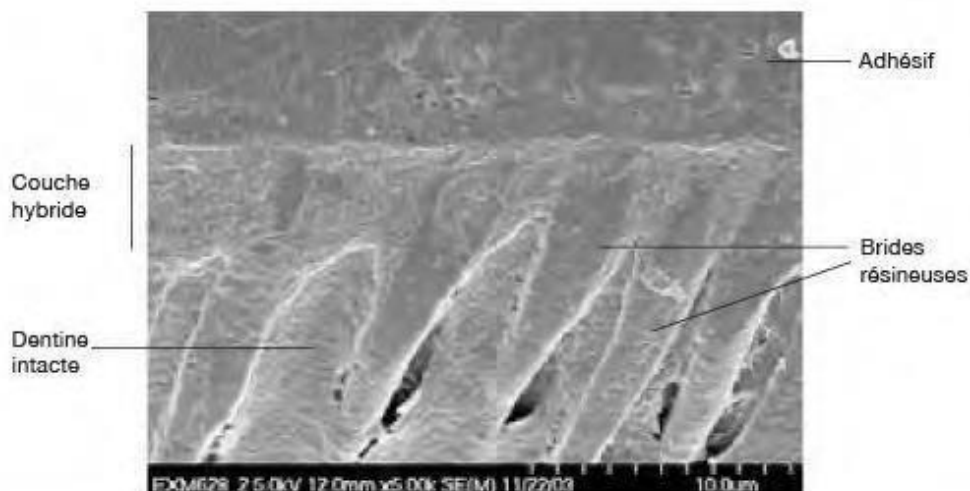


Email au MEB mordancé pendant 60 secondes. la morphologie prend l'aspect de «trous de serrure ». (31)

54 L'adhésion à la dentine :

L'interface dentine-adhésif est plus délicate à gérer du fait de l'humidité intrinsèque de celle-ci, contrairement à l'émail. La dentine, après avoir été préparée à des fins prothétiques, est recouverte d'une fine couche de débris appelée « boue dentinaire » ou « smear layer ». Cette dernière, constituée d'hydroxyapatite et de collagène modifié, obture les tubuli dentinaires et s'oppose à l'établissement d'un contact direct entre les matériaux et le substrat dentinaire. Le mordantage va permettre d'éliminer ce dépôt de surface (dissolution), d'ouvrir les tubuli dentinaires, et de déminéraliser superficiellement la dentine). La résine de collage va alors former des brides ou « tags » dans les ouvertures canaliculaires, donnant naissance à une couche hybride où collagène et composés résineux sont entremêlés.

Cette première étape du protocole introduit néanmoins une seconde difficulté : la gestion du réseau de collagène. Suite au mordantage, la trame minérale est dissoute et seul le réseau collagénique subsiste. (31).



Coupe montrant la couche hybride ainsi que les tags de résine. (31)

55 Composition :

Les systèmes adhésifs sont constitués de différents biomatériaux appliqués successivement sur les surfaces dentaires. Leur utilisation est très souvent indispensable à la réalisation d'une interface dent-résine de collage cohérente et répondant aux impératifs posés par le collage.

Un système adhésif est constitué :

- D'un agent acide permettant le mordantage de l'émail et/ou de la dentine.
- D'un primaire d'adhésion : à la fois hydrophile et hydrophobe, le primaire permet de lier le substrat, hydrophile, et l'adhésif qui lui, en revanche, est hydrophobe.
- Un adhésif : constitué de monomères résineux, il infiltre le substrat dentaire et assure la liaison avec la résine de collage.

56 Classification :

5.6.1 En Fonction de leur date d'apparition :

1ère génération (1952-1980) :

la boue dentinaire était considérée comme une protection naturelle et biocompatible, mais cette dernière n'était pas ou peu adhérente au substrat dentinaire. Les adhésifs étaient essentiellement composés de résine pure type MMA (SEVRITON CavitySeal. 1952). (33)(34).

2ème génération (1980-1985) : les produits de cette génération voulaient utiliser la boue dentinaire comme substrat de collage .ces produits adhésifs sont principalement présentés par les esters phosphorés associés à une résine non chargée type BIS –GMA .

la dentine ne subit aucun traitement préalable à leur application.

3ème génération (1985-1990).

4ème génération (1990) :

Il comprend trois composants (donc trois flacons distincts) : le conditionneur dentinaire, l'agent de couplage et l'agent de liaison photopolymérisable.

5ème génération (1995) :

Le principe d'action reste le même mais la différence se fait sur le nombre de flacons, il n'y en a plus que deux.

6ème génération : auto mordantage par des monomère (1995) :

-dans cette classe, ce sont les deux premières étapes qui sont réunies en une seule, le mordantage et l'application de primaire.

.-l'agent de mordantage n'est plus un acide minéral classique, mais ils ont exploité l'acidité de certains monomères qui sont aptes à déminéraliser et infiltrer simultanément les tissus dentaires calcifiés.

Leur application est suivie de celle de la résine adhésive.

7ème génération (2000) (all in one) :

ces produits regroupent en un seul conditionnement ou en un seul mélange les trois étapes du collage.

5.6.2 classification modernes :

Il existe aujourd'hui deux grandes classes d'adhésifs : M&R (système avec mordantage et rinçage) et SAM (système auto-mordant) :

-Les systèmes avec mordantage et rinçage (M&R) :

→M&R3 (1990) : il se présente en trois flacons (1 seringue d'acide, 1 flacon de primer et 1 flacon d'adhésif) et s'applique donc en trois étapes :

Mordantage ⇒ rinçage séchage ⇒ primer ⇒ séchage ⇒ adhésif ⇒ photo polymérisation

→M&R2 (1996) : il se présente en deux flacons (1 seringue d'acide et 1 flacon de primer +résine). Les étapes d'utilisation sont les suivantes :

mordantage ⇒ rinçage-séchage ⇒ primer +résine ⇒ photo polymérisation (34).

Les systèmes auto-mordant (SAM) :

→SAM2 (2000) : il se présente en deux flacons (1 flacon d'acide+ primer et 1 flacon de résine). Les étapes sont :

acide +primer ⇒ pas de rinçage ⇒résine ⇒ photo polymérisation

→SAM1 (2002) : il ne présente plus qu'un seul flacon qui réunit l'acide, le primer et la résine. L'application est simple :

Acide+ primer +résine ⇒ photo polymérisation.



Systeme universel

Récapitulatif des différents systèmes adhésifs : (35)

Adhésifs	Avantages	Inconvénients
<u>MR</u>	*recul clinique. *parfaite étanchéité . *fortes valeurs d'adhésion sur l'émail.	*sensibilités postopératoires *protocole long. *séchage délicat après rinçage
<u>SAM</u>	*protocole simple. *peu de sensibilités postopératoires. *résultat reproductible.	*valeurs d'adhésion sur l'émail plus modestes (20Mpa)

Critères de choix clinique : MR :

- si émail résiduel plus important.
- si loin de la pulpe.

SAM :

- si dentine résiduelle plus important.
- Si proximité de la pulpe (éviter sensibilités postopératoires).
- si proximité de la gencive (éviter saignement). (35)

6 Les différentes techniques de stratifications directes sur dents antérieures :

L'objectif de remplacer les tissus manquants par un matériau imitant la configuration naturelle des tissus dentaires devient possible avec la technique de stratification des composites. L'association de composites de diverses teintes, opacités , fluorescence et opalescence permet de donner un aspect quasi-mimétique à la restauration.

6.1 Concept de stratification classique à deux couches



Technique historique en 2 couches (9)

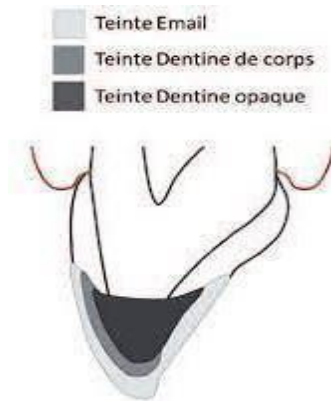
Stratification à deux couches :

- Une couche de masse émail-dentine.
- Une couche de masse incisal (ou transparent) et opaque.

La stratification classique à deux couches met en œuvre une masse monochromatique de composite dont l'opacité se situe entre celle de la dentine et celle de l'émail. Il existe en plus une masse d'incisal qui peut être utilisée lors des reconstitutions d'angles ou de bord libre. La mise en œuvre de cette technique est simplifiée. Le résultat esthétique est limité car le choix de la couleur est trop simplifié. La restauration n'imité pas les tissus naturels.

62 Concept de stratification classique à trois couches :

Stratification à trois couches :



Technique historique en 3 couches (9)

- Une couche de masse dentine.
- Une couche de masse émail.
- Une couche de masse incisale.

La construction est polychromatique. L'opacité de la dentine est supérieure ou égale à celle de la dent naturelle tandis que l'opacité de l'émail est intermédiaire entre celle de la dentine et celle de l'émail. Le principe de la stratification classique à trois couches est une désaturation progressive du palais vers le vestibule et du bord cervical vers le bord libre. L'apprentissage de cette technique est long. Cette stratification est très subjective. Le résultat esthétique est cependant meilleur que celui de la stratification à deux couches.

63 Concept de stratification moderne à deux couches :

Stratification à deux couches :

- une couche de masse dentine.
- Une couche de masse émail.

Cette stratification se dit naturelle. Chaque couche de composite doit donc avoir les mêmes propriétés optiques que les tissus dentaires qu'elle remplace. L'opacité, la saturation et la teinte de la masse de dentine ainsi que la teinte, la translucidité, la luminosité et l'opalescence de la masse émail doivent être identiques à celle des tissus naturels. Afin de respecter les effets du temps sur l'émail, il est nécessaire d'utiliser trois masses d'émaux de translucidités différentes selon l'âge du patient : opalescent blanc pour un jeune, jaune pour un adulte et translucide gris pour une personne âgée. Cette technique donne des résultats favorables cependant elle n'est pas adaptée à la pratique de l'art dentaire à cause de la complexité de mise en place.

64 Concept de la stratification «nouvelle tendance» à trois couches ou stratification histologique :

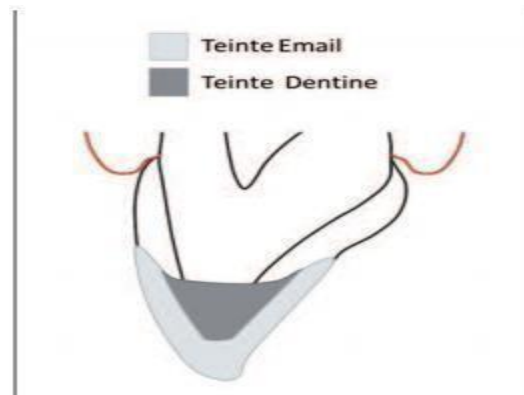
Stratification à trois couches :

- une couche de masse dentine.
- une couche de masse émail.
- une couche de masse effet.

Cette technique comprend des « masses effets » que la stratification moderne à deux couches ne propose pas. Ces effets permettent de reconstituer des détails anatomiques. Ils doivent être disposés entre la couche de masse dentine et la couche de masse émail. Les masses effets sont par exemple, du composite translucide, qui est utilisé au niveau des zones opalescentes, ou des colorants intensifs. Des effets de fêlure ou de fracture peuvent être reproduits.

65 Technique du Natural Layering Concept :

Cette technique a été proposée par Dietchi(43) pour résoudre les difficultés de la technique à trois couches. Dans cette technique de stratification des tissus dentaires sont remplacés par des composites ayant les mêmes principes optiques que les tissus qu'ils remplacent. Il n'y a donc que deux composites, un pour la dentine et un pour l'émail. Ils sont placés en couche de la même épaisseur que les tissus qu'ils remplacent, à la seule différence que la dentine recouvre une partie du biseau amélaire pour cacher la transition entre la restauration et la dent.



Technique de Natural Layering Concept (9)

66 Technique évoluée du « Natural Layering Concept » :

Cette technique plus ambitieuse est une évolution de la technique du Natural Layering Concept, avec l'ajout d'effets pour reproduire les détails anatomiques les plus fins. Ces matériaux sont le plus souvent ajoutés entre les couches de dentine et d'émail. Les intensifs les plus fréquemment utilisés sont le bleu pour l'opalescence, le doré pour augmenter la saturation dans des zones particulières, et le blanc pour reproduire les plages d'hypo minéralisation(44).

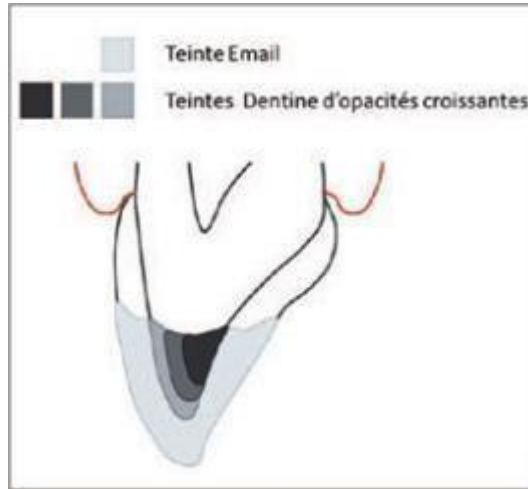
Si des composites sont encore commercialisés pour la technique de stratification historique de deux couches, on considère aujourd'hui que ce n'est pas une technique de stratification qui permet d'obtenir des résultats esthétiques suffisants. Les techniques permettant un résultat esthétique suffisant sont donc les techniques à trois couches, ou apparentées comme la technique de Vanini, ou les techniques apparentées au Natural Layering Concept. Ces deux familles sont représentés par différentes manufactures voire par différents composites au sein d'une même marque. Il est très important de comprendre pour quelle type de stratification le composite est prévu pour permettre une utilisation optimale de celui-ci. À ces concepts différents, est associée une prise en charge de la restauration différente depuis la prise de teinte jusqu'à la mise en place de la dernière couche de composite. Pour permettre une comparaison simple, nous comparerons la technique trois couches (T3C) à la technique apparentée au Natural Layering Concept (NLC).

67 Technique en trois couches selon L. Vanini avec utilisation de l'émail HRI :

La technique de stratification des composites, mise au point par L. Vanini (45), permet d'obtenir une intégration naturelle des restaurations esthétiques (46).

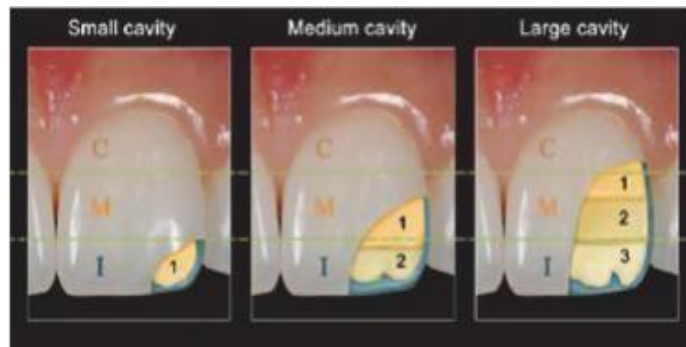
Dans cette technique, les couches de composites sont appliquées en couche oblique, d'une part afin d'améliorer l'esthétique et d'autre part pour limiter les forces de contraction

s'exerçant lors de la polymérisation :



Technique en 3 couches selon Vanini avec email de type HRI (9)

- La face palatine et la crête proximale sont reconstituées avec un composite de teinte émail.
- Les composites de teinte dentine d'opacité croissantes sont disposées en couche oblique pour recréer le noyau chaud dentinaire. Le nombre de couche diffère selon la taille de la restauration
- La dernière couche de composite émail vient recouvrir les masses dentines.
- Les intensifs peuvent être disposés entre les lobes dentinaires et la couche amélaire superficielle pour recréer des zones de forte opalescence, translucidité ou unedyschromie spécifique(47).



Le nombre de couches dentines nécessaires sera diminué en fonction de l'importance de la restauration(48)

Deux difficultés subsistent lors des techniques de restauration par stratification :

la première : non encore résolue à ce jour, est l'instabilité de l'état de surface et les phénomènes de vieillissement inhérents au matériau.

La seconde : est l'effet grisâtre obtenu parfois avec les 20 masses émail et, de ce fait, la

visibilité du joint composite-dent Ce phénomène est dû à la différence entre l'indice de réfraction du composite émail et de l'émail naturel, donnant à la restauration un aspect vitreux(46).

Pour simplifier la technique de stratification et rendre le résultat esthétique moins « opérateur dépendant », Lorenzo VANINI et Thomas NIEM ont mis au point un composite émail « Enamel plus HRI », commercialisé par le groupe Micerium®. Les nanoparticules qui constituent ce composite permettent d'augmenter l'indice de réfraction jusqu'à égaler celui de l'émail (46) (49) (50).

Lors de la mise en œuvre opératoire, la couche émail composite a donc la même épaisseur que la couche d'émail naturel, ce qui simplifie la technique de stratification tout en obtenant un résultat esthétique satisfaisant et reproductible(49) (50).

68 Procédure de mise en œuvre clinique :

Pour réussir une stratification esthétique dans la région antérieure, le praticien doit suivre un protocole clinique bien précis, afin d'obtenir un résultat fiable et reproductible. Nous allons étudier les différentes étapes, temps par temps, à travers un cas clinique publié par Franco et coll. (2007) de remplacement d'une restauration existante sur une incisive centrale. Une patiente de 29 ans se présente à la clinique de l'école dentaire de Bauru (São Paulo) se plaignant de l'esthétique de la restauration effectuée sur la 11.



Vue initiale

6.8.1 Analyse pré opératoire :

Cette étape est un préalable indispensable avant de commencer les étapes de préparation de la dent à restaurer. En effet, elle conditionne l'esthétique et l'intégration finale de la restauration. Elle consiste en l'analyse de différents aspects :

la forme, le choix de la teinte et les caractérisations particulières(51).

6.8.1.1 Analyse de la forme :

La forme de la dent à restaurer sera analysée ainsi que la morphologie des dents adjacentes.

6.8.1.2 Observation des caractérisations :

Lors de cette étape, la prise de photographies numériques est utile pour objectiver les caractérisations des dents adjacentes : taches de fluorose, zones d'opalescence, forme et nombre de mamelons dentinaires... La reproduction de ces caractérisations lors de la stratification est importante car elle permet d'obtenir une restauration parfaitement intégrée naturellement.

6.8.1.3 Prise de la teinte :

La dent naturelle est polychromatique ; elle présente une grande variété de couleurs et de nuances. Le choix de la teinte est donc une étape difficile et demande une certaine sensibilité artistique de la part du praticien afin d'observer et d'identifier les détails qui nuancent la dent(52).

Le clinicien doit disposer d'une technique simple et précise pour l'interprétation de la teinte. Celle-ci doit se faire sur une dent propre et humidifiée par la salive, à la lumière naturelle, en prenant pour référence la dent controlatérale intacte. L'eau joue un rôle important dans le choix de la teinte du fait de son influence sur la réflexion de la lumière. En effet, selon Brodbelt, la déshydratation de l'émail réduit la translucidité du matériau de 82% ce qui peut conduire le clinicien à choisir une teinte de résine composite plus claire et plus opaque que la dent à restaurer(52) (53).

La prise de teinte peut se faire à l'aide d'un teintier réalisé sur mesure, avec plusieurs épaisseurs de matériaux émail et dentine.

Une autre possibilité est de positionner et de polymériser de petits incréments de composite au niveau :

-de la jonction du tiers médian et du tiers cervical de la dent (zone la plus saturée de la dent) pour la teinte de la dentine. -du bord libre (zone la plus translucide de la dent) pour la teinte émail. Une fois la teinte validée, les plots de composite se retirent facilement avec une spatule de bouche(51) (52) (53).



Prise de la teinte effectuée sur une dent propre et humidifiée par la salive

6.8.1.4 Elaboration d'une carte polychromatique :

Après avoir analysé les caractérisations et établi les différentes teintes de résines composites à utiliser, le clinicien les note dans un schéma, appelé carte polychromatique de la dent. Après la pose de la digue, la carte polychromatique va ainsi guider le clinicien sur le type et la teinte de résine composite à appliquer dans chaque région de la restauration(53).

6.8.1.5 Sélection du matériau composite :

Il est important de comprendre le comportement optique des structures dentaires dans le but d'identifier les résines composites reproduisant le mieux les caractéristiques de la dent. Une restauration réussie commence par un choix correct de matériau. Cependant il n'existe pas de matériau « miracle » sur le marché et le résultat final est fondamentalement lié aux compétences manuelles du praticien et, qui plus est, de ses capacités à choisir des techniques simples permettant d'obtenir des résultats reproductibles(54).

Dans plusieurs cas, des résines composites de différentes marques peuvent être sélectionnées pour créer un kit personnalisé, lorsque le praticien souhaite reproduire certains effets d'une dent ; certains effets sont mieux reproduits par certains types de résine. Par conséquent il est possible d'utiliser, pour une même restauration, la résine composite d'une marque, l'opalescent et le translucide d'une autre, et une dernière pour la luminosité(52).

Mais il sera toujours préférable d'utiliser une même marque dans un souci de simplification de la procédure.

6.8.1.6 Réalisation d'une clé en silicone :

Une reconstitution de la perte de substance est réalisée à l'aide d'une résine composite monochrome, en bouche, sans mordantage ni protocole de collage, préalable, cette reconstitution provisoire doit répondre

aux critères anatomo-fonctionnels de la dent sur les plans esthétiques, fonctionnels et phonétiques. Une fois le résultat esthétique souhaité obtenu et l'occlusion réglée, une clé en silicone de moyenne viscosité est enregistrée et le composite provisoire éliminé, cette technique sera privilégiée dans les cas où:

- Les pertes de substances sont peu importantes.
- L'anatomie dentaire a besoin de n'être que légèrement modifiée.



Réalisation de la clé en silicone par méthode directe

6.8.2 Préparation de la dent :

Le champ opératoire peut être placé soit avant, soit après cette préparation. Nous sommes dans un cas de remplacement de restauration existante, il faut donc tout d'abord éliminer l'ancienne restauration et les zones non supportées de l'émail. Ensuite la limite de la restauration est préparée (55) :

Selon Vanini(56) (57), la préparation idéale combinant le rendu esthétique et les exigences mécaniques est un chanfrein vestibulaire et une finition droite à 90° au niveau proximal et palatin.



Chanfrein vestibulaire et finition droite à 90° en proximal et palatin (L VANINI) (57)

Ce chanfrein est facilement obtenu par l'action d'une fraise ronde. La finition à angle droit est obtenue avec une fraise diamantée conique. La préparation doit être finie avec une fraise

diamantée de 40 microns de granulométrie et polie avec des pointes siliconées qui éliminent les prismes non soutenus de l'émail(56).

6.8.3 Mise en place du système adhésif :

Lors de la stratification du composite, la majeure partie de la zone de collage se situe sur l'émail. Un adhésif universel avec mordantage préalable en deux ou trois étapes (M&R2 ou M&R3) est donc préférentiellement choisi. En effet, selon Degrange, seule l'application d'acide phosphorique à 37 %, pendant 30 secondes sur l'émail permet une attaque, et donc une adhérence, suffisantes(45) (51).

- Le mordantage avec l'acide orthophosphorique est effectué pendant 30 secondes sur l'émail et 15 secondes sur la dentine.
- La dent est ensuite rincée abondamment puis séchée modérément.
- L'adhésif est ensuite appliqué en respectant les recommandations du fabricant puis photopolymérisé.

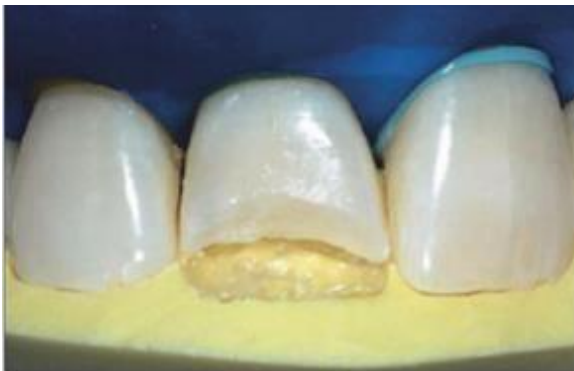
6.8.4 Application de la résine composite :

-Mise en place de la couche d'émail palatine :

La paroi palatine est reconstituée avec un composite de masse « émail », avec l'aide de la clé en silicone préalablement réalisée. La couche de résine utilisée ne doit pas dépasser 0,5 mm, l'épaisseur adéquate pour reproduire l'émail(53). L'incrément de composite a été photopolymérisé 20 secondes, comme tous les incréments de la restauration. (51)(58).

-Mise en place de la dentine

Pour reproduire la partie la plus interne de la dentine, une résine composite de masse «dentine » A3B a été choisie pour ses caractéristiques plus opaques. Un petit apport de cette même résine composite a été appliqué dans le premier tiers de la transition émail-dentine, pour masquer la limite de la préparation(53).



- application de résine composite translucide pour reproduire la portion palatine de la dent , a l'aide de la clé en silicone
- application d'une résine composite plus opaque pour reproduire la région profonde de la dentine

- Réalisation des caractérisations :

Une résine composite spécifique a été employée pour la caractérisation au niveau du bord incisif pour imiter l'effet opalescent que l'on peut observer sur la dent controlatérale. Pour la reproduction des mamelons dentinaires, qui correspondent à une dentine plus superficielle et donc moins opaque, une résine composite A2 a été utilisée, mais toujours avec des caractéristiques d'opacité.

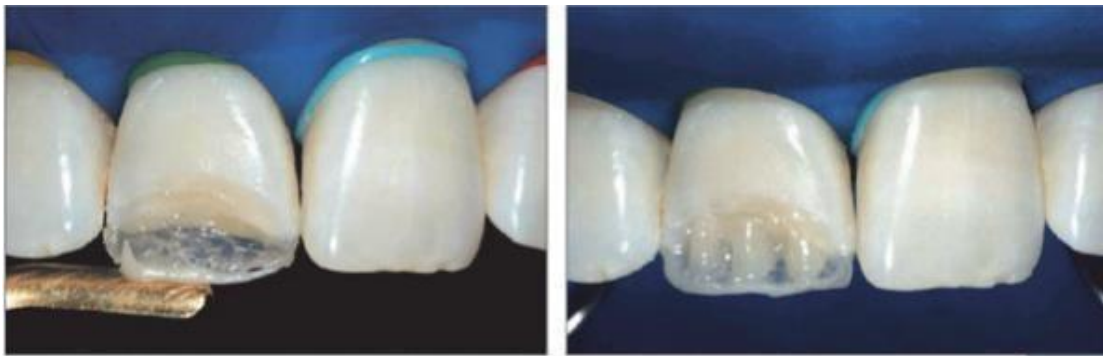


Fig. gauche : application d'une résine composite spécifiques pour les caractérisations du bord incisif

Fig. droite : reproduction des mamelons dentinaire correspondants a une dentine plus superficielle avec une résine composite A2

-Mise en place d'effets :

Une résine composite translucide est appliquée dans les espaces laissés par les lobes dentinaires. A ce stade, l'espace restant correspond à l'épaisseur de l'émail.

-Mise en place de la dernière couche d'émail :

Une résine composite translucide de masse « émail » A2 est appliquée en dernière couche pour reproduire l'émail vestibulaire. L'application se fait avec l'aide de pinceaux qui améliorent l'application de la résine composite et favorise la reproduction de l'anatomie dentaire et de sa texture. Pour la polymérisation finale, les faces palatines et vestibulaires sont photopolymérisées pendant 40 secondes.

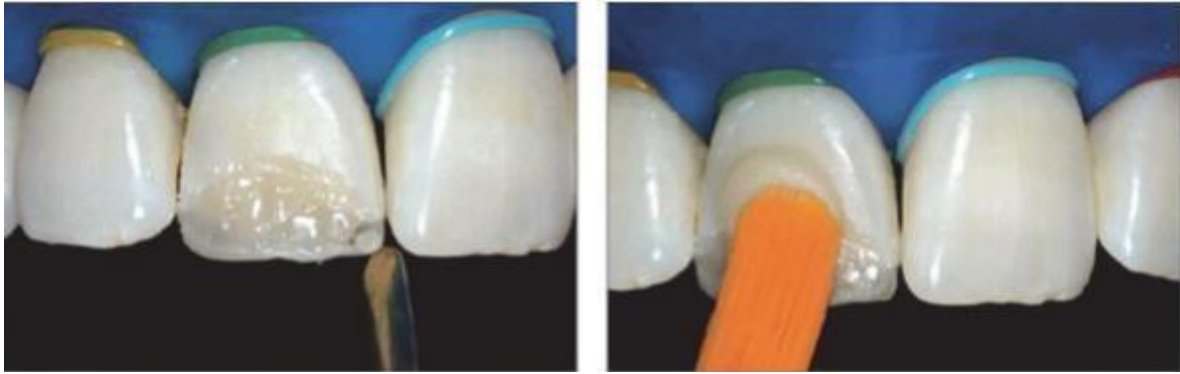


Fig. gauche : application des résines Translucides dans les espaces laissés entre les lobes dentinaires

Fig. droite : application de la dernière couche d'email

6.8.5 Finitions :

Les finitions de l'anatomie et des détails de la macro et microgéographie, ainsi que le polissage de surface ont été effectués dans une séance ultérieure avec des fraises à lame, des fraises diamantées et des pointes de caoutchouc abrasives. Des disques en oxyde d'aluminium ont été utilisés pour polir la résine composite, suivie d'une application de pâte de polissage avec des disques en feutre pour obtenir une restauration brillante(53).



Résultat final avec rétablissement de l'esthétique de la fonction dans une harmonie de teinte, forme, texture et contour

Le résultat final montre qu'il est possible d'obtenir en technique directe le rétablissement de la fonction et de l'esthétique, dans une harmonie de couleur, texture, forme et contour, tout en respectant les principes d'une dentisterie à minima.

7 Les techniques indirectes de la stratification :

7.1 Le wax up :

Le wax-up et l'étude esthétique font partie de ces étapes fondamentales, et qui devraient être systématiques à toutes réalisations prothétiques esthétiques.

Ce wax-up qui s'élabore à l'aide d'éléments photographiques, de vidéos, mais aussi et surtout en fonction des exigences et désidératas exprimés au cabinet par les patients.

Il est difficile au laboratoire de concevoir un projet adapté et de qualité sans ces éléments de base. Pour cela, la disponibilité, l'ouverture et la qualité d'écoute et de concertation du binôme praticien/prothésiste est donc prépondérante pour la transmission de ces exigences.

Le laboratoire participe de l'aspect technique, de la faisabilité, du choix de certains matériaux plutôt que d'autres, en fonction de leurs possibilités esthétiques et de leurs limites techniques, de leur facilité de mise en œuvre au cabinet comme au laboratoire.

Il précisera le cas échéant, les épaisseurs requises selon les fabricants et indiquera le type et les préparations optimales adaptées au cosmétique en fonction du substrat, du design, de sa solidité, et du résultat attendu. (59)

On réalise ce Wax-up, soit à l'ancienne de manière traditionnelle, soit numérique. on oppose d'ailleurs souvent ces deux techniques sous l'unique aspect de leurs rentabilités respectives, privilégiant le numérique pour son gain de temps et sa répétabilité.

Créer un objet bel et bien réel et physique procure une satisfaction indicible et un sentiment de plaisir incomparable à celui de concevoir ce même objet sur un écran d'ordinateur ou une tablette. La dimension de profondeur réelle fait aussi toute la différence, même si l'objet final semble identique. (59)

Même s'il existe une grande quantité de bibliothèques numériques de formes, celles-ci participent néanmoins à une standardisation et une uniformisation des sourires qui n'est pas forcément le souhait de chacun. Pour autant, cela ne signifie pas que nous sommes hermétique à l'outil numérique en tant que tel, mais nous ne l'utilisons au quotidien que pour usiner les armatures zircons et les provisoires toujours issus de Wax-up 100 % faits main.

Pour revenir au Wax-up, nous échangeons par mail et téléphone nos points de vue au travers de photos prises de celui-ci au laboratoire, et nous modifions le cas échéant, avant l'envoi du travail au cabinet pour la présentation du projet au patient sous forme de Mock-Up.

Le modèle primaire est dupliqué pour en conserver un exemplaire que nous gardons intact et qui servira de référence et de comparaison. Un duplicata du Wax-up est également réalisé et conservé au laboratoire, au cas où il y aurait un incident pendant le transport.

La validation en bouche, décisive et incontournable elle aussi, via un Mock-up (matérialisation résine effectuée en bouche à l'aide d'une gouttière issue du Wax-up) sera dans un premier temps esthétique. La validation de la fonction, nécessitant des informations d'occlusion et l'enregistrement de mouvements fonctionnels, interviendra si besoin et le cas échéant dans un second temps à l'issue d'une période de test en bouche. Dès lors que le projet esthétique est validé, on peut estimer avoir réalisé 80 % de l'aspect purement créatif d'une réhabilitation car

hormis la stratification du cosmétique, toutes les étapes suivantes seront abordées sereinement car essentiellement techniques et basées sur les critères précis et définis par le Wax-up.(59)



Modèles initiaux. (59)



Wax-up avec légère élévation DV(59)

7.1.1 L'étude de wax-up à partir d'un cas clinique :



Le patient avait reçu deux mois auparavant un traitement d'éclaircissement externe ayant accentué l'inhomogénéité de son sourire face à la couleur inadéquate de sa restauration composite sur 11, sans pour autant masquer la tache de la 21.

Réflexion thérapeutique (60) :



Réalisation d'un projet esthétique virtuel sommaire via Keynote afin de guider le technicien de laboratoire sur nos attentes concernant la réalisation du wax up.



Réalisation de la clé palatine en silicone à partir du wax up. Réalisation du wax up : Bernard Biasi, PQR Odontologie Bordeaux.



Sélection de la couleur des masses de composite. Le système de composites esthétiques Essentia® a été utilisé pour ce cas. Les masses Light Enamel et Light Dentin ont été sélectionnées.



La mise en place d'un champ opératoire étendu permet de percevoir la ligne des collets et des bords libres qui peuvent servir de repères lors des restaurations directes en secteur antérieur.

Cette technique permet également un repositionnement aisé de la clé en silicone.



Erosion à l'acide chlorhydrique (IconEtch® DMG) pendant 2 minutes sur la 21. Celui-ci est frotté énergiquement sur la surface amélaire.



Après rinçage, l'éthanol à 99% (IconDry® DMG) est appliqué pour deux raisons : visualiser le résultat final, puis éliminer complètement l'humidité résiduelle au sein la lésion.



Après renouvellement de l'érosion à deux reprises, la résine adhésive (IconInfiltrant® DMG) est appliquée et frottée énergiquement pendant 3 minutes avant d'être photopolymérisée. Dans certains cas, la perte de substance engendrée par l'érosion nécessite l'application d'une fine couche de composite.



Protocole d'adhésion après dépose de la restauration de la 11 : mordantage sélectif de l'émail puis application de l'adhésif universel GPremioBond® (GC).



Réalisation du mur palatin en émail grâce à la clé en silicone issue du wax up.



Réalisation du mur palatin en émail grâce à la clé en silicone issue du wax up.



Sculpture des mamelons dentinaires à l'aide d'une sonde fine.



Application de la masse superficielle d'émail à l'aide d'un pinceau.



Polissage des surfaces avec le système Eve Diacomp Twist Plus.



Situation post opératoire lors du sourire à une semaine.

72 Mock up :

Pour permettre aux patients de se rendre compte du résultat final de leurs futures restaurations esthétiques, l'utilisation de Mock-up s'avère être un moyen efficace. Ainsi le masque esthétique va permettre d'avoir une phase d'adaptation pour le patient. En effet celui-ci va passer de manière assez brutale de dents usées, abimées (souvent depuis plusieurs années), à un sourire que l'on peut considérer comme étant esthétique. Il apparait alors judicieux que le praticien prévienne le patient avant la découverte en bouche du Mock- up, qu'il est tout à fait

normal que ce dernier trouve ses dents assez volumineuses et encombrantes.

Le Mock-up doit permettre au patient de s'habituer à son nouveau sourire et de confirmer ou non la validation du projet esthétique. (60)

7.2.1 Les techniques du mock-up :

Les anciennes méthodes :

Mock-up réalisé à main levée.

Le mock-up issu de la transposition du wax-up :

- Technique directe.
- Technique indirecte.

Les nouvelles méthodes :

Le mock_up virtuel indirect.

Le mock_up virtuel direct.

Le skyn concept.

7.2.2 Le mock_up issu de la transposition du wax up par technique directe :

Tout d'abord la première phase consiste à créer un duplicata du wax-up sur lequel sera créé une clé en silicone de haute viscosité de type putty. Pour un meilleur résultat MAGNE et BELSER ont suggéré de faire polymériser le matériau sous une pression de quatre atmosphères dans une enceinte sous vide. Ainsi ils ont constaté que la clé était plus rigide, plus solide et que la mise en place sur l'arcade dentaire était plus aisée. (60)



Clé réalisée en silicone.

Une fois la clé fabriquée, il faut la modifier pour la rendre cliniquement plus facile d'utilisation. Pour cela elle doit recouvrir de une à deux dents au-delà des dents candidates à des restaurations esthétiques. Ensuite les faces palatines des dents doivent facilement être accessibles pour permettre l'élimination correcte des excès de résine. Les contre-dépouilles inter-dentaires et palatines doivent également être éliminées pour permettre la désinsertion de la clé. Il faut aussi à l'aide d'un bistouri dégager les embrasures pour là encore éliminer facilement les excès. De même on pourra à l'aide d'une fraise enlever du silicone pour

en laisser environ un à deux millimètres au-dessus du collet de chaque den. (60)



Dégagement des embrasures à l'aide d'un bistouri.



Eviction du silicone au-dessus des collets des dents.

*Dès lors que nous avons réalisé ces étapes de préparation de la clé, il faut l'essayer en bouche. Il faut vérifier que le positionnement soit correct et qu'il n'y ait pas d'interférences. La clé doit être insérée de manière passive.



Clé en silicone insérée de manière passive.

*Lorsque la clé est validée, on peut passer à des étapes cliniques. Tout d'abord pour assurer une meilleure rétention du futur Mock-up on peut effectuer un mordançage punctiforme de l'émail des dents à restaurer. On utilisera alors de l'acide ortho-phosphorique à 35% que l'on va laisser agir durant vingt à trente secondes sur un émail préalablement séché. (60)



Mordançage punctiforme de l'émail.

*Ensuite il faut partiellement remplir la clé en silicone de résine acrylique auto polymérisable à l'état liquide et attendre que la surface de la résine prenne un aspect mat pour pouvoir l'insérer en bouche. (60)



Remplissage de clés en silicone.

*La résine utilisée est de type bis-acryl, comme par exemple le Luxatemp Star. La réaction de prise pouvant être exothermique il convient soit d'anesthésier les dents sensibles au préalable, soit de refroidir régulièrement le champ opératoire avec de l'air.

*Une fois la clé garnie, il faut la placer en bouche sur les surfaces dentaires non préparées et la maintenir sous pression digitale deux à trois minutes jusqu'à obtenir la polymérisation complète du matériau. (61)



Mise en place de la clé et maintien le temps de la prise.

*Pendant cette réaction de prise il faut commencer à enlever les excès de résine au niveau des embrasures qui ont été réalisés sur la face vestibulaire de la clé en silicone.



Elimination des excès.

*Quand la polymérisation est terminée, il faut retire la clé et éliminer tous les excès de résine aussi bien en vestibulaire qu'en palatin. Pour cela l'utilisation d'un bistouri est recommandée.



Vue vestibulaire et palatine après la dépose de la clé en silicone.



Elimination des excès de résine à l'aide d'un bistouri.

*Enfin un polissage minutieux doit être effectué pour obtenir un état de surface plus lisse avec un meilleur aspect visuel. A partir de ce moment là on peut montrer le résultat au patient et ainsi avoir ces premières impressions et son ressenti vis à vis de ses futures restaurations. (61)



Le patient avec son Mock-up mis en place.

Si le résultat final ne convient pas aux exigences esthétiques du patient, il est tout à fait possible de maquiller le Mock-up à l'aide de colorants photo-polymérisables au niveau des espaces interdentaires. Mais également de faire des retouches avec des composites de la teinte souhaitée pour rendre le résultat le plus réaliste possible. (61)

Enfin une résine de glaçage sera appliquée et photo-polymérisée pour rendre l'aspect général du masque esthétique plus harmonieux.

Il est alors recommandé de laisser le Mock-up en place deux à trois semaines pour que le patient puisse s'y habituer. Ce laps de temps lui permettra de s'adapter aux changements de ce nouveau sourire, à ses nouveaux paramètres fonctionnels mais également à une phonation différente des sons « F » et « V » par exemple.

A cette étape, le traitement est encore réversible, le patient décide alors de la poursuite ou non du traitement.

Pour le praticien cette technique permet d'estimer la longueur, la vestibulo-position et l'inclinaison des bords incisifs, ainsi que le rapport de taille entre les incisives centrales et latérales. Ce premier Mock-up pourra servir de référence au prothésiste lors de la réalisation des futures restaurations. (61)

8 Cas clinique :

Cas clinique(1) :

Fermeture de diastème :

Ce cas clinique a été publié par B. Korkut et coll. (2016).

Un patient de 32 ans se présentant à la Faculté Dentaire de l'Université de Marmara se plaint de l'inesthétique du diastème entre ses deux incisives centrales. (fig. 01 et 02) L'examen intra oral révèle la présence d'un espace entre les deux incisives centrales d'environ 4mm. L'étiologie de ce diastème est une parafonction de la langue(04)



Fig.01.02 – Vue du diastème entre les deux incisives centrales dont l'étiologie est une parafonction linguale.

Dans cette situation clinique, une restauration en technique directe par stratification de la résine composite a été choisie en tant qu'option plus conservatrice qu'une technique indirecte et à la fois économique, esthétique et rapide

Choix de la teinte et de la résine composite :

La teinte choisie est A1 du teintier Vita. Pour mieux simuler une dent d'apparence naturelle, les nuances BW, A1 et JE du composite Gænial® (GC, Japon) ont été choisies pour être utilisées ensemble, par superposition.

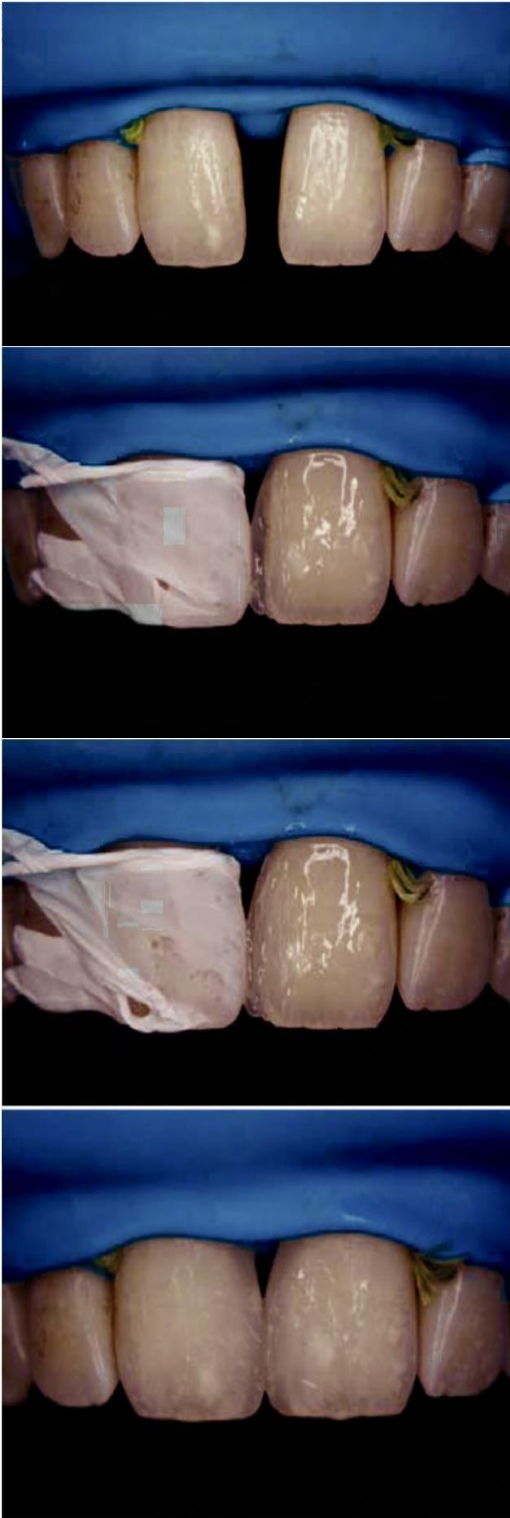


Fig.03– La pose du champ opératoire est une étape indispensable pour la réalisation de la restauration à l’abri de la salive. Aucune préparation n’est effectuée sur les dents à restaurer.

Fig.04– La dent adjacente est recouverte d’une bande de téflon pendant la restauration. Après le mordantage et la mise en place d’adhésif, une fine couche de composite JE « transparent » est utilisée pour reproduire l’émail palatin.

Fig.05– Ensuite, une seconde fine couche de composite JW « opaque » est mise en place.

Fig.06- Une masse de composite A1 est ensuite utilisée pour reproduire la dentine et une fine couche de masse JE est utilisée pour l’émail vestibulaire.



Fig.07– Le résultat après polissage avec une fraise diamantée bague rouge et des disques de granulométrie décroissante.

- Après une motivation à l'hygiène, le patient a été revu 6 mois plus tard lors d'une visite de contrôle où un simple polissage avec des disques a été effectué.
- Un an plus tard, aucune sensibilité, décoloration ou fracture n'ont été relevées. (fig.08)



Fig.08- situation initial et un an plus tard

La technique utilisée dans cette situation possède la particularité de ne pas utiliser de clé en silicone. Les dents ont été restaurées une par une par reconstitution de la face mésiale, la dent adjacente étant simultanément protégée par une fine bande de téflon (fig.04 et 05) Celle-ci présente l'intérêt de créer une isolation où les résines n'adhèrent pas.

Aucune matrice transparente ou coins de bois n'ont été utilisés, ce qui a permis de ne pas obtenir de « triangle noir » inesthétique comme cela peut être le cas en utilisant une clé en silicone.

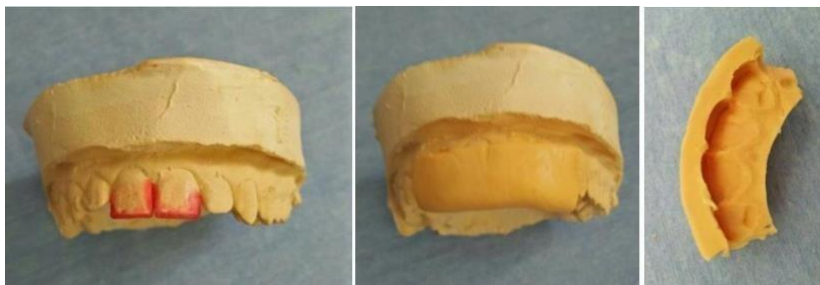
Cette technique, sans utilisation de wax up et de clé en silicone au préalable, reste cependant très complexe à réaliser et demande une certaine expérience de la part du praticien.

Cas clinique (2) :**Restauration antérieure**

Il s'agit d'un jeune patient âgé de 16ans. Il a exprimé son mécontentement vis-à-vis à laprésence d'une restauration inesthétique au composite au niveau des incisives centrales supérieures (11 et 21) (62)

**Reconstitution de la 21 et la 11 par stratification au composite à l'aide d'une clé en silicone :**

Le jour de la consultation on a fait une légère réduction du bord libre, puis on a pris l'empreinte de l'arcade supérieure. Sur le modèle en plâtre on a réalisé le wax up. Ensuite une clé en silicone a été confectionnée.



Une séance après la stratification antérieure a été réalisée pour les deux dents (11 et 21)

Le protocole opératoire de la stratification est le suivant :**Prise de la teinte :**

On positionne de petits incréments de composite sur la dent, puis on polymérise les plots. Une fois la teinte validée les plots de composite se retirent facilement avec une spatule de bouche. Le composite utilisé est (empress ®Direct) Les teintes choisis sont I (A2 Pour l'émaillet A3 pour la dentine)



Retrait des anciennes restaurations et préparation des dents, la dent a subi un léger biseautage par le biais d'une fraise flamme diamantée, afin d'avoir un joint email-composite moins visible.



Mise en place du champ opératoire.



Essayage de la clé en bouche : Cette clé va nous servir à reconstruire le mur palatin de la dent fracturée.



Protocole de mordançage et collage : Les dents sont traitées avec acide orthophosphorique. L'adhésif a été mis après rinçage et séchage, puis polymérisation



Réalisation du mur palatin : Avec du composite (A2 émail) et à l'aide de la clé en silicone. On a commencé avec la dent 11 le composite émail choisi est placé directement dans la clé en silicone légèrement au-delà de la marque du trait de fracture.

La clé est insérée en bouche, l'adaptation du composite au trait marginal est vérifiée. Une fois polymérisé, la clé était retirée.



Réalisation des faces proximales : Après la mise en place de strip lisse les parois proximales ont été faites avec le (A2 email).



Réalisation de cœur dentinaire : Le corps de la dent a été ensuite mis en place (A3 dentine). Différentes masses dentinaires sont appliquées afin de reproduire l'anatomie interne de la dent (le mamelon dentinaire).

Suivis mise en place de la couche amélaire vestibulaire (A2 email). Dans une action permettant de mimer la teinte ainsi que la forme générale du fragment perdu. La polymérisation se fait après dispose de chaque couche de composite.

Nous avons répété les mêmes étapes pour la dent 21.



La forme et l'anatomie primaire : (concavités, lignes de transitions) sont modelées afin d'avoir moins de retouches à faire lors des finitions.



Contrôle de l'occlusion : Après la dépose de la digue la vérification de l'occlusion à l'aide de papier bleu en statique et dynamique doit être contrôlée et corrigée à l'aide des fraises diamantées.

Finitions et Polissage : L'anatomie générale de la dent est contrôlée par l'usage de disques de grains de plus en plus fins, ensuite polissage par une cupule en silicone et de pâtes à polir.



Résultat final.

9 Conclusion :

La restauration des dents a pour objectif de réparer l'organe lésé en répondant aux impératifs biologiques et fonctionnels, mais aussi d'obtenir une restauration esthétique qui s'intègre naturellement dans l'harmonie du sourire de nos patients, en mimant le comportement physiologique de la dent naturelle.

L'évolution des techniques et des matériaux adhésifs permet à la dentisterie restauratrice de prouver largement son potentiel clinique et de traiter esthétiquement la plupart des dents avec un succès hautement prévisible, subvenant à la demande toujours croissante des patients pour avoir un aspect naturel voire esthétique des restaurations.

Les méthodes directe et indirecte sont basées sur l'économie tissulaire, la biocompatibilité et l'esthétique. Chaque technique présente des avantages et des inconvénients ; donc le praticien doit choisir la technique la plus favorable en fonction de l'examen clinique du patient et des propriétés intrinsèques du matériau de reconstitution.

Quelque soit la technique utilisée, la bonne connaissance du protocole d'utilisation et la rigueur dans l'exécution des différentes étapes de réalisation assure une intégration satisfaisante et un bon pronostic.

Bibliographie :

- 1- **E PIETTE., GOLDBERG M.** La dent normale et pathologique. De Boeck Université 1ère édition Bruxelles, 2001.
- 2- LA STRATIFICATION ANTERIEURE : LE POINT EN 2013 ;<http://thesesante.univ-tlse.fr/274/1/2013TOU33059.pdf>
- 3- **LASFARGUES J.J., COLON P.** Odontologie conservatrice et restauratrice: tome 1: une approche médicale globale. JPIO
- 4- Restauration du secteur antérieur : critères de choix entre technique directe et indirecte Camille Renard ; <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01484483/document>.
- 5- www.mimesis-esthetique.com/wp-content/uploads/2015/02/2008_11_26-FP-Lasserre.pdf
- 6- **J.-F LASSERRE.** Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles. Clinic-Juillet 2007.
- 7- **J.-F LASSERRE, I.S. Pop, E.d'Incau.** La couleur en odontologie Détermination visuelles et Instrumentales. Les cahiers de prothèse no 135 septembre 2006.
- 8- **Marie-Violaine BERTRETCHÉ.** Esthétique en odontologie. JPIO-Edition CDP 2014 (17.
- 9- **N. Decerle, Y.-L. Turpin, C. Desa, M. Hennequin** LE POINT SUR LA STRATIFICATION ESTHÉTIQUE DES COMPOSITES Actualités Odonto-Stomatologiques -n° 256- décembre 2011.
- 10- **PIGNOLY C, AUBUT V, BAXIE S, BARTHELEMY H, ETIENNE H, GIRARD J LASSERRE J-F, PINEAU S.** Prise de teintes des techniques conventionnelles aux techniques électroniques ; les dossiers de l'ADF, novembre 2010.
- 11- **SERFATY R.** Composite antérieur stratifié : à propos d'une nouvelle masse email. L'odontologue, 37, mars 2009.
- 12- **A.GABET, E.DURSUN, L.GREENWALL, J.-P.ATTAL.** La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie. Biomatériaux cliniques. Vol.2-n2 octobre 2017.
- 13- **Pascal Magne, Urs Belser** RESTAURATIONS ADHESIVES EN CERAMIQUE SUR DENTS ANTERIEURES Approche biomimétique Quintessence International, 2003.
- 14- Larousse, Dictionnaire
- 15- **TOUATI B., MIARA P., NATHANSON D.,** Dentisterie esthétique et restaurations en céramique. Rueil-Malmaison: CdP, 1999.-330p.
- 16- **WILLIAM J., O'BRIEN, RYGE G.,** Les matériaux dentaires, Précis et guide de choix. Paris : Edition Préfontaine Inc., 1982.-35-46.
- 17- **Klaff D.** The nature of color. Dental Tribune. 2006;4(1-2):8-12.

- 18- **Vichi A, Fraioli A, Davidson CL, Ferrari M.** Influence of thickness on color in multi-layering technique. *Dent Mater.* 2007;23(12):1584–9.
- 19- **PAUL ACARDOSO & RAFAEL DECURCIO,** CERAMIC VENEERS CONTACT LENSES AND FRAGMENTS Florianópolis/SC - Brazil 2018 - 1st edition..
20. **FERRACANE JL.** Resin composite - State of the art. *Dent Mater.* 2011 ; 27(1) :29-
21. **BERTHAULT GN, DURANT AL, LASFARGUES JJ, DECUP F.** Les nouveaux composites: évaluation et intérêts cliniques pour les restaurations en technique directe. *Rev Odont Stomat.* 2008 ; 37:177-197
22. **CHEN M-H.** Update on Dental Nano composites. *J Dent Res.* 2010 ; 89(6) :549- 60.
23. **FERRACANE JL.** Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1995.
24. **ILIE N, HICKEL R.** Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Invest.* 2009; 13(4):427.
25. **ILIE N, HICKEL R.** Macro-, micro- and nano-mechanical investigations on silorane and methacrylate-based composites. *Dent Mater.* 2009; 25:810-9
26. **CURTIS AR, PALIN WM, FLEMING GJ, SHORTALL AC, MARQUIS PM.** The mechanical properties of nanofilled resin-based composites: the impact of dry and wet cyclic preloading on bi-axial flexure strength. *Dent Mater.* 2009; 25:188–97
27. **HAHNEL S, HENRICH A, BURGERS R, Handel G, ROSENTRITT M.** Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent.* 2010; 35:412–nine
28. **KAISARLY D, EL GEZAWI M.** Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: à literature review. *Odontologie.* 2016 ; 104:257
29. **A. RASKIN.** Les résines composites / Société Francophone de Biomateriaux Dentaires
30. **G.N. BERTHAULT, A.L. DURAND, J.J. LASFARGUES, F. DECUP.** Novel composites: evaluation and clinical interests of direct technique restorations
31. **ROULET J- F. , DEGRANGE M. ,** collage et adhésion, la révolution silencieuse. Paris : Quintessence Inter., 2000.-358p.
32. **DEGRANGE M., ATTAL J-P., THEIMER L.,** Aspects fondamentaux du collage appliqués à la dentisterie adhésive . *Réalités Cliniques*, 1994, 5.
33. **VAN MERBEEK B., DE MUNCK J., YOSHIDA Y., INOUE S., VARGAS M., VIJAYP., VAN LANDUYT K., LAMBRECHTS P., VANHERLE G.,** Buonocore Memorial Lecture : Adhesion to enamel and dentin : current status and future challenges *Oper Dent.*, 2003, 28, 215-235.

34. **VAN MERBEEK B., LAMBRECHTS P., VANHERLE G.**, Facteurs cliniques influençant la réussite de l'adhésion à l'émail et à la dentine. *Réalités Cliniques*, 1999, 10, 175-195.
35. **HERVE TASSEREY /GAUTHIER WEISROCK**, le mag du composite mai 2012.
36. **DEGRANGE M., POURREYRON L.** Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires: support de cours. Société francophone de biomatériaux dentaires, 2009.
37. **VAN DIJKEN J.W.** Systèmes adhésifs amélo-dentinaires à plusieurs étapes et systèmes simplifiés. *Réalités cliniques*, 10(2), 1999.
38. **DIETSCHI D.** Layering concepts in anterior composite restorations. *J Adhesive Dent* 2001;3:71-80.
39. **DIETSCHI D, ARDU S et KREJCI I.** Les restaurations antérieures pour méthode directe collée. La stratification.
- In : ROULET JF et DEGRANGE M. Collage et adhésion. La révolution silencieuse, eds. Paris Quintessence International, 2000:235-252.
40. **GONTHIER S et DESREUMAUX-GONTHIER M.** Évolution des composites antérieurs : les composites à haut rendu esthétique. *Clinic* 2002;23(3):157-163.
41. **KUHN G et COLON P.** Composites antérieurs : technique de stratification simplifiée. *Real Clin* 2003;14(4):409-421.
42. **ZYMAN P.** Reconstruction esthétique en composite des dents antérieures : technique directe rationnelle. *Inf Dent* 2000b;82(43):3741-3743.
43. **DIETSCHI D.** Free-hand bonding in the esthetic treatment of anterior teeth: creating the illusion. *J Esthet Dent*. 1997;9(4):156-64.
44. **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
45. **DEGRANGE M.** Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires. *Réal Clin*. 2005;16:351-364
46. **WEISROCK G, MERZ R, ORTET S, KOUBI S, TASSERY H, FAUCHER A.**
47. Clonage artificiel de l'émail : à propos d'un nouveau composite. *Inf Dent*. 2009;35:2020-2026.
48. **KOUBI S., FAUCHER A.** Restaurations antérieures directes en résine composite : des méthodes classiques à la stratification. *Encycl Med Chir (Elsevier SAS, Paris), Odontologie* 2005;23-136-M-10.
49. **VANINI L.** Conservative restorations that mimic nature: a step-by-step anatomical stratification technique. *Journal of cosmetic dentistry*, 26(3), 2010. 49- SERFATY R. Composite antérieur stratifié : à propos d'une nouvelle masse émail. *Le fil dentaire*. 2010 [en ligne]. <http://www.lefildentaire.com/articles/pratique/step-by-step/composite-anterieur-stratifie->

a-propos-d-une-nouvelle-masse-email/.

50. Esthétique Tribune Edition Française. Retour sur la Journée Conférence avec le Dr Lorenzo Vanini du 9 octobre 2014 à Paris. [en ligne]
http://www.bisico.fr/index.php?controller=attachment&id_attachment=633.
51. **ROUX T, CAZIER S, CHERON R.** La stratification des composites esthétiques : quelle méthode pour quel résultat ? Inf Dent. 2012;27:1-6
52. **NAHSAN FPS, MONDELLI RFL, FRANCO EB, NAUFEL FS, UEDA JK, SCHMITTVL, BASEGGIO W.** Clinical strategies for esthetic excellence in anterior tooth restorations: understanding color and composite resin selection. J Appl Oral Sci. 2012;20(2):151-156
53. **FRANCO EB, FRANCISCHONE CE, MEDINA-VALDIVIA JR, BASEGGIO W.** Reproducing the naturel aspect of dental tissues with resin composites in proximoincisor restorations. Quintessence Int. 2007;38:505-510
54. **DEVOTO W, SARACINELLI M, MANAUTA J.** Composite in Everyday Practice. How to choose the right material and simplify application technique in the anterior teeth. Eur J Esthet Dent. 2010;5(1):102-124
55. **VAILATI F, BELSER UC.** Classification and treatment of the anterior maxillary dentition affected by dental erosion : the ACE classification. Int J Periodontics Restorative Dent 2010;30:559-571.
56. **VANINI L.** Technique de stratification anatomique : restauration en résine composite des secteurs antérieurs. Inf Dent. 2006;88(37):2291-2299.
57. **VANINI L, MANGANI F, KLIMOVSKAIA O.** Conservative restoration of anterior teeth. ACME, 2005.
58. **DECERLE N, TURPIN YL, DESA C, HENNEQUIN M.** Le point sur la stratification esthétique des composites. Actual odonto-stomatol. 2011;256:341- 352
59. wax_up traditionnelle un aspect de création en voie d'extinction par pascale favory le 8 octobre 2020 article clinique prothèse. le fil dentaire.
60. quelle place pour la stratification de composite dans nos restaurations à visée esthétique par dr walid boudjemaa. dr jaen François lasser .dr yannis génique .dr imen ramdani et dr benjamin cazeux. le 28 février 2020. le fil dentaire
61. les rapports de mock up dans les restaurations esthétiques 2017 université de toulouse.
62. Réussir une restauration esthétique : les techniques utilisées (mémoire 2019)

