



## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : [ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**ACADEMIE DE NANCY-METZ**

---

**UNIVERSITE HENRI POINCARE - NANCY 1**

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année 2010

N° 3440

---

**THESE**

Pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN  
CHIRURGIE DENTAIRE**

Par

**Maud CONTI**

Née le 20 avril 1982 à NANCY (54)

**LA STRATIFICATION DES RESINES COMPOSITES  
SUR  
DENTS ANTERIEURES**

Présentée et soutenue publiquement le Vendredi 05 Novembre 2010

**Examinateurs de la thèse :**

**Docteur J-P LOUIS      Professeur des Universités      Président**

**Docteur C. AMORY      Maître de Conférence des Universités      Directeur**

**Docteur S. HESS      Assistant      Juge**

**Docteur S. PECHOUX Assistante      Juge**



Président : Professeur J.P. FINANCE

Doyen : Docteur Pierre BRAVETTI

Vice-Doyens : Pr Pascal AMBROSINI - Dr Jean-Marc MARTRETTE

Membres Honoraire : Dr L. BABEL - Pr. S. DURIVAU - Pr A. FONTAINE - Pr G. JACQUART - Pr D. ROZENCWEIG - Pr M. VIVIER

Doyen Honoraire : Pr J. VADOT

<b>Sous-section 56-01</b> <i>Odontologie pédiatrique</i>	Mme <u>DROZ Dominique (Desprez)</u> M. PREVOST Jacques M. BOCQUEL Julien Mlle PHULPIN Bérengère M. SABATTIER Antoine	Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant Assistant
<b>Sous-section 56-02</b> <i>Orthopédie Dento-Faciale</i>	Mme <u>FILLEUL Marie Pierryle</u> M. BOLENDER Yves Mlle PY Catherine M. REDON Nicolas	Professeur des Universités* Maître de Conférences Assistant Assistant
<b>Sous-section 56-03</b> <i>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale</i>	M. <u>Par intérim ARTIS Jean Paul</u> M. JANOT Francis Mme JANTZEN-OSSOLA Caroline	Professeur 1 <sup>er</sup> grade Professeur Contractuel Assistant
<b>Sous-section 57-01</b> <i>Parodontologie</i>	M. <u>AMBROSINI Pascal</u> Mme BOUTELLIEZ Catherine (Bisson) M. MILLER Neal M. PENAUD Jacques M. GALLINA Sébastien M. JOSEPH David	Professeur des Universités* Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant
<b>Sous-section 57-02</b> <i>Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique</i> <i>Anesthésiologie et Réanimation</i>	M. <u>BRAVETTI Pierre</u> M. ARTIS Jean-Paul M. VIENNEN Daniel M. WANG Christian M. BALLY Julien M. CURIEN Rémi Mlle SOURDOT Alexandra	Maître de Conférences Professeur 1 <sup>er</sup> grade Maître de Conférences Maître de Conférences* Assistant Assistant Assistante
<b>Sous-section 57-03</b> <i>Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)</i>	M. <u>WESTPHAL Alain</u> M. MARTRETTE Jean-Marc Mlle ERBRECH Aude	Maître de Conférences* Maître de Conférences* Assistante Associée au 01/10/2007
<b>Sous-section 58-01</b> <i>Odontologie Conservatrice, Endodontie</i>	M. <u>ENGELS-DEUTSCH Marc</u> M. AMORY Christophe M. MORTIER Eric M. CUNY Pierre M. HESS Stephan Mlle PECHOUX Sophie	Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences Assistant Assistant Assistante
<b>Sous-section 58-02</b> <i>Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)</i>	M. <u>SCHOUVER Jacques</u> M. LOUIS Jean-Paul M. ARCHIEN Claude M. DE MARCH Pascal M. BARONE Serge Mlle BEMER Julie Mlle MONDON Hélène Mlle RIFFAULT Amélie M. SIMON Franck	Maître de Conférences Professeur des Universités* Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistant Assistante Assistante Assistant Assistant
<b>Sous-section 58-03</b> <i>Sciences Anatomiques et Physiologiques</i> <i>Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie</i>	Mlle <u>STRAZIELLE Catherine</u> M. RAPIN Christophe (Section 33) Mme MOBY Vanessa (Stutzmann) M. SALOMON Jean-Pierre Mme JAVELOT Cécile (Jacquelain)	Professeur des Universités* Professeur des Universités Maître de Conférences* Maître de Conférences Assistante Associée au 01/01/2009

souligné : responsable de la sous-section

\* temps plein

Mis à jour le 01.05.2010

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,  
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que  
les opinions émises dans les dissertations  
qui lui seront présentées  
doivent être considérées comme propres à  
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner  
aucune approbation ni improbation.*

# **S O M M A I R E**

<b>Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>I – Rappels sur les propriétés optiques de la dent naturelle.....</b>	<b>7</b>
<b>I-A-Structure de la dent naturelle.....</b>	<b>7</b>
I-A-1- L'émail.....	7
I-A-2- La dentine.....	8
I-A-3- La forme de la dent naturelle.....	10
I-A-4- Analyse esthétique du sourire.....	13
I-A-4-a- L'examen intra-oral.....	13
I-A-4-b- L'examen extra-oral.....	14
I-A-4-c- Rapports anatomiques avec les tissus mous.....	15
I-A-5- La forme du visage.....	17
I-A-6- Les règles de proportion.....	18
<b>I-B-Colorimétrie.....</b>	<b>19</b>
I-B-1- La perception visuelle.....	20
I-B-2- Les trois composantes de la couleur.....	20
I-B-2-a- La teinte.....	21
I-B-2-b- La saturation.....	22
I-B-2-c- La luminosité.....	22

<b>I-C-La carte chromatique de la dent naturelle.....</b>	<b>22</b>
I-C-1- La chromaticité.....	23
I-C-2- La luminosité.....	23
I-C-3- L'opalescence.....	24
I-C-4- Les pigmentations blanches.....	26
I-C-5- Les caractérisations.....	28
<b>I-D-Interaction de la lumière sur les tissus dentaires.....</b>	<b>30</b>
I-D-1- Interaction avec la matière.....	30
I-D-1-a- La réflexion.....	30
I-D-1-b- La transmission.....	31
I-D-1-c- L'absorption.....	31
I-D-2- Le métamérisme.....	31
I-D-3- Le trajet optique dans la dent.....	32
<b>II – Les matériaux actuels à disposition.....</b>	<b>34</b>
<b>II-A-Rappels.....</b>	<b>34</b>
II-A-1- Définitions.....	34
II-A-2- Classification.....	35
II-A-2-a- Les composites traditionnels (ou macrochargés).....	35
II-A-2-b- Les composites microchargés.....	36
II-A-2-c- Les composites hybrides.....	37
II-A-2-d- Les composites microhybrides.....	37
II-A-2-e- Les composites nanochargés.....	38

II-A-3- Cahier des charges.....	41
II-A-3-a- Les caractéristiques biologiques.....	41
II-A-3-b- Les variations volumiques de prise.....	42
II-A-3-c- Les caractéristiques mécaniques.....	43
II-A-3-d- Les caractéristiques optiques.....	44
II-A-3-e- Le comportement à l'insertion, après polymérisation et à moyen et long terme.....	45
<b>II-B-Les systèmes adhésifs.....</b>	<b>46</b>
II-B-1- Définitions.....	46
II-B-2- Principes de collage.....	49
II-B-2-a- Caractéristiques et avantages de l'adhésif.....	49
II-B-2-b- Les critères d'une adhésion durable.....	50
II-B-2-c- La rétention mécanique.....	50
II-B-2-d- L'adhésion chimique.....	51
II-B-2-e- Les promoteurs d'adhésion.....	51
II-B-3- L'adhésion à l'émail.....	52
II-B-3-a- Composition et structure de l'émail (rappels).....	52
II-B-3-b- Principes du mécanisme d'adhésion à l'émail.....	53
II-B-4- L'adhésion à la dentine.....	56
II-B-4-a- Composition et structure de la dentine (rappels).....	56
II-B-4-b- Principe de collage à la dentine.....	56
II-B-5- La classification des systèmes adhésifs amélo-dentinaires.....	59
II-B-5-a- En fonction de leur date d'apparition.....	59
II-B-5-b- La classification moderne.....	61
II-B-5-c- Choix de l'adhésif.....	63

<b>III – Technique de stratification.....</b>	<b>64</b>
<b>III-A- Définitions.....</b>	<b>64</b>
<b>III-B- Indications et contre-indications.....</b>	<b>64</b>
III-B-1- Indications.....	64
III-B-2- Contre-indications.....	64
<b>III-C- Principes.....</b>	<b>65</b>
<b>III-D- Techniques indirectes et directes.....</b>	<b>65</b>
III-D-1- La technique indirecte (rappels).....	65
III-D-2- La technique directe.....	66
<b>III-E- Mise en œuvre clinique.....</b>	<b>67</b>
III-E-1- Elaboration de la carte chromatique de la dent.....	68
III-E-2- Réalisation de la clé en silicone.....	68
III-E-3- Anesthésie.....	69
III-E-4- Pose du champ opératoire.....	69
III-E-5- Parage cavitaire et préparation de limites.....	70
III-E-6- Protocole de mordançage et collage.....	71
III-E-7- Réalisation du mur palatin.....	72
III-E-8- Réalisation des faces proximales.....	73
III-E-9- Réalisation du noyau dentinaire.....	74
III-E-10- Réalisation du bord incisal.....	74
III-E-11- Réalisation des caractérisations.....	75
III-E-12- Réalisation du mur amellaire.....	75
III-E-13- Contrôle de l’occlusion.....	75

III-E-14- Finitions.....	76
<b>IV – Cas cliniques.....</b>	<b>78</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>82</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>84</b>

## **INTRODUCTION**

Aujourd’hui, un beau sourire semble refléter un certain style de vie. En effet, embellir leur visage est l’un des objectifs premiers des patients qui demandent des soins dentaires électifs. Il est démontré que le tiers inférieur du visage joue un rôle primordial dans la perception de l’esthétique faciale et que la teinte des dents est l’une des principales préoccupations de nos patients.

Pour répondre à cette demande croissante, la dentisterie adhésive s'est très largement développée au cours des dernières années pour connaître une véritable « révolution silencieuse » (ROULET, DEGRANGE, 2000).

En parallèle, de nouveaux matériaux composites de plus en plus performants n'ont cessé de se développer.

Ce double développement permet aujourd’hui de réaliser des restaurations invisibles qui confèrent un résultat esthétique et fonctionnel optimal.

Structure de la dent, colorimétrie, comportements face à la lumière sont autant d’éléments devant être parfaitement étudiés et maîtrisés pour la pratique de la dentisterie adhésive.

Le choix du matériau le mieux adapté pour l’obtention de restaurations invisibles constitue l’autre élément essentiel à la technique de stratification.

Il s’agit maintenant d’en détailler le contenu, que nous illustrerons par le protocole opératoire précis de « stratification anatomique » et « technique des trois couches » développés par les docteurs VANINI L. et DIETSCHI D.

## **I-RAPPEL SUR LES PROPRIETES OPTIQUES DE LA DENT NATURELLE**

### **I-A-Structure de la dent naturelle**

Les quatre principaux tissus qui constituent la dent sont : l'émail, la dentine le cément et la pulpe. Nous nous intéresserons ici qu'à l'émail ainsi qu'à la dentine ; les deux constituant de la couronne dentaire.

#### **I-A-1-L'émail**

L'émail est la couche externe qui recouvre la couronne des dents. Ce tissu est connu pour être le plus dur et le plus minéralisé de l'organisme. En effet, il est composé, pour 95% de sa masse de substances minérales et pour seulement 5% de sa masse de substances organiques et d'eau. La substance minérale est principalement constituée d'un réseau de cristaux d'hydroxyapatites de calcium ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), ce qui fait ça force mais aussi sa fragilité. La substance organique est pour sa part formée de protéines et de traces de lipides.

Sur des coupes par usure d'émail non déminéralisé, nous pouvons observer des lignes comme des bandes brunâtres, ce sont les stries de Retzius. En coupe longitudinale, elles forment les périkymaties ; série des sillons parallèles au collet de la dent espacés plus ou moins régulièrement de 60 à 120 micromètres. En coupe transversale, ces stries apparaissent comme des cercles concentriques. Ces lignes sont comparables aux lignes de croissances des arbres. Les stries de Retzius représentent une région moins calcifiée résultant probablement d'un ralentissement de la formation de l'émail.

Le deuxième élément observable sont les prismes de l'émail : chaque prisme minéralisé fait de 4 à 8 micromètres et traverse l'émail de la jonction amélodentinaire jusqu'à la surface de la dent. Entre les prismes se trouve l'émail interprismatique. [32, 41]

Email	Zone ou Structure	Orientation des cristallites
Aprismatique	-Interne : au voisinage de la jonction amélobdentinaire.  -Externe : au voisinage de la surface.	⇒ Pas de variation entre groupes de cristallites, tous parallèles entre eux.  ⇒ Cristallites parallèles entre eux.
Prismatique	-Email interprismatique  -Bâtonnets ou prismes	⇒ Réseau continu d'email résultant de la sécrétion d'un ensemble d'améloblastes.  Les cristallites forment un angle d'environ 60° avec les cristallites du bâtonnet.  ⇒ Entité amélaire due à la sécrétion d'un seul améloblaste, résultant du comblement de l'espace laissé vacant par la rétraction du prolongement de Tomes.

*-Figure 1 : Structure de l'email- [32]*

La composition de l'email, sa forte minéralisation et l'arrangement des cristaux d'hydroxyapatites font que ce tissu est dur mais friable, translucide et radio opaque.

### I-A-2-La dentine

La dentine, plus communément appelé ivoire, est le tissu minéralisé qui occupe le volume le plus important dans l'organe dentaire. Elle est, comme l'email, composée d'une phase minérale et d'une phase organique. Ainsi la dentine est formée à 70% d'hydroxyapatites (carbonatées et magnésiées), à 20% de matrice organique (principalement

du collagène) et à 10% d'eau. La dentine est recouverte par l'émail au niveau de la couronne et par le cément au niveau de la racine de la dent.

On distingue anatomiquement les couches de dentines périphériques (manteau dentinaire, couche hyaline de Hoppewell-Smith et couche granulaire de Tomes) et les couches de dentine circumpulpaire, avec :

- La dentine primaire : dentine élaborée jusqu'à la mise en fonction de la dent sur l'arcade,
- La dentine secondaire : dentine élaborée tout au long de la vie,
- La dentine tertiaire ou réactionnelle : dentine élaborée en réponse à une pathologie. Elle reste localisée au site traumatisé et se présente plus brune que les 2 autres vues précédemment.

La dentine peut être intercanaliculaire ou péricanaliculaire.

Dentines périphériques	-Au niveau de la couronne -Au niveau de la racine	⇒Manteau dentinaire. ⇒Couche de Hopewell-Smith et couche granulaire de Tomes.
Dentines circumpulpaire	-Primaire  -Secondaire  -Intercanaliculaire  -Péricanaliculaire	⇒Du stade initial de formation à la mise en fonction de la dent. ⇒Suit la mise en fonction de la dent. ⇒Réseau continu entre les canalicules. ⇒Bordure entourant la lumière du canalicule.

-Figure 2 : Différents types de dentines- [32]

### **I-A-3-Forme de la dent naturelle** [28, 54]

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 :

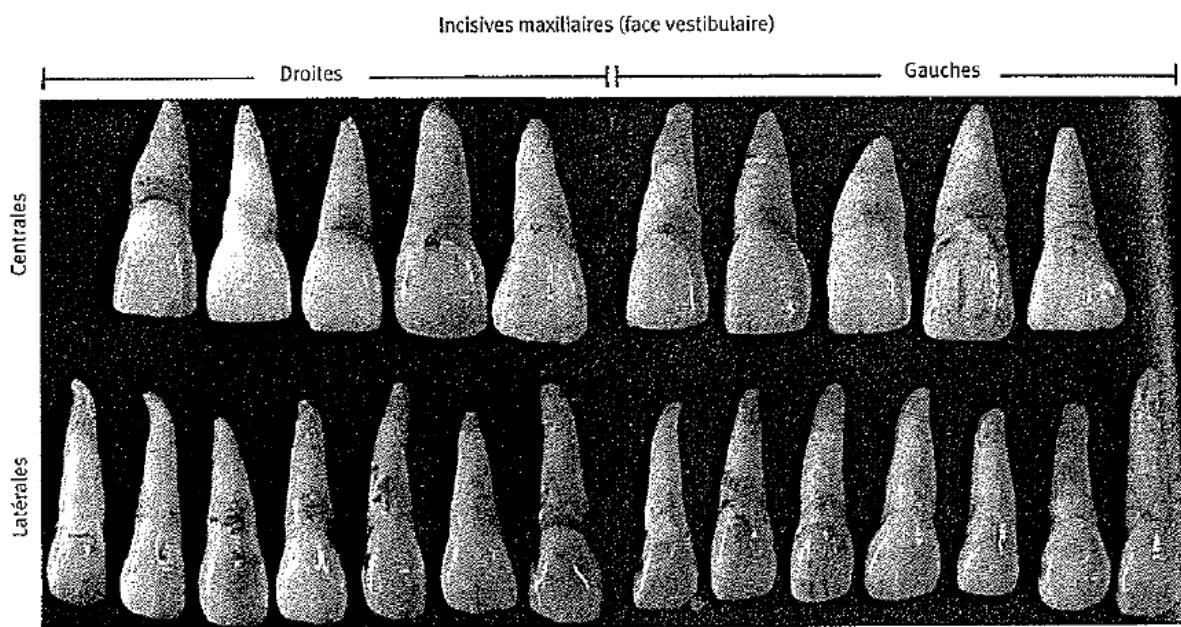
- Les incisives :

Les incisives centrales sont situées de chaque côté de la ligne médiane sur leur arcade respective. Leurs faces mésiales sont généralement en contact sauf en cas de diastème et leurs faces distales sont généralement en contact avec les faces mésiales des incisives latérales.

Leurs rôles sont de couper la nourriture, permettre une prononciation articulée, d'aider au soutien de la lèvre et à l'esthétique du visage et à guider postérieurement la mandibule au cours de la phase finale de fermeture.

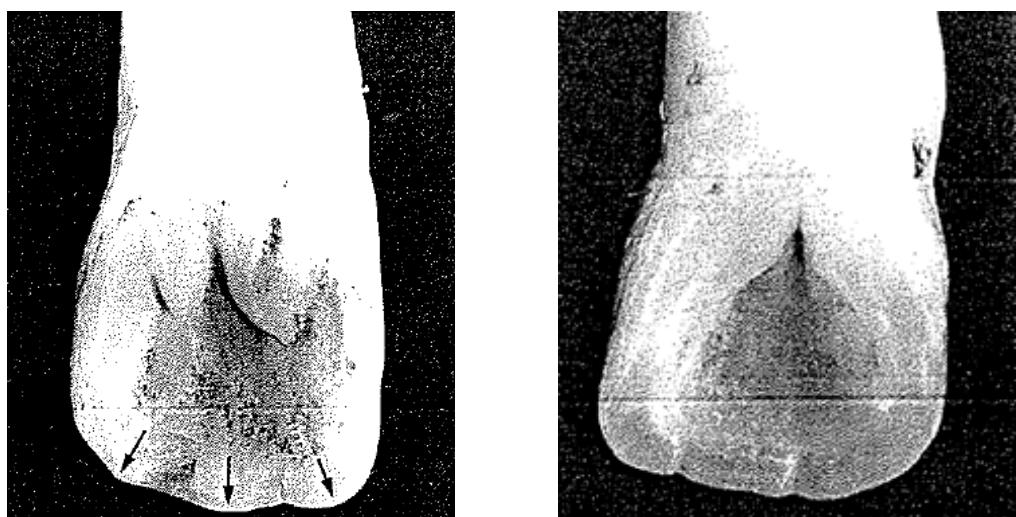
Nous décrivons les traits morphologiques d'une incisive en étudiant chacune de ses cinq faces :

-vestibulaire : les incisives présentent un bord incisif relativement droit ou légèrement bombé. Leur couronne est assez rectangulaire, plus longue selon l'axe occluso-cervical que large selon l'axe mésio-distal. Elles se rétrécissent progressivement de la zone de point de contact jusqu'à la jonction amélo-cémentaire, du plus large (dans le tiers incisif) au plus étroit (dans le tiers cervical). Le contour coronaire est plus convexe sur les faces distales que mésiales. Les points de contacts en mésial sont situés dans le tiers incisif et en distal, ils sont plus en position cervicale. Le bord incisif suit une pente cervicale jusqu'à la face distale. Le collet est courbe avec une convexité dirigée vers l'apex au milieu de la face vestibulaire.



*-Figure 3 : Incisives centrale et latérale maxillaires en vue vestibulaire, avec les caractéristiques permettant de distinguer l'incisive centrale de l'incisive latérale, ainsi que les côtés droit et gauche- [54]*

-linguale : cette face est plus étroite car les faces distales et mésiales convergent en direction linguale. Les crêtes marginales distales convergent en direction du cingulum.



*-Figure 4 : Incisives centrales maxillaires droite et gauche, vue palatines- [54]*

-proximales : les couronnes des incisives sont cunéiformes. Le maximum de convexité est dans le tiers cervical. La forme générale de cette face rappelle celle d'un S.

-occlusale (ou incisive) : le bord incisif constitue la dimension mésio-distale la plus large de la couronne. Le contour vestibulaire est plus large et moins courbe que le contour lingual.

La taille des incisives varie d'un individu à l'autre, mais des moyennes ont été établies, tout d'abord sur 398 incisives centrales :

Eléments mesurés	Moyenne (en mm)	Valeurs extrêmes (en mm)
Longueur de la couronne	11.2	8.6-14.7
Longueur de la racine	13	6.3-20.3
Longueur globale	23.6	16.5-32.6
Couronne (M-D)	8.6	7.1-10.5
Largeur de la racine au collet	6.4	5-8
Couronne (V-L)	7.1	6-8.5
Racine (V-L) au collet	6.4	5.1-7.8
Courbe cervicale mésiale	2.8	1.4-4.8
Courbe cervicale distale	2.3	0.7-4

Puis sur 295 incisives latérales :

Eléments mesurés	Moyenne (en mm)	Valeurs extrêmes (en mm)
Longueur de la couronne	9.8	7.4-11.9
Longueur de la racine	13.4	9.6-19.4
Longueur globale	22.5	17.7-28.9
Couronne (M-D)	6.6	5-9
Largeur de la racine au collet	4.7	3.4-6.4
Couronne (V-L)	6.2	5.3-7.3
Racine (V-L) au collet	5.8	4.5-7
Courbe cervicale mésiale	2.5	1.3-4
Courbe cervicale distale	1.9	0.8-3.7

- Les canines :

En forme de fer de lance, la canine joue le rôle de jonction entre le bloc antérieur et le bloc postérieur. De ce fait, sur sa face vestibulaire la canine présente en mésial les caractéristiques d'une incisive arrondie alors qu'en distale, nous avons les prémisses de la morphologie postérieure avec des concavités très douces dues à la dépression qui isole le lobe distal.

#### **I-A-4-Analyse esthétique du sourire [35, 54]**

L'examen du sourire est capital. Il permet d'évaluer l'importance des faces dentaires découvertes, la typologie du sourire (sourire gingival...) et la présence de malposition susceptible d'attirer l'attention. Ainsi l'analyse du sourire passe par un examen intra-oral ainsi qu'un examen extra-oral. Le sexe et l'âge du patient sont aussi des éléments à ne pas négliger.

##### **I-A-4-a-L'examen intra-oral**

Il permet de prendre en compte la position des dents, de la ligne médiane, les relations des dents les unes avec les autres ainsi que l'agencement des dents en harmonie avec la gencive.

Ainsi nous devons élaborer une check-list pour la restauration des dents antérieures comprenant :

- l'inclinaison des axes dentaires,
- la position des points de contacts inter proximaux,
- la ligne du sourire,
- la morphologie des embrasures,
- le respect des proportions dans les 3 dimensions,
- la morphologie des surfaces.

Au niveau des incisives centrales, nous trouverons une grande symétrie, ainsi la dent controlatérale pourra donc être notre référence en matière de forme, teinte et position lors d'une reconstitution esthétique.

Les incisives latérales présentent plus souvent une asymétrie ; nous pouvons observer une rotation sur une incisive mais pas sur l'autre par exemple. Les malpositions dentaires sont donc à prendre en compte.

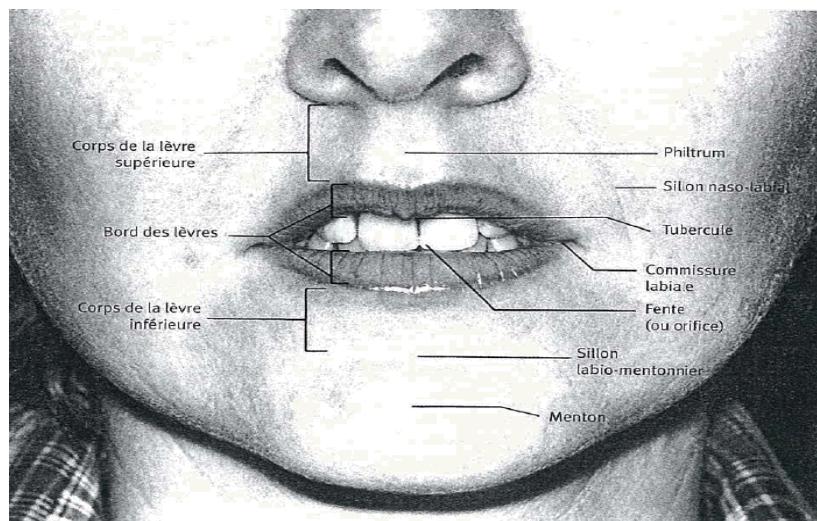
#### **I-A-4-b-L'examen extra-oral**

Il comprend un examen visuel des lèvres : ces dernières se rejoignent aux commissures. La lèvre supérieure est séparée des joues (latéralement) et du nez (supérieurement) par le sillon naso-labial. La partie la plus basse de la lèvre comprend un petit tubercule. Entre le tubercule et les narines se trouve le philtrum (ou sillon sous-nasal).

La lèvre inférieure est séparée des joues et du menton par le sillon labio-mentonnier.

Le bord libre de la lèvre est le vermillon, c'est la bordure rouge des lèvres qui représente la transition entre la lèvre et la muqueuse.

Le point de jonction entre le bord libre de la lèvre (généralement sec) et la muqueuse interne (douce et humide) s'appelle la ligne humide.



-Figure 5 : Anatomie superficielle des structures des lèvres- [54]

#### **I-A-4-c-Rapports anatomiques avec les tissus mous**

L'ambition de la dentisterie esthétique est de créer ou de recréer un agencement dentaire en harmonie avec les tissus environnant, c'est-à-dire avec la morphologie des embrasures, les lèvres et le visage du patient.



Deux lignes sont idéalement à prendre en compte lors de l'analyse du sourire : la ligne gingivale (ou ligne des collets) et la ligne du sourire.

- La ligne gingivale (ou ligne des collets)

Un ensemble dento-gingival harmonieux prend en compte un certain nombre de critères :

- l'aspect général de la gencive (sa teinte, son épaisseur, sa texture, la quantité et la qualité de tissu kératinisé),
- l'alignement et la forme des collets,
- la présence ou non de papilles, leur forme et leur qualité.

Le rebord gingival doit être mince et bien appliqué sur la dent.

L'alignement et la forme des collets est fonction de l'alignement et de la forme des dents. Idéalement, les collerettes gingivales des incisives centrales doivent être parfaitement symétriques avec un point d'inflexion distalé. Les collerettes gingivales des canines doivent se situer au même niveau que celles des incisives centrales, soit en position apicale comparé aux collerettes gingivales des prémolaires et molaires qui sont situées plus coronairement.



-Figure 6 : Représentation et mise en évidence de la ligne des collets- [35]

- La ligne du sourire

Il nous faut tout d'abord mettre en évidence le plan frontal esthétique. Il est défini par l'ensemble des bords libres des incisives, des pointes canines et des pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires et molaires. Il se situe 2 à 5 mm en deçà de la lèvre supérieure, suit la lèvre inférieure et rencontre les commissures au niveau des prémolaires. C'est l'élément dominant du sourire.



-Figure 7 : Représentation et mise en évidence de la ligne du sourire- [35]

La ligne du sourire peut se définir comme étant la position des tissus fixes (dents et gencive) par rapport aux tissus mobiles (lèvres) dans le plan frontal.

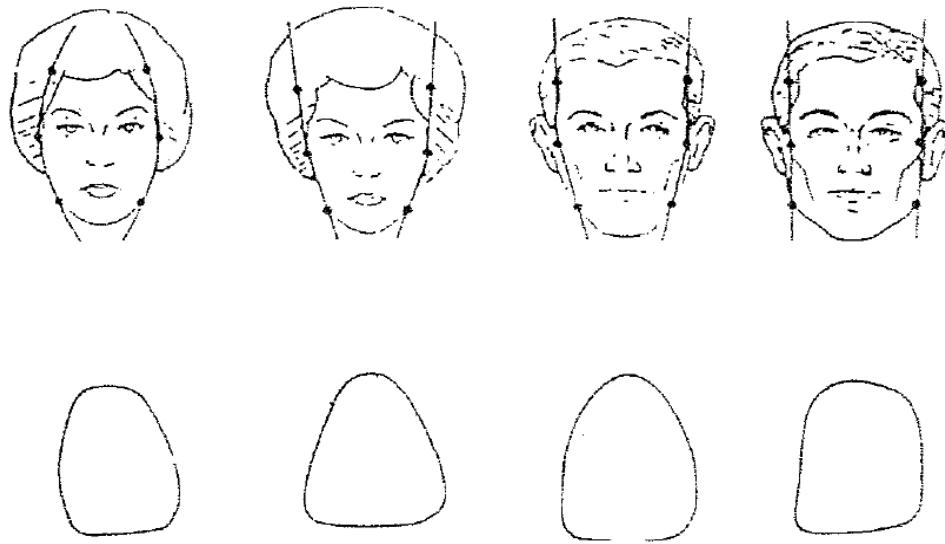
La surface dentaire dévoilée lors du sourire varie d'un individu à l'autre. Cela dépend de divers facteurs : l'âge, le sexe, la longueur de la lèvre supérieure...

Cette ligne représente la position idéale des dents par rapports aux lèvres et inversement, où toute la surface dentaire et les embrasures sont visibles. Cette position représente 70% des patients. [11]

#### **I-A-5-La forme du visage**

Depuis 1911, J-L WILLIAMS a mis en évidence le rapport harmonieux qu'il existe entre la forme du visage et celle des dents. [51]

En fonction des distances bifrontale, zygomatique et biangulaire, il est possible de souligner quatre types de visages correspondant chacun à une forme d'incisive centrale maxillaire.



-Figure 8 : Corrélation entre la forme du visage et celle d'une incisive centrale supérieure-  
(WILLIAMS, 1911)

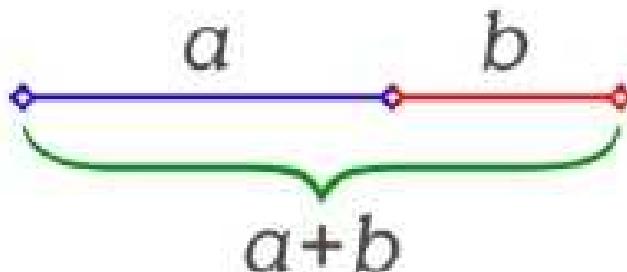
Lorsque la dent controlatérale n'existe plus, ces données nous seront d'un grand secours pour aboutir à une harmonie dento-faciale.

#### I-A-6-Les règles de proportion

CHICHE et PINAULT (1994) déclarent que l'incisive centrale doit dominer. Elle reflète et exprime la vraie personnalité du patient. Elle est considérée de proportion parfaite lorsque sa largeur représente 75% de sa couronne clinique.

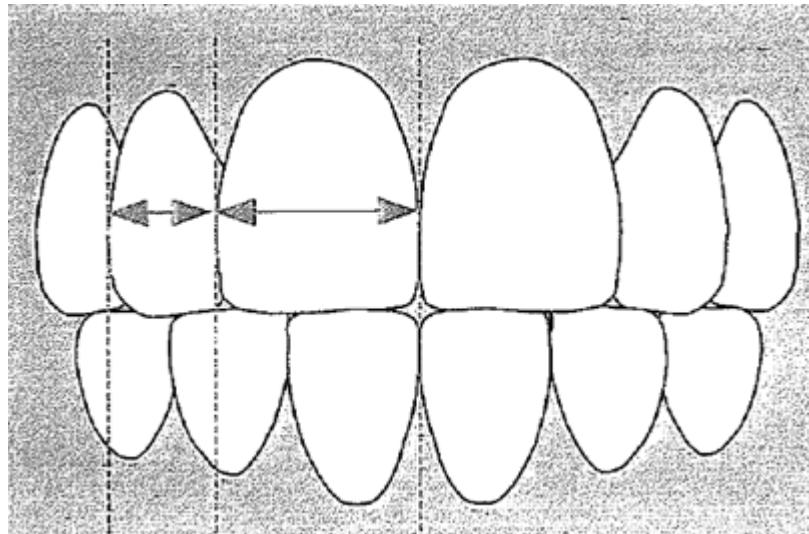
En projection frontale, la largeur des incisives latérales et des canines doit suivre celle de l'incisive centrale selon un ratio idéal.

Le nombre d'or ou « divine proportion »,  $(1+\sqrt{5})/2$ , nous vient de la Grèce antique. Il est érigé en théorie esthétique et est omniprésent dans les sciences et la nature de la vie, dans les proportions du corps humain ou dans les arts.



-Figure 9 : La proportion établie par  $a$  et  $b$  est dite d'extrême et de moyenne raison lorsque  $a$  est à  $b$  ce que  $a+b$  est à  $a$ . Soit lorsque  $(a+b)/a = a/b$ . Le rapport  $a/b$  est alors égal au nombre d'or- [52]

Dans le cas des incisives, il représente le rapport entre la largeur de l'incisive centrale et la largeur de la latérale (figure 10). Ce même rapport s'applique entre la largeur de l'incisive latérale et la largeur de la canine dans une projection frontale.



-Figure 10 : Représentation de la prédominance de l'incisive centrale maxillaire et du nombre d'or-

Les règles d'or sont des guides sommaires ; ils ne doivent pas être appliqués sans tenir compte de l'âge et du sexe du patient, de sa ligne des collets, de la forme et de la position des lèvres ainsi que l'aspect général de son visage (LEVINE, 1978).

### I-B-Colorimétrie

La couleur n'est pas le principal élément, mais c'est sans doute le plus complexe à interpréter. La complexité des interactions de la lumière dans la dent, rend la structure difficile à imiter. En effet, la couleur se décompose en trois éléments : la teinte, la saturation et la luminosité. [7]

### **I-B-1-La perception visuelle**

Classiquement, la vision des couleurs de décrit à trois niveaux de perception successifs :

-physique, dans l'interaction de la lumière avec la matière

-sensoriel, lors de la réception de la lumière par l'œil au niveau des cellules photo réceptrices rétiniennes où naissent des impulsions sensorielles qui sont transmises au centre visuel du cortex occipital

-psychosensoriel et neurophysiologique, lorsque les impulsions nerveuses reçues par le cerveau sont transformées en une perception consciente de la lumière et de la couleur. [1, 6]

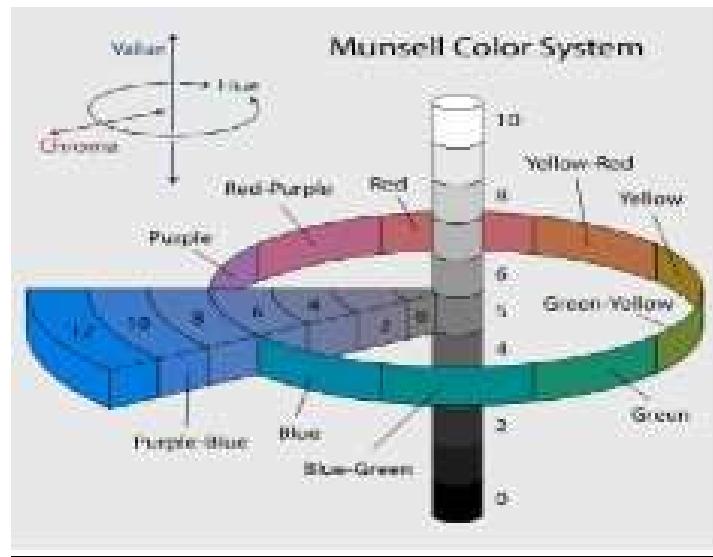
La perception visuelle n'est pas infaillible et peut être perturbée par l'environnement. Ainsi l'interprétation des couleurs est influencée par les couleurs adjacentes : une couleur paraît plus foncée sur un fond clair et inversement. C'est ce qui est appelé illusion d'optique.

L'œil humain est aussi victime de fatigue et de postimage : un stimulus continu créé par une couleur amoindrit la réponse à cette couleur. Une postimage persiste même après la suppression du stimulus. [42]

### **I-B-2-Les trois composantes de la couleur**

En odontologie conservatrice ou prothétique, il est habituel de parler de « prise de teinte ». Or il conviendrait de parler de prise de couleur puisque la teinte ne représente qu'un tiers des composantes de la couleur, les deux autres dimensions de la couleur étant la saturation et la luminosité.

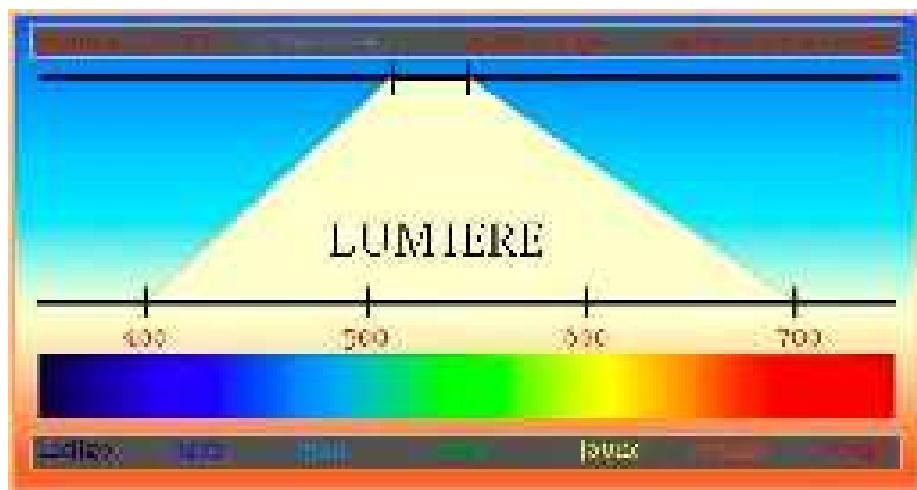
Cette théorie des trois dimensions de la couleur a été formulée par A-H MUNSELL en 1909. Le système Munsell est un espace tridimensionnel, la représentation ITS est un volume dont l'axe vertical porte l'intensité (du noir au blanc), la distance à cet axe la saturation (0 à 100 %) et l'angle horizontal avec une couleur d'origine (souvent le bleu) le changement de teinte (0 à 360°). Cet « arbre de la couleur » donne donc une représentation discontinue des couleurs en fonction de leur teinte (hue), de leur saturation (intensité ou chroma) et de leur luminosité (valeur ou value). [29, 37]



-Figure 11 : Le système ITS de Munsell- [52]

### I-B-2-a-La teinte

La teinte, aussi appelée tonalité chromatique (hue en anglais) est souvent confondue avec la couleur. Elle caractérise la longueur d'onde de la lumière réfléchie par l'objet observé. Elle correspond aux différentes sensations colorées : rouge, orange, vert, bleu... [50]



-Figure 12 : Longueurs d'onde et teintes-

La teinte n'est pas nécessairement le facteur le plus important dans la réussite de la reproduction de la couleur des dents.

### **I-B-2-b-La saturation**

Aussi appelée intensité ou densité de la couleur (chroma en anglais), la saturation est la mesure de la luminosité de la couleur, c'est-à-dire la quantité de saturation de teinte dans une couleur. Elle définit la pureté d'une teinte. Une couleur peut être désaturée ou éclaircie par adjonction de blanc, ce qui lui donnera un ton pastel.

Par ordre d'importance, la saturation est le deuxième facteur de succès dans la réalisation de prothèses. [50]

### **I-B-2-c-La luminosité**

Avec de nombreux synonymes comme la brillance, la luminance ou la valeur (value en anglais), la luminosité définit la qualité de coloration (claire ou foncée) dans une couleur, autrement dit, elle définit la quantité de blanc ou de noir dans une couleur.

Une dent de basse luminosité va paraître grise et sans vie.

La luminosité est le facteur le plus important lorsque l'on fait le choix de la couleur des dents.

### **I-C-Carte chromatique de la dent naturelle**

La dent est conçue comme un noyau dentinaire opaque et coloré entouré d'une coque d'émail semi translucide. L'architecture de la stratification s'analyse ainsi : la dentine correspond à la saturation, à la teinte et à la fluorescence de la dent, tandis que l'émail est responsable de la luminosité.

La couleur d'une dent doit donc se concevoir en trois dimensions et résulte de l'influence de la stratification des couches successives.

Cinq aspects de la dent naturelle, comprenant les trois dimensions de Munsell, ont pu être mis en évidence et devront être pris en considération pour le mimétisme de la dent lors de la restauration (VANINI L. et MANGANI F-M).

Ces cinq aspects sont : la chromaticité, la luminosité, l'opalescence, la pigmentation et les caractérisations. [45]

### **I-C-1-La chromaticité**

Elle réuni la teinte et la saturation. En se basant sur l'étude spectrophotométrique de YAMAMOTO, on se rend compte que les teintes A et B sur un teintier représentent 80% des teintes. Cela signifie que la couleur des dents naturelles se révèle être caractérisée par une luminosité élevée et une tonalité chromatique jaune orangée très désaturée.

### **I-C-2-La luminosité**

C'est le facteur le plus important de la réussite esthétique. L'émail est l'élément de la dent qui détermine la luminosité, les effets de dégradés, de transparence et d'opalescence des bords incisifs. Une classification simple a alors été établie ; elle consiste en une représentation en trois groupes des différents types d'émail : émail jeune (haute luminosité) – émail adulte – émail âgé (basse luminosité).

La luminosité est également étroitement liée à l'opacité et à la translucidité des couches tissulaires de la dent : la translucidité n'apparaît pas dans le système de Munsell, elle est pourtant un facteur essentiel dans la réussite d'une reconstruction esthétique. En effet, la translucidité modifie la perception colorée de la dent et c'est l'épaisseur et la luminosité de l'émail qui sont à l'origine de cette variation de translucidité.

Yamamoto propose une classification en fonction de la translucidité et décrit trois groupes :

-le groupe A dans lequel la translucidité est répartie sur l'ensemble de la face vestibulaire,

-le groupe B où la translucidité est incisale,

-le groupe C où la translucidité est incisale et proximale.

Cependant cette classification ne suffit pas pour définir la translucidité de toutes les dents naturelles : ainsi les groupes B et C sont redivisés en sous-groupes. [6]

### I-C-3-L'opalescence [13, 17, 31, 53]

Plutôt que de parler d'opalescence, caractéristique majeure du tissu émail, il vaut mieux évoquer une « zone opalescente » située au niveau du tiers incisif. C'est en quelque sorte la « carte d'identité » de la dent. Une classification (L. VANINI) permet de simplifier la reconnaissance de cette zone et sa reproduction. Cette étape particulièrement importante va permettre d'utiliser des teintes peu fréquentes, l'ambre et le bleu qui font partie des quatre couleurs fondamentales que l'on trouve dans les dents : jaune orangé, blanc, bleu, ambre (WINTER.VANINI).

La classification de VANINI est la suivante :

-Type 1 : mamelon à 2 sillons :



-Type 2 : mamelons à 3 ou 4 sillons :



-Type 3 : sans distinction marquée, effet de peigne :



-Type 4 : sillon dense créant une sorte de fenêtre au bord libre :



-Type 5 : c'est le halo du café chez les personnes âgées et sur les dents dont la dentine est sclérosée, avec un émail et une dentine infiltrés :



#### I-C-4-Les pigmentations blanches [31]

Sur l'émail des dents naturelles, il n'est pas rare d'observer la présence de piquetés de forte intensité, opaques, ressemblant à des tâches laiteuses. Ils correspondent à des zones d'hypominéralisation de l'émail.

Ces pigmentations, aussi appelées intensifs, sont caractérisées par des points, des lignes ou des taches.

Il existe donc une classification selon leurs formes :

-Type 1 : tâche isolée :



-Type 2 : taches plus petites et plus denses :



-Type 3 : flocons de neiges occupant toute la couronne :



-Type 4 : bandes horizontales :



## I-C-5-Les caractérisations [31, 46]

La carte chromatique s'achève avec les caractérisations qui se trouvent soit dans l'émail, soit dans la dentine. Elles peuvent être divisées en cinq types :

-Type 1 : bord libre en mamelons associé à une zone blanche qui rehausse la luminosité de la dent :



-Type 2 : bande blanche interne qui rehausse la luminosité et qui est horizontale sur la face vestibulaire et verticale sur les faces proximales :



-Type 3 : bord libre présentant une bande blanche marquée :



-Type 4 : tâches ambrées ou marrons sur le bord libre (à différencier des taches brunes opalescentes) :



-Type 5 : fêlures ou fentes brunes et blanches dans la profondeur de l'émail :



La carte chromatique, avec ses classifications (opalescence, pigmentations et caractérisations) permet au praticien de prendre en considération toutes les dimensions de la couleur en dentisterie et par conséquent d'obtenir un mimétisme excellent.

## **I-D-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). [27, 52]

### **I-D-1-Interaction avec la matière**

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

#### **I-D-1-a-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 réfléchie par la surface, il y a réflexion totale. [40]

### **I-D-1-b-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 réfléchie 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. [40]

### **I-D-1-c-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 réfléchie.

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.

### **I-D-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. [50]

### **I-D-3-Trajet optique dans la dent**

Les propriétés optiques des tissus dépendent de diverses variables : composition, structure, épaisseur, degré de translucidité, opalescence et état de surface. Notons que l'émail est deux fois plus translucide que la dentine.

L'émail est d'épaisseur croissante du collet au bord libre de la dent donc les propriétés optiques ne sont pas identiques au niveau des différents tiers de la dent :

-au tiers cervical : l'émail est très fin donc très transparent, ce qui laisse apparaître les tissus sous-jacents et donne un effet opaque,

-au tiers médian : la couche d'émail augmente donc la translucidité augmente,

-au tiers incisif : l'émail est très épais et peut atteindre 1,5 mm, cela provoque un effet d'opalescence, avec une couleur bleutée en lumière réfléchie et jaune orangée en lumière transmise.

Lorsque ces opalescences sont visibles sur les bords incisifs d'émail naturel, on parle alors d'« effet opale ». [43, 53]

L'émail et la dentine évoluant tout au long de la vie, les propriétés optiques de la dent varient avec l'âge :

- L'émail :

Sur une dent jeune, l'émail est moins minéralisé mais très épais, ce qu'il fait que la dent paraît peu transparente mais très lumineuse. En comparaison, une dent âgée présente un

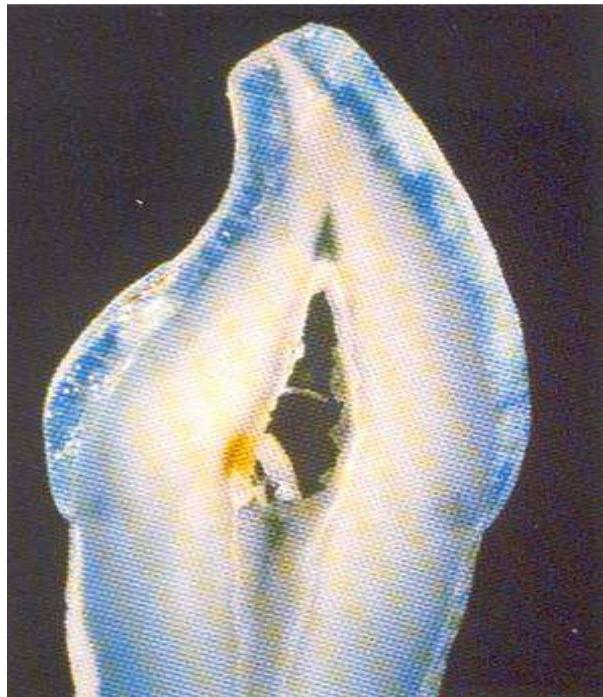
émail plus minéralisé mais plus fin (par usure naturelle), cela se traduit par une forte translucidité (allant parfois jusqu'à la transparence) et par l'apparition de la dentine sous-jacente très colorée et opaque.

- La dentine :

Sa constitution organique confère à la dent un caractère fluorescent par la présence de pigments photosensibles aux rayons ultraviolets. Ces pigments ont la capacité de transformer les rayons UV de la lumière reçue en radiations visibles de plus grande longueur d'onde, c'est-à-dire du blanc intense au bleu léger (ORTET et al., 2005).

Lorsque la saturation de la dentine augmente, la fluorescence diminue. En revanche, plus la minéralisation est moindre, plus la fluorescence est intense.

La fluorescence de l'émail est trois fois inférieure à celle de la dentine.



-Figure 13 : Coupe d'une incisive centrale mettant en évidence les propriétés optiques fondamentalement différentes entre l'émail et la dentine- [57]

## **II-MATERIAUX ACTUELS A DISPOSITION**

### **II-A-Rappels**

#### **II-A-1-Définitions [3]**

Une résine composite est constituée d'une matrice, formée de monomères, dans laquelle sont incorporées des charges diverses.

La composition de cette résine composite consiste (HICKEL et coll, 1998) en des monomères, des charges minérales silanées et organiques, des initiateurs, des stabilisateurs et des pigments.

Les monomères sont essentiellement des diméthacrylates (BisGMA et UDMA) de haut poids moléculaire donc de très haute viscosité les rendant improches à l'utilisation clinique. Il est donc nécessaire d'y associer des diluants (monomères de basse viscosité) comme le TEGDMA (triéthylène glycol diméthacrylate).

Les charges sont des particules de différentes tailles et de différentes compositions (hybrides) avec une taille moyenne proche du micron pour les composites de dernière génération.

L'agent de couplage (ou liant) permet la liaison entre la phase organique, la plus ductile et la phase minérale, ou organo-minérale, qui résiste à la déformation. Cette liaison est essentielle puisqu'elle conditionne le bon comportement physique et mécanique des deux phases, en évitant une concentration de contraintes. La liaison est obtenue suite à un traitement de surface des charges par un agent de couplage, généralement un silane.

Le photoinitiateur le plus courant est la camphroquinone.

Les pigments sont à base d'oxydes de titane et d'aluminium.

La réaction de prise est une polymérisation qui implique la libération de radicaux libres qui provoque l'ouverture des doubles liaisons du groupe vinyle des monomères diméthacrylates et l'allongement du polymère.

## **II-A-2-Classification**

Les composites se différencient surtout par la composition de leur partie inorganique : le type, la taille et le pourcentage de charge en poids mais surtout en volume, sont autant de facteurs qu'il faut prendre en compte et qui influencent directement les propriétés finales des matériaux. [23, 36]

L'évolution actuelle des composites conduit à en proposer une classification en fonction de la nature et de la granulométrie des charges. Par conséquent, il est possible de classer les composites en cinq catégories principales.

La taille des particules inorganiques peut varier de 20 nm à 30 µm ce qui détermine les propriétés du matériau. Par exemple, l'aptitude au polissage est inversement proportionnelle à la taille des charges. Un autre facteur est important : le taux de charges. En effet, lorsque le taux de charges en volume est élevé cela diminue la quantité de matrice résineuse au sein du matériau et permet donc de diminuer la contraction de polymérisation (LAMBRECHTS et al, 1999).

### **II-A-2-a-Les composites traditionnels (ou macrochargés)**

Les composites traditionnels contiennent des particules de verres ou de quartz d'une taille moyenne de 1 à 5 µm pour les plus récents (année 1980), et de larges particules de 30 µm. [38]

Avantages	Inconvénients
-Excellent propriétés mécaniques, -Recul cliniques importants.	-Problème de polissage, -Problème de résistance à l'usure, -Rétention de plaque, -Problème esthétique.

## **II-A-2-b-Les composites microchargés**

Le composite à micro-particules a été mis au point pour répondre aux besoins d'avoir un composite polissable. Ces composites sont apparus dans la pratique dentaire à la fin des années 1970.

Ces matériaux sont faits de très fines particules (0,02 µm de moyenne), de silice colloïdale, mises en dispersion dans une résine matrice.

Ces fines particules ont une large surface de contact avec la résine matrice, mais cette grande superficie de la silice colloïdale (130 m<sup>2</sup>/g) oblige un volume important de résine pour les recouvrir et on obtient seulement un remplissage en charge de 20% du volume final. Cela limite de façon significative le volume de matériau d'obturation qui peut être incorporé. Cette représentation correspond aux composites microchargés homogènes.

Les fabricants ont donc tenté de résoudre ce problème en dispersant le matériau dans une résine polymérisée à chaud, puis broyée et concassée pour obtenir des particules d'environ 25 µm. Ces particules composites de charge élevée sont ensuite dispersées dans une résine matrice moins dense et de viscosité relativement faible. Pour obtenir un pourcentage de charge en volume plus important (supérieur à 60% en volume), les composites microchargés sont, dans leur quasi-totalité, hétérogènes. [22]

Avantages	Inconvénients
-Très bon polissage, -Faible abrasion, -Excellent esthétique, -Recul clinique important.	-Mauvaises propriétés mécaniques, -Pas d'utilisation possible en secteur postérieur.

## **II-A-2-c-Les composites hybrides**

Le début des années 80 a vu l'introduction des composites dits « hybrides », destinés à se substituer à l'amalgame pour les restaurations en secteur postérieur.

Ces composites contiennent des charges de verre d'une taille moyenne de 1 à 3 µm ainsi qu'une petite quantité de silice colloïdale (0,01 à 0,03 µm).

Avantages	Inconvénients
-Universel, -Combine les avantages des composites macro et microchargés.	-Faible rétention du poli, -Polissage moins beau qu'avec un composite microchargé, -Gamme de teinte limitée.

## **II-A-2-d-Les composites microhybrides**

Afin d'améliorer les composites dans le secteur postérieur et l'état de surface des composites hybrides, on a vu apparaître, au début des années 90, les composites microhybrides.

Des méthodes perfectionnées ont permis de broyer très finement des particules de verre. Le diamètre des charges est alors réduit et se trouve désormais entre 0,1 et 0,6 µm. La répartition granulométrique a permis d'augmenter le taux de charges, conduisant ainsi à des matériaux plus denses.

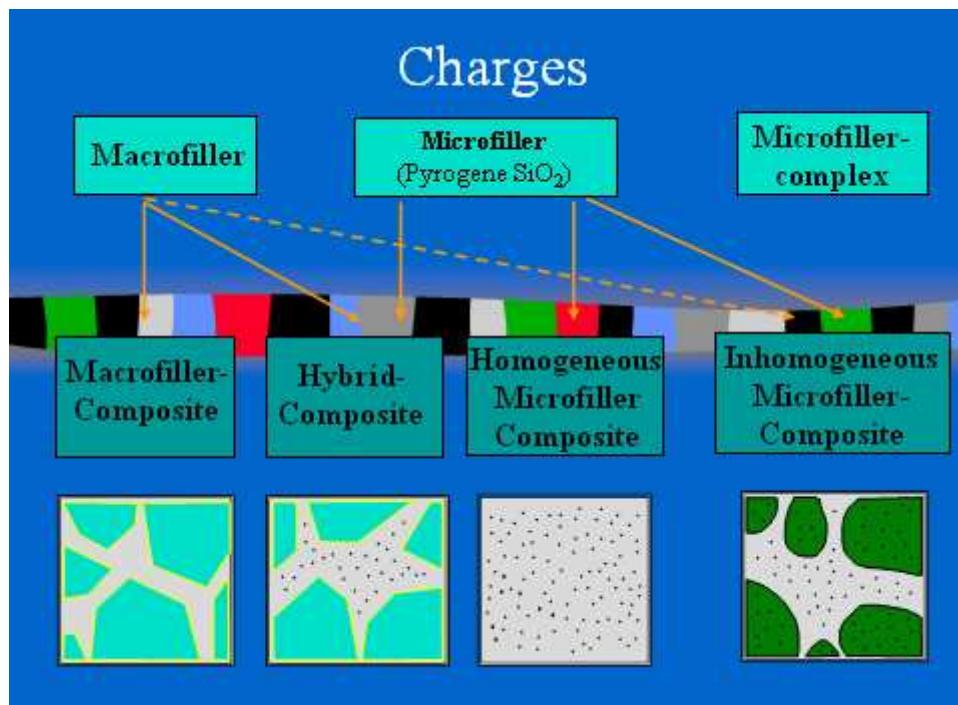
Avantages	Inconvénients
-Bon état de surface final, -Bon polissage, -Résistance à l'usure proche de celle des amalgames, -Aspect esthétique très satisfaisant.	Pas d'inconvénients

## **II-A-2-e-Les composites nanochargés**

Récemment, un nouveau type de résine composite a été présenté sur le marché : les composites nanochargés. Pour se faire, les fabricants ont employé la nanotechnologie enfin d'améliorer les propriétés des composites.

Les objectifs de cette nanotechnologie sont de retrouver dans ces nouveaux composites l'esthétique des composites microchargés et les propriétés des composites hybrides.

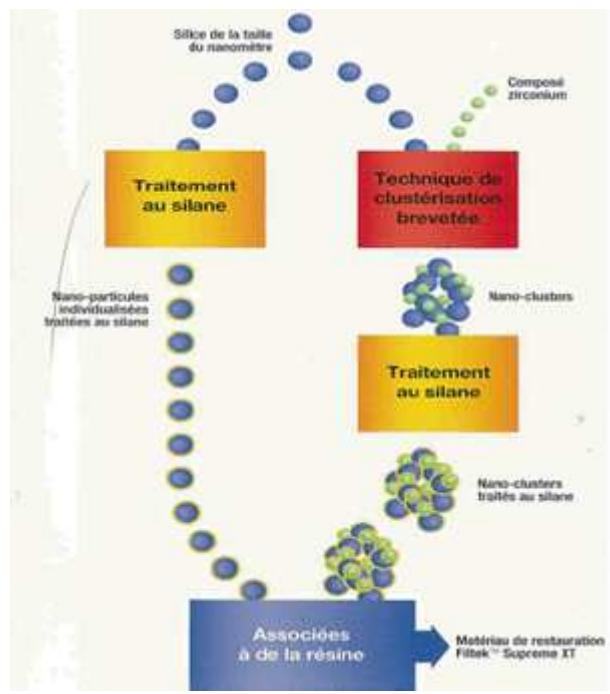
La taille des nanocharges est de  $10(-9)m$ . [30]



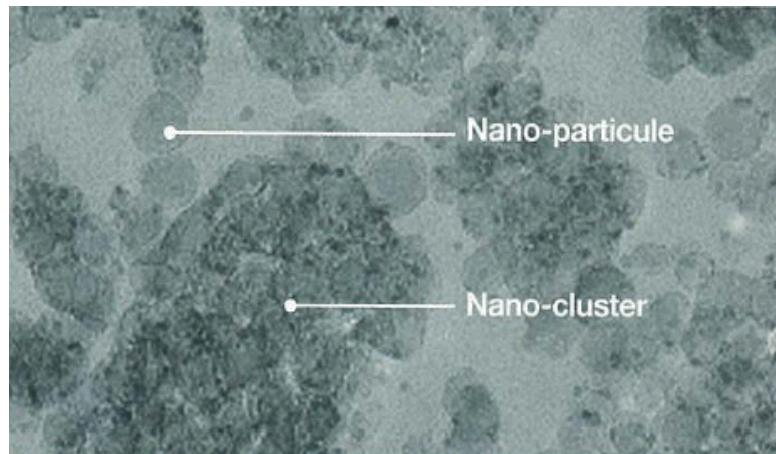
-Figure 14 : Comparaison des tailles de charges-

Le premier à être arrivé sur le marché est le 3M™ ESPE™ Filtek™ Suprême XT, en 2002. Il existe en 30 teintes en 4 opacités, est universel, esthétique et photopolymérisable. Toutes les teintes sont opaques sauf les teintes translucides.

Concernant le processus de fabrication, ces composites sont composés de deux types de particules : les particules nanométriques (« nanomer » en anglais) et les « nanoclusters » (groupes de particules en français). [26]



-Figure 15 : Procédé de fabrication du matériau de restauration universel 3M™ESPE™  
FILTEK™Supreme XT- [26]



-Figure 16 : Nanoparticules et Nanocluster- [26]

La distribution des charges est différente selon que la teinte soit incisale ou body :

	Nanomer	Nanocluster	Avantages
Teinte incisale	~40% en poids Taille=75nm	~30% en poids Taille SiO <sub>2</sub> -Cluster=1μm	-Bon polissage -Bon rétention du poli -Bonne translucidité -Opalescence -Bonne résistance -Faible usure
Teinte body	~8% en poids Taille=20nm	~71% en poids Taille ZrO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> -Cluster=1μm	-Bon polissage -Radio-opacité -Opalescence -Bonne résistance -Faible usure

Les indications des composites nanochargés sont :

- Les restaurations directes en secteurs antérieur et postérieur,
- Les moignons,
- Les contentions,
- Les restaurations indirectes (inlays, onlays, facettes).

Les teintes proposées sont larges et permettent un rendu esthétique optimum :

Dentine	Body	Émail	Incisal
	A1B		
	A2B		
	A3B		
A2D	A3,5B	A1E	
A4D	A4B	A2E	
A6D	B1B	A3E	V(iolet)
B3D	B2B	B1E	G(rey)
C4D	B3B	B2E	Y(yellow)
C6D	C1B	D2E	
WD	C2B	WE	
	C3B		
	D2B		
	WB		

## **II-A-3-Cahier des charges [14]**

Cette partie va nous permettre de définir, de manière non exhaustive, les qualités que doivent avoir les composites du point de vue biologique, mécanique optique et volumétrique (Dr. DIETSCHI). À ces trois critères, nous pouvons ajouter les propriétés physico-chimiques, l'état de surface et la facilité de manipulation.

### **II-A-3-a-Les caractéristiques biologiques**

De nombreuses substances sont libérées par les composites (GEURTEN et coll, 1997) comme la camphroquinone qui peut causer des sensibilisations, l'EGDMA et le TEGDMA peuvent causer des dermatites de contact (LYRE et coll, 1999).

Cette cytotoxicité est marquée quand le matériau est frais et elle disparaît après sept jours d'incubation dans un milieu biologique. La combinaison avec un système adhésif augmente le temps de cytotoxicité qui devient non significatif après six semaines : donc il n'y a pas de cytotoxicité chronique (SCHEDLE et coll, 1998).

Les composants de la résine composite sont des agents sensibilisants reconnus et ils peuvent causer des réactions allergiques de type IV.

Des réactions lichénoïdes ont aussi été attribuées aux résines composites (LIND et coll, 1998).

La cytotoxicité n'existe que pour des matériaux non polymérisés ou fraîchement mélangés.

Une technique sans contact direct est fortement recommandée pour l'équipe soignante puisque certaines substances nocives peuvent traverser les gants.

Des réactions pulpaires peuvent avoir lieu ; elles sont causées par la libération de substances à partir du matériau qui diffusent à travers la dentine résiduelle ou par la présence de bactéries sur les parois de la cavité (SCHMALZ, 1998).

L'agressivité pour le parodonte est limitée, mais des gingivites peuvent apparaître avec certains matériaux par accumulation de plaque et irritation marginale. [3]

## **II-A-3-b-Les variations volumiques de prises**

Le retrait de polymérisation, phénomène présent chez tous les composites, reste encore aujourd'hui l'un des problèmes conséquent que l'on rencontre en dentisterie adhésive puisqu'il conduit fréquemment à la perte d'étanchéité marginale des restaurations et qu'il peut même engendrer une fracture de l'émail au niveau de ces marges.

La valeur du retrait de polymérisation est liée à la quantité de charges que le composite contient : plus il contient de charges, moins il y a de matrice de résine et donc, moins il y a de retrait. Cependant, l'augmentation de sa teneur en charge a tendance à accroître sa rigidité et par conséquent, les contraintes induites pendant la prise.

Le tableau suivant nous montre la valeur du retrait en fonction de la classe de composite :

Structure du composite	Retrait de polymérisation volumique $\Delta V/V \%$
Nanochargé	1,4 à 2
Microhybride	2,43
Hybride	3,06
Microchargé	3,15

-Figure 17 : Retrait de polymérisation volumique (FORTIN, VARGAS, 2000)-

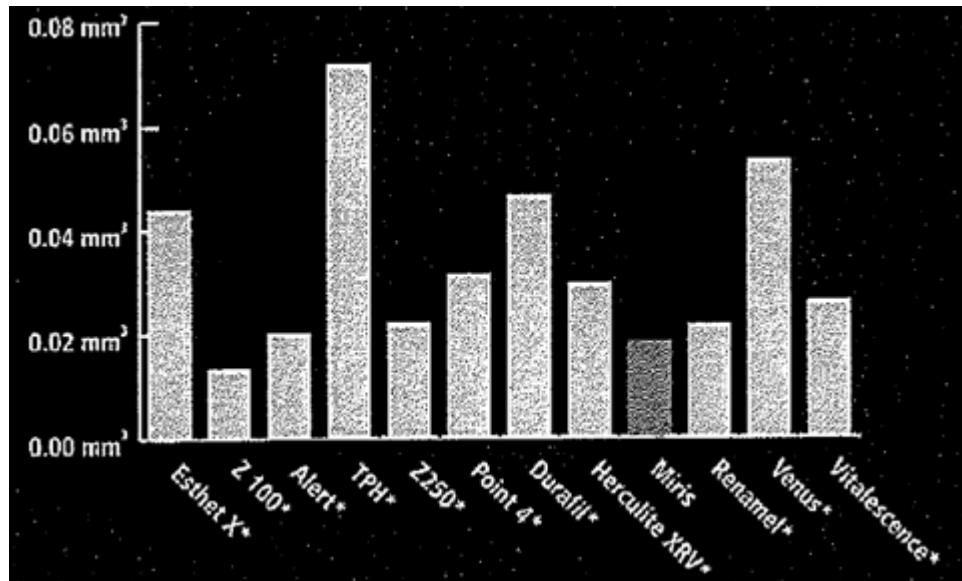
Le coefficient d'expansion thermique du composite devra se rapprocher le plus possible de celui de l'émail même si il restera malgré tout le plus élevé. Le coefficient d'expansion de l'émail étant de 11,4 ppm. $^{\circ}\text{C}$ (-1), celui qui s'y approche le plus est celui des composites hybrides qui est de 22,5. Le composite qui s'y éloigne le plus est le microchargé avec un coefficient de 41,6.

L'application du composite est une technique « opérateur dépendante » associée à une hygiène bucco-dentaire irréprochable du patient puisque les récidives carieuses ont tendance à progresser plus rapidement sous un composite que sous un autre matériau d'obturation.

### **II-A-3-c-Les caractéristiques mécaniques**

Une résistance élevée à l'abrasion est nécessaire pour permettre l'utilisation des matériaux composites dans les secteurs postérieurs.

Une étude a été réalisée par BURGESS à l'aide d'un simulateur de mastication : mesure de l'usure volumique après 400 000 cycles dans la machine à abrasion de Leinfelder. Cette dernière nous montre l'endommagement du matériau qui est mesuré en millimètre cube. Plus la valeur est faible, plus le matériau est résistant à l'abrasion.



-Figure 18 : Etude de Burgess sur la résistance à l'abrasion à l'aide d'un simulateur de mastication-

#### II-A-3-d-Les caractéristiques optiques [16, 43]

Le composite utilisé devra offrir plusieurs gammes de teinte pour imiter au mieux la masse dentinaire (opaque), ainsi que les masses amélaire et incisale (translucide).

L'opacité et la fluorescence de la dent naturelle sont données par la dentine. Elles seront donc reproduites par des teintes opaques contenant, au sein de la matrice, des pigments photosensibles aux UV.

Afin d'obtenir un effet au plus proche du naturel, il faut impérativement reproduire l'opalescence de l'émail. Ceci est possible grâce à la translucidité des masses amélaires proposées par certains laboratoires, c'est-à-dire permettre le passage de 70% de la lumière incidente tout en gardant sa propre couleur.

La radio-opacité est aussi un élément à prendre en compte ; la visualisation sur une radiographie des matériaux d'obturation coronaire représente un avantage pour l'appréciation des surcontours, des récidives carieuses et des lacunes. Selon l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), un matériau peut être qualifié de radio-opaque lorsqu'il a une radio-

opacité équivalente à 1 mm d'aluminium, ce qui correspond environ à la radio-opacité de la dentine. Une majorité des composites qualifiés d'universels ou de polyvalents (composites microhybrides) a une radio-opacité supérieure à 2 mm d'aluminium.

L'état de surface du composite va jouer un rôle important dans l'aspect esthétique à long terme de la restauration et est directement influencé par la structure du composite. Le maintien d'une surface lisse est amélioré par l'utilisation de composite ayant des particules de taille moyenne de l'ordre du micron ou moins.

Les particules influenceront aussi par leur composition et leur dureté sur l'aspect de la surface et sa résistance à l'usure.

## **II-A-3-e-Comportement à l'insertion, après la polymérisation et à moyen et long terme[3]**

- À l'insertion :

Le composite est conditionné sous forme de seringues ou de compules, prêt à l'emploi. Le matériau est élastique et ne peut être condensé comme un amalgame ; il en résulte que la manipulation est plus difficile et dépendante du praticien. De plus, il nécessite un système adhésif pour obtenir un collage au tissu dentaire. Sa mise en place oblige un total isolement à l'humidité (salive, sang, fluide gingival...), l'utilisation d'un champ opératoire caoutchouté (digue) est nécessaire.

La viscosité d'un composite dit condensable permet d'améliorer la qualité des points de contacts.

- Après polymérisation :

L'étanchéité est dépendante de la qualité du système adhésif utilisé, mais également du coefficient de rétraction de prise (entre 2 et 3% en volume), du coefficient d'élasticité et de la cinétique de polymérisation.

L'esthétique est dépendante pour sa part des propriétés optiques et d'usure.

- À moyen et à long terme :

L'adhérence va diminuer avec le temps du fait de l'infiltration hydrique à l'interface. L'étanchéité va également diminuer du fait de l'infiltration d'eau interfaciale qui peut amener des phénomènes d'hydrolyses. De plus il existe une réaction de prise retardée ; environ 20% de la rétraction de départ.

L'absorption d'eau est limitée car la résine composite est hydrophobe. L'inconvénient est une expansion hydrique limitée et donc pas d'amélioration de l'étanchéité. L'avantage de cette hydrophobie réside en une limitation des colorations. Les propriétés mécaniques sont également peu affectées.

Le potentiel d'abrasion est limité en fonction de la taille des charges et de l'indice de dureté.

La dilatation thermique a peu d'influence sur l'étanchéité du fait de la faible conductivité de diffusion thermique du matériau.

## **II-B-Les systèmes adhésifs [34]**

### **II-B-1-Définitions**

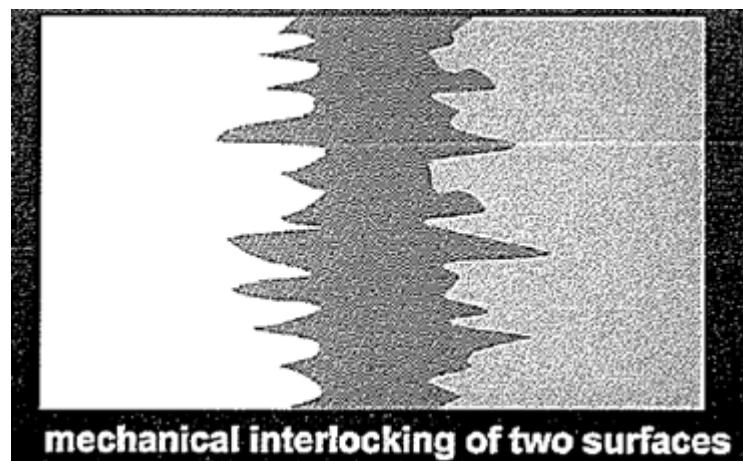
- L'adhésion :

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

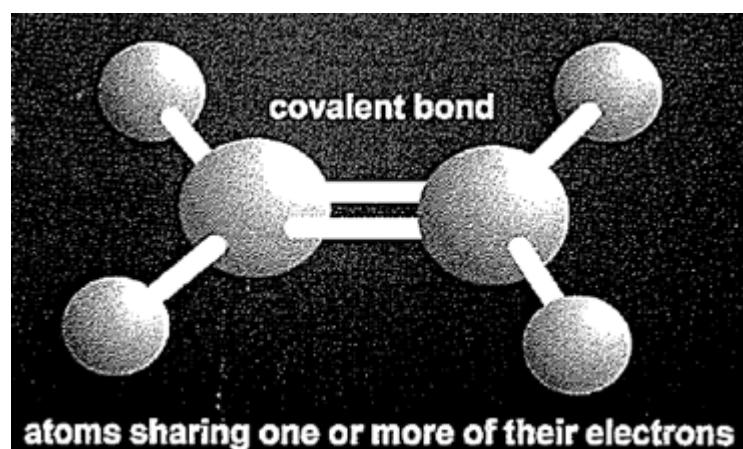
Les deux théories principales du phénomène d'adhésion sont :

-La théorie mécanique selon laquelle l'adhésif, après durcissement s'engrène mécaniquement dans les rugosités et irrégularité de la surface adhérente.

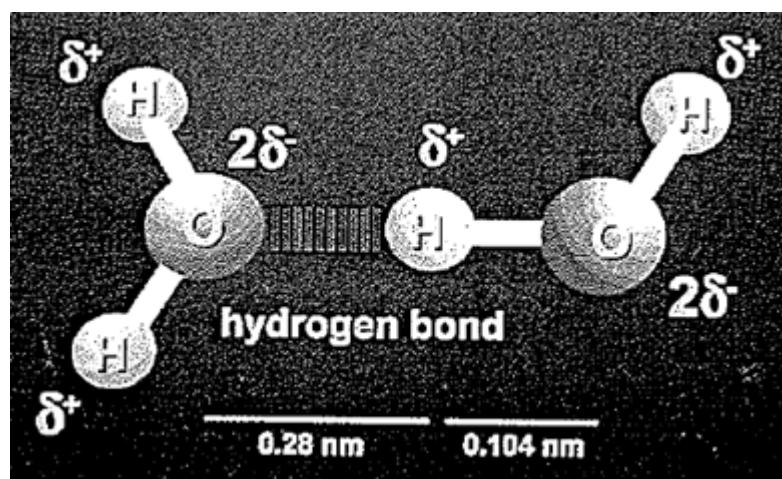
-La théorie d'absorption qui s'applique à toutes sortes de liaisons chimiques de l'adhésif à l'adhérent, par des liaisons primaires ou secondaires ; les premières sont des liaisons ioniques et covalentes et les secondes sont des liaisons hydrogènes, les dipôles et les forces de Van der Waals.



-Figure 19 : Théorie mécanique de l'adhésion- [34]



-Figure 20 : Liaison covalente des atomes- [34]



-Figure 21 : Liaison hydrogène- [34]

- 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.

- 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.

- 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.

- L'étanchéité :

C'est la capacité d'une interface à s'opposer aux passages des fluides. L'étanchéité marginale est l'un des facteurs majeurs qui déterminent la qualité fonctionnelle, l'innocuité biologique et la longévité de la restauration. En effet, elle empêche l'infiltration périphérique des fluides buccaux et de leur contenu bactérien, et donc la récidive carieuse. Elle permet aussi la prévention des douleurs post-opératoires, la prévention des dyschromies marginales et participe indirectement à la rétention de la restauration.

L'étanchéité marginale doit être évaluée à l'échelle du micromètre pour l'étude de l'infiltration bactérienne et à l'échelle du nanomètre pour la compréhension des mécanismes de l'hypersensibilité dentinaire.

## **II-B-2-Principes de collage [9]**

### **II-B-2-a-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 n'ombres 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'email et à la dentine,
- fournir un collage immédiat et durable,
- empêcher l'accès aux bactéries,
- être simple d'utilisation.

Par conséquent, la réalisation d'une bonne adhésion aura des incidences cliniques et directes sur plusieurs points :

-La rétraction de polymérisation des composites même faible est inévitable et provoque une perte d'étanchéité. Nombreuses sont les études qui indiquent que la force d'adhésion est plus rapide et plus intense que la contrainte de tension qui accompagne la polymérisation si un adhésif est placé entre la résine composite et le tissu dentaire minéralisé. D'où la nécessité du biseautage avant le mordançage afin d'augmenter la surface d'adhésion.

-L'étanchéité comme expliquée précédemment.

-Les incidences biologiques, les sensibilités pulpaires post-opératoires sur la dentine résiduelle inférieure à 2 mm d'épaisseur sont rendues faibles voire nulles par l'interposition d'un adhésif amélo-dentinaire.

## **II-B-2-b-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.

La mouillabilité est plus précisément définie par la loi de YOUNG-DUPRE qui donne l'expression de l'angle de contact statique d'une goutte liquide (adhésif) déposée sur un substrat solide (émail ou dentine), en équilibre avec une phase vapeur. Cette loi est reliée aux trois énergies interfaciales. Plus le liquide s'étale sur la surface, plus l'angle de contact est proche de zéro, et meilleur est le mouillage. La mouillabilité d'un adhésif implique son potentiel à déplacer d'autres liquides ou gaz de façon à pouvoir être en contact intime avec une surface. [34]

## **II-B-2-c-La rétention mécanique**

La mesure de l'angle de contact permettant d'évaluer la mouillabilité d'un liquide donné sur une surface donnée est basée sur l'hypothèse que la surface est parfaitement plane et lisse. Cependant, à l'échelle microscopique, la surface paraît toujours plus ou moins rugueuse. C'est là un avantage : la surface développée et donc la surface du collage est augmentée. De plus les irrégularités de surface créent une pression capillaire de l'adhésif qui

aide à sa diffusion dans la surface rugueuse. À l'inverse, si la viscosité de l'adhésif est trop élevée pour qu'il n'imprègne la surface rugueuse, des bulles d'air peuvent être retenus.

## **II-B-2-d-L'adhésion chimique**

L'idée que les matériaux de restauration adhésifs collaient chimiquement à la structure dentaire est ancienne et tenace.

La liaison chimique primaire se fait si des électrons de deux atomes différents sont mis en commun, ce qui conduit à des forces covalentes ou ioniques de l'ordre de 2 à 6 eV.

L'adhésion des groupes polaires est appelée adhésion physique. Ces forces d'attraction secondaires sont dues à des interactions dipolaires et sont souvent de l'ordre de 1/50<sup>ème</sup> à 1/100<sup>ème</sup> des forces primaires. Ce type de liaison peut être établi rapidement, mais il est réversible car les molécules de surface restent chimiquement intactes.

En dentisterie, l'adhésion chimique n'a qu'une importance mineure. Il n'a jamais été prouvé que l'adhésion chimique intervenait dans le collage aux structures dentaires.

## **II-B-2-e-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.

## **II-B-3-L'adhésion à l'émail** [33, 34]

Une surface d'émail non traitée est lisse, donc non rétentive, ou couverte de plaque bactérienne, qui empêche tout contact intime d'un matériau avec la surface dentaire. L'émail doit donc être traité.

Les techniques adhésives ont débuté en 1955, lorsque BUONOCORE appliqua de l'acide phosphorique ( $H_3PO_4$ ) sur l'émail et prouva que la modification de la surface ainsi induite augmentait la rétention de pastille d'acrylique sur les dents humaines.

L'adhésion à l'émail est plus liée à la qualité du traitement de la surface qu'à la nature chimique de l'adhésif utilisé. Elle est toujours meilleure que celle à la dentine tant en terme d'étanchéité qu'en terme de valeurs d'adhérence. Il faut toujours la privilégier et la conserver.

L'économie amélaire est garante d'une longévité clinique plus élevée ; il faut donc rechercher et conserver des limites périphériques amélaires.

### **II-B-3-a-Composition et structure de l'émail (rappels)**

	Poids	Volume
Phase minérale	95%	90%
Phase organique	1%	2%
Phase acqueuse	4%	8%

L'émail aprismatiche (70% de l'émail chez les sujets jeunes et 30 à 50% chez les sujets âgés) est constitué uniquement de substance inter-prismatiche.

L'émail prismatiche est constitué de substance inter et intra-prismatiche.

L'émail de surface est variable, il y a alternance aléatoire et non visible de plages d'émail aprismatiche et prismatiche.

## **II-B-3-b-Principes du mécanisme d'adhésion à l'émail** [2, 33, 34]

L'adhésion mécanique se fait par pénétration d'une résine fluide dans les anfractuosités créées par un traitement de surface adapté : c'est le microclavetage par des brides de résine (appelée tags).

Selon la loi de JURIN LAPLACE, un système fluide, s'il a le choix entre des petites et des grandes anfractuosités, ira dans les deux mais quand même plus dans les petites (en plus grande quantité).

Le traitement de surface de l'émail se fait en deux temps : étape de nettoyage suivi d'une étape de mordançage.

### **-Le nettoyage :**

Son but est d'éliminer les adsorbats salivaires. Pour se faire, trois procédures peuvent être utilisées :

-passage de la brossette enduite d'un produit abrasif idéalement non fluoré, montée sur contre-angle puis rinçage avec le spray air/eau,

-aéro-polissage : c'est la projection de bicarbonate de sodium dans un spray air/eau sous pression puis rinçage avec le spray air/eau pour éliminer les particules de bicarbonates,

-aéro-abrasion : c'est la projection de particules d'oxyde d'aluminium sous pression puis rinçage avec le spray air/eau.

### **-Le mordançage :** [9, 33]

Il va avoir trois actions sur l'émail :

-au niveau énergétique : augmentation de l'énergie libre de surface de l'émail (doublée), ce qui entraîne une augmentation de la mouillabilité (donc la possibilité de s'étaler),

- au niveau topographique : en raison de la structure prismatique (qui implique la juxtaposition de substances inter et intra-prismatique) en créant des micro-rétenions par dissolution sélective des substances inter et intra-prismatiques,
- au niveau perte de substance : de 5 à 10 µm d'épaisseur d'email.

Le mordançage se fait par une réaction acide/base. En effet, l'hydroxyapatite contenu dans l'email est un solide basique alors que la solution (ou gel) de mordançage est un acide. La réaction entre les deux donne la formation d'un sel (le phosphate de calcium) et d'eau.

Le rinçage de la surface est indispensable pour éliminer le produit de la réaction (sels de phosphate de calcium) qui entraînerait des bouchons.

Après mordançage, rinçage et séchage, on peut observer la disparition de la smear-layer et la dissolution sélective de l'email selon deux schémas typiques :

- dissolution de type I : le prisme est préférentiellement dissous, mettant en relief l'email interprismatique (profondeur = 5 µm),
- dissolution de type II : l'email interprismatique est préférentiellement dissous, mettant en relief les prismes (profondeur = 30 µm).

Après mordançage, on passe de 40 mJ/cm<sup>2</sup> à 80mJ/cm<sup>2</sup> avec en plus une tension superficielle de l'adhésif de 35 mJ/cm<sup>2</sup> : les conditions de mouillage sont alors établies.

Les facteurs d'optimisation du mordançage sont : la nature de l'acide, la concentration en acide, le temps d'action de l'acide, la consistance de l'acide, le temps de rinçage, la contamination exogène et les limites de préparation cavitaire :

- La nature de l'acide :

Il y a trois options :

-les acides minéraux : l'acide phosphorique, dont la concentration varie selon les fabricants (10 à 40%) ou l'acide nitrique dilué mais plus utilisé actuellement,

-les acides organiques : maléique, citrique ou oxalique dont le pH est plus élevé mais moindre force que l'acide phosphorique,

-les monomères d'acides : esters méthacryliques (primaires auto-mordançants) ; leur pH est supérieur à celui de l'acide phosphorique donc ils sont moins efficaces.

Leurs performances sont faibles sur l'email. Ils doivent être utilisés sur un email préparé par fraisage ou micro-sablage.

- La concentration en acide :

Il faut un juste milieu entre un acide trop concentré ou pas assez. Si l'acide est trop concentré, la quantité minimale d'eau est de 40% nécessaire pour avoir une bonne ionisation de l'acide. De plus le gel est trop visqueux donc non manipulable.

La concentration idéale se trouve entre 15 et 40% pour obtenir des valeurs d'adhérence élevées, comprises entre 20 et 30 MPa et lutter efficacement contre les contraintes générées par le retrait de polymérisation du composite.

La visualisation de mordançage se fait par l'apparition d'une surface d'aspect blanc crayeux et mat après le rinçage. Cet aspect est obtenu avec des concentrations supérieures à 20%.

L'inconvénient des monomères d'acide des adhésifs auto-mordançants est qu'on ne voit pas l'efficacité du mordançage.

- 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.

Le temps peut être modifié en fonction de la localisation et de la surface chez un enfant et de la qualité de l'email (l'email fluoritique est plus résistant à la dissolution acide).

- La consistance de l'acide :

Il n'y a pas de différence significative en termes de valeur d'adhérence entre une version « gel » et une version « liquide » d'un agent de mordançage.

On préfère le gel pour avoir une application rigoureusement sélective et précise car le gel ne coule pas.

Le gel est coloré, donc visible ce qui facilite l'élimination des excès lors de la phase de rinçage.

- Le temps de rinçage de l'acide :

Il doit se faire avec le spray air/eau. Un minimum de 15 secondes est nécessaire pour assurer l'élimination totale des produits de la réaction. On obtient alors des valeurs d'adhérence élevées de 20 à 30 MPa.

Plus le temps de séchage augmente, plus les valeurs d'adhérence sont élevées. Il peut se faire en plusieurs séquences de quelques secondes.

- La contamination exogène :

Elle a pour origine les fluides buccaux : salive, sang et fluide gingival. Une exposition d'une seconde est suffisante pour que les protéines s'absorbent sur l'émail mordancé et ne puissent pas être éliminé par un simple rinçage au spray : les adsorbats perturbent l'adhésion de la résine adhésive. Un nouveau traitement de 5 secondes serait alors nécessaire.

- Les limites de préparation cavitaire :

En face occlusale, des biseaux peuvent être faits alors qu'on n'en fait pas en cervical.

## **II-B-4-L'adhésion à la dentine** [33, 34]

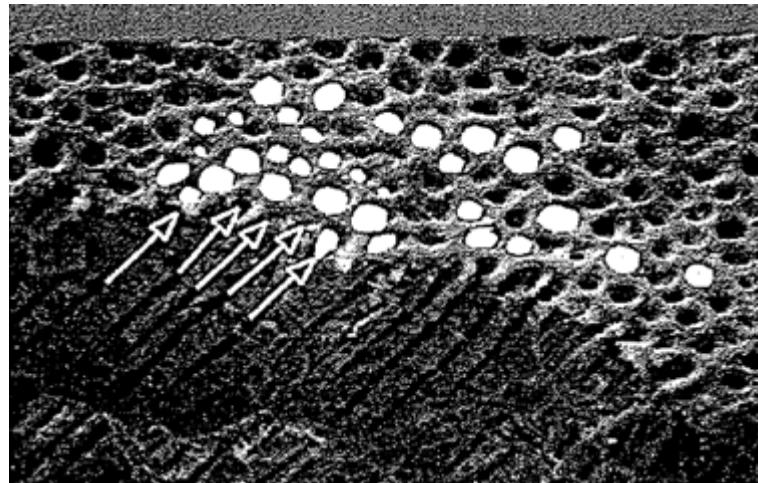
### **II-B-4-a-Composition et structure de la dentine (rappels)**

La dentine est faite de deux substrats minéralisés de compositions différentes, la dentine intertubulaire, peu minéralisée et la dentine péritubulaire, très minéralisée. Les tubules dentinaires renferment un prolongement odontoblastique et du fluide dentinaire.

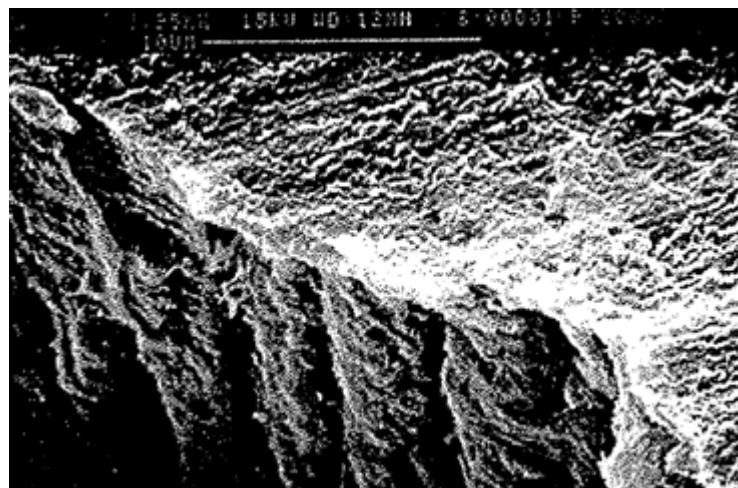
Cette structure complexe de la dentine rend difficile l'établissement de collages durables sur ce substrat.

### **II-B-4-b-Principe de collage à la dentine**

Chaque utilisation d'instrument dans la dentine laisse une couche de boue dentinaire en surface. Cette couche poreuse, épaisse d'environ 1 à 7 µm, est composée d'hydroxyapatite et de collagène modifié. La boue obture les tubules dentinaires et s'oppose au suintement du fluide dentinaire.

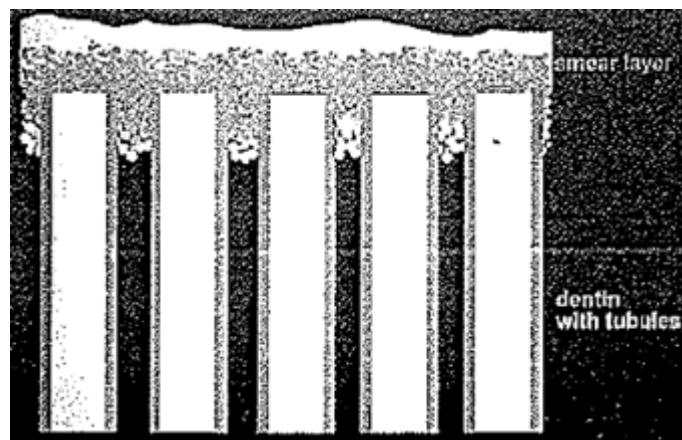


-Figure 22 : Suintement d'eau dans les tubules dentinaires- [34]

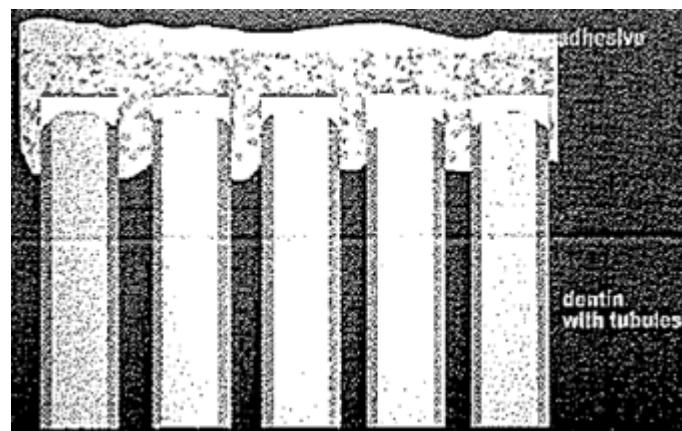


-Figure 23 : Boue dentinaire (MEB, X4000)- [34]

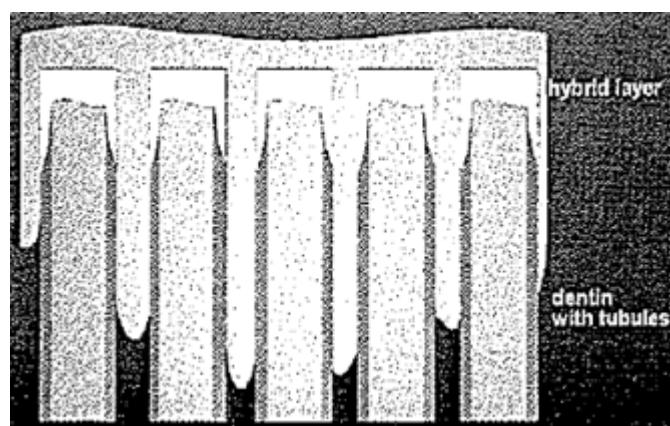
Mais surtout, cette boue dentinaire empêche tout contact direct de n'importe quel matériau avec le substrat dentinaire. Il faut donc la traiter et cela peut être fait de différentes façons : elle peut être utilisée comme substrat, ce qui signifie que l'adhésif utilise les porosités qu'elle renferme, ou elle peut être modifiée, c'est-à-dire sélectivement dissoute ou complètement éliminée :



-Figure 24 : Traitement de la boue dentinaire en vue d'un collage : infiltration de la boue dentinaire- [34]



-Figure 25 : Traitement de la boue dentinaire en vue d'un collage : dissolution sélective de la boue dentinaire- [34]



-Figure 26 : Traitement de la boue dentinaire en vue d'un collage : élimination de la boue dentinaire- [34]

Le collage au contact de la boue dentinaire ne permet d'obtenir que des collages peu résistants. Par conséquent, un contact intime avec la dentine ne peut être obtenu que si la couche de boue dentinaire est au moins en partie dissoute et incorporée à la couche d'adhésif ou totalement éliminée. Ces deux résultats peuvent être obtenus par traitement avec des solutions acides.

Ainsi l'adhésion à la dentine est mécanique et double, par la création :

-d'une couche hybride (velcros biologique) entre d'une part la résine adhésive et d'autre part, en fonction de la stratégie de collage, la boue dentinaire ou la dentine intra et intertubulaire déminéralisée,

-de brides de résines adhésives (tags) dans la lumière des canalicules dentinaires principaux et secondaires.

## **II-B-5-La classification des systèmes adhésifs amélo-dentinaires [8, 47]**

### **II-B-5-a-En fonction de leur date d'apparition**

C'est une classification selon leur génération ; il n'y a pas d'implication fonctionnelle ou clinique mais seulement un intérêt commercial :

-1<sup>ère</sup> 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 Cavity Seal. 1952).

-2<sup>ème</sup> génération (1980-1985) : la recherche, notamment l'équipe de PASHLEY D.H, s'oriente sur la connaissance et la caractérisation de la boue dentinaire. On la considère toujours comme un barrage naturel à la diffusion des agressions en direction pulpaire. Mais il est cependant clairement établi qu'il faut chercher des liaisons directes au substrat dentinaire sous-jacent : deux buts contradictoires inatteignables...

Le principe de cette génération consistera à opérer un conditionnement dentinaire avec un acide faible type EDTA à 22%, à l'élimination de la partie superficielle de la boue dentinaire et à opérer une liaison sur la boue dentinaire résiduelle.

L'adhésion sera améliorée, mais restera limitée, avec une résistance en traction de 5 à 7 MPa, insuffisante pour résister aux contraintes de contraction.

-3<sup>ème</sup> génération (1985-1990) : Les échecs des générations précédentes font prendre conscience de l'importance de traiter la boue dentinaire, responsable de la dispersion dans les résultats obtenus concernant les forces d'adhésion. Ces nouveaux systèmes ouvrent la voie d'un véritable collage avec la dentine, à la fois chimique et micromécanique. En effet, c'est avec la troisième génération qu'apparaissent : le conditionneur dentinaire (agent de traitement de surface) dont le but est de traiter la dentine avec un acide faible comme l'acide maléique, l'agent de couplage dont le but est d'obtenir une adhésion avec la dentine et des molécules développant une liaison chimique avec les regroupements amines du collagène et enfin l'agent de liaison photopolymérisable qui est une résine adhésive hydrophobe que l'on photopolymérise en surface.

-4<sup>ème</sup> génération (1990) : il comprend trois composants (donc trois flacons distincts) : le conditionneur dentinaire, l'agent de couplage et l'agent de liaison photopolymérisable.

-Le conditionneur dentinaire : son objectif est de traiter la dentine avec le même acide fort que l'email pendant 15 à 20 secondes pour éliminer complètement la boue dentinaire, déminéraliser la dentine superficielle et exposer ses fibres de collagène et déminéraliser la dentine péricanaliculaire et élargir les canalicules en forme d'entonnoir.

-L'agent de couplage (primer) : ses objectifs sont de transformer une surface dentinaire hydrophile en une couche hydrophobe et spongieuse, apporter un maximum de monomère dans les canaux interfibrillaires, transformer le réseau collagénique dense en un réseau moins dense et l'utilisation d'un produit mouillant présentant une faible tension superficielle (TS). Il est composé d'HEMA (hydroxyéthyl diméthacrylate) et d'un solvant volatile (eau, acétone ou alcool). Est née avec cette génération d'adhésif, la théorie du « wet bonding » (KANCA J. 1992), ou collage en milieu humide, qui repose sur maintien d'une certaine humidité pour maintenir les « algues » collagéniques dressées de façon à ce que l'agent de couplage puisse s'infiltrer entre elles. Ainsi pour le séchage, sera utilisée une boulette de coton et non pas le spray, on réalise un « buvardage ».

-L'agent de liaison photopolymérisable (adhésif ou bonding) : son objectif est d'obtenir une couche de résine hydrophobe qui doit pénétrer en profondeur dans la couche de dentine déminéralisée et copolymériser avec la résine hydrophile (HEMA) sous-jacente. Cet agent est habituellement une résine chargée ou non, contenant principalement des monomères hydrophobes (bis-GMA, TEGDMA ou UEDMA) et un photoamorceur (camphroquinone). L'adhésion dentinaire est alors principalement basée sur une accroche micromécanique située à deux niveaux : la couche hybride et les digitations de brides (tags). Cela permet d'établir un joint étanche isolant le complexe dentino-pulpaire et d'empêcher la pénétration de micro-organismes. Ce complexe se comporte comme une couche élastique qui participa au maintien de l'adhésion en résistant aux contraintes de contraction de la résine composite sus-jacente.

-5<sup>ème</sup> 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.

-6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> génération (2000) : il ne reste plus qu'un flacon pour les trois produits.

## **II-B-5-b-La classification moderne [48]**

Elle est née à partir du moment où la communauté scientifique a accepté définitivement le principe du mordançage total (1994). Depuis tous les systèmes commercialisés répondent du même principe d'adhésion micro-mécanique : tous aboutissent à la formation d'une couche hybride et de brides résineuses.

Cette classification repose sur les principes d'action et sur le nombre de séquence d'application des produits (DEGRANGE, 2004).

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

-Les systèmes avec mordançage 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 :

MORDANCAGE⇒rinçage-séchage⇒PRIMER⇒séchage⇒ADHESIF⇒photopolymérisation

→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 :

MORDANCAGE⇒rinçage-séchage⇒PRIMER+RESINE⇒photopolymérisation

-Les systèmes auto-mordançants (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⇒RESINE⇒photopolymérisation

→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+RESINE⇒photopolymérisation

## **II-B-5-c-Choix de l'adhésif**

Les systèmes M&R3 doivent toujours être considérés comme le « gold standard ». Chaque système reste sensible à la manipulation, à l'une ou l'autre des étapes de leur mise en œuvre. Une manipulation rigoureuse s'avère nettement plus importante que la nature de l'adhésif utilisé.

### **III-TECHNIQUE DE STRATIFICATION**

#### **III-A-Définitions**

La stratification de composites sur le secteur antérieur correspond à la restauration, en technique directe, des incisives et des canines maxillaires et/ou mandibulaires à l'aide de composites dont les propriétés optiques se rapprochent de celle de l'émail et de la dentine.

L'objectif de la stratification est de se rapprocher au mieux du modèle de la dent initiale :

- Forme (usage d'une clé en silicone),
- Teinte (différents teintiers et guide d'association des teintes),
- Etat de surface (sculpture, finition et polissage). [4]

#### **III-B-Indications et contre-indications** [39]

##### **III-B-1-Indications**

Cette technique est indiquée si le volume, l'étendue ou le nombre de restaurations sont limités. Elle convient parfaitement dans le cas de fermeture d'un diastème ou de modifications de forme d'une dent.

##### **III-B-2-Contre-indications**

- Lorsqu'il devient difficile de maîtriser simultanément la teinte, la forme et l'herméticité de restaurations volumineuses et nombreuses,
- La technique est opérateur-dépendante,
- Difficile sur des dents très caractérisées (comme chez les personnes âgées),

-Principes de biomécanique : « Lorsqu'une grande quantité d'émail ( $E=80\text{GPa}$ ) est absente, les propriétés mécaniques de la résine composite ( $E=20\text{GPa}$ ) ne permettent plus de restaurer la rigidité de la couronne... » (MAGNE P. , 2003).

### **III-C-Principes** [12, 16, 18]

La dent est composée de trois types de tissus (émail, dentine et cément) qui, de par leur situation et leur composition, déterminent la couleur de la dent naturelle.

Les caractéristiques optiques de ces tissus diffèrent de façon significative. Par conséquent, il est impossible de restituer les propriétés optiques originales de la dent avec un seul matériau de reconstitution si la cavité est constituée à la fois de dentine et d'émail.

Le problème esthétique majeur des reconstitutions en résine composite provient de la diffusion/transmission de la lumière à travers ce biomatériau. Il doit comporter des propriétés de biomimétisme par rapport aux tissus naturels de la dent. Ca n'est le cas que depuis 1990 avec le développement du composite micro-hybride XRV Herculite® (Kerr-Hawe).

Le principe est de restituer la teinte de base de la dent par addition de différentes couches de composites de teinte et de translucidité différentes à la façon d'un céramiste pour la réalisation de couronnes esthétiques.

### **III-D-Techniques indirecte et directes**

#### **III-D-1-La technique indirecte (rappels)** [19, 20, 21, 46, 55]

La technique indirecte demande une préparation particulière de la dent afin d'obtenir une intégration « invisible » de la facette composite ou céramique.

Cette préparation implique de laisser un maximum d'émail surtout au niveau des limites pour assurer une étanchéité optimum. Dans cette optique, le calibrage de la profondeur de préparation sera de 0,4 mm de profondeur au collet et jusqu'à 0,8 mm à 1 mm dans les zones où l'émail est le plus épais. Au bord libre, la réduction est de 1 à 2 mm. De plus, il est

nécessaire de réaliser un retour palatin pour un meilleur résultat esthétique au niveau du bord incisif, une meilleure rétention de la dent provisoire et un positionnement facile de la facette en céramique lors du collage. Le deuxième temps de la préparation consiste à éliminer les zones d'émail fragilisées. Enfin le polissage est réalisé à l'aide d'une fraise à grains fins.

La limite de la préparation sera placée de 0,5 à 1 mm supra-gingival pour se retrouver juxta ou légèrement supra-gingival après la dépose des deux fils de rétraction gingivale. Il sera possible d'enfouir la limite sous la gencive dans le cas de dents dépulpées et colorées.

Les limites proximales forment deux canelures qui s'enfoncent dans l'espace interdentaire, sous le point de contact, pour éviter que le joint facette/dent ne soit visible à ce niveau. Les points de contact proximaux sont alors restés intègres.

Ainsi la technique indirecte reste une bonne solution esthétique mais elle implique tout de même un gros délabrement de la dent concernée. De plus elle nécessite plusieurs séances (préparation et réalisation de la dent provisoire, empreintes et pose) qui peuvent gêner le patient et le coût de cette réalisation n'est pas des moindres puisqu'elle nécessite l'intervention d'un laboratoire pour la réalisation de la prothèse.

### **III-D-2-La technique directe** [13, 15, 24, 44]

Les techniques de stratification des composites sont conçues pour avoir des applications cliniques directes. Elles doivent être relativement simples et suivre un protocole qui ne fait appel qu'à la capacité d'observation du praticien.

Au cours des années, il a été décrit plusieurs techniques de stratification des composites. Elles se différencient principalement par le nombre de couches nécessaires à la réalisation d'une stratification esthétique :

-Le concept du Dr DIETSCHI (1995) : Il est basé sur l'apposition de masses « dentine » opaques et de masses amélaires plus transparentes.

-Le concept classique en 2 couches : il est habituellement basé sur le teintier Vita Classic®, avec différentes teintes (A à D) et différentes saturations (1 à 4). Ce concept implique une reconstruction monochromatique et est basée sur le prétendu effet caméléon de la restauration avec les structures environnantes de la dent.

-Le concept classique en 3 couches : il est basé sur une reconstruction polychromatique, avec des variations d'opacité et de saturation de la face palatine à la face vestibulaire. Cela est rendu possible grâce l'apposition de masse « dentine » (opaque), de masse « émail » (body) et d'incisal (transparent).

-Le concept moderne en 2 couches : il comprend l'application de deux masses de base présentant les propriétés optiques des tissus naturels et permettant de tenir compte de l'agencement spatial des structures dentaires. Les masses « dentine » présentent diverses teintes et saturations, alors que les masses « émail » s'intègrent dans les techniques de stratification naturelle. Cette approche est non seulement appropriée cliniquement mais à également un grand potentiel esthétique.

-Le concept moderne en 3 couches : Il se fonde sur l'application des mêmes masses de base que précédemment mais il corrige le défaut de productibilité des structures naturelles en ajoutant des matériaux d'effets pour reproduire précisément les détails anatomiques. Ces matériaux d'effets sont interposés entre les couches de dentine et d'émail, comme les caractérisations, et ne doivent pas, pour cette raison, être systématiquement appliqués. Cette approche apporte un potentiel esthétique plus grand par le mimétisme des caractérisations individuelles.

### **III-E-Mise en œuvre clinique** [49, 56]

La pose d'un composite, de manière générale, se fait en plusieurs étapes. De plus le terme « stratification » implique également la pose d'un certain nombre de couche dans un ordre précis.

### **III-E-1-Elaboration de la carte chromatique de la dent**

Le protocole consiste à enregistrer une cartographie précise de la dent controlatérale en évaluant les épaisseurs et les saturations, voire la présence ou non de caractérisations particulières.

La dent doit être avant tout nettoyée à l'aide d'un mélange d'eau et de pierre ponce ou de pâte à polir afin d'éliminer la pellicule exogène acquise à sa surface. Cette étape est réalisée avant la mise en place du champ opératoire (ou digue) afin d'éviter la déshydratation de la dent qui n'aurait ainsi plus la même couleur.

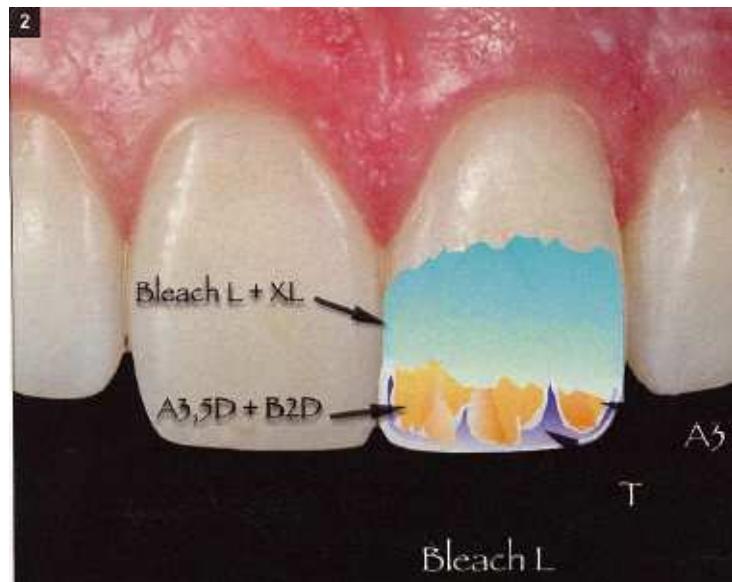


Figure 27 : Elaboration de la carte chromatique de la dent- [49]

### **III-E-2-Réalisation de la clé en silicone**

Cette étape peut être réalisée de deux manières :

-soit au laboratoire de prothèse : après avoir pris une empreinte, la laboratoire nous confectionne un modèle en plâtre avec un wax-up sur la dent à reconstituer. La clé en silicone sera donc prise sur le modèle.

-soit dans la même séance, au fauteuil : la dent est tout d'abord reconstituée en composite non collé. Cette reconstitution doit répondre aux critères anatomo-fonctionnels de la dent (esthétique, fonctionnalité et phonétique). Le guide en silicone (ou clé) peut ensuite être réalisé.

A l'aide d'un bistouri, le silicone sera découpé afin de laisser apparaître la face vestibulaire de la dent et sera réduit pour qu'il dépasse de 2 mm le bord libre. La clé nous permet donc de transformer une cavité complexe en une cavité simple.



*-Figures 28 & 29 : Réalisation de la clé en silicone-*

### **III-E-3-Anesthésie**

On réalise une anesthésie para-apicale locale.

### **III-E-4-Pose du champ opératoire**

La mise en place d'un champ opératoire (ou digue) est indispensable à l'herméticité parfaite dans toute procédure de collage. Elle concernera les quatre incisives et les canines afin de pouvoir contrôler les procédures cliniques. De plus, la digue permettra une légère rétraction gingivale, facilitant l'accès aux limites de la préparation.

### **III-E-5-Parage cavitaire et préparation des limites**

L'élimination des tissus carieux doit être la plus conservatrice possible. L'évolution des qualités des adhésifs et la résistance mécanique des nouveaux matériaux permettent aux préparations d'être moins mutilantes.

Un biseau périphérique doit être réalisé sur toute la périphérie de la préparation amélaire. Il doit être court (1 mm), ovalaire, angulé et épais (de 1 à 3 mm dans l'émail). Sa réalisation est indispensable car il permet :

- la réduction des micro-infiltrations au niveau du joint dent/composite,
- l'amélioration de l'adhésion grâce à l'augmentation de la surface mordancée,
- une bonne esthétique en permettant un recouvrement amélaire par une plus grande quantité de matériau,
- une meilleure diffusion de la lumière entre la dent et la restauration.

Ce biseau sera poli afin d'augmenter la mouillabilité et diminuer les vides au niveau de l'interface.



*-Figures 30 & 31 : Réalisation des limites de la cavités (biseaux vestibulaire, proximaux et palatins)-*

### **III-E-6-Protocole de mordançage et collage**

Il varie en fonction du système adhésif utilisé (M&R ou SAM). Il s'effectue donc en trois, deux ou une étape.

Nous allons ici prendre l'exemple d'un système de dernière génération, avec d'un côté, le mordançage et de l'autre un flacon réunissant le primer et l'adhésif (M&R2) :

-Le mordançage s'effectue à l'acide orthophosphorique à 30% pendant 30 secondes au niveau de l'émail et 15 secondes au niveau de la dentine. Il faut donc commencer par la surface amélaire. L'acide est ensuite rincé abondamment à l'eau puis, la dent est séchée mais non desséchée ! Elle doit être « moist » (ni humide, ni sèche).



*-Figures 32 & 33 : Mordançage-*

-L'adhésif peut ensuite être appliqué en respectant scrupuleusement le protocole du fabricant. Généralement, il faut l'appliquer durant 20 secondes, sécher légèrement et enfin photopolymériser pendant 20 secondes. Ce traitement de surface assure l'étanchéité de la restauration, évite la contamination bactérienne du complexe dentino-pulpaire et des sensibilités post-opératoires grâce à la création d'une couche hybride de qualité.

Le guide en silicone est ensuite mis en place et la stratification peut alors débuter.



-Figure 34 : Remise en place du guide en silicone.-

### **III-E-7-Réalisation du mur palatin**

Une couche d'environ 0,5 mm à 1 mm d'épaisseur de composite émail est appliquée directement dans le guide en silicone qui est alors plaqué contre la dent. En tapotant le composite, on augmente sa tyxotropie et sa maléabilité, ce qui permet la construction de l'émail palatin avec facilité et précision. Il s'agit d'une couche uniforme, allant jusqu'au bord libre de la dent.



-Figure 35 : Réalisation du mur palatin-

### **III-E-8-Réalisation des faces proximales**

Les parois amélaires interproximales sont réalisées avec une teinte émail identique à la paroi palatine. Le composite est plaqué sur des bandes matrices transparentes, galbées de préférence, recréant ainsi le profil d'émergence et le point de contact.



-Figures 36, 37 & 38 : mise en place de la matrice en plastique et élaboration des faces proximales-

### **III-E-9-Réalisation du noyau dentinaire**

Le corps dentinaire, ou « corps chaud » de la dent, va être constitué à l'aide des masses dentine en se référant à la carte chromatique préalablement établie. Il s'agit d'un placement tri-dimensionnel depuis la paroi palatine par de petits incrément de composite. L'espace requis pour l'application ultérieure des matériaux d'effets et de l'émail vestibulaire est évalué depuis le bord incisif jusqu'aux limites de la préparation. De ce fait un contrôle régulier de l'épaisseur des incrément est nécessaire, en vue vestibulaire et en vue axiale. Ainsi, au fur et à mesure de la restauration, les lobes, les mamelons et les sillons sont reproduits, ménageant des espaces pour les opalescents internes.



-Figure 39 : Réalisation des mamelons dentinaires-

### **III-E-10-Réalisation du bord incisal**

Si l'opalescence du composite émail n'est pas satisfaisante par rapport à la dent naturelle, alors il convient d'utiliser des matériaux d'effets. Les opalescences naturelles de l'émail sont reproduites à l'aide de matériaux d'effet bleu, placés entre les mamelons et au niveau incisal en restant généralement à 1 mm du bord libre.

### **III-E-11-Réalisation des caractérisations**

Suivant la carte chromatique établie, des matériaux d'effet peuvent être mis en place à ce stade pour recréer le mimétisme des caractérisations de la dent naturelle par de petits incrément de composite sur la couche dentine.

### **III-E-12-Réalisation du mur amélaire**

Cette couche est réalisée grâce à une masse composite émail translucide, identique à celui utilisé pour les parois palatine et proximale. Elle est appliquée afin de compléter le profil vestibulaire et de fournir la translucidité et l'éclat désirés à la restauration. Son épaisseur sera très fine, comme l'émail naturel ; plus fin en cervical qu'en incisal, pour ne pas interférer sur la teinte finale.

La photopolymérisation finale est réalisée en anaérobiose, en plaçant un film de gel de glycérine sur la restauration, ce qui permet d'éviter le défaut de polymérisation sur 40 µm du composite de surface. La résistance superficielle du matériau est alors augmentée ainsi que la longévité de l'état de surface et la pérennité de la couleur.

### **III-E-13-Contrôle de l'occlusion**

Cette étape est généralement brève du fait de l'utilisation de la clé en silicone mais ne doit pas être négligée pour autant.

### **III-E-14-Finitions**

La séquence sculpture/polissage est essentielle à la bonne intégration esthétique et fonctionnelle mais elle est aussi la plus difficile à réaliser. Elle consiste à recréer en bouche une morphologie et un polissage/brillantage efficace.

En vue de rendre la surface de la restauration identique à celle de la dent naturelle, nous réalisons cette étape de finitions en plusieurs étapes.

Tout d'abord, l'anatomie générale de la dent est contrôlée par l'usage de disques de grains de plus en plus fins.

Puis, dans un second temps, est réalisée la macromorphologie ; l'utilisation de fraises diamantées à basse vitesse permet de recréer les lobes et les fosses de la dent.

Ensuite, on utilisera une cupule de silicone qui permet, grâce à sa faible abrasivité, de lisser la surface sans effacer ce qui vient d'être dessiné.

Dans un troisième temps, nous nous intéresserons à la micromorphologie de la restauration ; avec une fraise diamantée à forte granulométrie, on réalise, par un mouvement latéral, des stries de surface pour obtenir une surface dentaire non uniforme, c'est à dire avec des surfaces plates et brillantes et des surfaces mates et rugueuses.

Enfin, vient la phase de polissage, effectuée au moyen de brossettes et de pâtes diamantée, à granulométrie décroissante (de 3 à 1 microns), qui permettent, en les passant à basse vitesse, de rendre la surface lumineuse sans altérer la macro ni la micromorphologie créées auparavant.



-Figures 40, 41 & 42 : Passage des pointes siliconées blanche, verte et rose-

En conclusion, l'application du concept « des couches naturelles » par l'apposition logique de masses composites séparées qui imitent l'anatomie naturelle de la dent présente des avantages clairs pour le praticien ; elle rend le protocole et les résultats plus efficaces et prévisibles.

#### **IV-CAS CLINIQUES**

Pour illustrer la stratification des composites antérieurs, voici quelques cas cliniques, avant/après :

##### **-Cas N°1 :**

La patiente présente une incisive latérale droite rhyziforme et une agénésie de l'incisive latérale gauche. La stratification a permis de combler le diastème à droite et de transformer la canine gauche en incisive.



-Cas N°2 :

La patiente présente une fracture de l'émail suite à un choc. Après réparation au composite, la fracture est invisible.



-Cas N°3 :

Le patient présente de multiples fractures amélo-dentinaires suite à un traumatisme. Les quatre incisives supérieures sont touchées. Grâce à la technique de stratification, les quatre dents ont retrouvé leur anatomie initiale.



-Cas N°4 :

La patiente présente un diastème central et latéral droit, ainsi qu'une agénésie des incisives latérales. L'ajout de composite a permis de combler les diastème et de donner aux canines une forme s'approchant plus de celle des incisives latérales.



## **CONCLUSION**

La réhabilitation du sourire est un motif de consultation de plus en plus courant puisque nos patients, informés par les médias, sont conscients des déficiences esthétiques de leur sourire. De plus, l'image de la santé passe par une bonne apparence.

Au cours de ces quinze dernières années, la dentisterie adhésive a pris un essor considérable. L'utilisation des résines composites en stratification esthétique sur dents antérieures s'est considérablement développée. En effet, elle demeure une solution thérapeutique économique pour le patient, fiable, pérenne et rapide (une seule séance suffit). Les très grands progrès de la technique adhésive et des composites permettent désormais de réaliser des restaurations esthétiques qui, non seulement conservent mais renforcent la structure dentaire.

Beaucoup de praticiens pensent qu'il ne s'agit là que d'ajouter du composite sur la dent, mais, en fait, c'est bien autre chose. Pour parvenir à de bons résultats, il est indispensable de bien connaître différentes caractéristiques liées à la composition de la dent et à son comportement face à la lumière. Il est donc nécessaire de se rappeler que la couronne dentaire est constituée de deux éléments (émail et dentine) et non d'un seul et même bloc. Cette simple information est capitale pour ensuite étudier les caractéristiques morphologiques, colorimétriques et optiques qui sont propres à chaque dent.

Le développement de notre sens de l'observation est capital ; les paramètres morphologiques de la dent à reconstituer nous seront donnés en grande partie en observant l'anatomie des dents adjacentes. La compréhension des caractéristiques colorimétriques et optiques passe par la connaissance des trois composantes de la couleur (luminosité, saturation et teinte), et de la complexité des phénomènes optiques au sein de l'organe dentaire (réflexion, transmission, absorption).

Une fois la carte morphologique et chromatique établie, il reste à choisir le matériau le mieux adapté. Afin d'offrir aux praticiens la possibilité de réaliser des restaurations « invisibles », les laboratoires ne cessent de faire évoluer leurs matériaux. En effet depuis plusieurs années, les résines composites et les systèmes adhésifs n'ont cessé d'évoluer. Ainsi, nous avons vu arriver sur le marché, des composites aux propriétés optiques remarquables,

extrêmement proches de celles de la dent naturelle (de même pour les adhésifs : sept générations en 50 ans...).

Le dernier paramètre essentiel à la réussite de la restauration esthétique est la technique. De l'observation des carences des restaurations passées avec des composites et des méthodes inadaptés découle la technique opératoire du Docteur DIETSCHI D., dite technique des « trois couches ». Ce protocole permet d'architecturer les restaurations directes en copiant la nature. En effet, chaque strate de la dent est positionné dans sa situation anatomique propre, avec son épaisseur physiologique par l'utilisation de petites masses de différents matériaux.

C'est dans ce type de soins que l'expression « art dentaire » prend tout son sens. La technique de stratification est une méthode rigoureuse et précise qui ne laisse pas de place à l'improvisation. Elle est accessible à tous les praticiens qui s'en donnent le temps et les moyens. En effet, ces reconstitutions directes se font en une seule séance, contrairement aux méthodes indirectes, mais cette séance sera longue. De plus, elle demande au praticien d'avoir le panel de composites nécessaire. Le facteur temps/bénéfice est aussi à prendre en compte ; la technique directe est économique et avantageuse pour le patient mais malheureusement, bon nombre de chirurgiens-dentistes pensent prioritairement à leurs propres bénéfice... Ces trois éléments peuvent suffire à décourager un certain nombre de praticiens qui préfèreront alors pratiquer des méthodes indirectes pour reconstruire des dents antérieures (facettes, onlay-inlay ou couronnes).

Nous finirons notre travail par une expression de P. SAIZAR :

« La Grande Maxime en Art Dentaire est de se Donner Beaucoup de Peine pour Créer une Oeuvre qui Passe Inaperçue »

## **B I B L I O G R A P H I E**

- [1] AHMAD I.,  
Three dimensional shade analysis : perspectives of colors – Part 1.  
Pract. Periodont. Aesthet. Dent., 1999, 789-796.
- [2] ARCHI M-C., JEAN F.,  
Le collage, données actuelles.  
Cah. Prothèse N°85, 1994.
- [3] ATTAL J-P., GOLDBERG M., HAIKEL Y., JACQUOT B., JONAS P., MEDIONI E., TASSERY H.,  
Matériaux alternatifs à l'amalgame.  
Les dossiers de l'ADF, 2002, 8-12.
- [4] BACHELARD B.,  
Restauration antérieure en composite, la technique des trois couches.  
<http://www.dentalspace.com/dentiste/formation/148-restauration-anterieure-composite-technique-trois-couches.htm>
- [5] CAZIER S.,  
Stratification des composites (secteur antérieur) : une méthode simplifiée accessible à tous.  
Conférence : Se Mettre à l'Esthétique, 27 Septembre 2008.  
[http://www.asd\\_stpierre.be/index.php?option=com\\_content&task=view&id=39&Itemid=55](http://www.asd_stpierre.be/index.php?option=com_content&task=view&id=39&Itemid=55)
- [6] CHU S.J., DEVIGUS A., MIELESZKO A.,  
Fundamentals of color : shade matching and communication in esthetic dentistry.  
Tokyo : Quintessence Publishing, 2004.

- [7] DECUP F.,  
Odontologie restauratrice, Restaurations antérieures esthétiques : les résines composites en directes et les facettes collées.  
[http://www.adf.asso.fr/efm/site/thesaurus/detail\\_conference.efm?rubrique\\_origine=21&conference=8](http://www.adf.asso.fr/efm/site/thesaurus/detail_conference.efm?rubrique_origine=21&conference=8). 1999.
- [8] DEGRANGE M.,  
Systèmes automordançants : une mode ou la voie du futur ?  
Inf. dent., 2004, 15, 917-925.
- [9] DEGRANGE M., ATTAL J-P., THEIMER L.,  
Aspects fondamentaux du collage appliqués à la dentisterie adhésive.  
Réalités Cliniques, 1994, 5.
- [10] DE VOTO W.,  
Direct and indirect Restorations in the anterior area : a comparaison between the procedures.  
QDT, 2003, 27-138.
- [11] DIERKES M.,  
The beauty of the face : an orthodontic perspective.  
JADA Special Issue, décembre 1987, 83-88.
- [12] DIETSCHI D.,  
Composites directs : protocole de stratification en postérieur et antérieur.  
Compte-rendu SOP, Juillet 2005.  
<http://www.dreamdirectdesign.com/dentisfuturis/modules/news/article.php?storyid=581>
- [13] DIETSCHI D.,  
Free-hand composites resin restorations : A key to anterior aesthetics.  
Pract. Periodont. Aesthet. Dent., 1995, 7, 7, 15-25.

- [14] DIETSCHI D.,  
Free-hand bonding in the esthetic treatment of anterior teeth : creating the illusion.  
J. Esthet. Dent., 1997, 9, 4, 56-164.
- [15] DIETSCHI D.,  
Layering concepts in anterior composite restorations.  
J. Adhes. Dent. 1997, 71-80.
- [16] DIETSCHI D.,  
Progrès significatifs dans la technique stratifiée des restaurations antérieures en composite.  
Inf. Dent., 2002, 3, 127-131.
- [17] FAUCHER A.J.,  
Les secrets de la stratification des résines composites : comment réaliser une restauration naturelle.  
[http://www.adf.asso.fr/cfm/site/thesaurus/detail\\_conference.cfm?rubrique\\_origine=47&conference=19/2008](http://www.adf.asso.fr/cfm/site/thesaurus/detail_conference.cfm?rubrique_origine=47&conference=19/2008)
- [18] FAUCHER A.J., BROUILLET J.L., KOUBI G.F.,  
Restaurations en résines composites : sculpture, finition, polissage des résines composites.  
Inf. dent., 1983, 65, 24, 2245-2250.
- [19] FINEILLE C.,  
Les étapes préparatoires à la pose de facettes au cabinet dentaire.  
<http://www.feldentaire.com/DossProcera etapesfacette.html>
- [20] GÜREL G.,  
Les facettes en céramique, de la théorie à la pratique.  
Paris : Quintessence international, 2005.
- [21] GÜREL G.,  
Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers.  
Pract Proced Aesthet. Dent., 2003 Jan-Feb, 15, 1, 17-24.

- [22] JONES D.W.,  
Biomatériaux composites dentaires  
J Can Dent Assoc., 1998, 64, 732-4.  
<http://www.cda-adc.ca/jadc/vol-64/issue-10/732.html>
- [23] JORDAN R.E.,  
Esthetic composite bonding. Technique and materials. -2<sup>ème</sup> Ed.  
Canada : Mosby Year Book, 1991. -371p.
- [24] KHUN G., COLON P.,  
Composites antérieurs : technique de stratification simplifiée.  
Réalités Cliniques, 2003, 14, 4, 409-421.
- [25] La banque des mots,  
Terminologie de la céramique en prothèse dentaire conjointe.  
<http://www.cilf.org/3bm55.fr.html>
- [26] Laboratoire 3M santé,  
3M ESPE, recueil de résultats scientifiques, Filtek Suprême XT, Composite universel.  
Etudes cliniques in vivo, recherche in vitro, 2005.-51p.
- [27] Larousse,  
Dictionnaire.
- [28] LAUTROU A.,  
Abrégé d'anatomie dentaire.-2<sup>ème</sup> ed.  
Paris : Masson, 1986.-257p.
- [29] LE DENMAT D., N'GUYEN T., BONIFAY P.,  
La couleur en odontologie : caractéristiques objectives.  
Cah. Prothèse, 1987, 57, 49-72.

- [30] LOPES G.C., DDS, MS, phD ; OLIVEIRA G.M.S., Student,  
Direct composite resin restorations in posterior Teeth.  
<http://ce.compendiumlive.com/loadarticle.asp?quizid=87>
- [31] PARIS J.C., FAUCHER A.J.,  
Le guide esthétique, comment réussir le sourire de vos patients.  
Paris : Quintessence Inter., 2003.-309p.
- [32] PIETTE E., GOLDBERG M.,  
La dent, normale et pathologique.-1<sup>ère</sup> ed.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2001.-386p.
- [33] ROULET J-F.,  
Adhesives techniques : the standard for restoration of anterior teeth.  
Chap. 1 : Minimally Invasive Restorations with Bonding.  
Quintessence Publications, 1997, 3, p283.
- [34] ROULET J-F., DEGRANGE M.,  
Collages et adhésion, la révolution silencieuse.  
Paris : Quintessence Inter., 2000.-358p.
- [35] SDS ACTUALITES,  
Esthétique ou nouvelle pathologie dentaire  
<http://www.sds.news.com/public/news/archive/esthetique.htm>
- [36] SPREAFICO R., DIETSCHI D.,  
Concepts et matériaux modernes pour le traitement conservateur des dents postérieures  
en technique adhésive.  
Réalités Cliniques, 1998, 9, 3, 363-375.
- [37] TERRY D.,  
Conférence : Créer l'illusion du naturel, 2003.  
[http://cidemeeting.com/adhesifs/adhesif\\_dentaire.htm](http://cidemeeting.com/adhesifs/adhesif_dentaire.htm)

- [38] TOFFENITTI F., VANINI L.,  
Les composites dans les restaurations esthétiques. 1. Classification.  
Prat. Dent., 01/11/1986, 1, 8, 7-9.
- [39] TOUATI B.,  
Restaurations en composite en méthode directe : mise en forme et polissage.  
Inf. dent., 1999, 34, 2459-2453.
- [40] TOUATI B., MIARA P., NATHANSON D.,  
Dentisterie esthétique et restaurations en céramique.  
Rueil-Malmaison: CdP, 1999.-330p.
- [41] TRILLER M.,  
Histologie dentaire.  
Paris : Masson, 1993.-200p.
- [42] UBASSY G.,  
Forme et couleurs, les clés du succès en céramique dentaire.  
Paris : Julien Prélat, 1992.
- [43] VANINI L.,  
Light and color in anterior composite restorations.  
Pract Proced Aesthet Dent., 1996, 8, 7, 673-682.
- [44] VANINI L.,  
Technique de stratification anatomique. Restaurations en résine composite des secteurs antérieurs.  
Inf. Dent., 2006, 88, 37, 2291-2299.
- [45] VANINI L., MANGANI F.M.,  
Détermination and communication of color using the five color dimensions of teeth.  
Pract Proced Aesthet Dent., 2001, 13, 1, 19-26.

- [46] VANINI L., DE SIMONE F., TAMMARO S.,  
 Indirect composite restorations in the anterior region : a predictable technique for complex cases.  
*Pract Periodontics Aesthet Dent.*, 1997 Sep., 9, 7, 795-802.
- [47] VAN MERBEEK B., DE MUNCK J., YOSHIDA Y., INOUE S., VARGAS M., VIJAY P., 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.
- [48] 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.
- [49] VILLARES C-F.,  
 Comment restaurer une incisive centrale maxillaire ?  
*Dentoscope*, Avril 2010, 63, 36-40.
- [50] WILLIAM J., O'BRIEN, RYGE G.,  
 Les matériaux dentaires, Précis et guide de choix.  
 Paris : Edition Préfontaine Inc., 1982.-35-46.
- [51] WILLIAMS J.L.,  
 The esthetic and anatomical basics of dental prosthetics.  
*Dental Cosmos*, 1911, 1, 53.
- [52] Wikipédia,  
 L'encyclopédie libre.  
[http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Accueil\\_principal](http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Accueil_principal)
- [53] WINTER R.,  
 Visualizing the natural dentition.  
*J.Estheth. Dent.*, 1993, 5, 3, 102-117.

- [54] WOELFEL J-B., SCHEID R-C.,  
Anatomie dentaire, application à la pratique de la chirurgie dentaire.  
Paris : Maloine, 2007.-396p.
- [55] YAMAMOTO M.,  
Metals ceramics.  
Chicago : Quintessence Publishing, 1985.
- [56] ZYMAN P.,  
Fracture des bords incisifs : comment contrôler les difficultés opératoires avec les composites utilisés en technique directe ?  
Les Cahiers de l'ADF, 2000, 9.
- [57] ZYMAN P., KHUNG G., COLON P.,  
« Restaurations invisibles » en résines composites.  
Réalités Cliniques, 1999, 10, 2, 271-283.

**CONTI Maud – La stratification des résines composites sur dents antérieures.**  
NANCY 2010 : 91 pages. : 50 ill.

Th. : Chir-Dent. : NANCY I : 2010

Mots clés : Stratification  
Composite  
Esthétique  
Collage  
Dents antérieures  
Méthode directe

CONTI Maud – La stratification des résines composites sur dents antérieures.

Th. : Chir-Dent. : NANCY I : 2010

La stratification des résines composites sur dents antérieures est la méthode directe qui devrait être systématiquement employée pour reconstituer la région antérieure. En effet, cette technique permet d'obtenir d'excellents résultats durables et esthétiques. Cependant, elle requiert un certain apprentissage puisqu'il s'agit d'apposer des couches successives de résine composite dans le bon ordre et dans de bonnes proportions, en suivant un protocole bien précis. Cela passe par l'observation des caractéristiques des dents adjacentes, autrement dit, par l'observation de leur structure, leur colorimétrie et leur comportement face à la lumière. De plus, le choix des matériaux de collage les mieux adaptés, constitue un élément essentiel pour obtenir une restauration durable dans le temps. Une fois ces paramètres réunis, le praticien à toutes les clés en main pour réussir une reconstruction par stratification invisible, pérenne et fonctionnelle.

#### JURY :

Président : Monsieur J-P LOUIS  
Juge : Monsieur C. AMORY  
Juge : Monsieur S. HESS  
Juge : Mademoiselle S. PECHOUX

Professeur des Universités  
Maître de Conférences des Universités  
Docteur en chirurgie dentaire  
Docteur en chirurgie dentaire

Nom et adresse de l'auteur :

**CONTI Maud**  
77 bis rue des entrepreneurs  
75015 PARIS