
UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2013

2013-TOU3-3059

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Jérémy BRUCH

Le 19 Novembre 2013

**LA STRATIFICATION ANTERIEURE :
LE POINT EN 2013**

Directeur de thèse : Docteur Laurent ELBEZE

JURY

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur

Professeur Cathy NABET
Docteur Delphine MARET-COMTESSE
Docteur Alain AUTHER
Docteur Laurent ELBEZE



UNIVERSITE TOULOUSE III - PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2013

2013-TOU3-3059

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Jérémy BRUCH

Le 19 Novembre 2013

**LA STRATIFICATION ANTERIEURE :
LE POINT EN 2013**

Directeur de thèse : Docteur Laurent ELBEZE

JURY

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur

Professeur Cathy NABET
Docteur Delphine MARET-COMTESSE
Docteur Alain AUTHER
Docteur Laurent ELBEZE





FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

➔ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr SIXOU Michel

ASSESEURS DU DOYEN

* ENSEIGNANTS :

Mme GRÉGOIRE Geneviève

Mr CHAMPION Jean

Mr HAMEL Olivier

Mr POMAR Philippe

* PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme GRIMOUD Anne-Marie

* ÉTUDIANT :

Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard

Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme GRAPELOUP Claude

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean +

Mr LODTER Jean-Philippe

Mr PALOUDIER Gérard

Mr SOULET Henri

➔ ÉMÉRITAT

Mr PALOUDIER Gérard

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mr DOMINÉ, Mme GÖTTLE

Mme BACQUÉ, Mr TOULOUSE

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

Mr BARON

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

Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, M. PUJOL

Mr GARNAULT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

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

Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Mr MONSARRAT

Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr BARTHET
Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL
Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr PIOTROWSKI, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION

Chef de la sous-section : Mr CAMPAN
Professeur d'Université : Mr DURAN
Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
Assistants : Mme BOULANGER, Mr EL KESRI, Mme FERNET-MAGNAVAL
Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)

Chef de la sous-section : Mr KÉMOUW
Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT
Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET
Assistants : Mr BLASCO-BAQUE, Mme GAROBY-SALOM, Mme SOUBELLE
Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr GUIGNES
Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mr ARCALTE, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mme FOURQUET, Mr MICETTI
Chargés d'Enseignement : Mr BALQUERIE, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS.

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)

Chef de la sous-section : Mr CHAMPION
Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR
Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLISSAN, Mme VIGARIOS
Assistants : Mr CHABRERON, Mr DESTRUHAUT, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mme SOULES
Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Chef de la sous-section : Mme GRÉGOIRE
Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE
Maîtres de Conférences : Mme JONIOD, Mr NASR
Assistants : Mr CANIVET, Mr DELANNÉE
Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

MERCI,

A mes parents, pour tout l'amour, le soutien, les sacrifices et la patience (il en aura fallu) dont vous avez faits preuves. Vous m'avez appris à aller au bout des choses, à ne jamais abandonner. Vous m'avez construit. Je vous dois tout.

A Thibault, pour avoir été la cible de mes pires taquineries et pour notre complicité grandissante...finis vite que l'on puisse commencer à travailler ensemble.

A Mamie Lilou, pour ton inaltérable complicité depuis tout petit.

A Mamie Hélène, je me rappelle encore la première année, ton thé à la menthe inégalable, tes petits plats, ton soutien sans faille et ne t'en remercierai jamais assez.

A Charles, Corinne, Thierry, Annie, Michel, vous avez contribué à me façonner, merci pour tout ce que vous m'avez apporté et pour tous les souvenirs que je garde.

A Joelle, pour tes mots toujours justes dans les bons comme les mauvais moments.

A Patricia, j'ai suivi tes traces, tu m'as donné ma chance et va m'aider à prendre mon envol...merci pour tes conseils et ton indulgence! J'ai hâte d'exercer et de continuer à apprendre à tes cotés.

A Jackie, Philippe et Yohan, vous m'avez si bien accueilli et intégré dans votre famille.

A Marie-Claude, Régis, ma deuxième famille, merci pour tous ces moments de détente et de rigolade.

A Vincent, bien plus qu'un cousin, après nos bêtises d'enfants chez Mamie, nos bêtises de grands à Toulouse, Dublin, Biarritz, Dax...

A Sophie, tu auras été ma maman et mon souffre douleur pendant toutes ces années de fac. Sans toi je réviserais probablement encore l'implantologie!

A Anissa, ma révélation de la fac, pour ton humour, ta bonne humeur, tes confidences et ton amitié.

A Jer, qu'est-ce qu'on a ri...mon petit doigt s'en souvient encore.

A Micka, pour ta complicité, les fêtes, les après-midi et soirées d'été.

A Juju, pour ton éternelle amitié...ça fait un bail et qui sait on pourrait bientôt se trouver à nouveau réunis?

A Loulou, facetime, les blagues, les soirées... Je sais que je pourrais toujours compter sur toi dans les délires comme dans les difficultés, c'est ça l'amitié.

A Mylène, ma plus grande supportrice, pour notre passé, pour le bonheur de tous les jours, et pour notre avenir. Pour ton soutien pendant les nuits blanches de partiels, les ronéos tapées, la vidéo de paro... Tu m'as porté et supporté. Je ne serais pas celui que je suis aujourd'hui sans toi. Je nous souhaite le meilleur.

A notre Présidente du Jury,

Professeur NABET Cathy,

- Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etudes Approfondies de Santé Publique – Epidémiologie,
- Docteur de l'Université Paris XI,
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- Lauréate de la Faculté de Médecine,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire.

Vous nous faites le grand honneur de présider notre jury.

Pour la qualité de vos enseignements, votre approche humaine des soins,

Votre disponibilité et votre gentillesse,

Veillez recevoir par ce travail l'expression de notre profond respect.

A notre Jury,

Docteur MARET-COMTESSE Delphine,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Doctorat de l'Université de Toulouse,
- Diplôme Universitaire d'Imagerie 3D,
- Master 2 Recherche Epidémiologie Clinique,
- CES d'Odontologie Légale,
- Diplôme Universitaire de Recherche Clinique en Odontologie (DURCO),
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier.

Nous sommes très honorés par votre présence dans notre jury,

Nous vous remercions pour votre compétence, vos qualités humaines,

Votre pédagogie, votre gentillesse et vos conseils avisés durant notre cursus.

Soyez assurée de notre gratitude et de notre profond respect pour la qualité et la rigueur de votre enseignement.

A notre Jury,

Docteur AUTHER Alain,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Vice-Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Responsable de la sous-section Odontologie Conservatrice, Endodontie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- Lauréat de la Faculté de Médecine,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,
- Chevalier dans l'Ordre National du Mérite,
- Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques.

Vous avez accepté chaleureusement de siéger à notre jury de thèse,

Nous en sommes très honorés,

Tout au long de notre cursus nous avons apprécié votre pédagogie, vos conseils,

Ainsi que votre humour et votre personnalité,

Veillez trouver par ces quelques mots l'expression de notre haute estime.

A notre directeur de thèse,

Docteur ELBEZE Laurent,

- Chargé d'Enseignement à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Ex Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 d'Anthropobiologie : l'évolution de l'homme et ses mécanismes, ethnologie, sociologie de la Santé,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Vous nous avez fait l'honneur d'être l'instigateur et de diriger ce travail,

Pour tout le savoir que vous nous avez apporté, de ma première stratification antérieure en clinique à cette thèse, en passant par l'optionnel d'esthétique,

Pour votre bonne humeur et vos conseils,

Soyez assuré de notre sincère considération, de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Table des matières

INTRODUCTION	13
I. Critères esthétiques des dents antérieures saines dans la sphère oro-faciale	14
A. Forme et structure des dents antérieures	14
1. Dents antérieures et visage	14
2. Dents antérieures et sourire	15
3. Dents antérieures et personnalité	16
4. Relations entre les dents antérieures	17
5. Anatomie des dents antérieures	21
a. Anatomie générale	21
b. Les contours	22
c. Les lignes de transition	23
6. Etat de surface	24
7. Les tissus dentaires	28
a. L'émail	28
b. La jonction amélo-dentinaire	29
c. La dentine	31
B. Couleur des dents antérieures naturelles	35
1. Perception visuelle des couleurs	35
2. Les 3 dimensions fondamentales de la couleur	38
a. La luminosité	38
b. La saturation	38
c. La teinte	38
3. Dimensions complémentaires de la couleur des dents naturelles	39
a. Opalescence, fluorescence et translucidité	39
b. La texture de surface	40
c. Les caractérisations	40
4. La Carte chromatique de VANINI	41
C. Lumière et tissus dentaires	42
1. Interaction avec la matière	42
a. Transmission	43
b. Réfraction	43
c. Réflexion	44
d. Absorption	45
2. Trajet optique dans la dent	45
a. Dans l'émail	46
b. Dans la dentine	47
c. couche de haute diffusion	48
II. Orientation thérapeutique dans les défauts volumiques et matériaux de reconstitution	51
1. Orientation thérapeutique	51
2. Les résines composites de reconstitution	54
A. Rappels	54
1. Définition	54
2. Classification	54

a. Les composites macrochargés ou conventionnels...	55
b. Les composites microchargés	55
c. Les composites hybrides	56
d. Les composites et les nanotechnologies	57
e. Conclusion	59
B. Qualités requises pour la stratification antérieure	60
1. Propriétés biologiques	60
a. Biocompatibilité	60
b. Bioactivité	61
2. Propriétés physiques	61
a. Contraction de polymérisation	61
b. Le coefficient d'expansion thermique	63
3. Propriétés mécaniques	63
a. Résistance à la fracture	64
b. Résistance à l'usure et à l'abrasion	65
4. Aspects esthétiques	66
5. Pérennité à moyen et long termes	69
a. Absorption d'eau, solubilité	69
b. Stabilité de la teinte	70
c. Longévité	71
6. Bilan	72
3. Les adhésifs	73
A. Rappels	73
1. Définition	73
2. Composition	73
3. Classification moderne	75
a. Les M&R	75
b. Les SAMs	76
B. Le collage	79
1. Principe	79
a. L'adhésion	79
b. Cahier des charges	81
2. Adhésion à l'émail	85
a. Rappels sur la composition de l'émail	85
b. Mode d'adhésion	85
3. Adhésion à la dentine	88
a. Rappels sur la composition de la dentine	88
b. Mode d'adhésion	88
III. La stratification Antérieure	92
A. Définition	92
B. Indications / Contre-indications	92
1. Indications	92
a. Agénésie des incisives latérales maxillaires: transformation d'une canine en latérale	92
b. Fermeture de diastèmes	96
c. Restaurations de site 2 consécutives à des lésions carieuses proximales	99
d. La fracture d'angle	104
2. Contre-Indications	108
C. Historique	110

1.Stratification classique	111
a. Stratification classique en 2 couches.....	111
b. Stratification classique à 3 couches	112
2.Stratification moderne	113
a.Stratification moderne en 3 couches ou stratification histologique	113
b.Stratification moderne en 2 couches ou stratification sans email palatin	114
c.Avantages et inconvénients des méthodes dites modernes.....	114
D.PRINCIPE	116
E.Clinique	118
1.Avant: analyse et étapes cliniques préliminaires	118
a.Carte chromatique de la dent	118
b.Forme et clé en silicone	131
c.Préparation de la cavité	133
d.Mise en place du champ opératoire	136
2.La stratification	137
a.Mordançage et collage	137
b.Face palatine	138
c.Faces proximales	139
d.Coeur dentinaire	140
e.Couche de haute diffusion	143
f.Caractérisations, Intensifs, Opalescents	143
g.Couche amélaire vestibulaire	145
3.Après: finitions	148
a.Contrôle de l'occlusion	148
b.Finitions, polissage et lustrage	148
c.Maintenance	151
4.Apport du composite émail nanohybride HRi®	152
5.Pronostic	155
 CONCLUSION	 157
 BIBLIOGRAPHIE	 158

INTRODUCTION

Dans notre société actuelle, l'esthétique, l'harmonie et la beauté occupent une place primordiale.

Aussi, le tiers inférieur du visage joue un rôle essentiel dans la perception de l'esthétique faciale. Les patients accordent alors une importance toute particulière aux dents antérieures et sont de plus en plus demandeurs de soins esthétiques comme en témoigne le récent essor des éclaircissements dentaires.

La perte de substance dentaire représente un préjudice esthétique majeur, et les patients souhaitent des restaurations passant inaperçues.

En 1998, LUTZ définit les reconstitutions invisibles comme des «restauration adhésives, esthétiques, [...] dans le but de préserver les tissus durs tout en réhabilitant la fonction et le sourire».

Mais, remplacer différents tissus, émail et dentine qui ont des propriétés optiques différentes par un seul matériau donne des résultats à l'esthétique imparfaite. Par conséquent, à la fin des années 1990, plusieurs auteurs, tels que Lorenzo Vanini, Didier Dietschi ou encore Pascal Magne, en s'inspirant du travail effectué par les prothésistes dentaires pour la réalisation des céramiques, ont cherché à établir une méthodologie de restauration esthétique en technique directe, dite stratification antérieure, permettant l'obtention de résultats prévisibles et reproductibles. L'objectif étant d'imiter les effets optiques et les particularités des dents naturelles à l'aide de résines composites capables de se substituer aux tissus dentaires.

Parallèlement à ces recherches, les fabricants sont à l'origine d'une véritable révolution au niveau des propriétés mécaniques et optiques des résines.

Ainsi, aujourd'hui, les améliorations tant au niveau des techniques que des matériaux font que les exigences de nos patients, en plus d'être accessibles, ne sont plus incompatibles avec les impératifs biologiques et fonctionnels.

Si la clinique laisse une part à la création artistique, la réussite d'une restauration, s'intégrant dans le sourire, nécessite des connaissances précises sur les tissus dentaires, la forme, le contour, l'état de surface et les propriétés optiques des dents et sur leur rapport avec le sourire et les tissus gingivaux.

Ces composantes seront abordées dans un premier temps sous la forme d'un «focus» progressif, dans lequel nous étudierons les dents et leur milieu.

Le praticien devra alors choisir la solution thérapeutique la plus adaptée pour traiter la perte de volume. Dès lors, il lui faudra maîtriser les matériaux de restauration et les principes de collage. Ceci sera abordé dans une deuxième partie.

Enfin, les indications devront être connues et le protocole clinique et les principes de réalisation acquis. Nous terminerons donc par un développement dédié à la stratification antérieure à proprement parler.

I. Critères esthétiques des dents antérieures saines dans la sphère oro-faciale

A. Forme et structure des dents antérieures: du macroscopique au microscopique

L'analyse de l'esthétique du visage a mis en évidence l'importance de l'harmonie entre les différents éléments qui le composent.

Ainsi l'ambition de la dentisterie esthétique est de créer ou recréer des dents aux proportions agréables et un agencement dentaire en harmonie avec les lèvres, la gencive et le visage du patient. [24]

1. Dents antérieures et visage

WILLIAMS, a mis en évidence l'existence d'une relation harmonieuse entre la forme des dents et celle du visage. [153]

Il existe trois types de formes réparties, en Europe, comme suit:

- Carrées ou rectangulaires: à hauteur de 58%,
- Ovale: chez 21% des européens,
- Triangulaires: pour 21% des individus. [70, 153]

Lors de l'embryogenèse, le bourgeon frontal donne naissance au front, au nez et à la partie médiane des maxillaires alors, il existerait une similitude entre:

- la forme du nez et de l'incisive centrale,
- la largeur des incisives centrales et latérales et celle de la racine du nez,
- la distance séparant le sommet des cuspides des deux canines supérieures et la distance séparant les faces externes des deux ailes du nez,
- le quart de cette distance et la largeur de l'incisive latérale. [54, 87]

Dans le plan vertical, dans l'idéal:

- les pointes canines se trouvent sur une ligne de projection passant par l'aile du nez.
- la face distale des canines se situe en regard des commissures labiales.
- le plan sagittal médian, ligne de référence verticale, est perpendiculaire à la ligne bipupillaire et passe par le point inter-incisif maxillaire. [10, 54, 87, 154]

Dans le plan horizontal, la ligne de référence est la ligne bipupillaire. Elle doit idéalement être parallèle:

- avec la ligne passant par les collets des incisives centrales,
- avec le plan incisif et,
- au plan d'occlusion, lui-même parallèle au plan de Camper. [10, 87, 154]

La communication des données esthétiques et plus particulièrement des lignes de références de la face est un élément déterminant du succès des restaurations antérieures. [90]

Le Ditramax® a été développé dans cette optique et permet de:
 -enregistrer les lignes de référence de la face,
 -les transférer sur modèle. [90]

Il se compose de:

- une fourchette d'occlusion à enduire de silicone.
- un régleur bi-pupillaire dont le bord inférieur doit être aligné avec le centre des pupilles.
- un repère vertical médian qui doit coïncider avec le plan sagittal médian du patient.
- tiges postérieures à positionner parallèlement au plan de camper. [90]



Le Ditramax® (www.ditramax.com)

2.Dents antérieures et sourire

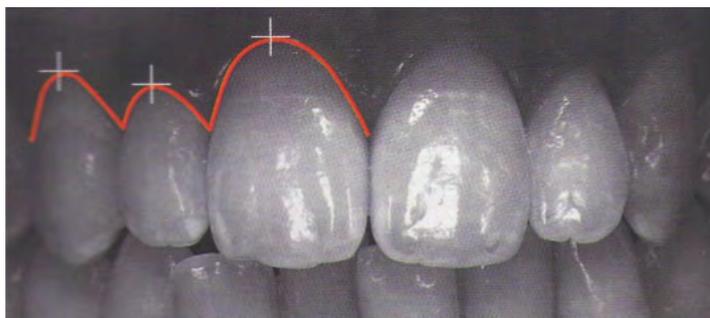
La notion « d'arc dentaire antérieur » met en évidence la relation entre les dents et les tissus environnants, en particulier les embrasures gingivales et les lèvres. Cet arc est limité vers le haut par la ligne gingivale ou ligne des collets et vers le bas par la ligne incisale.

Ces lignes ont un fort pouvoir expressif. [70, 80]

- La ligne gingivale:

Dans l'idéal:

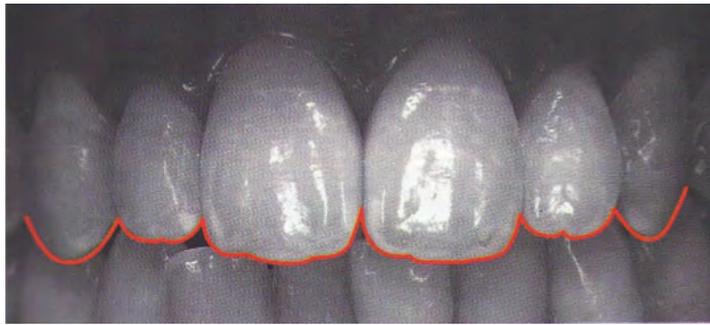
- le contour gingival doit être symétrique par rapport au plan sagittal médian, [70]
- le point le plus haut de ce contour, appelé aussi « zénith gingival » apparaît, au maxillaire, distalé sur les incisives centrales et les canines alors qu'il est plus centré sur les latérales. [70, 86, 114, 146]



Mise en évidence de la moitié de la ligne gingivale (en rouge) et des zéniths gingivaux (croix). [146]

- La ligne incisale:

Elle est formée par l'ensemble des bords libres des incisives, des pointes canines et des pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires. [146]



Mise en évidence de la ligne incisale en rouge. [146]

La ligne incisale doit être convexe et suivre la courbure de la lèvre inférieure lors du sourire. [70, 167]



Représentation et mise en évidence de la ligne du sourire. [167]

En conclusion, dans un sourire harmonieux: [70, 86]

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

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

-Les dents les plus dégagées font partie du groupe incisivo-canin supérieur et un sourire franc découvre généralement les premières prémolaires supérieures et de façon inconstante la seconde prémolaire et la cuspide mésiale de la première molaire.

-Les papilles interdentaires sont présentes, et de qualité.

La présence de trous noirs à ce niveau (après une chirurgie parodontale par exemple), aussi appelés «espaces négatifs», produit souvent un effet inesthétique complexe à résoudre. [86, 146]

3.Dents antérieures et personnalité

LOMBARDI associe à chacune des dents antérieures une des caractéristiques que sont l'âge, le sexe et la personnalité: [70, 80, 146]

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

-le sexe par la latérale et,

-la personnalité par la canine.

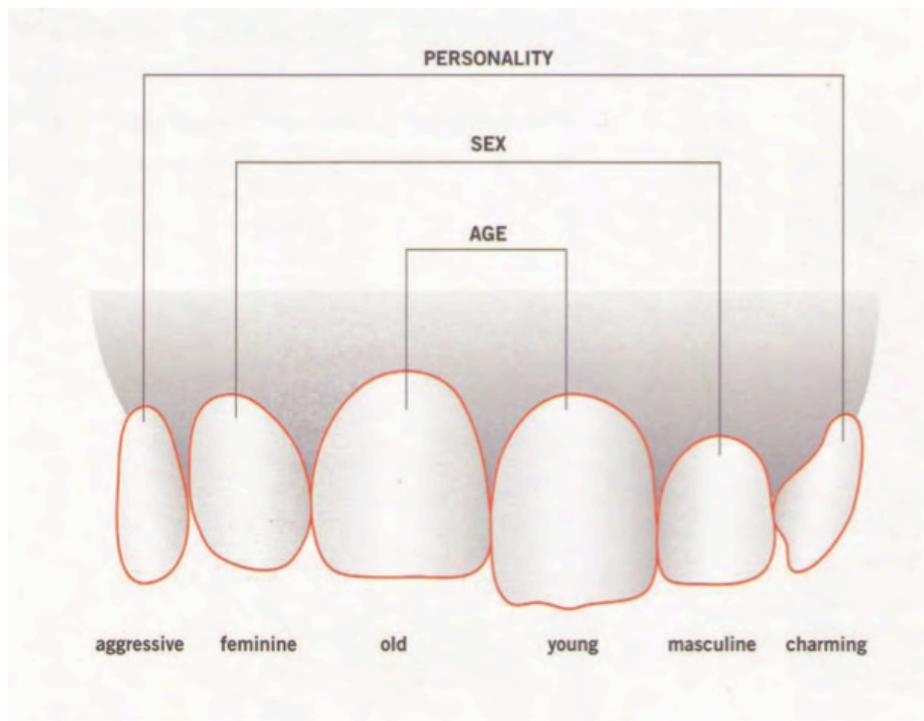


Diagramme de LOMBARDI établissant la relation entre les dents et la personnalité, le sexe et l'âge. [146]

4.Relations entre les dents antérieures

•Dimensions

Nombre d'études ont été réalisées dans le but de fournir au dentiste des informations géométriques de bases, des standards, sur lesquels le praticien peut s'appuyer mais dont les détails devront être adaptés pour améliorer l'intégration des restaurations en tenant compte des différences interindividuelles.

Dans ces études, deux dimensions sont prises en compte:

- la largeur mésio-distale et,
- la hauteur bord libre-gencive.

L'incisive centrale est en moyenne:

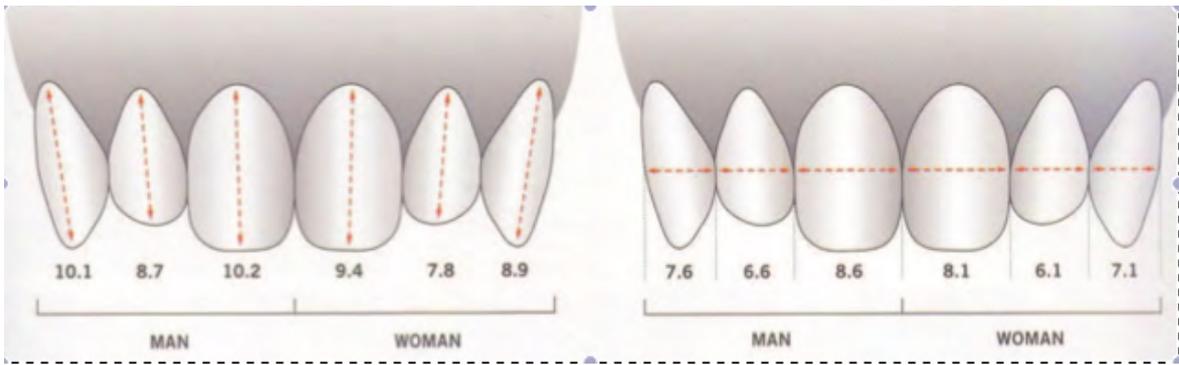
- 30% plus large que l'incisive latérale et 15% plus grande que la canine: elle domine. [24, 126]
- de 10.2 mm de hauteur,
- de 8.6 mm de largeur,
- soit un rapport idéal de 86% en moyenne. [86, 126]

Les incisives latérales maxillaires présentent:

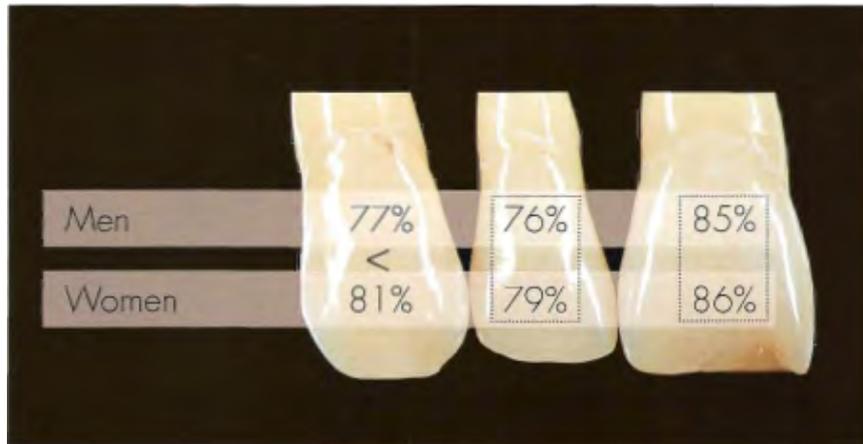
- une hauteur moyenne de 8.7 mm,
- une largeur de 6.6 mm. [86, 126]

Les canines présentent:

- une hauteur moyenne de 10.1 mm,
- une largeur de 7.6 mm. [86, 126]



Résumé les différentes dimensions selon STERRET et coll. [86, 126]



Ratios hauteur/largeur idéaux des dents antérieures. [86]

Le bord incisif des incisives latérales est situé 0,5 à 1,5 mm au-dessus de la ligne droite joignant le bord libre des incisives centrales et les pointes canines. [86, 126]



Position idéale du bord libre des dents antérieures. [86]

Cependant, les dimensions vont varier avec l'âge par l'usure des dents ou encore les récessions gingivales.

Ainsi, un sourire paraîtra plus jeune avec des dents longues alors que, à l'inverse, des dents courtes auront tendance à vieillir le sourire.[146]

- Axes

L'axe principal des dents antérieures est distalé en direction apicale.
En outre, cette inclinaison augmente des incisives aux canines. [86]



Axes idéaux des dents antérieures. [86]

Même s'il s'avère que généralement, dans la pratique courante, nous nous retrouvons face à des restaurations simples dans lesquelles des données permettant de reconstruire la forme originale persistent, dans des cas plus complexes, il sera important de s'appuyer sur ces études à l'aide de contrôles cliniques et photographiques et d'adopter un protocole strict, associé à des simulations en bouche ou sur modèle.

A RETENIR

Le sourire s'intègre dans le visage et son esthétique est liée à une harmonie entre les dents et les tissus environnants.

- Au niveau gingival:

- La présence et la qualité des papilles interdentaires jouent un rôle essentiel.
- La ligne gingivale est symétrique par rapport au plan sagittal médian.
- Le zénith gingival est distalé sur les incisives centrales et canines et centré sur les latérales.

- Au niveau labial:

- La lèvre inférieure affleure le bord libre des incisives centrales et suit la ligne incisale.
- La lèvre supérieure se positionne légèrement au-dessus des collets

- Au niveau dentaire:

- La forme des dents est corrélée à la forme du visage.
- Le point interincisif maxillaire est situé sur la plan sagittal médian.
- Le plan incisif est perpendiculaire au plan sagittal médian et parallèle au plan bipupillaire.
- Les pointes canines se situent sur une ligne de projection passant par les ailes du nez.
- Des dents plus longues produiront un sourire plus jeune.
- Les incisives centrales dominant (plus larges que les canines, plus hautes que les latérales)
- Le bord libre des incisives latérales est plus apical que celui des centrales.
- L'axe des dents est distalé et cette inclinaison augmente des incisives aux canines.

Dent	Hauteur moyenne	Largeur moyenne	Ratio moyen
Incisive centrale	10.2 mm	8.6 mm	86 %
Incisive latérale	8.7 mm	6.6 mm	79 %
Canine	10.1 mm	7.6 mm	81 %

5. Anatomie des dents antérieures

a. Anatomie générale [68]

• Les incisives

→ Caractéristiques communes

Les incisives:

- sont plus hautes que larges,
- ont une forme générale rectangulaire,
- se rétrécissent légèrement vers le collet.

Les angles incisifs sont:

- droits en mésial,
- arrondis en distal.

Les contacts proximaux sont situés:

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

Les faces vestibulaires sont:

- convexes: les convexités maximales vestibulaire se trouvent au niveau du tiers cervical.
- plus ou moins bombées et,
- subdivisées en trois lobes séparés par des dépressions.

Les bords incisifs sont:

- obliques en cervical et en distal et,
- mamelonnés.

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

→ Caractéristiques distinctes

Par rapport aux incisives maxillaires, les incisives mandibulaires sont:

- plus petites,
- plus étroites,
- plus planes,
- moins marquées dans leurs reliefs, pouvant aller jusqu'à l'absence de tout sillon lingual.

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

- sont plus étroites,
- ont des angles incisifs plus arrondis,
- présentent une pente incisive plus accentuée.

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

Enfin, la taille croît des centrales aux latérales au maxillaire et décroît à la mandibule.

- Les canines

→Caractéristiques communes

Les canines ont:

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

→Caractéristiques distinctes

Comparées aux canines mandibulaires, les canines maxillaires ont:

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

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

b.Les contours

Chaque dent présente un contour vertical et un contour horizontal.

- Le contour vertical:

- correspond au profil d'émergence de la dent.

- se divise en zones cervicale, moyenne et incisive.

La position et l'angulation de ces différentes zones crée un contour vertical plus ou moins accentué.

Cette accentuation a tendance à diminuer avec l'âge par usure. [146]

- revêt un rôle parodontal essentiel et, lors de restauration, devra donc être recréé en respectant la physiologie. [150]

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

- aux gencives épaisses correspondent des profils dentaires axiaux bombés et,

- aux gencives fines, correspondent des dents plates.

Cette correspondance des formes est en rapport avec la nécessité d'un profil déflecteur pour le bol alimentaire. [11, 150]



Profil en «ailes de mouette». [11]

- Le contour horizontal:

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

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

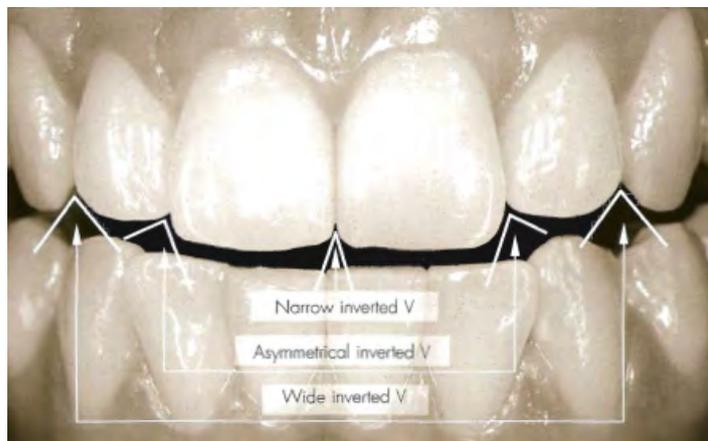
- l'angle mésial, proche des 90° et,
- l'angle distal, plus arrondi et ouvert. [70, 114, 146]



Représentation des angles mésiaux et distaux. [146]

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

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



Matérialisation des embrasures inter-incisales. [86]

Enfin, les bords proximaux sont légèrement concaves dans leurs portions cervicales avant de devenir convexes ou droits dans les régions moyennes et incisales. [146]

c. Les lignes de transition

La subtilité de la forme des incisives repose sur la situation et le contour des lignes de transition.

Ces frontières morphologiques de passage entre la face vestibulaire et les faces proximales déterminent la typologie de la dent.

Leur travail est essentiel dans l'illusion de la perception de la forme. [70]



Les lignes de transition. [70]

6. Etat de surface

La surface de l'émail est rarement parfaitement lisse et présente souvent des variations sous forme de:

- > dépressions, telles que les fossettes dues aux lobes dentinaires sous-jacents.
- > de reliefs, liés aux:
 - stries de croissance,
 - zones d'usure abrasive des parties les plus saillantes,
 - zones d'usure attritives, fonctionnelles.

Les irrégularités de surface:

-accentuent la diffusion de la lumière.

Ainsi, plus l'état de surface est lisse, plus la lumière est réfléchi directement, et plus la surface apparaît brillante. La dent semble alors plus lumineuse qu'elle ne l'est en réalité.

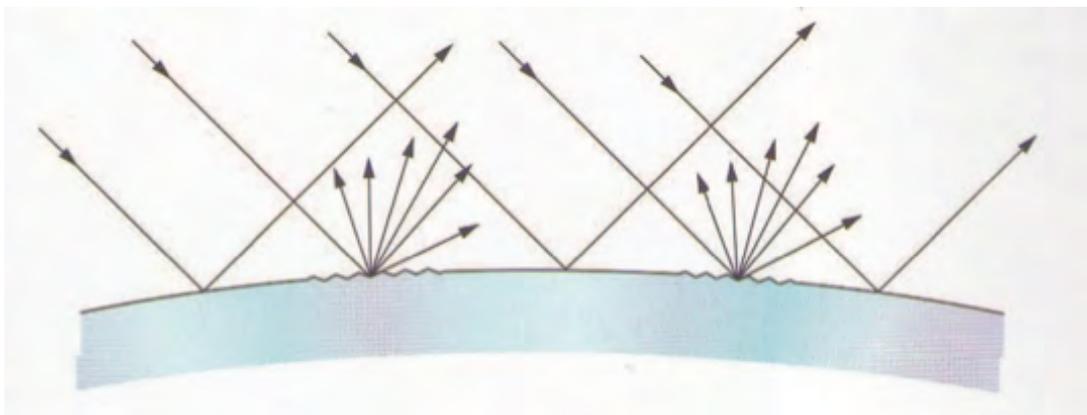
-modifient la perception générale de la teinte. [7, 49, 136]

La texture de surface donne donc à chaque dent sa personnalité et son caractère unique. [70]

Ainsi, il y a alternance de:

- zones planes où la réflexion de la lumière est intense,
- zones brutes où la réflexion est diffuse.

Cette combinaison de diverses réflexions devra être reproduite afin de conférer naturel et profondeur à la restauration. [136]



Diffusion de la lumière selon l'état de surface. [146]

- La macro géographie:

Les dents antérieures présentent, au niveau des faces vestibulaires, des lobes et des sillons ou autres dépressions plus ou moins accentués selon la dent impliquée et persistant au cours des années. [142]

Les incisives centrales maxillaires présentent 3 lobes, plus marqués que sur les latérales.

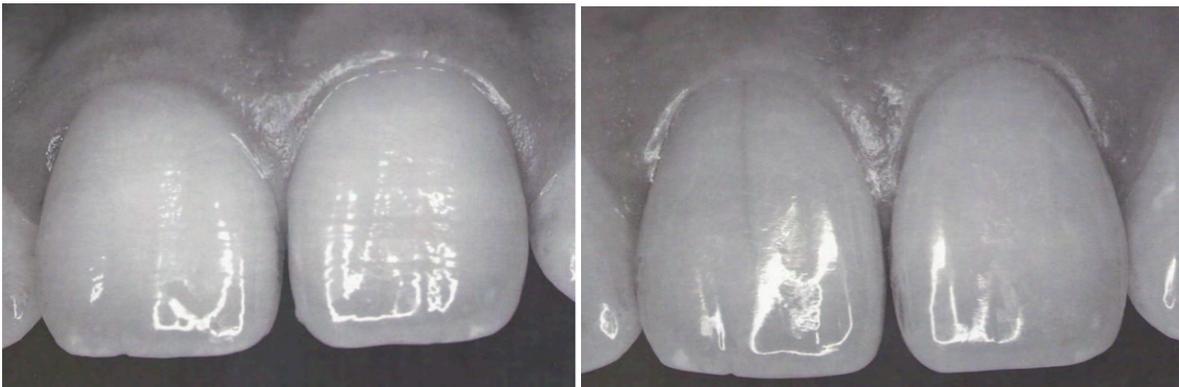
Les canines maxillaires ont 3 lobes dont un central plus prononcé et le distal présente un troisième sillon vertical moins accentué. [146]

- La micro géographie:

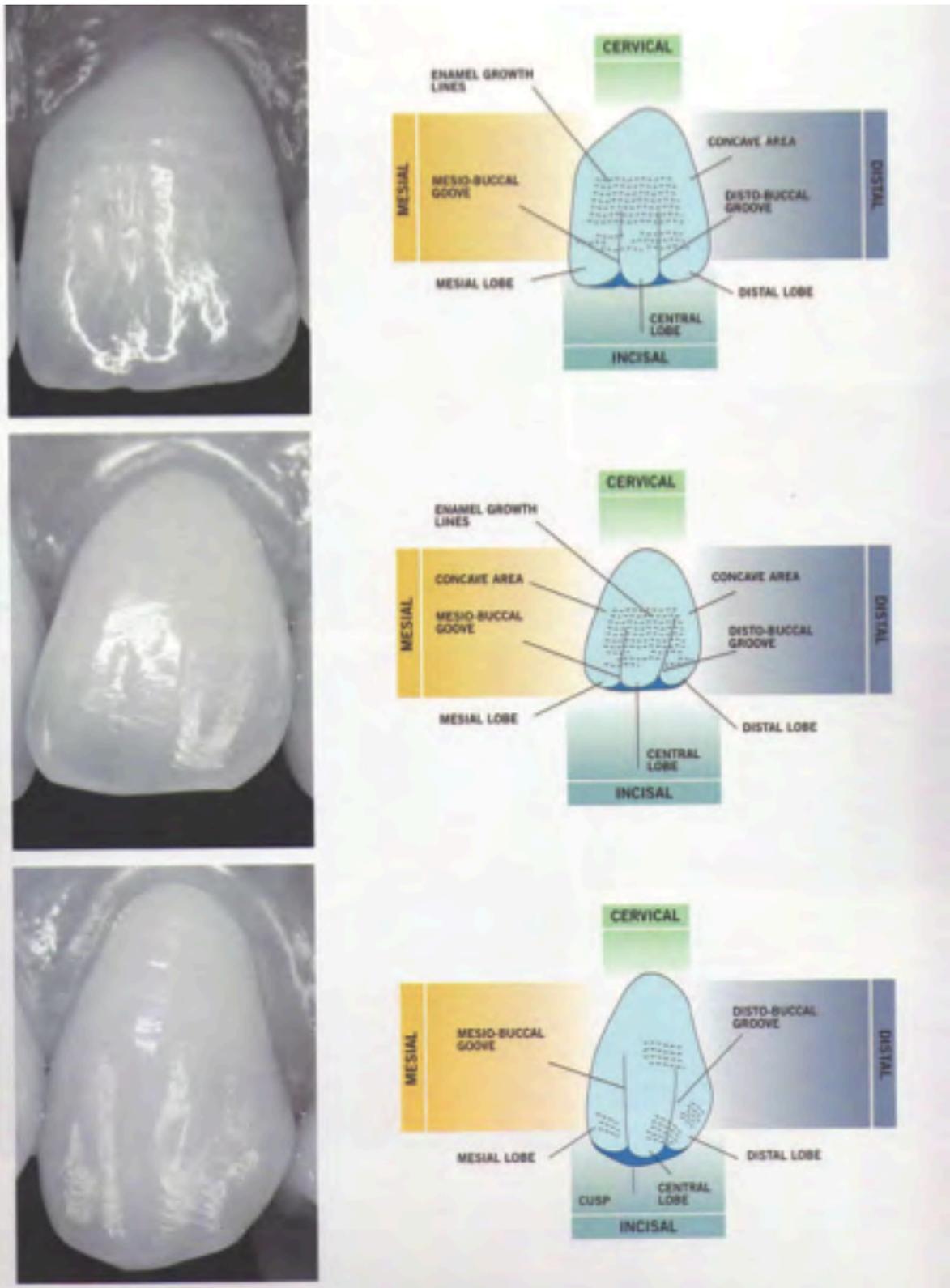
Elle est essentiellement liée aux lignes de croissance de l'émail, irrégularités ayant tendance à s'estomper avec l'âge. [53, 142, 146]

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

Chez l'adulte et les sujets âgés, ces détails disparaissent donnant un émail moins lumineux. [86, 146]



Incisive centrale d'un enfant de 10 ans: micro géographie riche (à gauche). Même dent 20 ans après: perte de micro géographie et baisse de luminosité (à droite). [146]



Forme, contours et texture de surface des dents antérieures maxillaires, de haut en bas: incisive centrale, incisive latérale, canine. [146]

A RETENIR

La forme d'une dent se définit par:

- Ses dimensions

- Son contour

→ Le contour vertical

Correspond au profil d'émergence,

Peut être divisé en 3 zones: cervicale, moyenne et incisive.

Revêt un rôle parodontal essentiel:

«aile de mouette d'ABRAMS» = profil idéal pour la déflexion du bol alimentaire:

-gencives épaisses → profils axiaux bombés

-gencives fines → dents plates.

→ Le contour horizontal

Délimité par:

Une parabole cervicale délimitée par les papilles et la gencive marginale,

Les bords proximaux, légèrement concaves en cervical puis convexes/droits,

Le bord libre.

Caractérisé par:

Un angle mésial, proche de 90°,

Un angle distal, plus arrondi et ouvert.

Des angles inter-incisifs en forme de V inversé:

-étroit et symétrique entre les incisives centrales,

-asymétrique et plus ouvert entre centrales et latérales,

-formant un grand angle symétrique entre les latérales et canines.

- Ses lignes de transition

Marquent le passage entre la face vestibulaire et les faces proximales

Déterminent la typologie de la dent.

- Son état de surface

Les irrégularités de surface:

Accentuent la diffusion de la lumière.

Modifient la perception générale de la teinte.

→ La macro géographie:

Lobes, sillons ou autres dépressions,

Persistent au cours des années.

→ La micro géographie:

Lignes de croissance de l'émail (essentiellement),

S'estompent avec l'âge.

C'est l'ensemble des paramètres auquel il faudra s'intéresser pour obtenir une reconstitution fonctionnelle et esthétique de qualité.

7. Les tissus dentaires

La dent est composée de quatre tissus que sont l'émail, la dentine, le cément et la pulpe. Mais, la stratification composite ne reconstituant que les tissus coronaires, nous ne nous intéresserons qu'à l'émail puis la dentine.

a. L'émail

L'émail est une structure minéralisée d'origine épithéliale formant un recouvrement protecteur au niveau de la couronne des dents.

• Composition

Dans sa forme mature, l'émail présente:

- une organisation complexe,
- un taux de minéralisation très élevé, de plus de 95%, qui en fait la structure la plus dure du corps.
- peu d'eau, à la différence des autres tissus minéralisés, et,
- des traces de matrice organique. [48, 104]

Phase minérale	96% (cristaux d'hydroxyapatite)
Phase organique	0.4% (protéines et lipides)
Phase aqueuse	3.6% dont 1% d'eau libre

Tableau de synthèse de la composition de l'émail dentaire. [104]

• Formation [48, 104]

Lors de l'amélogénèse, l'apposition d'émail dentaire se réalise de manière centrifuge, de telle sorte que la première couche formée se trouve en regard de la dentine alors que la dernière sera à la surface de la couronne.

Lors de l'éruption dentaire, les améloblastes, cellules responsables de la formation de l'émail, seront détruites.

Par conséquent, l'émail ne pourra se régénérer, en cas d'altération, que uniquement grâce à des précipitations de phosphates de calcium d'origine exogène ou salivaire.

C'est pour compenser cette «faiblesse» que l'émail présente une structure complexe et un taux de minéralisation très important

• Structure

L'émail se compose de: [48, 104]

→ Cristaux d'hydroxyapatite $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, unités de base constituant l'émail,

s'assemblant en cristallites selon deux organisations:

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

Ces deux configurations diffèrent par l'orientation des cristaux d'hydroxyapatite, formant, entre les deux organisations, un angle de 60° environ. [48]

→Gaines: fines bordures non minéralisées, enrichies en matrice organique, et situées à l'interface entre prismes et inter-prismes. [48]

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

- Bandes d'Hunter Schreger: les bâtonnets sont organisés en rangées dont l'orientation alterne avant d'achever leur trajectoire perpendiculairement à la surface de l'émail
- Stries de Retzius. cercles concentriques en coupe longitudinale formés par des phases successives de croissance et minéralisation de l'émail. [104]

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

- plus épais au niveau de la face occlusale (2.5mm et plus) et,
- plus fin au niveau de la jonction amélo-cémentaire (0.5mm). [131]

Sur l'ensemble de l'épaisseur, trois couches, formant un ensemble continu, constituent l'émail:

- une couche initiale aprismatique
- une couche prismatique (formée de prismes et d'émail inter-prismatique)
- une couche finale aprismatique externe.

[104]

•Vieillessement [104]

Au cours du vieillissement, il se produit entre autre:

- une usure de surface éliminant tout ou partie de la couche aprismatique externe,
- une tendance de la dent à se colorer par incorporation d'éléments minéraux dans l'émail et épaissement de la masse dentinaire.
- une réduction de la perméabilité de l'émail.

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

b.La jonction amélo-dentinaire

•Formation

Les toutes premières étapes de l'amélogénèse se produisent avant que le prolongement de Tomes des améloblastes soit pleinement constitué.

Cet améloblaste sécréteur, sans prolongement de Tomes, produit la couche d'émail aprismatique interne, appelée «couche de jonction»:

- sur 30 à 50 µm, .
- directement apposée sur la couche la plus externe de dentine.

Cette dernière, dite «manteau dentinaire», est:

- épaisse de 7 à 30 μm ,
- produite par des odontoblastes non polarisés, ne présentant donc pas de prolongements odontoblastiques. [86, 104]

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

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

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

A maturité, cela formera une jonction amélo-dentinaire fonctionnelle qui devra être considérée comme une interphase et non une interface. [86]

•Structure [86]

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

Elle présente un trajet festonné avec:

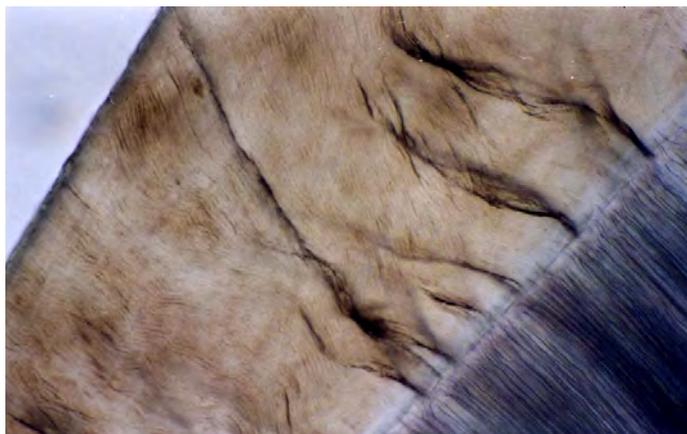
- des concavités, tournées vers l'émail.
- des éperons dentinaires, qui séparent les concavités et pénètrent l'émail, perturbant sa structure aprismatique et causant ainsi la persistance de reliquats matriciels au sein de l'émail adulte : ce sont les buissons de l'émail.

La jonction est assurée par:

- la pénétration profonde dans l'émail de fibrilles de collagène de 80 à 120 nm de diamètre, ayant fusionnées avec les fibrilles de la matrice dentinaire.

Ces faisceaux s'évaseront dans l'émail et formeront des «touffes collagéniques».

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



Jonction amélodentinaire dent sèche grossissement x100. [164]

c. La dentine

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

•Composition [104]

Les dentines sont formées de:

- 70% d'une phase minérale
- 30% d'autres éléments parmi lesquels 20% de matrice organique et 10 à 12% d'eau.

Phase minérale	70% (hydroxyapatite carbonatée et magnésie)
Phase organique	20% → 86 à 90% de collagène (surtout de type III) → 10% de matrice non collagénique
Phase aqueuse	10 %

Tableau de synthèse de la composition de la dentine. [104]

•Formation [104]

La dentine est d'origine:

- odontoblastique, pour l'essentiel, résultant de l'activité de synthèse, de sécrétion et de dégradation des odontoblastes.
- sérique: quelques composants mineurs de la matrice dentinaire ne sont pas régulés par les odontoblastes.

Dans un premier temps, les odontoblastes produisent une matrice organique, à base de collagène, protéoglycanes et autres protéines, constituant la prédentine, non minéralisée.

Après polarisation des odontoblastes, la prédentine va être minéralisée.

La dentinogénèse est un processus continu qui ralentit entre les phases initiales, où l'activité sécrétrice est intense et les phases matures.

•Structure [104]

Anatomiquement, nous pouvons distinguer:

- les couches de dentine périphériques,
- les couches de dentine circumpulpaire.

→ Les dentines périphériques, de la plus éloignée de la pulpe à la plus proche, sont:

-le manteau dentinaire, épais de 7 à 30 μm , il est dépourvu de canalicules et, sa position externe et coronaire lui permet une interpénétration réciproque avec l'émail interne.

Ce manteau, produit par des odontoblastes non polarisés, ne présente pas de prolongements.

-la couche hyaline de Hopewell-Smith, de 7 à 15 μm d'épaisseur, est également atubulaire,

-la couche granulaire de Tomes, épaisse de 8 à 15 μm et hypominéralisée, contient de fins canalicules.

Toutes ces couches superficielles sont distinctes des dentines circumpulpaire tant par leur composition que par leur structure.

→Les dentines circumpulpaire sont produites par des odontoblastes polarisés et on distingue:

-la dentine primaire, élaborée jusqu'à la mise en fonction de la dent sur l'arcade,

-la dentine secondaire, élaborée tout au long de la vie. Cependant, sa formation, bien qu'elle perdure, ralentit au cours de l'existence.

Et, comme le nombre d'odontoblastes s'accroît par rapport à une surface plus réduite, le nombre de canalicules par surface s'accroît au fur et à mesure que l'on gagne les couches les plus internes.

Couche dentinaire	Tubulis par volume
Couche externe	20000/mm ³
Couche médiane	35000/mm ³
Couche interne	55000/mm ³

Tubulis par volume en fonction de la couche dentinaire. [104]

-la dentine tertiaire ou réactionnelle, se produit par incidence de pathologies sur la dentinogénèse.

Elle se forme après un temps d'arrêt de la dentinogénèse, qui se traduit par la présence de lignes «calcio-traumatiques».

En outre, elle est plus brune que les deux autres.

Plus spécifiquement, que ce soit dans la dentine primaire ou secondaire, on distingue deux types de dentines physiologiques, à savoir:

-la dentine intercanaliculaire: formant un réseau continu entre les canalicules.

-la dentine péricanaliculaire; bordure entourant la lumière des canalicules.

Ainsi, la dentine circumpulpaire est constituée de:

- dentine périculpaire, et interculpaire,
- tubules dentinaires principaux et accessoires formant un véritable réseau.

Les canalicules dentinaires principaux dont le diamètre est d'environ 2 µm, contiennent un prolongement odontoblastique et un espace périodontoblastique non minéralisé.

• Vieillessement [104, 107]

Au cours de la vie, il y a une apposition continue au niveau coronaire. Cela concerne principalement le plancher pulpaire et se produit de façon moins forte au niveau du plafond et des parois latérales.

Les odontoblastes reculent en même temps que la pulpe et leur nombre décroît par apoptose.

Le vieillissement cellulaire est aussi associé à la présence de tractus morts dans la dentine sénescence.

Enfin, les canalicules vides font l'objet de réprécipitations.

<u>A RETENIR</u>	
	Email
Composition	<ul style="list-style-type: none"> •Très minéralisé: phase minérale = 95%. •Peu d'eau. •Traces de matrice organique.
Formation	<ul style="list-style-type: none"> •Par les améloblastes. •Apposition centrifuge. •Destruction des améloblastes lors de l'éruption → pas de régénération possible sauf par précipitation de phosphates de calcium d'origine exogène ou salivaire.
Structure	<ul style="list-style-type: none"> •Unités de base= cristaux d'hydroxyapatite, assemblés en cristallites et organisés en: <ul style="list-style-type: none"> -prismes, -émail inter-prismatique. •Gaines organiques séparant prismes et émail inter-prismatique. •Epaisseur variable: <ul style="list-style-type: none"> -plus épais en occlusal, -plus fin à la jonction amélo-cémentaire. •3 couches continues: <ul style="list-style-type: none"> -couche aprismatique interne, -couche prismatique (prismes + inter-prismes), -couche aprismatique externe.
Vieillessement	<ul style="list-style-type: none"> •Usure de surface. •Coloration de la dent. •Réduction de la perméabilité amélaire.

A RETENIR

	Dentine
Composition	<ul style="list-style-type: none"> •Phase minérale = 70%. •Eau = 10% •Phase organique = 20% dont 90% de collagène.
Formation	<ul style="list-style-type: none"> •Ondotoblastique pour l'essentiel. •Odontoblastes non polarisés produisent la prédentine, non minéralisée. •Odontoblastes polarisés la minéralise. •Dentinogénèse = processus continu intense pendant les phase initiales et qui ralentit pendant les phases matures.
Structure	<p>Au niveau anatomique:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Dentines périphériques, par odontoblastes non polarisés: <ul style="list-style-type: none"> -manteau dentinaire, atubulaire, -couche hyaline de Hopewell-Smith, atubulaire, -couche granulaire de Tomes, contenant de fins canalicules. •Dentines circumpulpaire, par odontoblastes polarisés: <ul style="list-style-type: none"> -dentine primaire: élaborée jusqu'à la mise en fonction sur l'arcade, -dentine secondaire: perdure tout au long de la vie, -dentine tertiaire: plus brune, par incidences de pathologies sur la dent. <p>Au niveau histologique, la dentine circumpulpaire est formée de:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Dentine intercanaliculaire: réseau continu entre les canalicules. •Dentine péricanaliculaire: bordure entourant la lumière tubulaire. •Tubules principaux contenant les prolongements odontoblastiques. •Tubules accessoires.
Vieillessement	<ul style="list-style-type: none"> •Apposition continue. •Diminution du nombre d'odontoblastes par apoptose. •Reprécipitation à l'intérieur canalicules vides.

	Jonction amélo-dentinaire
Formation	<ul style="list-style-type: none"> •Précoce au cours du développement embryonnaire. •Email aprismatique interne = couche de jonction, par améloblaste sécréteur sans prolongement de Tomes. •Manteau dentinaire, par odontoblastes non polarisés. •Interpénétration du collagène du manteau dentinaire dans la couche de jonction avant toute minéralisation.
Structure	<ul style="list-style-type: none"> •Interphase moyennement minéralisée entre 2 tissus très minéralisés par: <ul style="list-style-type: none"> -pénétration profonde de fibrilles de collagène dentinaires dans l'émail, -«touffes collagéniques» = évasement des fibrilles dans l'émail, -imbrication de cristaux d'émail avec des cristaux dentinaires.

B. Couleur des dents antérieures naturelles

1. Perception visuelle des couleurs

On distingue, classiquement, trois dimensions dans la perception de la couleur:

- La dimension physique

correspond à l'interaction de la lumière avec la matière. Elle permet de définir la couleur d'un objet comme étant l'ensemble des longueurs d'ondes réfléchies et perçues par l'oeil après absorption d'une partie du spectre incident.

Nous remarquons aussi que la couleur dépendra de la nature du rayon lumineux incident. [105]

- La dimension physiologique

découle directement de notre récepteur naturel: l'oeil.

Ainsi, la lumière traverse le cristallin puis est focalisée au niveau de la rétine, donnant une image inversée et en deux dimensions.

Au niveau de la rétine, se trouvent:

- Les bâtonnets permettant la perception de la luminosité ainsi que la vision crépusculaire.

- Les cônes assurant la vision des couleurs. 15 fois moins nombreux que les bâtonnets, nous en distinguons 3 types, fonction de leur sensibilité aux longueurs d'ondes.

Les cellules S (Short) perçoivent le bleu par leur sensibilité aux longueurs d'ondes courtes.

Les cellules M (Médium) sont sensibles au vert.

Enfin, les cellules L (Long) perçoivent les longueurs d'ondes correspondant au rouge. [105]

Il est important de noter que les cônes S sont les moins nombreux et les plus fragiles pouvant expliquer l'apparition de défauts de perception des couleurs (dyschromatopsies acquises) avec le vieillissement.

De plus, à côté de ces défauts acquis, il existe des défauts héréditaires. [77, 103]

Ainsi, on peut s'interroger sur la nécessité de tests de dépistage systématiques de ces anomalies lors des formations initiales et continues.

Enfin, l'analyse des couleurs mais aussi des reliefs et textures, se fera par des processus cognitifs au niveau du cerveau. [105]

- La dimension psychologique

est liée à l'effet produit par la couleur selon l'affect, l'émotion, et l'interprétation culturelle que l'on en a. Mais aussi et surtout, à l'environnement immédiat de la couleur observée.

Ainsi, les couleurs voisines, leur surface ou encore leur forme vont pouvoir modifier la perception colorée.

Ce mécanisme se base sur le principe des 7 contrastes avec: [25, 61, 105]

→le contraste de la couleur en soi: produit une intensification réciproque des couleurs différentes juxtaposées.



Contraste de couleur obtenu par juxtaposition des trois primaires. L'intensification des couleurs par contraste s'oppose avec leur contraste de valeur (niveau de gris) qui est très faible. [105]

→le contraste clair/obscur: est basé sur la différence de luminosité entre des couleurs juxtaposées. C'est ce contraste qui mettra en évidence les caractérisations blanches opaques des bords libres translucides.



Contraste de valeur. [105]

Caractérisation blanche visible par contraste clair/obscur. [105]

→le contraste chaud/froid: le caractère chaud ou froid d'une couleur dépendra de son environnement immédiat.



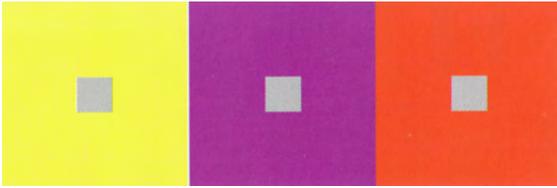
Contraste chaud/froid: le pourpre est froid par rapport au rouge et chaud par rapport au bleu. [105]

→le contraste des complémentaires: deux couleurs complémentaires rapprochées sembleront plus lumineuses.



Contraste des complémentaires: jaune et violet sont des couleurs complémentaires. [105]

→le contraste simultané: correspond à l'influence virtuelle d'une couleur vive sur les couleurs voisines et agit en déviant la tonalité chromatique vers la couleur complémentaire. Cette notion prend son sens clinique lorsqu'une patiente porte un rouge à lèvres vif, accentuant la blancheur des dents et déviant leur couleur vers la complémentaire du rouge, à savoir le vert.



Contrastes simultanés: le gris est modifié par la couleur dominante qui l'entoure (à gauche). Impact du rouge à lèvres sur l'apparence des dents. [105]

→le contraste de qualité: tient de la pureté de la couleur et de la quantité de pigments purs qu'elle contient. Ainsi, on va pouvoir «réchauffer» une couleur en y ajoutant du noir ou la «refroidir» en y ajoutant du blanc. Dans les deux cas, les couleurs seront plus ternes que la couleur initiale.

Au niveau des dents naturelles, on observe ces effets au sein d'une même dent entre le collet et le reste de la dent ou entre les incisives et les canines plus saturées.

La désaturation par le blanc (refroidissement) est liée à l'épaississement de l'émail vers le bord libre.



Jaune pur, au centre, rabattu par le noir à gauche et refroidi par le blanc à droite. [105]

→le contraste de quantité: rend une tache de couleur de petite quantité plus intense et attractive qu'une tache très étendue, au milieu d'autres couleurs.

Cet effet permettra une accentuation des caractérisations colorées des dents qui seront mises en valeur.



Equilibre des surfaces vertes et rouges au centre et accentuation de la couleur des carrés de petite dimension à droite et à gauche. [105]

Pour continuer sur la dimension psychologique, il faut aborder le rôle de la situation spatiale de la dent dans la perception colorée. En effet, lors de chevauchements ou malpositions, les dents les plus éloignées semblent plus sombres et les dents plus proches sont plus lumineuses.

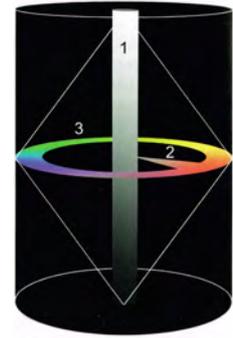
En bouche ceci est aussi illustré par le corridor buccal avec les dents cuspidées semblant plus sombres car plus éloignées. [105]

2. Les 3 dimensions fondamentales de la couleur

A chacune des couleurs correspond trois coordonnées que MUNSELL a été le premier à décrire.

Ainsi, pour lui, n'importe quelle couleur se positionne dans un espace cylindrique dans lequel l'axe vertical définit la luminosité, le rayon définit la saturation (plus on va vers le centre, moins elle est saturée) et, sur le pourtour, se situent les couleurs pures et donc, la teinte.

Chaque couleur aura donc les coordonnées L.S.T. [99]



Cylindre de MUNSELL. [105]

a. La luminosité

Elle correspond à la quantité de blanc contenue dans une couleur. C'est donc la quantité de lumière réfléchiée. Pour l'apprécier, l'idéal est d'être dans une atmosphère de faible intensité lumineuse pour que seuls les bâtonnets rétinien soient stimulés. [1, 6]

b. La saturation

Ce paramètre est lié à la quantité de pigment pur contenu dans une couleur. (8,9)
La désaturation correspond à l'éclaircissement d'une couleur par adjonction de blanc ou à son ternissement par adjonction de noir. Dans ce dernier cas, la couleur est dite rabattue. [105]

c. La teinte

Elle correspond à la longueur d'onde dominante de la lumière réfléchiée par la dent. [1, 6]

Aujourd'hui, à côté de la représentation de MUNSELL, il existe «la sphère chromatique», dans laquelle 3 diamètres perpendiculaires entre eux déterminent:

- la luminosité,
- les variations du vert au rouge,
- les variations du bleu au jaune.

L'ensemble des dents naturelles appartient à une surface rhomboïde appelée «banane chromatique».

Elle se situe proche de l'axe de luminosité et plutôt dans sa partie haute. Les dents sont donc lumineuses et désaturées mais, tout en s'étirant le long de l'axe blanc/noir, témoignant d'importants différentiels de luminosité entre le haut (dents jeunes) et le bas (dents âgées).

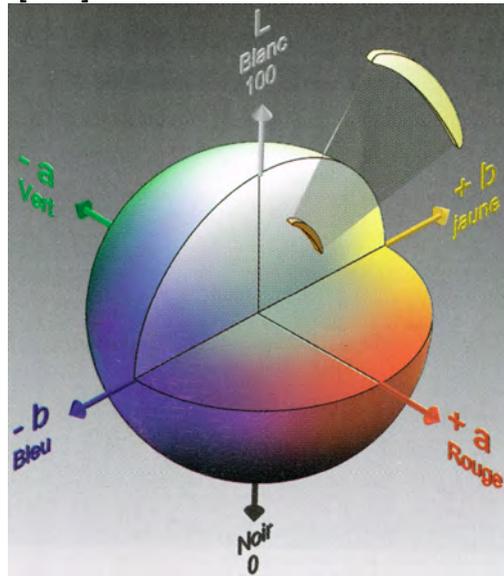
Transversalement, la banane est étroite, montrant que les variations de saturation sont peu importantes.

Horizontalement, le rhomboïde est situé entre l'axe jaune et l'axe rouge tout en étant plus proche de l'axe jaune.

La teinte des dents est donc plutôt jaune/orangée.

Enfin, la banane est oblique en bas et vers l'extérieur, de telle sorte que les dents sombres sont aussi plus saturées.

Cette banane prouve l'importance du choix de la luminosité lors de la prise de teinte car toutes les dents sont jaunes-orangées avec des nuances de jaune ou de rouge plus importantes. [105]



Sphère chromatique et «banane chromatique». [105]

3. Dimensions complémentaires de la couleur des dents naturelles

Afin d'obtenir des restaurations à l'esthétique parfaite et, un mimétisme dentaire, la connaissance des trois dimensions fondamentales de la couleur n'est pas suffisante.

Ainsi, la complexité des dents naturelles fait que leur comportement optique est le résultat de l'addition de nombreux paramètres que nous allons détailler ensuite.

a. Opalescence, fluorescence et translucidité [71, 105]

La translucidité, facteur majeur dans le résultat d'une restauration esthétique, est pourtant absente de l'analyse de la couleur de MUNSSELL.

Plus une dent est translucide, plus sa luminosité baisse puisqu'une bonne partie de la lumière pénètre dans la dent.

Ceci est démontré par le dégradé cervical des dents naturelles, ne correspondant en fait qu'à l'affinement de la couche d'émail vers le collet, laissant ainsi transparaître le noyau dentinaire, opaque, au travers de cette couche amélaire semi-translucide.

Pour simplifier l'analyse de la translucidité et donc l'établissement de la carte chromatique de la dent naturelle, YAMAMOTO propose une classification simple en 3 groupes:

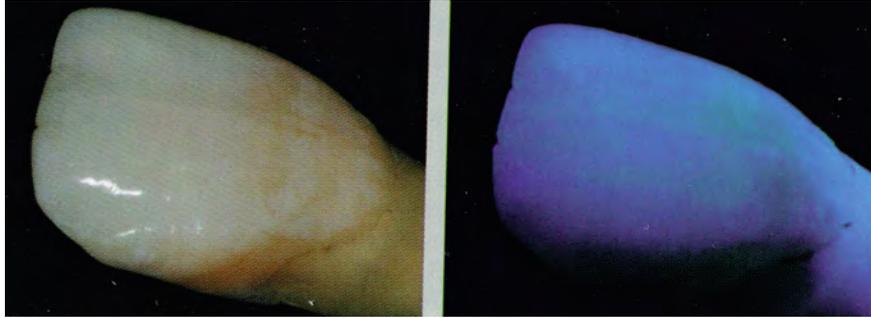
- le groupe A présente une translucidité homogène sur l'ensemble de la face vestibulaire.
- le groupe B se distingue par une translucidité marquée du bord incisif.
- le groupe C a une translucidité proximale et incisale. [25]

L'opalescence est un effet optique lié à la taille cristalline très fine des cristaux d'hydroxyapatite. Cet effet est essentiellement retrouvé sur des dents jeunes ayant un émail faiblement érodé et épais.

Ainsi, il se produit, en réflexion lumineuse, une réflexion plus importante des longueurs d'ondes courtes, donnant un aspect bleuté alors qu'en transmission lumineuse, les longueurs d'ondes faibles seront filtrées, ne laissant passer que les longueurs d'ondes jaunes-orangées.

C'est cette caractéristique de l'émail qui permet de décrire une «zone opalescente» située au niveau du tiers incisif. [71, 105]

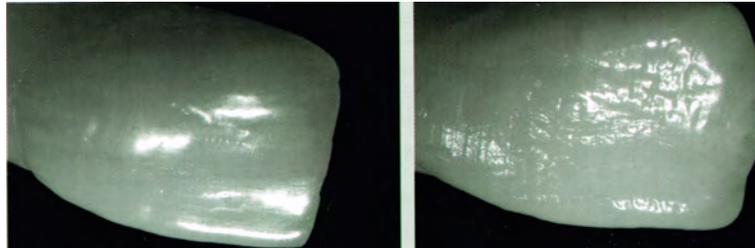
La fluorescence correspond à la capacité de la dent naturelle exposée à un rayon UV invisible à le réémettre sous la forme d'un spectre de courtes longueurs d'ondes blanc-bleuté. Cette propriété est liée à la dentine. [71, 105]



Fluorescence d'une incisive éclairée aux UV. [105]

b. La texture de surface [71, 105]

Les dents naturelles présentent une très grande variabilité dans leur micro-géographie de surface. Or, cette dernière va influencer de manière forte la perception visuelle en conditionnant la quantité de flux lumineux réfléchi par rapport à la quantité de flux transmis et donc absorbé par la dent. Ainsi, les dents jeunes, à la texture perturbée, auront un état de surface brillant alors que les dents âgées, un aspect lisse dit «émoussé luisant».



Micro-géographie d'une dent âgée, à gauche, et d'une dent jeune, à droite. [105]

c. Les caractérisations [71, 72, 105]

Ce sont des éléments colorés et localisés, liés au développement ou, au contraire, acquis; tels que:

- les taches blanches opaques,
- les taches d'hyperfluorose,
- les fissures d'émail colorées ou encore
- des taches blanches nuageuses, laiteuses (surtout sur les dents jeunes).

De même, les effets dorés/orangés, de transmission lumineuse et, caractéristiques de l'opalescence, visibles par transparence du bord libre, sont considérées comme caractérisations.



Opalescence du bord incisif. [105]

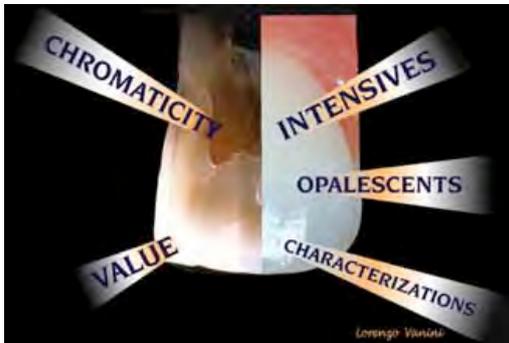
4. La Carte chromatique de VANINI [144]

Par conséquent, la couleur des dents est le résultat complexe de plusieurs facteurs qui doivent être soigneusement analysés.

La théorie de VANINI est basée sur une analyse détaillée de chaque composant responsable de la couleur de la dent qui peut être enregistré à l'aide d'un nuancier spécial et repris par la suite en utilisant des matériaux spécifiques pendant la phase de stratification.

Selon lui, la couleur des dents est composée de 5 dimensions.

Ces dimensions sont basées sur quatre teintes principales, en fonction de l'âge: jaune-orange, blanc, bleu et orange. Ces quatre teintes sont également appelées «accords chromatiques».



Les 5 dimensions de Vanini sont:

- la chromaticité
- la luminosité
- l'opalescence
- les intensifs
- les caractérisations

Tous ces éléments seront détaillés ultérieurement lorsque nous expliquerons comment établir la carte chromatique.

Les 5 dimensions de la couleur selon VANINI [142]

A RETENIR:

La perception de la couleur est:

- Physique: dépendant directement de l'interaction lumière/objet observé.
- Physiologique: selon la qualité de perception et d'interprétation de l'oeil et du cerveau.
- Psychologique: liée à l'affect, l'émotion, l'interprétation culturelle et l'environnement immédiat de la couleur observée

Une couleur se définit par 3 dimensions fondamentales:

- Luminosité
- Saturation
- Teinte

Les dents naturelles appartiennent à une surface rhomboïde de la sphère chromatique, dite «banane chromatique» témoignant de l'importance de la luminosité dans la réussite esthétique car toutes les dents sont jaunes-orangées avec des nuances de jaune ou de rouge plus ou moins importantes.

La couleur des dents naturelles doit être complétée par des dimensions complémentaires:

- Opalescence, fluorescence, translucidité
- Texture de surface
- Caractérisations.

La théorie de VANINI s'appuie sur l'enregistrement de 5 dimensions lors de l'analyse des dents:

- Chromaticité
- Luminosité
- Opalescence
- Intensifs
- Caractérisations

dans le but d'établir la carte chromatique de la dent.

C.Lumière et tissus dentaires

1.Interaction avec la matière

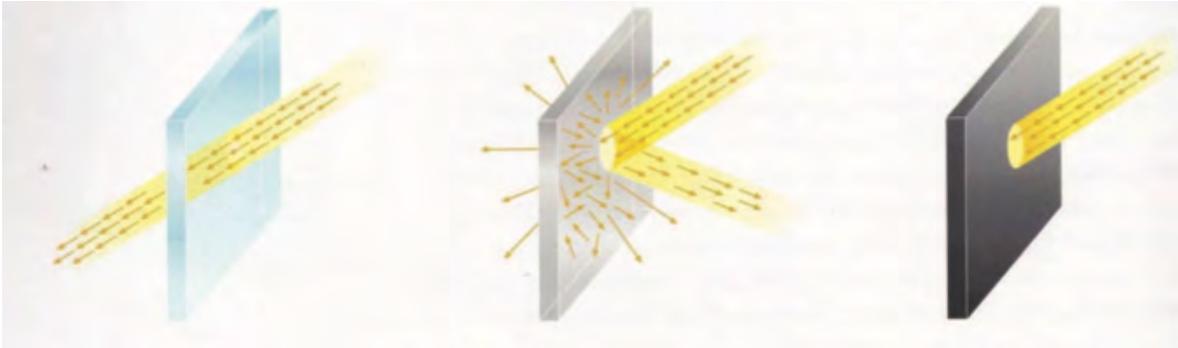
Le rayonnement lumineux se propage en ligne droite dans le vide mais lorsque la lumière frappe la matière, des phénomènes de réflexion, transmission, et absorption se produisent.

La perception de la couleur d'un objet par l'oeil humain va dépendre de ces interactions de la lumière avec les constituants de cet objet et donc de mécanismes d'absorption/réflexion.

En effet, l'oeil ne perçoit que la lumière reflétée par l'objet. [144]

Tout cela est sous la dépendance des caractéristiques de transparence, de translucidité et d'opacité de l'objet.

Les corps transparents laissent toute la lumière traverser, les translucides en laissent passer une partie et créent une diffusion interne au rôle essentiel en dentisterie restauratrice alors que les corps opaques absorbent la lumière.



Attitude de la lumière face à des corps transparents, translucides et opaques. [146]

a. Transmission

La transmission lumineuse ne concerne que les matières transparentes et translucides.

Si l'objet est transparent, l'onde lumineuse traverse totalement l'objet, sa composition physique n'est pas modifiée, la transmission est totale.

Si l'objet est translucide, la transmission est partielle, une partie de la lumière est réfléchié dépendant du degré de translucidité.

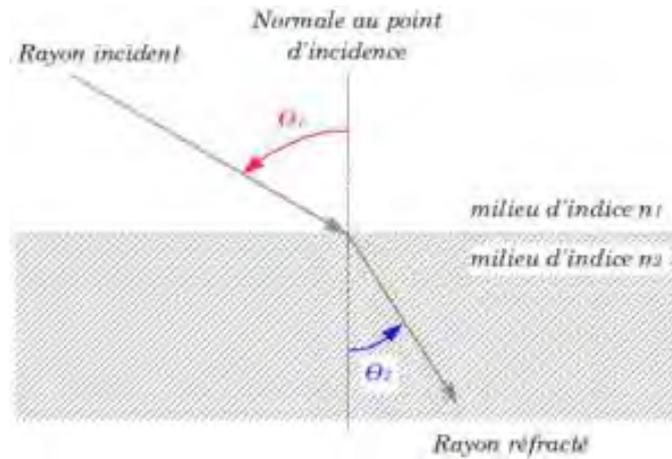
Si il n'y a pas de lumière transmise, le matériau est opaque : il absorbe ou réfléchit toute la lumière. [168]

Mais, la direction des rayons transmis va pouvoir être modifiée, introduisant la notion de réfraction.

b. Réfraction

La lumière est déviée lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre (par exemple de l'air à l'eau ou inversement).

L'angle de réfraction va directement dépendre de la différence des indices de réfraction des milieux traversés. [168]



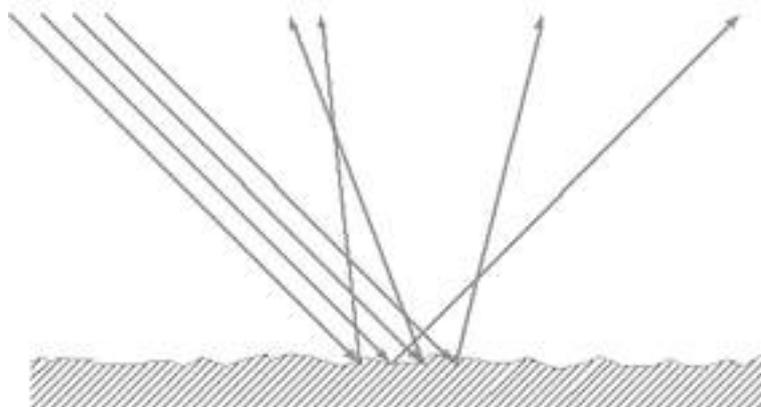
Schématisation de la réfraction [168]

c. Réflexion

Cette notion correspond à l'ensemble des rayons qui émergent de l'interface du côté d'origine des rayons.

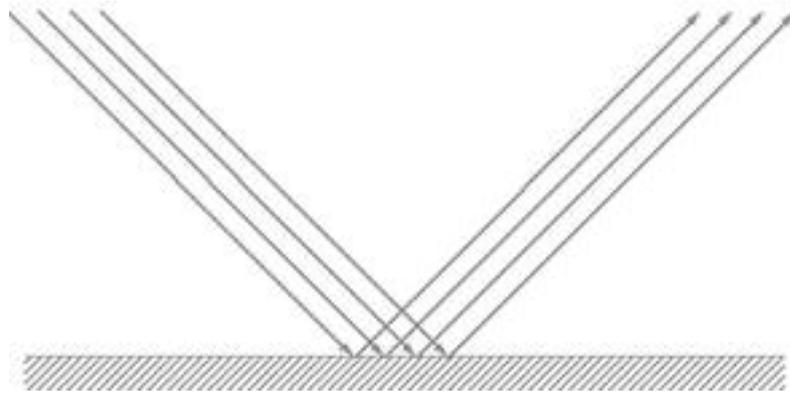
La réflexion de la lumière peut être spéculaire ou bien diffuse suivant la nature de l'interface.

La réflexion diffuse intervient sur les interfaces irrégulières, la lumière est réfléchie dans un grand nombre de directions et l'énergie du rayon incident est redistribuée dans une multitude de rayons réfléchis. [169]



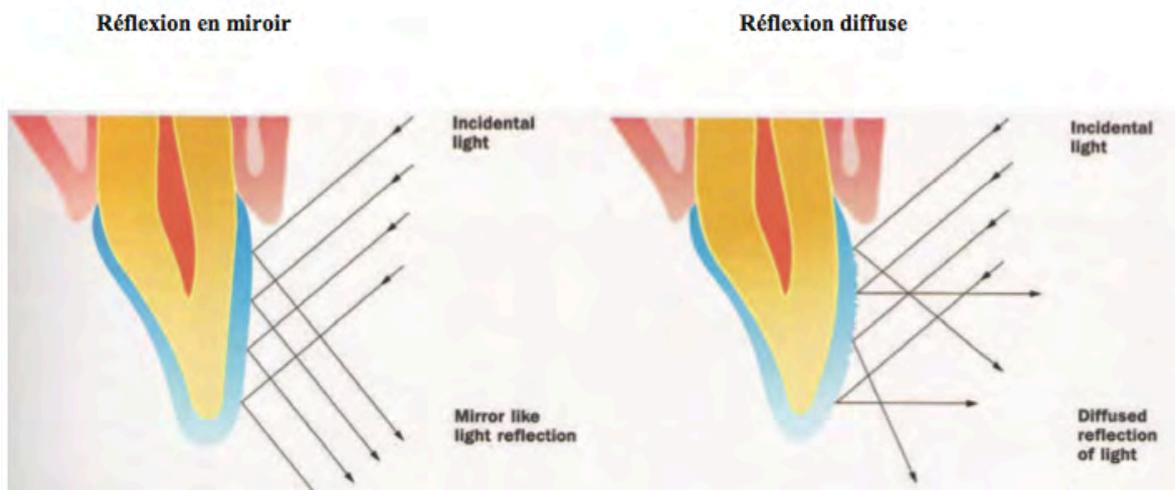
Réflexion diffuse. [169]

La réflexion est dite spéculaire lorsque le rayon incident donne naissance à un rayon réfléchi unique. Cela se produit pour des surfaces lisses et dès que la taille des défauts de l'interface est inférieure ou de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde, l'interface tend alors à devenir parfaitement réfléchissante. [169]



Réflexion spéculaire. [169]

Notion importante en pratique, la réflexion est donc influencée par l'état de surface. [138, 146]



Schémas de la relation lumière/surface/réflexion. [146]

d.Absorption

Le rayon incident peut aussi être partiellement ou totalement absorbé par l'objet. L'absorption partielle est à l'origine de la couleur. Par exemple, avec une lumière blanche incidente, un objet qui absorbe les longueurs d'onde dans le bleu, vert et jaune, apparaîtra de couleur rouge.

L'absorption totale produira, quand à elle, du noir. [162]

2.Trajet optique dans la dent

La couleur d'une dent résulte d'une multitude d'interactions entre l'émail et la dentine sous-jacente avec la lumière.

a. Dans l'émail

L'émail agit comme un système translucide, combinant transmission de lumière partielle et diffusion de la lumière interne.

Sa translucidité se situe entre l'opacité complète et la transparence totale et on estime que, en moyenne, 75% de la lumière est transmise en profondeur lorsque l'épaisseur d'émail est de 1mm. [121]

Il est, en comparaison, deux fois plus translucide que la dentine.



Absorption et réflexion de la lumière par l'émail. [142]

Selon sa composition, sa structure, et son épaisseur, ses propriétés optiques peuvent fortement varier. Aussi, tous ces paramètres vont évoluer avec le temps.

Tout d'abord, les cristaux d'hydroxyapatite contribuent de manière significative à la diffusion de la lumière. Les prismes d'émail permettent à la lumière de passer librement alors que la substance inter-prismatique est opaque. [142]

Ainsi, lors d'une lésion amélaire, la perte de minéraux s'accompagne d'une augmentation de la diffusion lumineuse au sein de la lésion. [139]

Ensuite, le degré de translucidité de l'émail dépend de son épaisseur, facteur changeant avec l'âge.

Dans les dents jeunes, l'émail est:

- plus épais,
- moins minéralisé,
- de densité élevée.

La translucidité est faible et la réflectivité élevée, traduisant une forte luminosité.

Dans les vieilles dents, l'émail est:

- plus mince,
- plus minéralisé
- et présente une faible densité, une haute translucidité.

D'où une faible réflectivité et donc une luminosité faible.

[73, 121, 142, 144]



Photographie de dents jeunes à gauche et de dents de personne âgée à droite. [142]

Dans les zones dentaires où seul l'émail est présent (par exemple le bord incisif), le phénomène de réflexion interne de la lumière crée l'effet d'opalescence.

Il apparaît typiquement sous la forme de teintes bleues et oranges qui créent le halo incisif.

Enfin, on observe souvent dans l'émail des zones moins minéralisées qui apparaissent blanches, correspondant aux intensifs. [16, 86, 121, 142]

b. Dans la dentine

La dentine est plus opaque, et détermine la teinte et la saturation de la dent. [142]

Mais, ses propriétés optiques varient aussi selon son épaisseur, sa composition et au cours de l'âge. [121]

L'opacité de la dentine primaire est due à son faible degré de minéralisation, comparé à l'émail, et au fort taux de substances organiques qu'elle contient.

La dentine secondaire présente une teinte plus foncée et la dentine tertiaire est plus saturée que les autres. [136]

Le degré de saturation diminue de la dentine cervicale vers le bord incisif.

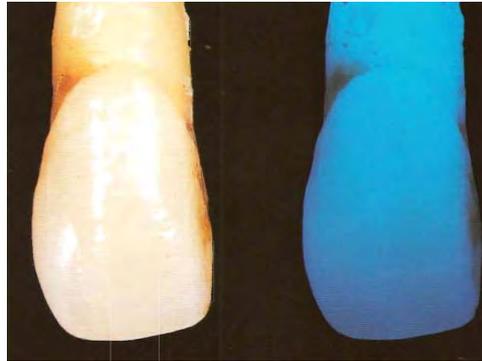
La chromaticité, elle, augmente avec l'âge. [26, 144]



Coupes transilluminées de dents jeune et vieille on observe une augmentation de chromaticité du corps dentinaire. [146]

Ensuite, la dentine, par sa constitution organique, est également responsable de la fluorescence de la dent, liée à la présence de pigments photosensibles aux rayons UV. Elle absorbe l'énergie ultraviolette et la diffuse sous forme de lumière bleutée, visible, du blanc intense au bleu léger. [121, 142, 157]

Cette propriété confère à la dent son apparente vitalité et une certaine clarté. [36]
Plus la dentine est saturée et moins elle est fluorescente. En revanche, moins elle est minéralisée, plus la fluorescence est intense.



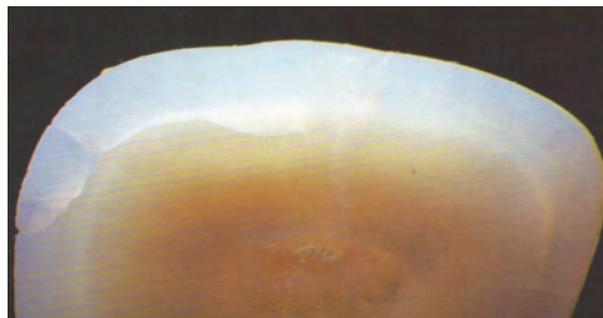
Fluorescence dentaire [86]

En outre, il faut noter que la fluorescence de l'émail est trois fois inférieure à celle de la dentine.

Enfin, la fluorescence réduit le métamérisme, phénomène par lequel on observe des changements de couleurs des dents en fonction de l'angle des rayons incidents et de la source de lumière. [86, 142]

c.couche de haute diffusion

Elle se situe au niveau de la jonction amérodentinaire, sous la forme d'une ligne blanche et correspond à une couche riche en protéine. Ainsi, on la nomme aussi «couche protéique».



Observation au microscope d'une coupe de dent naturelle transilluminée. [146]

On la définit comme une couche permettant une haute diffusion de la lumière en créant une véritable voie de circulation périphérique lumineuse.

En outre, elle joue aussi un rôle mécanique de liaison et flexibilité. [86, 142, 146]

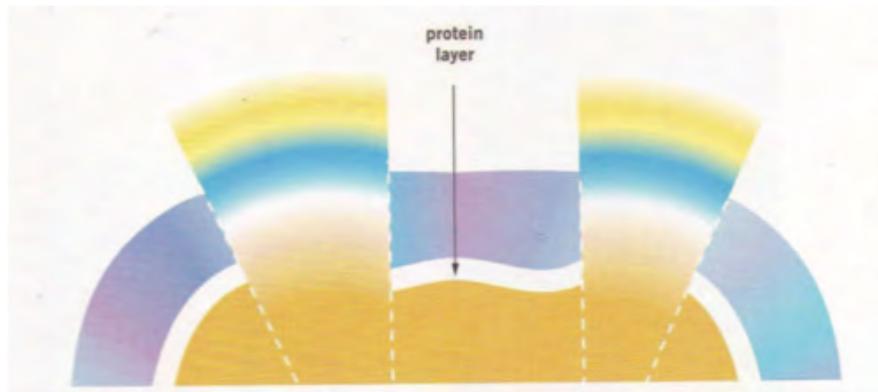


Schéma représentant la diffusion de la lumière à travers les «mamelons» dentinaires et la couche protéique. [146]

A RETENIR

Un rayon lumineux rencontrant de la matière peut être:

- Transmis: totalement ou partiellement,
- Réfléchi: en miroir ou de façon diffuse selon l'état de surface de la matière,
- Absorbé,
- Réfracté: c'est à dire dévié en changeant de milieu.

La matière peut être:

- Transparente: toute la lumière est transmise
- Translucide: une partie est transmise, l'autre réfléchi
- Opaque: la lumière est absorbée.

L'émail

est un système translucide (2 fois plus translucide que la dentine).

Son degré de translucidité dépend de:

- son épaisseur
 - sa composition
 - sa structure,
- autant de paramètres qui varient avec l'âge.

Dent	Jeune	Agée
Email	Epais Moins minéralisé Densité élevée Translucidité faible Réflectivité élevée Luminosité élevée	Mince Plus minéralisé Densité faible Translucidité élevée Réflectivité faible Luminosité faible

Particularités:

- «Effets d'opalescence»: au niveau des zones dentaires où seul l'émail est présent (ex: bord libre), de couleur bleutée ou orangée (ex:halo incisif), par réflexion interne.
- «Intensifs»: zones hypominéralisées, blanches.

La dentine

est à l'origine de la teinte et de la saturation et est plus opaque que l'émail.

Elle varie selon:

- son épaisseur et sa situation: la saturation diminue du 1/3 cervical au bord libre.
- l'âge: la chromaticité augmente avec le vieillissement.

Particularité:

Fluorescence: par présence de pigments photosensibles aux UV diffusant une lumière très blanche à bleutée. Plus la dentine est saturée, moins elle est fluorescente.

La couche de haute diffusion

aussi appelée couche protéique, elle est située à la jonction améiodentinaire. C'est une voie de circulation lumineuse périphérique.

II. Orientation thérapeutique dans les défauts volumiques et matériaux de reconstitution

1. Orientation thérapeutique

Lors de la consultation initiale, dans le but d'apporter une réponse esthétique individualisée au patient, il faut procéder en quatre étapes: [65, 86, 132, 133]

1. Identification de la nature de la demande esthétique et son interprétation:

Le praticien doit effectuer un recueil méthodique des souhaits du patients, corrélés à ses besoins réels et aux contextes psychologique, social et culturel dans lequel il évolue.

C'est l'anamnèse esthétique.

Le but est de mettre en évidence les attentes du patient et guider le praticien lors de l'examen clinique.

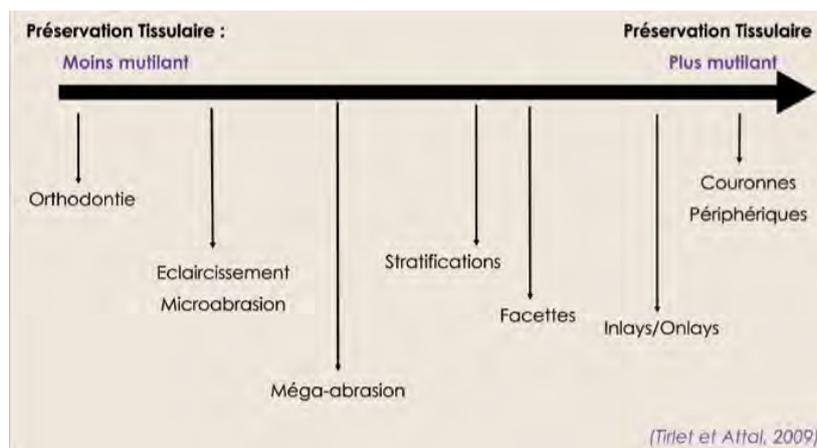
2. Recueil des données: sous forme de modèles, radiographies, cires de diagnostic ou encore de photographies.

3. Enoncé des possibilités thérapeutiques.

Dans la décision thérapeutique, nous aurons le souci d'intégrer une démarche conservatrice vis-à-vis des structures dento-parodontales dans le but ultime de pouvoir autoriser une éventuelle réintervention future.

Ainsi, le projet esthétique proposé devra respecter le gradient thérapeutique. Dans cette théorie, les différentes options thérapeutiques en dentisterie esthétique sont classées de la plus conservatrice à la plus mutilante.

En effet, une restauration, aussi esthétique soit elle, ne pourra être considérée comme réussie que si le principe de préservation tissulaire a été respecté.



Le «gradient thérapeutique». [133]

Si le choix se dirige vers une restauration de type directe ou indirecte (facette et/ ou couronnes), parfois, la frontière étant étroite entre ces deux types de restaurations, le choix peut être délicat pour le praticien.

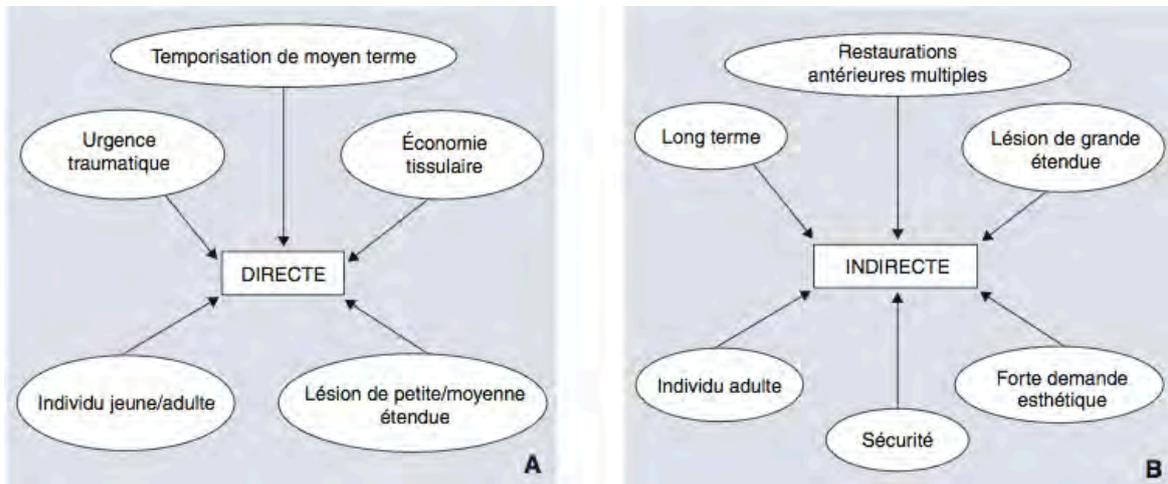
Pour orienter sa décision, ce dernier devra s'appuyer sur:

-les avantages et inconvénients cliniques des matériaux employés, à savoir résines composites ou céramiques.

	Avantages	Inconvénients
Résines composites	<ul style="list-style-type: none"> •Economie du substrat dentaire. •Rigidité équivalente à la dentine. •Collage. 	<ul style="list-style-type: none"> •Rétraction de prise. •Expansion thermique.
Céramiques	<ul style="list-style-type: none"> •Esthétique. •Durabilité. •Rigidité équivalente à l'émail. 	<ul style="list-style-type: none"> •Fragilité.

Avantages et inconvénients des composites et des céramiques. [86]

-un certain nombre d'éléments décisionnels. KOUBI et FAUCHER les ont recensés et ont établis les arbres suivants:



Arbre décisionnel, orientation vers des restauration directes (A) ou indirectes (B). [65]

4. Recueil d'un consentement éclairé du patient par remise de devis et l' exposé:

-des rapports Coût/Bénéfice/Sécurité:

Décrits dans le tableau suivant pour les restaurations par stratification composite du secteur antérieur:

Coût	Bénéfice	Sécurité
Coût tissulaire faible	Résultat esthétique immédiat Une seule séance	Faible recul clinique
Temps au fauteuil long	Réversibilité Réintervention aisée	Absence d'études longitudinales. Pronostic ?
Coût financier faible	Variation des effets Restauration individualisée Restauration provisoire non invasive dans le cadre d'un projet esthétique visant à modifier la forme des dents Méthodologie	Contrôle annuel des restaurations Solution thérapeutique de moyen terme Retarder le cycle de l'apoptose dentaire

Rapport cout/bénéfice/risque des restaurations directes antérieures. [65]

-de l'adéquation solutions/demandes,
-des résultats et du pronostic escomptés.

Cette démarche raisonnée en quatre étapes, au travers de laquelle sera faite prioritairement l'analyse des demandes et des besoins réels de traitement, doit permettre de proposer la décision thérapeutique la mieux adaptée. [132]

Pour les restaurations esthétiques en technique directe du secteur antérieur, seules seront abordées les résines composites photopolymérisables.

En effet, les autres matériaux disponibles sur le marché n'apportent pas les garanties de cette classe sur les plans optiques et/ou mécaniques.

Ainsi, pour des raisons évidentes d'esthétique, les amalgames sont à proscrire pour ce type de reconstitution.

Les Ciments Verres-Ionomères traditionnels, composés d'un liquide d'acide polyacrylique et d'une poudre de fluoroaminosilicate à mélanger, présentent des propriétés optiques inférieures à celles des composites et des propriétés mécaniques médiocres contre indiquant leur utilisation dans les secteurs subissant des contraintes occlusales.

Les CVI Modifiés par Adjonction de Résine (CVIMAR) ont été produits par incorporation de résine type HEMA et de photoinitiateurs. La réaction de prise est double: Acide/Base comme les CVI traditionnels avec en plus une réaction de polymérisation de la résine.

Ces matériaux présentent des propriétés optiques supérieures aux CVI traditionnels mais restent beaucoup moins esthétiques que les résines composites actuelles. De même, les propriétés mécaniques sont légèrement supérieures aux CVI traditionnels mais trop faibles pour être utilisées dans des zones où il existe des contraintes occlusales.

Ces deux matériaux seront réservés, en ce qui concerne le secteur antérieur, pour les pertes de substances cervicales dans les situations où un champ opératoire étanche ne peut être obtenu ou si la perte de substance s'étend au delà de la jonction amélo-cémentaire, n'autorisant pas un collage de qualité.

Ensuite, les composites modifiés par polyacides ou compomères se rapprochent des résines composites par la photopolymérisation et le mode d'adhérence impliquant un système adhésif. Mais, ne disposant pas du potentiel cariostatique des verres ionomères et demeurant esthétiquement et mécaniquement inférieurs aux composites, les compomères ont un intérêt clinique restreint en tant que matériaux de restauration des dents permanentes. [5]

Enfin, notre sujet concernant uniquement les restaurations en technique directe, les résines composites de laboratoire et les céramiques ne seront pas développées.

2. Les résines composites de reconstitution

A. Rappels

1. Définition

Une résine composite se compose d'une matrice, formée de monomères, dans laquelle sont incorporées diverses charges. [5, 159]

Les monomères sont, pour l'essentiel, des diméthacrylates de haut poids moléculaire tels que le BisGMA et l'UDMA. [5, 149, 159]

Mais, leur très haute viscosité les rendant impropres à une utilisation clinique, des monomères de basse viscosité, à l'image des TEGDMA, y sont associés. [5, 149]

Les charges sont des particules de taille et de composition variables.

Aujourd'hui, leur taille est proche du micron voire du nanomètre pour les composites de dernières générations. [5, 149]

Outre ces monomères et charges minérales et organiques, nous retrouvons:

- des initiateurs: le photoinitiateur le plus courant est la Camphroquinone,
- des stabilisateurs et,
- des pigments, à base d'oxydes de titane et d'aluminium. [5, 55]

Enfin, la réaction de prise est de type polymérisation. La libération de radicaux libres provoque l'ouverture des doubles liaisons vinyloxydes des monomères de diméthacrylates et permet ainsi l'allongement du polymère. [5]

A RETENIR

Les résines composites

•Composition:

-Matrice de monomères (Diméthacrylates de haut poids moléculaire: BisGMA, UDMA...+ monomères de basse viscosité: TEGDMA...),

-Charges,

-Photoinitiateurs (camphroquinone le plus souvent),

-Stabilisateurs,

-Pigments à base d'oxydes de titane et d'aluminium.

•Réaction de prise:

Polymérisation par libération de radicaux libres.

2. Classification

Les composites peuvent être classés de différentes manières.

Mais l'évolution actuelle de ces matériaux conduit à en proposer une classification en fonction de la nature et de la granulométrie des charges. [149, 159]

En effet, leur taille peut varier de l'ordre du nanomètre à 30 µm, ce paramètre ayant un impact direct sur les propriétés du matériau. [83]

Par exemple, l'aptitude au polissage est inversement proportionnelle à la taille des charges. [5]

Enfin, le taux de charges est aussi un facteur important. Plus ce dernier est élevé: -meilleures seront les propriétés mécaniques du matériau et, -moins la quantité de matrice résineuse associée est importante, permettant alors une réduction de la contraction de polymérisation. [5]

Nous allons détailler les différents types de résines composites ayant été commercialisées.

a. Les composites macrochargés ou conventionnels

Ce sont les premiers composites à avoir été développés.

Ils étaient alors composés de:

- macroparticules de quartz, verre, céramique...
- de monomères. [149]

Ces matériaux présentaient de bonnes propriétés mécaniques mais, la taille élevée des particules entraînait des défauts majeurs tels que:

- une usure rapide,
- un état de surface rugueux,
- une agressivité pour la dent antagoniste... [149]

Au début, les charges avaient une taille moyenne de 30 à 40 μm mais, les composites descendants de cette classe présentent, à l'heure actuelle, des particules plus petites, de 8 à 15 μm , et plus arrondies. [149]

Enfin, le taux de charge moyen est de 60% du volume. [12, 149]

Avantages	Inconvénients
Excellentes propriétés mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> -Mauvaise aptitude au polissage, -Mauvaise résistance à l'usure, -Agressivité pour l'antagoniste, -Esthétique médiocre -Rétention de plaque

Avantages et Inconvénients des composites macrochargés. [12, 149]

b. Les composites microchargés

Pour améliorer l'état de surface, les fabricants ont incorporé des particules de dimensions inférieures aux longueurs d'ondes visibles. Le résultat est l'obtention de:

- un état de surface poli et lustré,
- une résistance à l'usure bien meilleure et,
- la disparition de l'agressivité vis à vis de l'antagoniste. [149]

Mais, en raison de leurs faibles propriétés mécaniques, ils sont aujourd'hui réservés aux restaurations sur dents antérieures ou aux restaurations cervicales. [149, 159]

Ces faiblesses sont le fait du taux de charges restreint (de 36 à 52%) de ces

composites, lui même lié à la difficulté à les incorporer au sein de la matrice résineuse essentiellement formée de BisGMA. [159]

Ce groupe est constitué de microparticules de silice (SiO₂ plus précisément) de 0.04 µm et on distingue: [149]

•**les composites microrchargés homogènes:**

composés uniquement de résine et de microparticules de silice. Mais, aucun n'est commercialisé car l'incorporation des microparticules entraîne une augmentation rapide de la viscosité rendant le matériau impossible à manipuler. [149]

C'est pour éviter ce problème qu'ont été développés:

•**les composites microchargés hétérogènes:**

pour leur fabrication, deux techniques, utilisées conjointement ou non, ont été adoptées.

La première permet l'obtention d'un amas de microcharges par:

- simple agglomération entre microcharges ou,
- sintérisation: en chauffant les particules de SiO₂ à une température proche de leur point de fusion de telle sorte qu'elles adhèrent légèrement entre elles. [149]

La deuxième consiste en une incorporation très importante de charges (jusqu'à 70% du poids) dans la résine. Le mélange ainsi obtenu est monté en température pour obtenir un «prépolymère» par polymérisation. Ce prépolymère est alors réfrigéré et moulu en copeaux de 1 à 100 µm qui seront incorporés dans une résine contenant déjà des microcharges de SiO₂. [149]

Le composite ainsi obtenu aura une charge moyenne de 20 à 60% du volume. [149]

Ainsi, on distingue les composites microchargés hétérogènes:

- à prépolymères en copeaux (ce sont les plus représentés)
- à charges agglomérées
- à charges sintérisées. [149]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Très bon polissage -Excellente esthétique -Grande résistance à l'abrasion 	<ul style="list-style-type: none"> -Propriétés mécaniques médiocres -Réservés aux restaurations antérieures et cervicales.

Avantages et Inconvénients des composites microchargés. [12, 149, 159]

c. Les composites hybrides

Ce sont des composites contenant un mélange de particules de différentes tailles et compositions. Il s'agit, en général, d'une combinaison des deux précédentes classes, avec: -des microparticules de SiO₂

-des macro-, midi- ou miniparticules de verre de compositions, de dimensions et de formes variables. [149]

Cependant, les macroparticules sont:

- plus petites et plus arrondies que celles des composites macrochargés,
- de granulométrie précise, de telle sorte que les plus petites particules occupent au maximum les espaces entre les plus grandes. [149]

Les composites hybrides sont classés en fonction de la taille des macrocharges en:

•**composites hybrides à midiparticules:** contenant:

- des microcharges de SiO₂,
- des midicharges dont la taille va de 1 à 5 µm.

•**composites microhybrides:** composés de:

- macrocharges de taille inférieure au micron (0.4 à 0.7 µm),
 - microcharges de SiO₂ (de 0.04 µm): représentant environ 10 à 20% des charges.
- La combinaison de microcharges agglomérées et de particules de verre submicroniques moins dures permet l'obtention d'un taux de charge élevé, à savoir 50 à 65% du volume. Ceci assure à la fois une bonne résistance mécanique et un état de surface proche de celui des composites microchargés. [149, 159]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Universels -Polissage -Résistance à l'abrasion -Etat de surface -Esthétique -Propriétés mécaniques 	<p>R.A.S (Retrait de polymérisation toujours existant)</p>

Avantages et Inconvénients des composites Hybrides. [12, 149]

d. Les composites et les nanotechnologies

De nombreux fabricants présentent des composites issus des nanotechnologies. Ainsi, selon l'approche abordée, nous distinguerons plusieurs types de composites: [98, 149]

•**Les composites nanochargés:** (ex: 3M ESPE Filtek) [149]

La charge est constituée de nanoparticules arrondies de 20 nm dont une partie est regroupée sous la forme d'agglomérats, appelés «nanoclusters», de 75 nm.

Le pourcentage de charges est élevé: 58 à 60% du volume.

Ce sont donc des composites dont la structure correspond à celle d'un composite microchargé mais avec des nanocharges.

Enfin, les fabricants mettent à disposition un très large choix de teintes afin d'assurer un rendu esthétique optimal.

Avantages
<ul style="list-style-type: none"> -Propriétés mécaniques des microhybrides -Résistance à l'abrasion -Etat de surface lisse avec brillance et poli durable dans le temps -Esthétique -Universels

•**Les composites nanohybrides:**

Ils ont la structure de composites microhybrides dans laquelle les microcharges sont remplacées par des nanocharges.

Nous pouvons obtenir des composites dont la charge représente près de 70% du volume grâce à la caractéristique qu'ont les nanocharges à augmenter de façon moins rapide la viscosité du mélange.

Ainsi, la réduction de la matrice organique permet une diminution de la rétraction de prise. [12, 98, 149]

Avantage
Diminution de la rétraction de prise

Pour conclure, l'utilisation des nanotechnologies, par la faible taille des charges, permet d'améliorer les composites au niveau:

- esthétique,
- de l'état de surface,
- du polissage et ,
- de la résistance à l'usure.

De plus, l'augmentation du pourcentage de charges autorisé par les nanocharges permet de:

- diminuer la rétraction de prise et,
- améliorer les propriétés mécaniques.

Cependant, ces excellents résultats devront être confirmés à long terme.

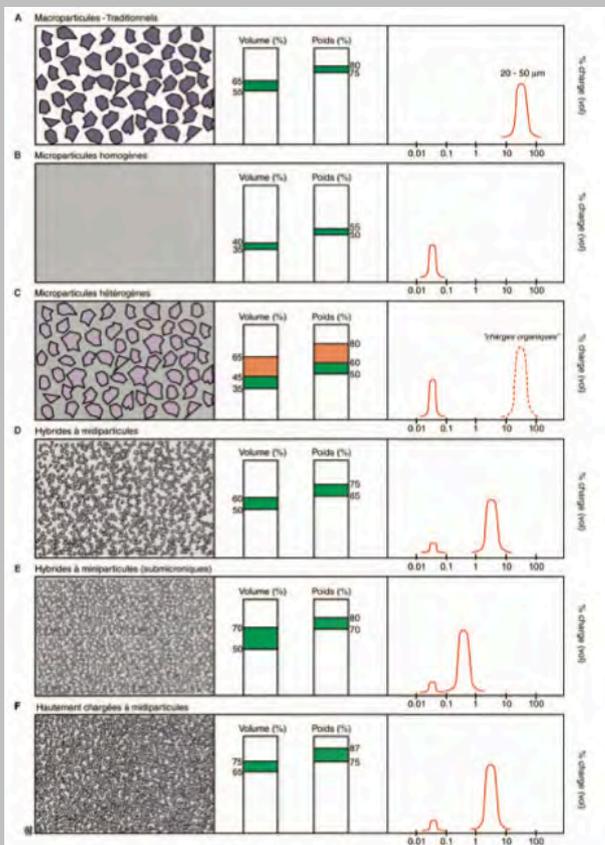
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> -Esthétique -Etat de surface -Polissage -Résistance à l'usure et l'abrasion -Rétraction de prise diminuée -Propriétés mécaniques -Universels 	Absence de recul à long terme

Avantages et Inconvénients des composites à charges utilisant les nanotechnologies. [12, 98, 149]

e. Conclusion: **A RETENIR**

Familles de composites	Avantages	Inconvénients
Macrochargés	Bonnes caractéristiques mécaniques	-Caractéristiques de surfaces inappropriées -Mauvaise résistance à l'usure
Microchargés	-Grande résistance à l'abrasion -Bonne qualité de surface (polissage) -Bonnes caractéristiques optiques	-Faible résistance mécanique
Microhybrides	-Bonnes caractéristiques mécaniques -Bon rendu esthétique -Bonne qualité de surface -Résistance à l'abrasion	-Retrait de polymérisation toujours existant
Nanohybrides et nanochargés	-Diminution de la rétraction de prise -Bonnes caractéristiques mécaniques -Bon rendu esthétique -Bonne qualité de surface -Résistance à l'abrasion	-Pas de recul à long terme

Synthèse des avantages et inconvénients des différentes classes de composites en fonction de la taille des charges. [12, 149]



Représentation synthétique des principales classes de composite. La figure de gauche donne une représentation schématisée de la structure. La figure centrale indique le pourcentage de charges inorganiques en volume et en poids. La figure de droite présente la distribution des principales charges inorganiques en fonction de leurs dimensions. [149]

A RETENIR (SUITE)

Familles de composites	Charges	Pourcentage de charges moyen en volume
Macrochargés	Macroparticules de 8 à 15µm	60 %
Microchargés (hétérogènes)	Microparticules de silice de 0.04µm pouvant être: -à charges agglomérées -à charges sintérisées -à prépolymères en copeaux.	20 à 60%
Microhybrides	Microparticules de SiO ₂ de 0.04µm + Macroparticules submicroniques	50 à 65%
Nanohybrides	Macroparticules submicroniques + Nanoparticules	jusqu'à 70%
Nanochargés	Nanoparticules de 20nm + «Nanoclusters» de 75nm	58 à 60%

B. Qualités requises pour la stratification antérieure

Comme le démontre la classification précédemment décrite, un large choix de composites est disponible. Ainsi, nous allons détailler un ensemble de critères concernant tous les composites et d'autres propres à chaque classe qui permettront de faire un choix pour l'usage quotidien au cabinet ou lors d'actes plus spécifiques tels que la stratification antérieure.

1. Propriétés biologiques**a. Biocompatibilité**

De nombreuses substances sont libérées par les composites tels que: [46]
-la Camphroquinone, pouvant provoquer des sensibilisations, ou encore,
-les EGDMA et TEGDMA, parfois à l'origine de dermatites de contact. [84]
En revanche, il a été démontré que cette cytotoxicité est présente lorsque le matériau est frais mais disparaît après 7 jours. Bien que l'association avec un système adhésif augmenterait le temps de cytotoxicité à 6 semaines. [5]
Ainsi, il n'y a pas de cytotoxicité chronique. [117]

Les résines composites, peuvent être à l'origine de:
-réactions allergiques (de type IV): présentant dans leur composition des agents sensibilisants reconnus, [5]
-réactions lichénoïdes. [79]

La cytotoxicité n'étant présente que pour les matériaux non polymérisés, les praticiens forment un groupe à risque car fréquemment en contact avec ces résines. Et, comme les substances peuvent traverser les gants, une technique sans contact direct avec les gants est recommandée. [5]

Au niveau pulpaire, des réactions pourraient être causées par:
 -la libération de substances diffusant à travers la dentine résiduelle ou,
 -la présence de bactéries sur les parois de la cavité dont la libération de EGDMA et TEGDMA favoriserait la croissance. [53, 118]

Enfin, sur le plan parodontal, on retrouve parfois des gingivites à proximité de certains matériaux favorisant l'accumulation de plaque ou provoquant une irritation marginale. [5]

b. Bioactivité

Il est à noter que les composites classiques présentent une bioactivité nulle et n'ont donc pas d'action d'inhibition de déminéralisation. [5]

Les propriétés biologiques semblent les mêmes quelque soit le type de composite et ne constituent donc pas un critère de choix essentiel.

A RETENIR

Propriétés biologiques

Biocompatibilité

Nombreuses substances libérées pouvant provoquer:

- des sensibilisations (Camphroquinone),
- des dermatites de contact (EGDMA, TEGDMA),
- des réactions allergiques,
- des réactions lichénoïdes.
- des réactions pulpaires,

Au niveau parodontal, l'accumulation de plaque ou une irritation marginale peuvent provoquer des gingivites.

Pas de cytotoxicité chronique.

Praticien: technique sans contact avec les gants à privilégier.

Bioactivité

Nulle.

2. Propriétés physiques

a. Contraction de polymérisation

La rétraction de prise peut être considérée comme l'inconvénient majeur des composites. [149]

En effet, la rétraction est susceptible d'entraîner la formation d'un hiatus pouvant

provoquer:

- des douleurs post opératoires,
- des discolorations ou encore,
- des caries secondaires. [5, 12, 149]

Le retrait de polymérisation des résines composites est inhérent à la réaction de polymérisation elle-même et dépend:-de leur composition chimique,
-de la fraction volumique de charges,
-du degré de conversion lors de la polymérisation. [63, 149]

•Effet des charges

Un pourcentage élevé de charges entrainera une diminution de la rétraction de prise car elles ne participent pas à la rétraction.

Cependant, les composites hybrides hautement chargés présentent une augmentation de viscosité rapide liée à l'incorporation de charges qui devra être compensée par l'adjonction de diluants de type TEGDMA ou EGDMA, augmentant la rétraction de prise. [149]

•Effet du type de résine

La contraction est d'autant plus importante que le volume de résine est grand. Mais les monomères de poids élevé tel le BisGMA subissent une plus faible rétraction de polymérisation que les petites molécules. [149]

Or, des monomères diluants, type TEGDMA, doivent être ajoutés pour obtenir un degré de polymérisation plus important et une manipulation plus aisée du composite. [149]

•Valeur du retrait de polymérisation en fonction du type de composite

Structure du composite	Retrait de polymérisation volumique $\Delta V/V$ %□
Nanochargés et Nanohybrides	1.4 à 2
Microhybrides	2.43
Hybrides	3.06
Microchargés	3.15

Retrait de polymérisation volumique [42]

Le retrait linéaire de polymérisation des composites microchargés et microhybrides est compris entre 2.58 et 3.08. [110]

Mais l'apport des charges nanométriques pourrait contribuer à la diminution de ce retrait par augmentation du taux de charges, comme vu précédemment. [12]

En outre, aujourd'hui, pour tous les matériaux composites, la rétraction de prise existe et implique le respect des recommandations de mise en oeuvre, à savoir: l'application par strates. [5, 12, 149]

En conclusion, les composites présentant le meilleur comportement en ce qui concerne la contraction de polymérisation sont les microhybrides et les nanochargés et nanohybrides, bien que les conventionnels, peu ou plus commercialisés aujourd'hui, obtenaient également de bons résultats.

b. Le coefficient d'expansion thermique

Ce coefficient est un facteur essentiel dans l'intégrité du joint périphérique. Idéalement, il doit être de l'ordre de 10 ppm.K-1 puisque ceux de l'émail et de la dentine sont respectivement de 11.4 et 8.3. [149]

Le CET dépend directement du taux de charges. Les composites les moins chargés auront des CET plus élevés. [149]

Ainsi, les composites microchargés ont un CET près de deux fois supérieur à celui des hybrides (respectivement 41.6 contre 22.5). [42, 149]

A RETENIR

Propriété physiques

- Contraction de polymérisation

- Effet des charges: un pourcentage élevé de charges entraîne une diminution de la rétraction de prise.

- Effet du type de résine:

- la contraction est d'autant plus importante que le volume de résine est grand.

- les monomères de poids élevé (BisGMA) subissent une plus faible rétraction de polymérisation que les petites molécules (monomères diluants, type TEGDMA, devant être ajoutés pour obtenir un degré de polymérisation plus important et une manipulation plus aisée du composite.)

- Concerne toutes les résines composites mais hybrides et nanochargés présentent les meilleurs résultats.

- Coefficient d'expansion thermique

- valeur idéale = 10 ppm.K-1

- Dépend du taux de charges: moins le pourcentage de charges est important, plus le CET est élevé.

- Meilleurs résultats: composites hybrides.

3. Propriétés mécaniques

Les propriétés mesurées in vitro ne sont pas directement corrélées aux résultats des essais cliniques. Néanmoins, le renouvellement commercial fréquent des matériaux associé à une durée importante des essais cliniques font qu'il est pratiquement impossible d'obtenir des résultats cliniques pendant la commercialisation de ces matériaux.

Les propriétés vont donc nous guider pour la sélection de ces matériaux. [109]

Nous évaluerons dans un premier temps la résistance à la fracture puis la résistance à l'usure et à l'abrasion.

a. Résistance à la fracture

Ce paramètre constitue l'élément essentiel de l'évaluation des performances mécaniques des résines composites et va dépendre de 3 critères:

•le module d'élasticité

-Caractérise la rigidité d'un matériau (plus il est élevé, plus le matériau est rigide) et donne ainsi une bonne idée du comportement du matériau face aux contraintes.

-Evalue à partir de quelle force le matériau est déformé réversiblement puis irréversiblement. [109, 149]

-Varie en moyenne de 5.2 GPa à 9.3 GPa respectivement pour les composites microchargés et microhybrides. [12]

•le module de flexion

Ce paramètre s'appuie sur des tests simulant certaines contraintes occlusales exercées sur les restaurations dans la cavité buccale tels que le test de flexion 3 points ou encore le test indirect de traction (ou test de compression diamétrale), évaluant à la fois:

-la résistance à la compression et,

-la résistance à la traction. [109, 149]

Il évolue de 66.3 MPa pour les microchargés à 109.8 MPa pour les microhybrides. [12]

•la dureté Vickers

C'est une propriété mécanique de surface définissant la résistance à la pénétration d'un matériau ou à la déformation permanente par unité de surface.

Elle est corrélée à:

-la résistance aux rayures et,

-la facilité de polissage de la surface. [149]

On la détermine en calculant l'enfoncement d'un diamant pyramidal symétrique dans le matériau sous l'effet d'une charge déterminée à l'avance.

La valeur correspondra au diamètre de l'empreinte laissée à la surface du matériau. [149]

Les valeurs s'échelonnent de 30.8 MPa pour les microchargés à 57.0 MPa pour les microhybrides. [110]

Ces propriétés sont directement corrélées avec la taille et la quantité de charges. [109, 149]

Ainsi, le taux de charges des résines composites microhybrides et nanochargés ou nanohybrides étant significativement plus élevé que celui des microchargés, leurs propriétés mécaniques sont accrues. [110]

Une étude comparant les propriétés mécaniques des composites microhybrides, et des composites hybrides nanochargés, a montré que parmi les trois paramètres envisagés, seul le module d'élasticité semble significativement supérieur pour ceux utilisant les nanotechnologies. [13]

Ainsi, les propriétés mécaniques de ces matériaux sont au moins aussi bonnes que celles des microhybrides. [12]

b.Résistance à l'usure et à l'abrasion

La résistance à l'usure correspond à la capacité du matériau à assurer le maintien de la forme et de l'intégrité de la restauration sous l'effet de l'environnement buccal. [12]

Le processus de l'usure in vivo reste mal connu du fait de la complexité de cet environnement avec:

- l'action de liquides buccaux de composition changeante,
- le pouvoir abrasif variable des aliments,
- des forces exercées de manière cyclique durant la mastication ou encore,
- le brossage et le bruxisme. [149]

Ceci explique la faible corrélation entre les tests d'usure in vitro et les résultats obtenus in vivo. [149]

La référence idéale reste l'émail de la dent naturelle dont l'usure est estimée à 50 μm par an au niveau molaire et 30 μm par an au niveau prémolaire. [9]

On admet alors qu'une usure de 40 à 50 μm par an est acceptable. [149]

L'usure des composites décroît avec l'augmentation du taux de charges. [12, 149]

Par conséquent, les composites dont les particules des charges sont les plus petites, tels les microchargés, offrent moins d'abrasion que ceux contenant des macroparticules. [149]

Enfin, les composites microhybrides, hautement chargés, présentent une usure satisfaisante, parfois inférieure à l'émail, de plus ou moins 40 μm par an. [149]

Une étude in vitro a démontré que la résistance à l'usure d'un composite hybride nanochargé (Filtek Suprême 3M ESPE) est comparable voire supérieure à celle des composites microchargés et microhybrides. [156]

L'explication tient du fait que pour un volume fixe de charges, une taille plus fine de particules donne:

- des espaces interparticules plus faibles,
- une meilleure protection de la matrice résineuse et donc
- moins d'arrachement de charges. [12]

En revanche, une autre étude montre des résultats contradictoires. [137]

Les premiers résultats cliniques sur les composites nanochargés montraient donc une amélioration relative de la résistance à l'usure par rapport aux microchargés et microhybrides. Mais les études comparatives in vitro montrent des améliorations peu significatives par rapport aux composites microhybrides. [12]

Pour conclure, les meilleures performances sont donc obtenues avec les composites microchargés et hybrides hautement chargés. Mais aussi par les composites nanochargés, qui montrent, in vitro, une résistance à l'usure proche de celle des microhybrides. [5, 12, 109]

A RETENIR

Propriétés mécaniques

•Résistance à la fracture

Dépend de 3 critères directement lié à la taille et la quantité de charges:

-Module d'élasticité

Caractérise la rigidité du matériau = sa résistance sous contrainte.

Evalue la force nécessaire à la déformation réversible puis irréversible.

-Module de flexion:

Evalue la résistance à la traction et compression.

S'appuie sur des tests simulant les contraintes occlusales.

-Dureté Vickers:

Déformation permanente par unité de surface,

Corrélée à résistance aux rayures et facilité de polissage.

•Résistance à l'usure et l'abrasion

Capacité du matériau à assurer le maintien de la forme et de l'intégrité de la restauration sous l'effet de l'environnement buccal.

Usure acceptable: 40 à 50 μm par an.

Augmente avec l'augmentation du taux de charges.

•Meilleurs résultats avec composites microhybrides et nanochargés. (parfois mieux que l'émail).

4.Aspects esthétiques

Durant de nombreuses années, les praticiens bénéficiaient d'un choix de teinte restreint avec, en général, plusieurs teintes dentinaires mais un seul composite translucide. Aujourd'hui, les fabricants ont compris la nécessité de stratifier avec des matériaux de différentes opacité. [159]

En effet, la translucidité de l'émail étant de 70% contre 40% pour la dentine, pour imiter la dent naturelle, les fabricants ont du proposer une multiplication des choix de teintes en jouant sur l'opacité, la translucidité et d'autres propriétés optiques telles que la fluorescence et l'opalescence. [143, 158]

Ces améliorations permettent un meilleur rendu esthétique des restaurations.

C'est ainsi que DIETSCHI parle «d'âge d'or des composites». [37]

La photopolymérisation, en autorisant la combinaison de couches successives alternant diverses teintes et opacité, a permis d'améliorer les propriétés optiques des restaurations en tendant, au mieux, vers celles des tissus dentaires naturels. [75]

Les différences d'opacité sont obtenues grâce aux différences d'indice de réfraction entre charges et matrice.

Les nuances de saturations sont, quand à elles, liées à des concentrations variables en oxydes métalliques. [109]

Comme la dentine et l'émail ont des propriétés optiques différentes, il faudra des composites:

-mimant l'opacité et la fluorescence de la dentine. Et d'autres,
-reproduisant la translucidité et l'opalescence de l'émail. [66]
Les fabricants proposent donc:

•Les masses dentines:

Dans leur matrice sont ajoutés des pigments fluorescents en pourcentage et calibrage optimal pour obtenir une émission lumineuse identique à la dent naturelle.

Ces masses présentent une opacité importante et absorbent la lumière incidente pour la renvoyer dans les tons jaunes-orangers. [36, 65]

Enfin, des études évaluant l'opacité de différents matériaux composites par photométrie ont montré qu'ils présentent des valeurs idéales, autour de 40% de réfraction des rayons lumineux. [15]

•Les masses émail:

Elles présentent un effet pseudo-opalescent. [36, 143]

On distingue trois grands types de masses émail avec des caractéristiques propres à chaque tranche d'âge:

-émail jeune: à forte luminosité.

-émail adulte: plus neutre avec une luminosité moindre laissant apparaître l'anatomie dentinaire.

-émail d'âge avancé: à faible luminosité et translucidité majorée. [65]

•Les masses d'effets: [65]

Ce sont des composites très saturés pour reproduire des zones de fortes opacité, saturations, transparences ou opalescences retrouvées pour l'essentiel au niveau du tiers incisif.

Elles peuvent être bleutées, blanches, transparentes ou encore ambrées et doivent être incorporées entre les masses dentine et émail.

Caractéristiques du composite	Émail	Dentine	Opalescence	Intensité	Taches sombres	Taches pâles	Dentine profonde	Masses mamelon
Fluorescence	2	5	1	4	4	4	5	5
Hybride	4	5	4	4	4	4	5	5
Opalescence	4	1	5	1	1	1	1	1
Nanochargé	3	3	3	1	1	1	0	0
Microchargé	1	0	1	1	1	1	0	0
Fluide	1	4	1	1	4	4	3	0
Opacité	3	5	0	4	5	2	5	5
Translucidité	4	2	5	3	1	4	1	0
Saturation	1	5	3	0	5	3	5	5
Luminosité	4	2	2	5	0	3	2	4

0 : non souhaitable, 1 : pas attrayant, 2 : assez attrayant, 3 : attrayant, 4 : très attrayant, 5 : souhaitable

Paramètres clés suggérés pour évaluer le choix idéal d'un matériau. [34]

•L'apport des nanotechnologies:

Les composites hybrides nanochargés, par la diminution de la taille de leurs charges, permettraient une meilleure distribution des pigments améliorant ainsi la continuité entre les structures dentaires et ces particules et fourniraient donc une interface optique plus stable et plus naturelle. [139]

Il semblerait alors qu'ils améliorent le mimétisme des restaurations. [12]

Enfin, c'est surtout sur l'indice de réfraction que les nanotechnologies semblent apporter les résultats les plus prometteurs:

-l'émail possède un indice de réfraction de 1.62 (celui de la dentine serait de 1.56).
-la plupart des charges utilisées ont un indice de réfraction compris entre 1.45 et 1.55. [119, 149]

La transition parfaite entre la dent et le matériau semble donc quasiment impossible.

Cette propriété optique des résines composites donne un aspect vitreux à la couche superficielle et est donc responsable de la persistance d'un joint composite/dent inesthétique. [151]

En effet, la lumière passant à travers l'émail naturel et la masse émail du composite voit son rayon dévié, accentuant l'aspect vitreux de cette zone de jonction. [146, 151]

Pour limiter cet effet, une astuce clinique consiste à amener les différentes couches de masses dentines très proches de la surface amélaire pour aboutir à une couche pelliculaire de composite émail. Ceci permet d'estomper l'aspect vitreux. [143, 146, 151]

Mais aujourd'hui, la réponse à ce problème semble une fois de plus apportée par un composite faisant appel aux nanotechnologies (Enamel plus HRi®, Micerium S.p.A) dont l'indice de réfraction serait identique à celui de l'émail naturel (=1.62) grâce aux nanocharges. [142, 151]

Ainsi, le rayon lumineux traversant l'émail naturel et le composite est réfracté de la même manière, supprimant l'effet vitreux du matériau. [151]

Cliniquement, la couche d'émail composite aura la même épaisseur que la couche d'émail naturel. [142, 151]

A RETENIR**Aspects esthétiques**

Pour un résultat esthétique maximal, il est nécessaire d'utiliser des matériaux aux caractéristiques distinctes mimant la dentine et l'émail naturel et de les superposer.

Les différences d'opacité découlent des différences d'indices de réfraction entre charges et matrice.

Les nuances de saturations sont liées à des concentrations variables en oxydes métalliques.

3 types de matériaux:

- Les masses dentines:
Miment l'opacité et la fluorescence de la dentine.
- Les masses émail:
Reproduisent la translucidité et l'opalescence de l'émail.
Ont un effet pseudo-opalescent.
- Les masses d'effets:
Composites très saturés pour reproduire des zones très caractérisées.

Apport des nanotechnologies:

-Amélioration du mimétisme des restaurations: par meilleure distribution des pigments liée à la diminution de la taille des charges, améliorant ainsi la continuité entre les structures dentaires et ces particules et, fournissant donc une interface optique plus stable et naturelle.

-Suppression de l'effet vitreux et de la visibilité du joint composite/dent: produit par un indice de réfraction identique à celui de l'émail naturel.

5. Pérennité à moyen et long termes

a. Absorption d'eau, solubilité

• L'absorption d'eau:

Les composites absorbent, selon le matériau envisagé, près de 2% d'eau, parfois plus.

C'est un phénomène progressif, pouvant durer plusieurs semaines voire plusieurs mois pour arriver à son stade final. [149]

L'absorption d'eau est majorée pour les composites ayant un faible taux de charges, l'eau s'infiltrant dans le polymère.

Ceci constitue un défaut des composites microchargés. [149]

Elle peut compenser la rétraction de prise en provoquant une expansion du composite.

Mais, de part son caractère progressif, elle ne pourra pas empêcher l'arrachement du joint adhésif lié à la rétraction de prise quasi-instantanée.

Elle permettra donc une amélioration de l'adaptation marginale de la restauration sans récupérer l'accrochage micro mécanique. [12, 149]

•La solubilité:

Les composites relarguent des monomères non polymérisés. [5, 12]

Cependant, on peut considérer aujourd'hui la solubilité comme étant faible avec peu de passage de monomères en solution. [5]

Les problèmes de solubilité et d'absorption d'eau sont des phénomènes directement impliqués dans la dégradation des restaurations en réduisant leur durée de vie et en minimisant leurs propriétés mécaniques et physiques. [12]

Ainsi, du fait de l'infiltration d'eau et des phénomènes d'hydrolyse qu'elle est susceptible de provoquer:

-l'étanchéité va diminuer et,

-l'adhérence va s'affaiblir à plus ou moins long terme. [5, 12]

Enfin, ce paramètre joue un rôle dans la coloration du composite par fixation inévitable de liquides colorés (café, thé, vin...), entraînant des colorations dans la masse du composite. [149]

b.Stabilité de la teinte

Des résines composites hybrides subissant un vieillissement accéléré par oxydation et par immersion dans du café, vin ou cola dans le but de déterminer la stabilité de leur teinte montrent une très grande résistance à la dégradation de la teinte qui serait liée à leur nature hydrophobe. [60, 108]

Cependant, la résistance à la coloration des composites modernes est tributaire de leur composition et de leur manipulation.

En effet, la stabilité de la couleur sera favorisée par:

-leur caractère hydrophobe,

-l'augmentation de la quantité de charges,

-la diminution de la taille des charges,

-et le poli de surface. [39]

Ainsi, le polissage de surface permet de conférer au matériau des caractéristiques de surface influant sur sa durée de vie. [12]

En effet, les modifications de surface facilitant la pénétration de colorations au sein de la résine composite vont être liées:

-aux porosités de surface,

-à sa rugosité,

-à l'usure et

-aux dégradations cliniques. [12, 149]

Et, comme l'aptitude au polissage de ces matériaux est directement liée à la taille des charges qui les compose, alors les composites microhybrides, nanohybrides et nanochargés auront le meilleur comportement. [12]

Malgré tous les points énoncés, la pérennité des qualités optiques des résines composites est indéniable et, cela est d'autant plus vrai pour les classes de composites énoncés ci-dessus.

c. Longévité

Les trois principales raisons du remplacement des résines composites sont:

- le diagnostic clinique de caries secondaires,
- la fracture de la restauration ou des ses bords,
- la décoloration du matériau ou de ses bords. [93]

Le taux d'échec annuel des reconstitutions en composites par technique directe est de 2.2%. [56, 88]

En outre, les restaurations en résines composites démontrent une longévité souvent supérieure à 10 ans. [122]

Mais le facteur praticien est au moins aussi important que les qualités intrinsèques du matériau. [34, 149]

A RETENIR

Pérennité des restaurations

Les paramètres intervenant sont:

- L'absorption d'eau
 - Près de 2% d'eau absorbée par la composite.
 - Phénomène progressif.
 - Amélioration de l'adaptation marginale de la restauration.
 - Majorée pour les composites ayant un faible taux de charges.
 - Moins bons résultats pour les microchargés.

- La solubilité
 - Relargage de monomères non polymérisés.
 - Faible.

- La stabilité de la teinte
 - Favorisée par:
 - le caractère hydrophobe des résines,
 - l'augmentation de la quantité de charges,
 - la diminution de la taille des charges,
 - et le poli de surface.
 - meilleurs résultats: composites microhybrides, nanohybrides et nanochargés.

Longévité

Causes du remplacement des composites:

- le diagnostic clinique de caries secondaires,
- la fracture de la restauration ou des ses bords,
- la décoloration du matériau ou de ses bords.

Taux d'échec annuel = 2.2%.

Longévité souvent supérieure à 10 ans.

6.Bilan: Matériaux indiqués pour les stratifications antérieures

Des composites microchargés à la nanotechnologie, en passant par les microhybrides, les composites ont connu un fort développement, tout en subissant de nombreuses améliorations au cours de ces dernières années.

L'évolution structurale concerne surtout les charges par:

- augmentation de leur pourcentage,
- diminution de leur taille ou encore,
- modification de leur forme. [109]

Cela aura permis de corriger, au moins en partie, les défauts majeurs de ces matériaux:

- l'usure est devenue proche de celle de l'émail,
- la rétraction de prise a été abaissée à 1.5% et,
- les propriétés mécaniques semblent plus que correctes et suffisantes. [149]

En outre, une restauration réussie passant par le choix correct d'un matériau, il sera alors important de respecter les indications de chaque type de résine composite. [149]

	Conventionnels	Microfins	Hybrides universels	Hybrides compactables	Hybrides <i>flow</i>
% charges	++	+	+++	++(+)	+(+)
RX	- ou +	-	++(+)	++	++
Module élasticité	+++	+	+++	++	++
Résistance fracture	++	+	++(+)	++	+(+)
Résistance usure	+	+++	+++	++(+)	++
Rétraction prise ^a	--	--	--	--	--
CET ^a	--	--	--	--	--
Esthétique	+(+)	+++	++(+)	+	++

^a Pour la rétraction de prise et le coefficient d'expansion thermique (CET), les signes -- indiquent un comportement défavorable.

Synthèse qualitative des principales caractéristiques des composites.[149]

Pour les restaurations antérieures, l'esthétique est un facteur essentiel.

A cet égard, ce sont donc les composites microchargés et microhybrides qui présentent les meilleures qualités. [149]

Cependant, selon VANINI, les composites microhybrides actuels:

- ont des propriétés mécaniques supérieures aux microchargés, répondant ainsi mieux aux exigences fonctionnelles, et,
- permettent de maintenir les caractéristiques d'une dent naturelle pendant une longue période. [144, 146]

De fait, l'usage des microchargés se restreint de plus en plus aux lésions non carieuses du collet. [19, 76]

Enfin, l'apport des nanocharges au sein des composites les plus récents constitue un progrès intéressant dans l'intégration esthétique des restaurations en permettant de légères améliorations dans:

- la résistance à l'usure,
- l'aptitude au polissage et,
- les qualités optiques de surface.

Les qualités de surface et aptitudes au polissage semblant comparables à celles des microchargés. [7, 12]

Ainsi, les caractéristiques des composites de dernière génération sont au moins équivalentes à celles des composites de générations précédentes. [12, 109, 149]

C'est pourquoi, aujourd'hui, ce sont globalement les composites hybrides nanochargés et microhybrides qui sont les plus utilisés dans les stratifications antérieures. [7, 12, 142, 144, 146, 151]

Cependant, il n'existe pas de produit miracle et même le meilleur des matériaux peut donner de mauvais résultats si son utilisation n'est pas correcte. [34]

A RETENIR

Indications

Pour les reconstitutions antérieures utilisant une technique de stratification, sont recommandés:

- les composites microhybrides,
- les composites hybrides nanochargés.

Les composites microchargés seront utilisés pour les lésions non carieuses du collet.

3. Les adhésifs

A. Rappels

1. Définition

Le composite n'a aucune possibilité d'adhésion intrinsèque. [5]

Ainsi, on cherche à établir un lien idéalement adhérent et étanche entre les tissus dentaires calcifiés et les biomatériaux de restauration. [33]

Le système adhésif est la substance intermédiaire qui, appliquée sur des surfaces ou des matériaux, peut les réunir et résister à leur séparation.

La mise en place d'une restauration conservatrice esthétique des dents nécessite l'emploi préalable d'un système adhésif pour faire la liaison et permettre l'étanchéité entre le composite, résine hydrophobe, et le support dentaire amélaire et dentinaire. [140]

2. Composition

Les différents systèmes adhésifs existants peuvent être décomposés en 3 produits:

- L'agent de mordantage:

Il peut être constitué d'acides

- organiques (citrique, maléïque, EDTA, monomères acides),
- polymériques (acide polyacrylique) ou encore;
- minéraux (hydrochlorique, hydrofluorique...).

Mais, aujourd'hui, c'est l'acide phosphorique à 35-37% qui est le plus utilisé. [19]

Au niveau amélaire, l'attaque acide permet une déminéralisation de la matrice interprismatique ainsi qu'une dissolution intraprismatique.

Assurant ainsi une augmentation de la surface de contact avec l'adhésif et une

surface propice à la réalisation d'un clavetage mécanique avec ce dernier. [4, 51]

Au niveau dentinaire, le traitement par l'agent de mordançage permet de:

- éliminer la Smear Layer,
- déméraliser la couche de dentine sous-jacente: ainsi, le réseau de collagène qui persiste permettra un collage fort.
- ouvrir les tubulis dentinaires. [19, 33]

•Le primaire ou primer:

Il contient des monomères amphiphiles dissous dans des solvants comme l'eau, l'acétone ou l'alcool. [19, 29, 33]

Ils pénètrent la dentine déminéralisée et créent, après polymérisation, un réseau moléculaire enchevêtré avec les fibrilles collagéniques. [19]

Le primer joue donc un rôle essentiel dans l'adhésion à la dentine en pénétrant et imprégnant le réseau de collagène afin de le maintenir suffisamment poreux et de lui redonner son volume en cas d'effondrement ou de lutter contre ce collapsus collagénique. [29, 33]

Le monomère le plus utilisé est le HEMA car c'est le seul composé métacrylique à être totalement soluble dans l'eau. [33]

Enfin, la présence de solvants facilite l'élimination de l'eau, améliorant ainsi le rapport «monomère/eau» nécessaire à un collage optimal par enduction majorée des fibrilles de collagène par le monomère. [19, 33]

•La résine adhésive:

C'est généralement une résine non chargée contenant principalement des monomères hydrophobes (BisGMA, TEDGMA ou UDMA) mais aussi hydrophiles comme l'HEMA. [19]

Ainsi, la couche de résine la plus hydrophobe:

- pénétrera dans la dentine avec les monomères hydrophiles, sous forme liquide, puis
- scellera la surface par conversion sous forme solide par polymérisation et, enfin,
- adhérera à la résine composite hydrophobe. [19]

L'enchevêtrement de molécules issues des tissus dentaires et des monomères de l'adhésif formera la couche hybride.

Cette dernière est formée par l'entrelacement de deux types de polymères: naturel d'une part et de synthèse d'autre part, à savoir respectivement les fibres de collagène et les macromolécules de l'adhésif. [4, 33]

Enfin, la polymérisation sera permise par des amorceurs de polymérisation. [33]

Donc, les adhésifs amérodentaires nécessitent ces 3 produits pour assurer un collage de qualité.

Mais, ils peuvent être utilisés successivement, être regroupés par deux ou alors tous regroupés selon le système employé.

Et c'est sur ce nombre de séquences d'application que se base la classification moderne des systèmes adhésifs.

A RETENIR

Les systèmes adhésifs

•Définition

Substance intermédiaire qui, appliquée sur des surfaces ou des matériaux, peut les réunir et résister à leur séparation.

•But

Etablir un lien idéalement adhérent et étanche entre les tissus dentaires calcifiés et les biomatériaux de restauration.

•Composition

Agent de mordantage

Composé d'acides.

Primer

Monomères amphiphiles.

Résine adhésive

Résine non chargée: monomères hydrophobes principalement mais aussi des hydrophiles.

Amorceurs de polymérisation.

3.Classification moderne

On distinguera deux grandes classes d'adhésifs: [31]

- Les M&R: nécessitant un mordantage puis un rinçage préalablement à leur utilisation.
- Les SAM: systèmes auto-mordantants, s'appliquant directement sur les surfaces dentaires, sans traitement préliminaire.

a.Les M&R

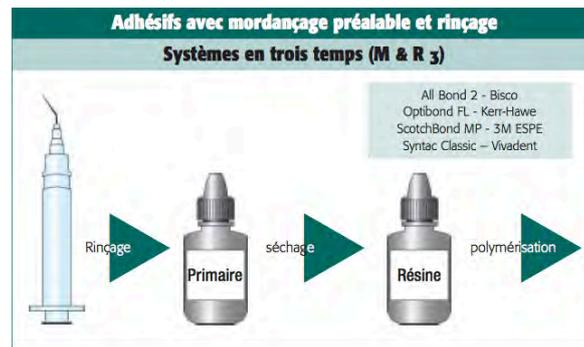
- Les systèmes M&R III [29, 31, 33, 140]

Ces systèmes s'appliquent en 3 séquences de 3 produits distincts:

-Mordantage: à l'aide d'une seringue d'acide sous forme de gel en général puis, réalisation d'un rinçage et séchage.

-Primaire: présenté sous forme de flacon suivi d'un séchage.

-Adhésif: conditionné dans un flacon, la résine adhésive sera appliqué puis polymérisée.



Chronologie et composants des systèmes M&R3 [31]

•Les systèmes M&R II

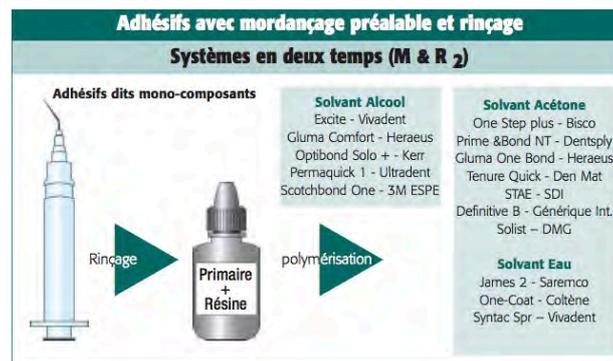
Ce sont des produits présentés en un seul flacon. Schématiquement, ils contiennent à la fois les éléments du primer et de la résine adhésive. [29]

L'étape intermédiaire d'application du primer disparaît. [33]

La séquence est donc: [29, 31, 33, 140]

-Mordantage suivi d'un rinçage et d'un séchage puis,

-Adhésif mono-composant (primer + résine): sous la forme d'un flacon unique et polymérisation.



Chronologie et composants des systèmes M&R2 [31]

Leur mise en oeuvre, plus simple d'apparence, est en fait délicate.

Toute la complexité réside dans le séchage de la dentine après mordantage et rinçage. [29, 31, 33]

En effet, en excès, l'eau s'oppose à la formation d'un joint adhésif continu: on parle de «surmouillage».

A l'inverse, un séchage trop important entrainerait un collapse du collagène. [29, 33]

Il faut donc maîtriser l'humidité, sécher sans dessécher.

b. Les SAMs

Les systèmes automordants présentent la spécificité de tous contenir de l'eau. L'eau est nécessaire pour activer le potentiel acide des monomères hydrophiles qu'ils contiennent. [29, 31, 33]

Les monomères acides déminéralisent et infiltrent simultanément émail et dentine. [29, 31, 33]

Au niveau de la dentine, ils vont dissoudre la Smear Layer avant de déminéraliser la dentine sous-jacente. [31, 33]

La boue dentinaire n'est donc pas totalement éliminée, mais infiltrée. [29, 31, 33]

Les monomères acides étant polymérisables, après polymérisation, la couche hybride contient donc les protéines de la boue dentinaire en plus de celles de la dentine. [31, 33]

On trouve également dans leur composition:

- des solvants,
- des monomères hydrophobes,
- des amorçeurs de polymérisation et parfois,
- des charges. [31]

Comme vu précédemment, les solvants servent à activer la pénétration du produit et faciliter l'élimination de l'eau. [19, 31, 33]

Il existe des SAM qui nécessitent l'application successive de deux produits et d'autres ne nécessitant qu'une seule application.

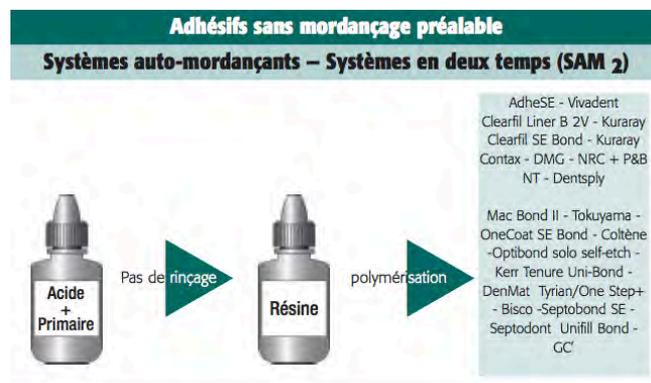
•Les SAM II [31,33, 140]

Ils utilisent 2 produits successivement:

-un primaire acide: présenté sous forme de flacon est appliqué puis séché pour évaporer l'eau sans rinçage.

-la résine adhésive: en flacon.

Puis l'ensemble est polymérisé.



Chronologie et composants des systèmes SAM II. [31]

•Les SAM I [31, 33, 140]

Ils ne présentent plus qu'un seul flacon réunissant Acide, Primer et Résine.

Ce sont des adhésifs dits «tout en un» que l'on polymérise directement après leur application. [33]



Chronologie et composant des systèmes SAM I.[31]

Leur avantage réside dans l'ergonomie par simplification de la procédure clinique de collage et de fait, limite potentiellement le risque d'erreur de manipulation à chaque étape du collage. [31]

Mais, l'association d'eau et de monomères hydrophobes peut être sujette à une séparation de phases lors de la procédure d'application surtout si l'évaporation de l'eau qu'ils contiennent n'est pas suffisante. [141]

	Avantages	Inconvénients
M&R	-Élimination de la Smear Layer. -Mordantage plus profond(=nanoclavetage).	-Élimination de la boue dentinaire augmente le risque de sensibilités post opératoires. -Maîtriser l'humidité.
SAM	-Étanchéité immédiate car front de déminéralisation=front de pénétration des monomères. -Limite le risque d'erreurs. -Pas de rinçage, limitant la contamination par saignements ou fluide gingival. -Pas ou peu de sensibilités post-opératoires grâce au bouchon de Smear Layer.	-Risque d'hydrolyse des monomères hydrophiles à long terme. -Risque au niveau de la boue dentinaire non totalement éliminée par présence de germes. -Adhésion à l'émail moins favorable sur un émail non préparé. -Pouvoir adhésif inférieur.

Avantages et inconvénients des systèmes adhésifs. [4,29,31,33,51]

Le choix d'un système ou d'un autre doit découler de la confrontation des performances ou qualités des produits en fonction de la situation clinique. [33]

Ainsi, pour les restaurations directes du secteur antérieur, l'utilisation d'un adhésif M&R semble plus convenable compte tenu de la surface d'émail préparée conséquente et des performances d'adhérence à l'émail de ces produits. [29, 33]

En effet, selon DEGRANGE, seule l'application d'acide phosphorique à 37%

pendant 30 secondes sur l'émail permet une attaque et donc une adhérence suffisante. [31, 33, 113]

A RETENIR

Les systèmes adhésifs

- Classification

- Les M&R:

- M&R 3

- Mordançage→Rinçage→Séchage→Primer→Séchage→Adhésif→Polymérisation.

- M&R 2

- Mordançage→Rinçage→Séchage→Adhésif mono-composant→Séchage→Polymérisation.

- Les SAM:

- SAM II

- Primer Acide→Séchage→Résine adhésive→Polymérisation.

- SAM I

- Adhésif tout-en-un→Polymérisation.

- Choix est fonction de la situation clinique:

- Restaurations directes du secteur antérieur:

- L'utilisation d'un adhésif M&R compte tenu de la surface d'émail préparée conséquente et des performances d'adhérence à l'émail de ces produits.

B.Le collage

1.Principe

a.L'adhésion

- Généralités [32, 112]

L'adhésion est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques et mécaniques qui contribuent à unir deux substances entre elles par leurs surfaces. Ceci, dans le but de créer une résistance mécanique à la séparation de ces deux surfaces en contact intime.

Il existe deux théories relatives au phénomène d'adhésion:

- la théorie mécanique: l'adhésif, après durcissement, s'engrène mécaniquement dans les rugosités et irrégularités de la surface adhérente.

- la théorie d'adsorption: s'applique à toutes sortes de liaisons chimiques de l'adhésif à l'adhérent, par liaisons primaires ou secondaires.

Les liaisons primaires sont les liaisons ioniques et covalentes alors que les secondaires correspondent aux liaisons hydrogènes, dipolaires et aux forces de Van Der Waals.

L'ensemble collé prendra alors le nom «d'interphase» et, il présentera deux «interfaces». Dans notre situation, l'interphase est représentée par l'ensemble

surfaces dentaires/adhésif/composite et entre l'adhésif et les deux autres éléments se trouvent les interfaces.

- Au niveau dentaire

L'adhésion aux tissus dentaires est de trois types:

- Adhésion mécanique:

Après fraisage, les surfaces d'une préparation sont recouvertes de boue dentinaire, couche poreuse ou hétérogène, composé d'un agglomérat d'hydroxyapatite, de protéines mais aussi de bactéries. [33]

Quelque soit le système adhésif employé, la boue dentinaire et les tissus dentaires subiront un traitement acide dans le but de:

- éliminer ou stabiliser la couche de smear layer, [33]

- créer des microrugosités et des microporosités au niveau des surfaces dentinaires et amélaire. La surface de collage se trouve ainsi augmentée. [33, 140]

- accroître l'énergie de surface de la zone, améliorant alors la mouillabilité de la résine adhésive sur les surfaces dentaires. [33, 140]

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

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

Grossièrement, on remplace donc l'hydroxyapatite, déminéralisée ou éliminée, par de la résine. C'est une rétention micromécanique. [33]

- Adhésion chimique:

Le système adhésif établit des liaisons avec:

- la phase minérale:

en effet, des interactions chimiques additionnelles peuvent contribuer à l'adhésion lorsque l'adhésif contient des monomères capables de s'unir avec l'hydroxyapatite notamment. [33]

Le joint collé serait donc également assuré par une adhésion chimique dans laquelle les molécules absorbées se dissocient au contact de la surface, générant des liaisons covalentes ou ioniques fortes. [33, 140]

- la phase organique de la dentine: par ses fonctions anhydres, carboxyliques et aldéhydes, qui interagissent avec le collagène. [140]

- Adhésion physique:

Elle est liée aux réactions polaires. Mais, ces forces d'attractions secondaires sont de l'ordre de 1/50 à 1/100 des forces primaires. [32, 140]

En dentisterie, même si la composante chimique semble jouer un rôle non négligeable dans le potentiel d'adhérence de certains adhésifs automordants faiblement acides et dans la longévité des joints collés, l'effet à court terme étant marqué par la ténacité de l'ancrage micromécanique, alors ce dernier reste

l'explication la plus courante des mécanismes d'adhésion d'un matériau à la structure dentaire. [4, 32, 33]

b. Cahier des charges

Les systèmes adhésifs représentent un apport indiscutable à l'essor de thérapies plus conservatrices, plus esthétiques et plus biocompatibles. [112] Ainsi, un grand nombre de matériaux ont fait leur apparition au cours du temps, et, pour être qualifiés de systèmes adhésifs amérodentaires, ils ont du répondre à un certain nombre de critères en lien direct ou indirect avec un collage optimal, durable et atraumatique.

•La biocompatibilité

L'adhésif ne doit pas induire de réaction néfaste pour le patient et donc, ne pas être cytotoxique pour la pulpe, voire même favoriser ou induire la cicatrisation dentino-pulpaire.

Et si, in vitro, diverses études semblent montrer un potentiel cytotoxique de ces produits, in vivo, leur comportement apparaît opposé, en favorisant la cicatrisation pulpaire.

Pour cela, ils ne doivent pas être utilisés comme matériaux de coiffage direct mais doivent former une interface étanche aux fluides buccaux et à leurs bactéries. [33]

•Adhésion efficace, immédiate, durable et étanchéité

→Immédiate

Le rôle premier de l'adhésif est de coller.

Immédiatement, il va devoir former un joint adhérent capable de s'opposer aux contraintes de polymérisation du composite appliqué à sa surface. [33]

Ainsi, une résistance de l'interface dentine/résine de 17 MPa a été considérée comme la valeur minimale requise pour éviter tout décollement. Elle correspond, en réalité, à la force dégagée par le retrait de polymérisation de la résine. [140]

Par ailleurs, comme la mise en fonction d'une restauration suit directement le traitement, le joint doit présenter une résistance précoce suffisante et ce, d'autant plus lorsque la rétention est peu importante et donc essentiellement assurée par le collage. [33]

En outre, elle devra aussi compenser le différentiel de variations volumétriques entre le composite et les tissus dentaires.

→Efficace

Deux éléments, à savoir surfaces dentaires et adhésif, doivent être en contact intime.

Cette proximité dépend de: [32, 112]

-la viscosité de l'adhésif: si elle est trop importante pour qu'il n'imprègne la surface, des bulles d'air pourraient être emprisonnées.

-la rugosité du substrat: augmente la surface de collage et crée une pression capillaire de l'adhésif aidant à sa diffusion.

-la mouillabilité du substrat: dépendra elle même de l'énergie libre de surface du solide (= aptitude à attirer les molécules externes), de la tension superficielle du liquide et de l'énergie interfaciale.

Pour obtenir une bonne mouillabilité, il faudra donc une énergie de surface de la dent élevée et une tension superficielle de la résine la plus basse possible. Comme nous l'avons étudié précédemment, ces paramètres sont améliorés par le traitement acide des systèmes adhésifs, qui favorisent donc l'adhésion. [33, 140]

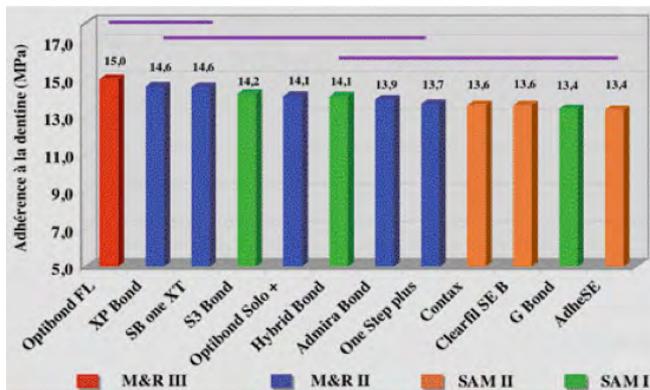
De cette adhésion découle alors l'adhérence au substrat et donc la force d'adhésion. [32, 112]

Il est souvent présumé que des valeurs élevées se traduisent par de meilleurs résultats cliniques bien que des études n'aient pas trouvé de corrélation significative entre la valeur de la résistance du joint et leurs performances cliniques. [140]

Classe d'adhésif	Nombre de tests	Adhérence à la dentine (MPa)	Dév. Std. (MPa)	Coef. Var. (%)
M & R	5456	13,2	4,6	34,6
SAM	6719	12,5	5,0	39,5

Valeurs moyennes d'adhérence à la dentine, écarts types et coefficients de variation d'un ensemble d'adhésifs testés regroupés en 2 grandes catégories: M&R et SAM. [29]

Les systèmes avec pré-mordançage s'avèrent statistiquement plus performants. Par ailleurs, leur coefficient de variation plus faible montre qu'ils sont plus tolérants dans leur manipulation que les systèmes auto-mordançants. [29]



Histogramme illustrant les valeurs d'adhérence des douze adhésifs les plus performants parmi la soixantaine testée au cours des « Batailles des adhésifs ». Ces données sont potentiellement évolutives et représentent l'état de la banque de données au 30 décembre 2006 sur un total de 12193 valeurs. Pour être inséré dans la classification, chaque adhésif doit avoir été testé au moins 100 fois et dans cinq séances différentes. Les barres regroupent les produits qui ne sont pas statistiquement différents. [29]

Donc, concernant l'adhérence, les produits M&R semblent plus performants mais encore en deçà des 17 MPa de référence. [29]

Cependant, le manque de standardisation des techniques de mesures donne une très grande variabilité dans les résultats obtenus qui ne deviennent alors comparables qu'au sein d'une même étude. [140]

A ce jour, on peut dire qu'une résistance au collage élevée est un facteur nécessaire mais non suffisant pour caractériser une adhésion de bonne qualité. [29]

→Durabilité

La notion d'étanchéité apparait comme un facteur majeur dans la qualité fonctionnelle, biologique et dans la pérennité des restaurations.

L'étanchéité doit être d'ordre nanométrique pour:

-éviter toute pénétration de fluides buccaux générateurs de sensibilités post-opératoires et,

-s'opposer à l'infiltration bactérienne, d'échelle micrométrique. [33]

Elle empêchera de la sorte les principales causes d'échec des restaurations composites que sont:

-les reprises de caries

-les colorations marginales

-la perte des restaurations. [93]

Ainsi, les qualités d'adhérence et d'étanchéité doivent être immédiates et durables pour éviter tous ces phénomènes de dégradation limitant la longévité des traitements. [33]

•Simplicité et fiabilité de mise en oeuvre

Actuellement, les systèmes adhésifs ne permettent pas l'obtention de résultats fiables et reproductibles. [29, 33]

Ainsi, une petite erreur dans le protocole peut compromettre la valeur de l'adhésion. [33]

Donc la procédure de collage reste aujourd'hui une procédure longue et rigoureuse dans laquelle la manipulation joue un rôle conséquent dans la performance de collage, peut être même plus importantes que les qualités intrinsèques de l'adhésif lui même. [33]

A RETENIR**Adhésion aux tissus dentaires**

•Chimique:

Liaison avec la phase minérale (hydroxyapatite).

Liaison avec la phase organique (collagène).

•Physique:

Réactions polaires.

•Mécanique:

Autorisée par le traitement acide provoquant:

-microrugosités,

-stabilisation ou élimination de la boue dentinaire,

-amélioration de la mouillabilité.

L'adhésion est essentiellement micromécanique, les autres sont secondaires.

Impératifs des systèmes adhésifs

•Biocompatibilité:

Pas de cytotoxicité pulpaire.

Favoriser la cicatrisation dentino-pulpaire si possible.

•Adhésion:

→Immédiate

Pour compenser le différentiel de variations volumétriques entre tissus dentaires et composite.

Autoriser une mise en fonction immédiatement après le traitement.

Adhérence doit être au moins égale à la force dégagée par le retrait de polymérisation=17MPa.

→Efficace

But: Obtenir un contact intime adhésif/surfaces dentaires.

Facteurs influençants:

-la viscosité de l'adhésif,

-la rugosité du substrat,

-la mouillabilité du substrat.

Facteurs favorisants:

Traitement acide

(augmente énergie de surface et donc mouillabilité).

Meilleurs résultats pour les M&R que pour les SAM.

→Durable

Nécessité d'une étanchéité d'ordre nanométrique pour éviter:

-les sensibilités post-opératoires,

-toute infiltration bactérienne.

Principales causes d'échec des restaurations composites:

-les reprises de caries

-les colorations marginales

-la perte des restaurations.

→ Simplicité et fiabilité de mise en oeuvre

Actuellement, ne permettent pas l'obtention de résultats fiables et reproductibles.

2. Adhésion à l'émail

a. Rappels sur la composition de l'émail

L'émail, composé de 96% de matière minérale et de 4% d'eau et de matière organique, est constitué:

- d'émail aprismatique, constitué de substance inter-prismatique,
- d'émail prismatique, constitué par des prismes hexagonaux dans lesquels les cristaux d'hydroxyapatite sont orientés parallèlement au grand axe des faisceaux de prismes et de la substance inter-prismatique dans laquelle les cristaux ont une orientation différente. Cette dernière permet la cohésion des prismes entre eux. [51]

Enfin, l'émail présente une surface lisse, recouverte d'une pellicule protectrice lipidique, et variable, avec alternance aléatoire de plages d'émail aprismatique et prismatique. [112]

b. Mode d'adhésion

BUONOCORE est le premier à mettre en évidence qu'un acide pouvait altérer la surface de l'émail dentaire et permettre ainsi le collage d'une résine. [51, 140]

Aussi, comme les cristaux d'hydroxyapatite ne se dissolvent pas à la même vitesse lorsqu'ils sont attaqués par le dessus ou sur le côté, alors, si on dépose une goutte d'acide à la surface de l'émail, la dissolution s'effectuera de manière plus importante dans le coeur des prismes que dans les zones inter-prismatiques. Nous observerons alors une multitude de puits correspondants à cette dissolution différentielle. [4]

Ces micro-reliefs représentent autant de zones d'ancrages dans lesquelles l'adhésif va s'infiltrer pour assurer la rétention à l'émail. [4]

Il y a donc une adhésion par clavetage mécanique, les reliefs amélaire ainsi formés permettant la constitution de micro et macro-bridges de résine après polymérisation.

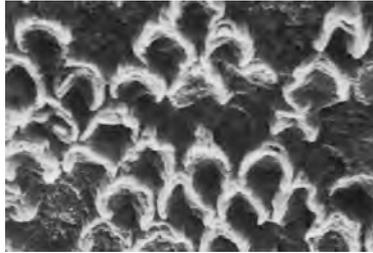
Le mordantage joue donc un rôle essentiel dans l'adhésion amélaire en permettant:

- de doubler l'énergie libre de surface de l'émail améliorant la mouillabilité de l'adhésif liquide et donc l'étalement de ce dernier.
- la dissolution de la couche protéolipidique de surface,
- l'élimination de près de 5 à 10 μm d'épaisseur d'émail.
- une dissolution sélective et partielle des prismes sur 10 à 50 μm . [51, 112]

C'est ainsi que selon SYLVERSTONE, 3 types de schémas de dissolution sélective peuvent apparaître: [128]

- Le type I

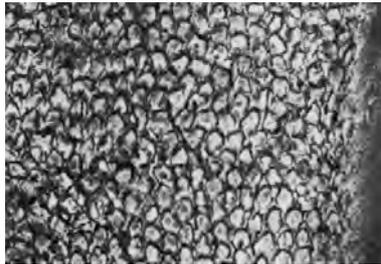
Le prisme est préférentiellement dissout et met ainsi en relief l'émail inter-prismatique sur 1 à 3 μm . Donc attaque de l'émail intra-prismatique.



Faciès de dissolution amélaire de type 1 [128]

- Le type II

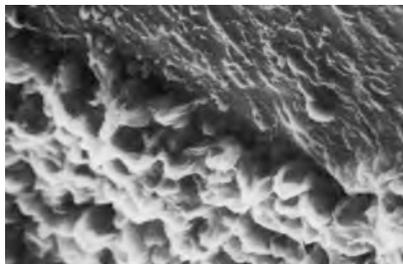
L'émail inter-prismatique est préférentiellement dissout mettant en relief les prismes. Donc, attaque de l'émail inter-prismatique.



Faciès de dissolution amélaire de type 2 [128]

- Le type III

Combinaison des deux types précédents, l'émail n'a plus de structure bien définie et apparait coagulé.



Faciès de dissolution de l'émail de type 3 [128]

Ces trois types d'attaques et de faciès peuvent être retrouvés sur une même surface traitée. [128]

En outre, plusieurs facteurs interviennent dans la qualité du mordantage. A savoir:
-la nature de l'acide

- la concentration de l'acide
- le temps d'action de l'acide
- la consistance de l'acide
- le temps de rinçage. [32, 33, 140]

Aujourd'hui, on utilise essentiellement de l'acide phosphorique, acide minéral:
 -dosé entre 20 et 40% (35 et 37% sont les plus courants),
 -sous forme de gel coloré, pour une application plus précise et visible.
 Il sera appliqué pendant 30 secondes pour un gel d'acide phosphorique à 37%.
 Il devra ensuite être rincé abondamment. [33, 51, 113]

Le mordantage consiste en une réaction acide/base dans laquelle le gel de mordantage, acide, réagira avec l'hydroxyapatite, solide basique, en formant des phosphates de calcium et de l'eau.
 La formation de précipités insolubles de phosphate de calcium pouvant limiter l'infiltration des monomères de l'adhésif, l'émail mordancé doit être rincé pour éliminer ces «bouchons».
 Le rinçage par spray et eau devra être de l'ordre d'une vingtaine de secondes et de quinze secondes au minimum. [32, 112, 140]

Actuellement, la qualité de l'adhésion amélaire des SAMs est très discutée.
 De nombreux auteurs s'accordent à dire que le faciès d'attaque généré par les SAMs apparaît moins rétentif que ceux obtenus par l'acide phosphorique. [29, 31, 33]
 Ainsi, in vitro, nous pouvons observer que:
 -sur un émail non préparé (non fraisé), les SAMs présentent de faibles valeurs d'adhérence.
 -sur un émail fraisé, les SAMs montrent une adhérence inférieure à celle des M&R.
 Ces études in vitro sont confirmées par une étude in vivo, montrant que l'intégrité des marges d'émail est meilleure avec un mordantage préalable. [31, 33]

La différence entre les deux types tient dans le fait que pour les SAMs, les monomères acides résineux pénètrent au sein des espaces créés par la déminéralisation englobant les éléments dissous et non évacués par rinçage.
 Toutefois, le front de déminéralisation étant le même que le front d'infiltration de la résine, ces produits reproduisent plus fidèlement les irrégularités de surface. [31, 33, 51]

Enfin, la plus faible adhérence à l'émail par rapport aux adhésifs exploitant le mordantage à l'acide phosphorique étant en grande partie liée au fait que leur action de mordantage forme des reliefs moins rétentifs, on peut palier ce problème en mordançant uniquement l'émail.
 Ces systèmes perdent alors leur avantage ergonomique... [29, 31, 33]

3. Adhésion à la dentine

a. Rappels sur la composition de la dentine

La dentine se compose de:

- 70% de matière minérale,
- 20% de matières organiques et
- près de 10% d'eau.

Elle renferme deux types de substrats ayant des degrés de minéralisation différents:

- la dentine pérítubulaire, très minéralisée.
- la dentine intertubulaire, bien moins minéralisée et contenant beaucoup de collagène. [4, 51]

De plus, elle est parcourue par de fins tubules contenant les prolongements cytoplasmiques des odontoblastes.

La densité de ces tubulis sera très variable en fonction de la proximité pulpaire et du vécu de la dentine (âge, agressions...).

En effet, c'est un tissu qui va évoluer au cours de la vie de la dent. [4, 51]

Sous l'action de sollicitations chimiques et mécaniques, les odontoblastes, ayant la possibilité de synthétiser de la néodentine, oblitéreront progressivement les tubulis et réduiront le volume pulpaire. [51]

Cliniquement, les surfaces de la préparation ne seront que rarement constituées uniquement de dentine primaire saine. [33]

Ainsi, sur une même paroi, on pourra retrouver différents types de dentines modifiées: dentine secondaire, tertiaire, sclérotique, carieuse, déminéralisée, reminéralisée ou hyper-minéralisée. [33]

b. Mode d'adhésion

Actuellement, le collage dentinaire reste un défi car de nombreux éléments viennent s'opposer à une adhésion de qualité, à savoir: [51]

-L'organisation différente et la minéralisation moindre de la dentine par rapport à l'émail.

Ces paramètres rendent l'action de l'attaque acide moins évidente, ne permettant pas la création de reliefs au niveau de la surface dentinaire. [51]

-La structure et la microstructure hétérogènes: rendent difficile l'établissement d'un collage durable. [51]

-l'humidité intrinsèque de la dentine, liée à la présence d'eau dans les prolongements odontoblastiques en particulier: constitue un élément défavorable à un contact intime entre la résine adhésive et la dentine. [29, 51]

-la présence de la boue dentinaire, après fraisage: empêche le contact direct entre les deux substrats. [51]

- Action du traitement acide sur la dentine

Le mordantage va avoir une triple action au niveau dentinaire:

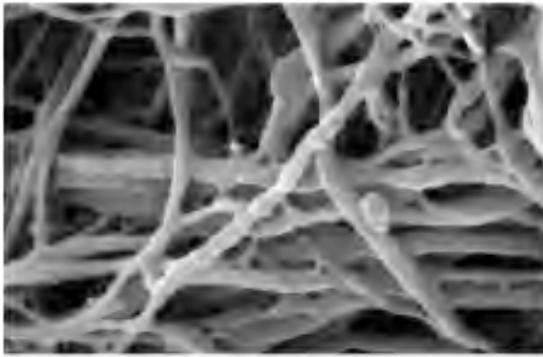
-Élimination de la grande majorité des boues dentinaires:

Ces dernières, formées lors du fraisage et d'une épaisseur de 1 à 3 μm , s'opposent à un collage de qualité en empêchant l'infiltration et la diffusion de la résine vers la dentine sous-jacente. [29, 31, 33, 140]

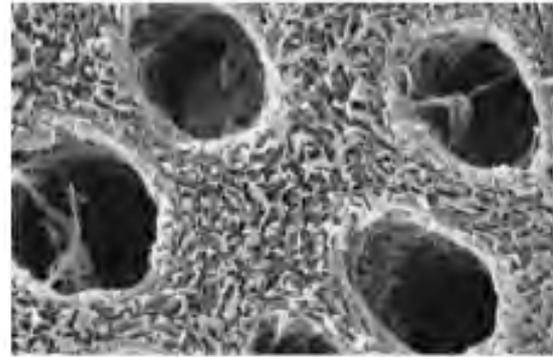
-Ouverture des tubules dentinaires tout en leur donnant une forme d'entonnoir. [33]

-Déminéralisation superficielle des zones péri et intertubulaires sur 1 μm à quelques microns de profondeur. [29, 33]

La zone superficielle de dentine ainsi traitée est constituée d'un réseau de collagène, pour 1/4, et d'eau, pour les 3/4, d'où la difficulté d'adhésion à la dentine par rapport à l'émail. [33]



Détail du réseau de collagène (G x 80000) avant séchage. Sa porosité est indispensable à l'infiltration de l'adhésif et à la formation d'une couche hybride. [29]



Topographie de la dentine après mordantage et rinçage (vue électronique G x 10 000). Le rinçage a éliminé la boue dentinaire. Les orifices des tubules sont ouverts. L'élimination de l'hydroxyapatite de la surface révèle le réseau de collagène. [29]

Il est à noter cependant que pour les SAMs, la boue dentinaire n'est pas éliminée mais modifiée. On parle de dissolution sélective.

Les SAMs vont dissoudre la phase minérale de la Smear Layer avant d'attaquer superficiellement la dentine sous-jacente.

La boue dentinaire est donc infiltrée. [29, 31, 33, 140]

La clé de l'adhésion dentinaire réside dans la possibilité:

-d'une part, de pénétrer les tubulis dentinaires et

-d'autre part, dans la capacité de l'adhésif à infiltrer les fibres de collagène de la surface dentinaire préparée. [33]

- La couche hybride [4, 29, 31, 33, 140]

Elle correspond à l'entrelacement de deux types de polymères: les fibres de collagène de la matrice dentinaire, polymère d'origine naturelle, d'une part, et les macromolécules de l'adhésif, polymère de synthèse d'autre part.

C'est un ancrage micromécanique que l'on pourrait comparer au «velcro» à

l'échelle macromoléculaire.

Selon le type d'adhésif utilisé, elle contiendra, ou non, des protéines de la Smear Layer. [33]

•Les tags [29, 31, 33, 51]

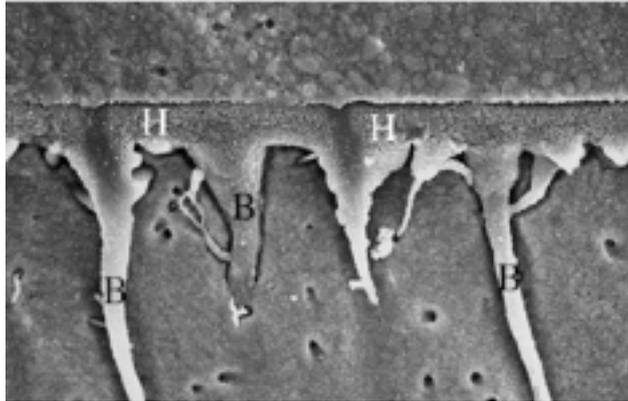
Ce sont des brides de résine intratubulaires, formées par la pénétration de la résine dans les tubulis dentinaires. [29]

Elles vont former de véritables «agrafes» de résine participant à l'adhésion des résines à la dentine.

Leur rôle semble prépondérant pour les cavités profondes étant donné que la densité et le diamètre des tubules augmente en se rapprochant de la pulpe. [33]

On note aussi la présence de microbrides latérales, dans les tubules latéraux, aboutissant à un véritable réseau rétentif.

Dans l'interphase adhérente ainsi obtenue, aucun des deux phénomènes semble jouer un rôle plus important dans la rétention mais, quand les tubulis se font rares, l'adhésion est principalement assurée par la couche hybride. [33, 51]



Vue électronique (G x 3000) de l'interphase adhésive dentine – composite. Cette interphase est constituée de la couche hybride (H) et de brides de résines (B). [29]

A RETENIR**•Adhésion à l'émail:**

Le mordançage de l'émail:

- Double l'énergie libre de surface de l'émail améliorant la mouillabilité de l'adhésif.
- Provoque une dissolution de la couche protéolipidique de surface.
- Éliminera 5 à 10 µm d'épaisseur d'émail.
- Provoque une dissolution différentielle et sélective entre l'émail inter et intra-prismatique selon 3 types de faciès:
 - Type I: attaque de l'émail intra-prismatique,
 - Type II: attaque de l'émail inter-prismatique,
 - Type III: combinaison des types I et II.

Ces micro-reliefs forment autant de zones d'ancrage pour l'adhésif qui, après polymérisation, formera des brides de résine assurant un clavetage mécanique.

Plus faible adhérence à l'émail des SAMs par rapport aux M&Rs par formation de reliefs moins rétentifs.

•Adhésion à la dentine:

Difficultés:

- Organisation différente et minéralisation moindre de la dentine
- Structure et microstructure hétérogènes,
- Humidité intrinsèque de la dentine,
- Présence de boues dentinaires.

Le mordançage de la dentine:

- Élimination de la grande majorité des boues dentinaires:
- Ouverture des tubules dentinaires en leur donnant une forme d'entonnoir.
- Démminéralisation superficielle des zones péri et intertubulaires .

Clés de l'adhésion:

- La couche hybride: entrelacement des fibres de collagène de la matrice dentinaire et des macromolécules de l'adhésif.
- Les tags de résine: brides de résines intratubulaires formées par la pénétration de la résine dans les tubulis dentinaires.

SAMs: boue dentinaire infiltrée.

M&Rs: boue dentinaire éliminée.

III. La stratification Antérieure

A. Définition

La stratification est une technique de restauration consistant en une superposition de différentes masses de résines composites aux propriétés optiques différentes. Le rendu esthétique de la dent est ainsi optimisé grâce à la spécificité de chaque type de résine composite utilisée.

Après reconstitution, la dent retrouve alors fidèlement son aspect esthétique naturel dans ses différentes composantes et la restauration est en harmonie avec la denture environnante. [7, 142, 146]

B. Indications / Contre-indications

1. Indications

a. Agénésie des incisives latérales maxillaires: transformation d'une canine en latérale

Définition

L'agénésie dentaire correspond à une anomalie de nombre par défaut d'une ou plusieurs dents.

Elle concerne le plus souvent une dent définitive et peut être uni ou bilatérale.

Ainsi, on parlera d':

-Hypodontie : lorsqu'il manque 1 à 6 dents en dehors de la 3^{ème} molaire

-Oligodontie : quand plus de 6 dents sont absentes (excepté la 3^{ème} molaire)

-Anodontie : dans le cas d'absence de toutes les dents.

[106, 115]

Etiologies

L'étiologie des agénésies dentaires n'est pas encore clairement établie, mais, on sait aujourd'hui qu'il existe un lien entre les agénésies dentaires et les gènes humains.

Ainsi, une mutations de certains gènes (PAX9, MSX1...) entrainerait des défauts dentaires témoignant du caractère parfois héréditaire de ces atteintes. [50, 67, 148]

En outre, ont aussi été mentionnés comme étant des facteurs étiologiques:

- des perturbations endocriniennes,
- des facteurs locaux tels que certaines pathologies,
- les traumatismes faciaux,
- les traitements médicamenteux et enfin,
- des anomalies du développement.

[18, 152]

En effet, les agénésies multiples sont souvent retrouvées lors de grands syndromes malformatifs complexes comme les syndromes d'Apert, de Crouzon... [94]

Les maladies les plus fréquentes et représentatives en nombre de patients atteints étant cependant représentées par les dysplasies ectodermiques. C'est ainsi que l'anodontie ou l'oligodontie sont fréquemment associées à d'autres anomalies des tissus ectodermiques comme:

- l'anhidrose (absence de glandes sébacées et sudoripares) et
- l'hypotrichose (manque de cheveux et de poils). [115, 116, 123]

Parmi les facteurs locaux et environnementaux pouvant atteindre le fœtus in utero et engendrer des agénésies dentaires nous pouvons citer:

- les troubles nutritionnels graves (avitaminose A...),
- les maladies infectieuses (rubéole...) ou encore,
- les émissions radioactives importantes. [94]

Enfin, en ce qui concerne les agénésies des incisives latérales maxillaires, leur transmission serait autosomique dominante. [155] Mais, à pénétrance incomplète et expressivité variable. [127]

Leur étiologie est donc souvent héréditaire à caractère familial.

Epidémiologie [106]

Les agénésies des dents permanentes touchent près de 5,5% de la population en Europe. Il existe en outre une disparité entre les deux sexes avec respectivement 4.6% et 6.3% de sujets hommes et femmes présentant des agénésies.

	Males	Females	Total
Europe (White)	4.6 (4.5–4.8)	6.3 (6.1–6.5)	5.5 (5.3–5.6)
North America (White)	3.2 (2.9–3.5)	4.6 (4.2–4.9)	3.9 (3.7–4.1)
North America (African American)	3.2 (2.2–4.1)	4.6 (3.5–5.8)	3.9 (3.1–4.6)
Australia (White)	5.5 (4.4–6.6)	7.6 (6.0–9.2)	6.3 (5.4–7.2)
Saudi Arabia (White)	2.7 (2.0–3.4)	2.2 (1.2–3.1)	2.5 (1.9–3.1)
Chinese (Mongoloid)	6.1 (4.0–8.1)	7.7 (5.4–10.0)	6.9 (5.3–8.4)

Prévalence des agénésies dentaires par continent, race et genre, en pourcentages. [106]

Les agénésies dentaires affectent donc significativement plus les femmes.

En ce qui concerne les incisives latérales, les agénésies touchent entre 1.55% et 1.78% de l'ensemble de la population au maxillaire et 0.17% et 0.25% à la mandibule.

	Maxilla		Mandible	
	n	Prevalence (95% CI)	n	Prevalence (95% CI)
I1	3	0.00–0.01	143	0.25–0.35
I2	804	1.55–1.78	102	0.17–0.25
C	47	0.07–0.13	8	0.01–0.03
P1	100	0.17–0.25	66	0.10–0.17
P2	722	1.39–1.61	1479	2.91–3.22
M1	17	0.02–0.05	6	0.00–0.02
M2	21	0.03–0.06	47	0.07–0.13

Prévalence en pourcentage des agénésies dentaires, par dent, chez 48274 patients. [106]

De plus, les agénésies des incisives latérales maxillaires représentent 22,9% de l'ensemble des agénésies dentaires et sont donc les secondes plus fréquentes derrière les agénésies des deuxièmes prémolaires mandibulaires et devant celles des deuxièmes prémolaires maxillaires.

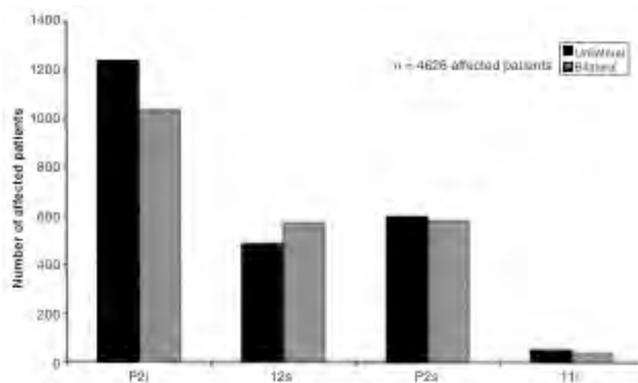
Les agénésies des incisives latérales touchent bien plus fréquemment le maxillaire que la mandibule avec 22,9% contre seulement 2,5%.

	Maxilla		Mandible		Prevalence (%)	Séquence
	Number	Percentage	Number	Percentage		
I1	18	0.2	403	3.5	Common	$P2_i > I2_s > P2_s$
I2	2620	22.9	282	2.5		
C	149	1.3	39	0.3		
P1	320	2.8	161	1.4	Less common	$I1_i > I2_i$ & $P1_s > C_s$ & $M2_i$
P2	2423	21.2	4687	41.0		
M1	81	0.7	31	0.3	Rare	$M2_s$ & $M1_s > C_i > M1_i$ & $I1_s$
M2	67	0.6	141	1.2		
Total	5703	49.7	5761	50.3		

Distribution de 11422 agénésies dentaires en fonction du type de dent chez 112 334 patients. [106]

Séquence des dents affectées par les agénésies, de la plus touchée à la moins touchée, selon 3 groupes de fréquence. [106]

Enfin, les résultats montrent que les agénésies bilatérales des incisives latérales supérieures, présentes dans 51 à 57% des cas, surviennent plus souvent que les unilatérales.



Caractère uni ou bilatéral de l'agénésie pour les 4 types de dents les plus concernées chez 4626 sujets. P2i= deuxième prémolaire mandibulaire, I2s=incisive latérale maxillaire, P2s=deuxième prémolaire maxillaire et I1i=incisive centrale mandibulaire. [106]

Diagnostic

Le diagnostic des agénésies dentaires est d'abord clinique par l'absence de la dent sur l'arcade après sa date normale d'éruption.

Puis, radiographique, le cliché panoramique faisant alors référence dans le dépistage des agénésies et fournissant des indications sur leur nombre.

On peut souvent aussi observer un déficit tissulaire au niveau gingival et osseux en lieu et place de la dent manquante. [97]

Pour les cas d'agénésie d'une incisive latérale maxillaire, il est fréquent d'observer une incisive latérale contralatérale en grain de riz ou de diamètre mésio-disal inférieur à la normale. [89]

Souvent, on note aussi une éruption ectopique des canines maxillaires permanentes adjacentes à la dent manquante ou ayant une éruption plus mésiale que la position qu'elles devraient occuper.

Enfin, dans les situations d'absence unilatérale d'une incisive latérale maxillaire, la ligne médiane est souvent déviée du même côté. [165]

Thérapeutiques

Trois choix thérapeutiques peuvent être envisagés:

- Abstention de traitement.
- Ouverture de l'espace normalement occupé par l'incisive et réalisation d' un traitement prothétique en lieu et place des latérales.
- Substitution, correspond à la fermeture de l'espace par la canine; choix pouvant nécessiter une stratification composite.

Le principal avantage de la substitution orthodontique est son caractère définitif dès la fin du traitement en l'absence de tout artifice prothétique temporaire ou permanent susceptible de vieillir et donc de nécessiter une réintervention dans cette zone esthétique.

Mais, si le choix de la fermeture est fait, la forme et la teinte de la canine devront être modifiées par des techniques de dentisterie esthétique soustractives, à savoir les coronoplasties, les gingivoplasties et éclaircissements dentaires, et additives par apport de composite ou céramique.

Les techniques d'éclaircissement permettent d'atténuer le décalage de teinte entre la canine plus saturée et les incisives centrales. [94]

En ce qui concerne la forme, le modelage cosmétique consiste en:

- un meulage de la pointe canine ou une liaison cosmétique par apport de composite pour simuler une incisive latérale.
- une réduction palatine sélective de la canine supérieure. L'épaisseur vestibulo-palatine de cette dernière étant plus grande que l'incisive latérale manquante correspondante.
- un aplatissement de la face vestibulaire afin d'en diminuer le bombé. [62, 116]



Coronoplastie de la canine [116]

Enfin, la 1ère prémolaire devra jouer le rôle de la canine esthétiquement et fonctionnellement, essentiellement dans le guidage en latéralité. Ainsi, la cuspide palatine devra souvent être réduite et la pente guide de la cuspide vestibulaire réadaptée. [62]

A RETENIR

Les agénésies des incisives latérales

-Epidémiologie

touchent plus les femmes que les hommes,
sont les secondes plus fréquentes derrière les agénésies des
deuxièmes prémolaires mandibulaires,
sont plus fréquentes au maxillaire qu'à la mandibule,
sont bilatérales plus souvent qu'unilatérales

-Diagnostic

clinique: absence de dent sur l'arcade après date normale d'éruption.
radiographique: en s'appuyant sur un cliché panoramique.

-Thérapeutique

Abstention.
Ouverture de l'espace et traitement prothétique.
Substitution de la latérale par la canine par éclaircissement et
coronoplastie additive et/ou soustractive.

b.Fermeture de diastèmes

Définiton

Un diastème correspond à un écartement entre deux dents normalement adjacentes. [43]

Dans le cas particulier où l'espace est situé entre les incisives centrales, on parlera de médiastème. La face mésiale de la dent 11 n'est alors pas en contact avec la face mésiale de la dent 21. [166]

Enfin, il faut distinguer:

- les diastèmes primaires, présents dès la mise en place de la denture définitive.
- les diastèmes secondaires, liés à des mouvements dentaires ultérieurs lors d'atteintes parodontales pour l'essentiel.

Epidémiologie

Les études épidémiologiques concernent essentiellement les diastèmes interincisifs.

Ainsi, la présence d'un diastème interincisif à 6 ans, présent dans 98% des cas examinés, peut être considérée comme étant dans la norme.

En revanche, chez les 12-18 ans, nous le retrouvons dans seulement 7% des cas. [129]

L'étude des médiastèmes chez des sujets de 18 à 25 ans habitant au Royaume-Uni et en distinguant leur origine ethnique montre une prévalence de:

- 3.4% chez les individus de type caucasien,
- 1.7% chez ceux de type asiatique et,
- 5.5% pour les sujets de type africain. [74]

Les résultats montrent donc une fréquence significativement plus importante chez ces derniers.

Etiologies

Les causes des espaces inter-dentaires en denture définitive sont multiples.

Il convient tout d'abord de distinguer:

- les diastèmes secondaires, apparaissant après la mise en place de la denture définitive et pouvant être le résultat de changements dans la denture ,lors d'une parodontopathie notamment, ou d'interventions comme une extraction. [166]

- les diastèmes primaires qui, au niveau antérieur, peuvent avoir plusieurs causes, parmi lesquelles: [59, 64, 166]

- un déséquilibre entre la largeur des dents. Ainsi, un déséquilibre entre la largeur des incisives, avec des latérales en grain de riz ou trop étroites, peut expliquer la présence d'espaces de part et d'autre de ces dents.

- les dysfonctions et parafunctions avec en particulier une position anormale de la langue contre les dents, produisant alors une pression légère mais plus ou moins constante qui peut déplacer ces dents et créer des espaces entre elles.

- un frein labial hypertrophique s'opposant à la fermeture naturelle ou spontanée d'un espace.

- une malocclusion provoquant des malpositions dentaires de telle sorte que l'éruption des dents est anormale, empêchant ainsi la fermeture d'un espace qui persiste alors.

- l'espace simien, vestige de notre évolution situé entre la latérale et la canine au maxillaire et la canine et la première prémolaire à la mandibule, pouvant persister chez certains individus. [166]

Thérapeutiques

Tout d'abord, il est possible de garder le diastème. Ceci pourra parfois même être recherché dans certaines ethnies qui vivraient mal la disparition de cet particularité.

Par exemple, chez les Sénégalais, hommes et femmes, il est très recherché et prisé, étant considéré comme un critère de beauté. A tel point qu'en Wolof, sa dénomination peut être traduite par «don de dieu», motivant parfois même sa création artificielle. [45]

Ensuite, si le patient, selon ses critères esthétiques, demande une fermeture du diastème, plusieurs options thérapeutiques sont possibles: [43, 78, 166]

-Le traitement orthodontique peut être proposé pour déplacer les dents, les rapprocher, et refermer le diastème.

Mais, selon la largeur des espaces, parfois, tenter de fermer tous les espaces en présence de dents trop étroites pourra donner un résultat inesthétique et affecter la bonne relation des dents postérieures et donc la fonction. [43, 166]

Ainsi, dans le cas d'incisives latérales rhyziformes avec diastèmes mésial et distal, il sera préférable de garder des espaces que l'on pourra combler par des résines composites après la correction orthodontique. [166]

On note donc ici le rôle essentiel de la stratification dans une prise en charge pluridisciplinaire des diastèmes.

-la fermeture de diastèmes avec des restaurations en composite en technique directe, ou des facettes en céramique en technique indirecte; avec ou sans traitement orthodontique associé. [78, 166]

La technique directe a pour avantages d'être totalement non invasive, de pouvoir être réalisée en une seule séance, et son côté économique.

La technique indirecte avec les restaurations en céramique permet cependant un meilleur contrôle des contacts inter-proximaux. [78]

L'objectif thérapeutique général de la fermeture de diastèmes est la formation d'un point de contact de qualité avec un profil d'émergence esthétique et une papille interproximale comblant l'ensemble de l'embrasure. [78]

Dans la technique directe en résines composites, selon la situation clinique et esthétique, les espaces vont pouvoir être fermés par application du composite sur:

-les 2 dents contiguës, on parle alors de technique bilatérale, généralement utilisée pour les diastèmes centraux, pour des raisons de symétrie.

-un seul côté, prenant le nom de technique unilatérale, permettant parfois de traiter les diastèmes latéraux avec satisfaction . [78]

Enfin, en ce qui concerne les diastèmes secondaires, ou dans certains cas de diastèmes primaires, il sera aussi possible d'utiliser les couronnes, bridges ou même implants. [45, 78, 166]

A RETENIR

Les diastèmes

-Epidémiologie

très fréquents à 6 ans

rares après 12 ans

prévalence accrue chez les sujets de type africain.

-Thérapeutique

Attention: Tenir compte des critères esthétiques du patient.

→ Abstention et conservation du diastème.

→ Fermeture du diastème

objectifs:

formation d'un point de contact de qualité avec un profil d'émergence esthétique, papille interproximale comblant l'embrasure.

moyens:

• Traitement orthodontique. Contre-indiqué si le rapport «largeur de l'espace/ largeur dentaire» est trop défavorable (latérale rhyziforme).

• Restauration en technique:

-indirecte

-directe par apposition de composite: unilatérale (diastèmes latéraux)

bilatérale (médiastème)

• Bridges, couronnes ou implants (surtout diastèmes secondaires).

c. Restaurations de site 2 consécutives à des lésions carieuses proximales

Définitions

L'OMS décrit la lésion carieuse comme «un processus pathologique localisé, d'origine externe, apparaissant après l'éruption de la dent. Il s'accompagne d'un ramollissement des tissus durs et évolue vers la formation d'une cavité».

La carie dentaire est, plus précisément, une maladie infectieuse non spécifique liée à la présence de bactéries cariogènes dans la plaque dentaire et colonisant les surfaces dentaires.

Ces bactéries utilisent des glucides comme substrats pour adhérer aux surfaces dentaires et produire des acides organiques, en particulier de l'acide lactique, capables de dissoudre les tissus durs dentaires. Enfin, ces périodes de déminéralisation alternent avec des périodes de reminéralisation. [23, 40, 120]

Récemment, les évolutions dans le domaine de la cariologie, liées notamment à l'essor de la dentisterie adhésive, ont amené Mount et Hume à établir, en 1997, une nouvelle classification des lésions carieuses.

Ils définissent trois sites, correspondant aux zones de rétention de la plaque bactérienne et quatre stades d'extension de la carie.

A chaque stade de chaque site correspondra alors une préparation de lésion dans le but de reconstituer la perte de substance par une restauration adhésive.

TAILLE	Initiale 0	Minimale 1	Modérée 2	Elargie 3	Etendue 4
LOCALISATION					
Puits ou fissure 1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Zone de contact 2	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4
Cervicale 3	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4

Classification de MOUNT et HUME modifiée par LASFARGUES. [69]

Cette classification a été modifiée par LASFARGUES en 2000, et a été présentée sous le concept SiSta (Site et Stade). Ce dernier introduisant pour chacun des trois sites un stade initial (stade 0) qui correspond à une lésion nécessitant un traitement non-invasif. [69]

Ainsi, les sites 1 et 3 correspondent respectivement aux lésions des sillons, fissures, fosses et fossettes de toutes les dents pour le premier et aux lésions cervicales pour le second.

Les caries de site 2 correspondent à l'ensemble des lésions carieuses proximales pouvant toucher les aires de contact de toutes les dents. [69, 160]

Enfin, sur chacun de ces sites, la carie évolue en passant par divers stades:

Stade 0 : lésions initiales sans cavitation, strictement amélares ou atteignant la jonction amélo-dentinaire mais ne nécessitant pas le recours à une intervention invasive,

Stade 1 : lésions avec micro-cavitations de surface ayant progressé jusqu'au 1/3 externe de la dentine et nécessitant une intervention restauratrice,

Stade 2 : lésions cavitaires de taille modérée ayant progressé dans le 1/3 médian de la dentine et nécessitant une intervention restauratrice,

Stade 3 : lésions cavitaires étendues ayant progressé dans le 1/3 interne de la dentine et nécessitant une intervention restauratrice,

Stade 4 : lésions cavitaires atteignant les zones dentinaires para-pulpaire et nécessitant une intervention restauratrice. [69]



Stade d'évolution des lésions et forme des préparations associées [69]

Ainsi, aux stades 2 et 3, les obturations pourront être réalisées avec des composites en technique directe puisqu'ils permettent généralement de répondre aux impératifs esthétiques et mécaniques tout en tenant compte de la notion de gradient thérapeutique.

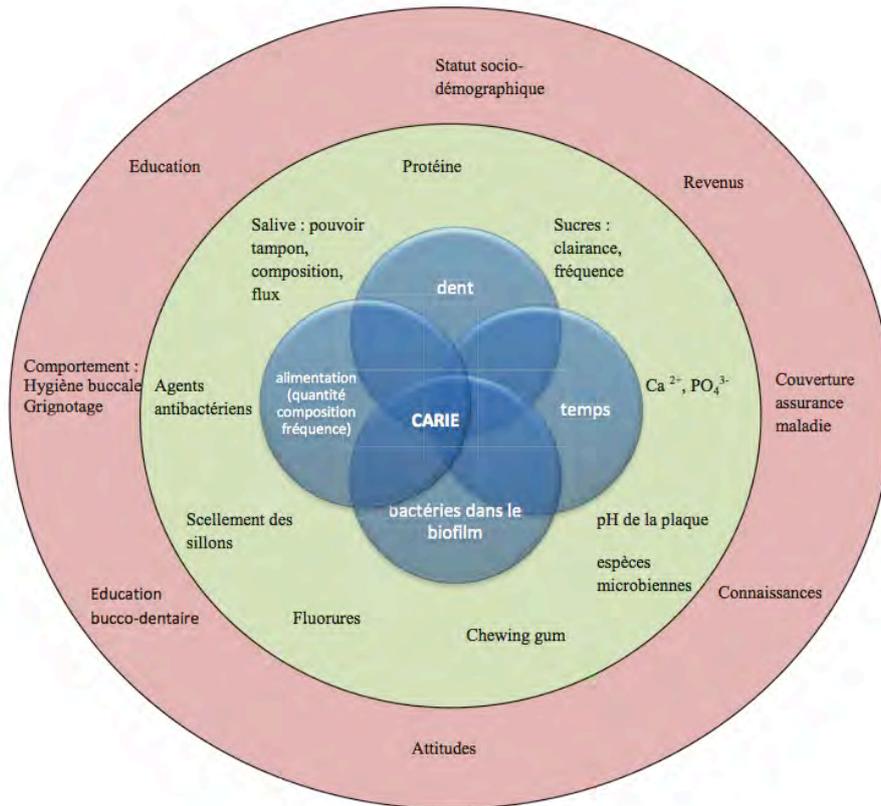
Au stade 4, les restaurations indirectes collées en composites de laboratoire ou en céramique peuvent parfois être préférées pour une meilleure longévité esthétique. [69, 160]

Ce sont donc dans ces trois situations que la technique de stratification composite pourra être employée.

Etiologie

La carie est une maladie multifactorielle. Elle nécessite l'action simultanée de plusieurs facteurs, à savoir, l'hôte, la flore microbienne, le régime alimentaire et le temps et ne se manifeste que lorsque tous ces facteurs sont présents. En revanche, l'absence d'un seul de ces facteurs peut inactiver le processus carieux. [23, 40, 120]

Enfin, selon un concept plus contemporain, interviennent aussi l'aspect socio-économique ainsi que des facteurs psychologiques et biologiques. [120]



- Facteurs personnels
- Facteurs de l'environnement buccal
- Facteurs contribuant directement au développement carieux

Schémas de Keyes modifié montrant l'interaction d'éléments induisant le processus carieux. [40, 120]

Epidémiologie

La prévalence de la carie en France en fonction de l'âge en 2010 était la suivante:

-chez les enfants de 6 à 12 ans, la proportion d'enfants indemnes de carie est, selon les études, de 50-70 % et de 45-55 %. En outre, à l'âge de douze ans, l'indice carieux moyen en 2006 était de 1,23 contre 4,20 en 1987 et une progression dans le même sens est observée pour les enfants de 6 ans. Cependant, les données soulignaient également un besoin en soins important avec un nombre moyen de dents cariées non soignées compris entre 0,75 et 1,00 chez les enfants de 6 ans et entre 0,50 et 0,60 chez les enfants de 12 ans. En revanche, on note que le besoin en soins était concentré sur une faible proportion d'enfants (20 à 30 % d'entre eux).

-chez les adolescents, le peu d'études épidémiologiques disponibles montre qu'entre 20 et 50 % des adolescents sont indemnes de caries. L'étude des bilans buccodentaires met en évidence un indice CAO moyen d'environ 4 et qu'un

adolescent sur deux présente au moins une carie non soignée lors la visite de prévention.

Le nombre moyen de caries à soigner chez ces adolescents était compris entre 1,60 et 1,95.

-chez l'adulte aussi il n'existe que peu d'études épidémiologiques. Cependant, les quelques études disponibles montrent que les adultes ont un CAO moyen compris entre 13 et 15 ainsi qu'en moyenne entre 1 et 1,2 dents cariées à traiter.

La proportion d'adultes avec au moins une dent cariée à traiter étant comprise entre 33 % et 50 %.

Enfin, les résultats de prévalence de la carie sont toujours liés à des variables socio-économiques précises et fonction des études (niveau d'étude de la mère, zone géographique scolaire, niveau de revenu du foyer, catégorie professionnelle, etc.). Et mettent en avant qu'une situation socio-économique défavorisée (au sens large) est associée à des scores d'indices carieux plus élevés. [124]

Depuis une quarantaine d'années, la prévalence de la carie a diminué dans les pays industrialisés. Mais actuellement, 20% des individus dits à risque regroupent 60% des caries dont 70% d'entre elles, observées sur les puits et sillons.

Le taux de caries sur les faces occlusales diminue quand l'âge augmente alors que le taux de caries proximales va augmenter. [85]

En outre, quelque soit la population étudiée, le gradient d'atteinte décroît des molaires aux dents antérieures. [57, 58]

Enfin, il existerait une prévalence carieuse plus marquée chez les femmes. [41]

Les modifications hormonales qu'elles subissent au cours de la vie pourraient y contribuer. Ainsi, les variations des taux d'œstrogènes durant les règles ou la grossesse mais aussi les modifications de composition salivaire associées à la diminution du flux salivaire pendant la grossesse notamment pourraient favoriser l'apparition de caries. [80, 82]

A RETENIR

Restaurations de site 2 consécutives à des lésions carieuses proximales

-Etiologie

Maladie infectieuse multifactorielle faisant intervenir des:

- facteurs nécessaires: hôte
 - flore bactérienne
 - régime alimentaire
 - temps.
- facteurs environnementaux, biologiques
- facteurs personnels (aspect socio-économique)

-Epidémiologie

Prévalence à diminuée depuis 40 ans dans les pays industrialisés plus marquée chez les femmes

20% des individus à risque regroupent 60% des caries dont 70% sur les puits et sillons.

-Définitions

Site 2: ensemble des lésions carieuses proximales pouvant toucher les aires de contact de toutes les dents.

Stades pouvant nécessiter une reconstitution par stratification antérieure:

- stade 2, lésion de taille modérée atteignant le 1/3 médian dentinaire,
- stade 3, lésion de taille étendue atteignant le 1/3 interne dentinaire,
- stade 4, lésion atteignant les zones para-pulpaire.

Dans ce dernier cas, une restauration par technique indirecte pourra parfois être préférée.

d.La fracture d'angle***Etiologies***

Les étiologies des traumatismes dentaires sont multiples et, tout choc porté sur la dent peut nuire à celle-ci et à son intégrité.

En denture permanente, l'essentiel des traumatismes sont causés par:

- les pratiques sportives,
- les accidents du travail, domestiques, ou de la circulation,
- les rixes ou agressions. [17, 21, 91, 163]

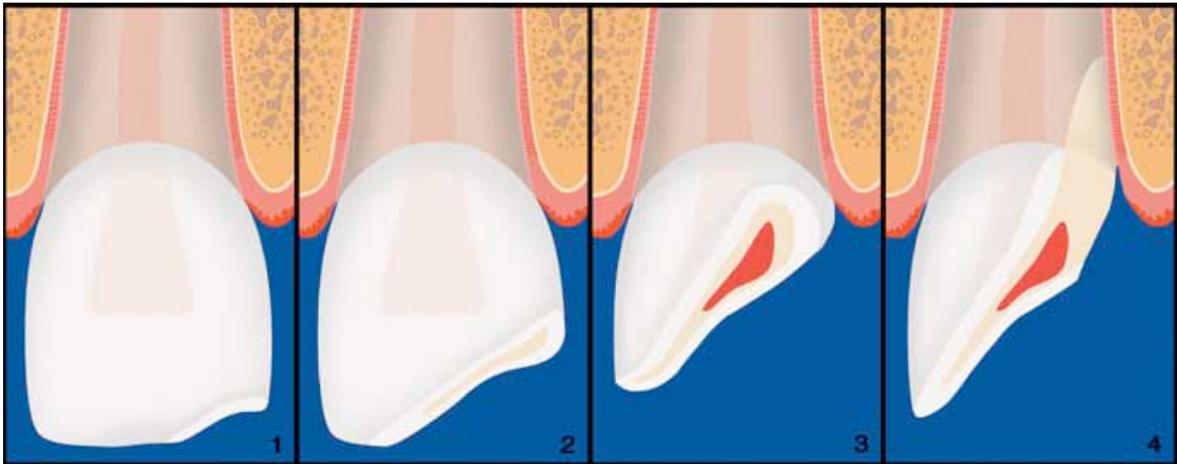
En raison de leur position exposée sur l'arcade dentaire, les incisives supérieures sont les dents les plus souvent atteintes lorsqu'il y a traumatisme dentaire. [3, 22, 52]

Etiologie du traumatisme	Fréquence selon les études
Accidents de la circulation	10 à 54%
Agressions	13 à 48%
Sports	6 à 33%
Accidents domestiques et de travail	Part négligeable

Causes des traumatismes dentaires et leurs fréquences [44]

Selon les chiffres communiqués par la Sécurité sociale, 5,9% des lésions attribuées au sport atteignent les dents. Et, parmi ces lésions dentaires, 89,3% sont des fractures (contre 4,19% et 6,51% respectivement pour les luxations et contusions diverses).

Classification



Représentation graphique de la classification des fractures coronaires modifiée d'après «Application of the International Classification of Diseases to Dentistry and Stomatology», OMS (1995). 1. Fêlure/fracture de l'émail; 2. Fracture coronaire simple; 3. Fracture coronaire complexe; 4. Fracture corono-radulaire. [52]

L'OMS classe les fractures en 4 catégories selon les tissus atteints:

- la fêlure ou fracture amélaire,
- la fracture coronaire simple,
- la fracture coronaire complexe et,
- la fracture corono-radulaire. [52]

Type de fracture	Tissus atteints	Traitements
Fêlure/Fracture de l'émail	Email	-Abstention ou, -Meulage, polissage ou, -Composite en technique directe.
Fracture coronaire simple	Email et dentine	-Remise en place et fixation du fragment ou, -Restauration directe: reconstitution en composite ou, -Restauration indirecte: facette ou couronne en céramique.
Fracture coronaire complexe	Email, dentine et pulpe	-Traitement de la pulpe + -Reconstitution comme pour une fracture coronaire simple.
Fracture coronoradiculaire	Email, dentine, cément +/- pulpe	-Extraction totale ou, -Extraction du fragment et: élongation coronaire ou orthodontie en vue de reconstitution directe ou indirecte (++) - +/- traitement de la pulpe.

Traitements et tissus atteints en fonction du type de fracture. [52]

Les reconstitutions par stratification composite concernent les fractures amélares et coronaires simples pour l'essentiel et, dans une moindre mesure, les fractures coronaires complexes. [52]

En effet, les fractures amélo-dentaires avec effraction pulpaire, en comparaison avec une simple fracture amélaire ou amélo-dentinaire, présentent une amputation coronaire plus importante nécessitant plus fréquemment une restauration par technique indirecte. [35]

Epidémiologie

Dans la population générale, la fréquence des traumatismes en denture permanente est de 10 à 35%, avec un pic de survenue chez l'adulte entre 18 et 23 ans. [35]

Il existe une forte prévalence masculine, les hommes présentant 2,3 à 2,6 fois plus de traumatismes des dents permanentes que les femmes. [22, 35]

Ces traumatismes touchent, par ordre de fréquence:

- les incisives centrales maxillaires (dans 53,1 à 79,9% des cas), puis
- les incisives latérales maxillaires (15,7 à 21,1% des cas),
- les incisives centrales mandibulaires (3,8 à 13,3% des cas),
- les incisives latérales mandibulaires (4,1 à 7,87% des sujets), et enfin
- les canines maxillaires (0,4 à 3,5% des cas). [8]

Les fractures coronaires amélares et amélo-dentinaires sont les traumatismes les plus fréquents du bloc incisif, représentant entre 26% et 76% des traumatismes en denture permanente. [163]

En général, ce sont des fractures amélo-dentinaires sans ou avec effraction pulpaire qui sont observées, dans respectivement 34,2 à 42,7% et 13,7 à 24,4% des traumatismes dentaires. [8]

Signes Cliniques

Lors de l'examen clinique, nous pouvons observer: [35, 92]

- une perte de substance visible pouvant engendrer un préjudice esthétique plus ou moins important,
- des douleurs de type hypersensibilité dentinaire lors des changements de température, ou encore de la présence de sucres ou d'acides.

D'autre part, selon la sévérité du traumatisme et si le desmodonte est atteint, nous pouvons mettre en évidence: [35]

- des douleurs à la mastication,
- une éventuelle mobilité dentaire.

Les tests de vitalité pulpaire sont donc en général positifs mais parfois négatifs au départ et dépendront de la proximité pulpaire et de son effraction éventuelle.

Enfin, les examens radiographiques permettront d'apprécier les rapports entre la pulpe et le trait de fracture. [35, 92]

Facteurs prédisposants

Des conditions morphologiques telles que la protrusion accentuée des incisives supérieures et une protection labiale insuffisante (incompétence labiale supérieure) peuvent être des facteurs de risque. [22, 91, 95]

A RETENIR

La fracture d'angle

Etiologie

Accidents de la circulation, domestiques, du travail,
Pratiques sportives,
Agressions.

Classification

4 types selon les tissus atteints
Fracture amélaire: seul l'émail est touché.
Fracture coronaire simple: amélo-dentinaire.
Fracture coronaire complexe: touche émail, dentine et la pulpe.
Fracture corono-radiculaire: concerne émail, dentine, cément +/- pulpe.

La stratification composite concernera
les fractures amélaire et coronaire simple pour l'essentiel et,
les fractures coronaire complexe moins fréquemment.

Epidémiologie

Touchent plus les hommes que les femmes,
Pic de survenue entre 18 et 23 ans,
Plus fréquents au maxillaire qu'à la mandibule,
Les incisives centrales sont les plus touchées
Les fractures amélaire et coronaire simple sont les plus fréquentes.

Clinique

Perte de substance
Hypersensibilité dentinaire (parfois test de vitalité pulpaire négatif au début, sidération pulpaire).
Si le desmodonte est atteint, douleur à la mastication et mobilité dentaire.
Radiologiquement nous devons observer le rapport trait de fracture/pulpe.

Facteurs prédisposants

Protrusion incisive supérieure,
Protection labiale insuffisante.

2. Contre-Indications

Les contre-indications des restaurations antérieures par stratification sont, dans un premier temps, directement liées à celles des composites.

Ainsi, nous devons envisager un autre moyen de restauration dans les cas suivants: [5]

-Toutes les situations pour lesquelles il est impossible d'obtenir et de maintenir un champ opératoire convenablement isolé, plus particulièrement lorsqu'il est impossible de mettre la digue ou encore en présence d'une limite de préparation sous-gingivale.

-Lorsque la limite de préparation se situe au-delà de la jonction amélo-cémentaire, dans le cément, par impossibilité de collage.

-Une perte de substance trop volumineuse. En effet, selon MAGNE , pour des raisons biomécaniques, lorsqu'une grande quantité d'émail est absente, les propriétés mécaniques de la résine composite ne permettent plus de restaurer la rigidité de la couronne. Ceci est lié au fait que le module d'élasticité d'un composite peut être jusqu'à 80% plus faible que celui de l'émail (10 à 20 GPa pour un microhybride contre 80 GPa pour l'émail). Or, ce dernier joue un rôle de «contention» de la dentine, bien plus flexible, afin d'établir un parfait compromis entre rigidité, force et résilience. [86]

-Chez les patients présentant un risque carieux élevé (ces matériaux ne présentent pas de résistance bactérienne) et/ou une hygiène orale insuffisante et/ou une impossibilité de contrôle. [96]

-Les allergies liées entre autre à la présence de méthyl méthacrylate ainsi que d'autres substances telles que l'HEMA, connues pour être allergènes. [96]

Ensuite, les limites dépendent aussi de la relative «faiblesse» des propriétés optiques de ces matériaux en comparaison avec les céramiques. Ainsi, certaines situations cliniques constitueront des contre-indications relatives, telles que: [136]

-les cas pour lesquels il devient complexe de gérer simultanément la teinte, la forme et l'herméticité de restaurations volumineuses et nombreuses, [86, 135]

-les dents très caractérisées, chez les personnes âgées en général, rendent la restauration délicate. [135]

Le succès des restaurations antérieures esthétiques dépend donc de l'analyse clinique de départ.

Notre choix sera guidé par:

- la nature,
- le volume et,
- la localisation de la lésion.

Mais, nous serons aussi orientés par la demande du patient.

Enfin, il ne faut pas négliger le facteur praticien. Son organisation, sa précision et son sens artistique lui permettront de réaliser des restaurations plus ou moins complexes. La citation de Socrate «connais toi toi-même» prenant alors pleinement son sens.

A RETENIR**Contre-Indications absolues**

Impossibilité d'obtenir un champ opératoire étanche.

Limite de préparation au-delà de la jonction amélo-cémentaire.

Perte de substance trop volumineuse.

Patient à risque carieux élevé et/ou hygiène orale insuffisante.

Allergies à un ou plusieurs composants des matériaux employés dans la technique de stratification composite.

Contre-indications relatives

Teinte, forme et herméticité de restaurations volumineuses et nombreuses complexes à gérer.

Dents très caractérisée (personnes âgées surtout).

C. Historique

DIETSCHI, en 1995, propose de remplacer les tissus dentaires manquants par différentes masses de composites ayant des propriétés optiques semblables à celles de ces tissus. [37]

Mais, les matériaux alors disponibles ne possèdent pas les propriétés optiques requises. [66]

Cependant, depuis une dizaine d'années la révolution dans le domaine des résines composites se caractérise, entre autre, par une formidable évolution des propriétés optiques de ces matériaux. [66]

Et c'est ainsi que l'évolution s'est faite d'une stratification anatomique avec des matériaux inadaptés, vers une stratification dite «naturelle», consistant à remplacer les différents tissus durs par des composites aux qualités optiques améliorées et spécifiques. [66]

Pour simplifier, nous pouvons ainsi remplacer la dentine par des masses «dentine» et l'émail par des masses «émail».

Parallèlement, VANINI, en s'appuyant sur des études comparant les interactions entre la lumière et les tissus minéralisés et, celles entre la lumière et les résines composites, propose de mettre en place:

-une première couche d'émail translucide en palatin et surtout,

-une couche d'adhésif amélo-dentinaire entre les masses émail et dentine afin de reproduire ou simuler la couche vitreuse ou couche de haute diffusion. [66, 142, 143, 144]

Enfin, à l'inverse, MAGNE et BELSER, pour leur part, disposeront ces composites aux propriétés optiques satisfaisantes en apposant:

- une masse dentine en palatin tout en restant à distance du bord libre, formant le coeur de la dent et un mur palatin plus ou moins opaque, puis,
- une masse émail en vestibulaire, toujours à distance du bord incisif. Elle module la saturation et la luminosité, et enfin,
- un composite incisal au niveau du bord libre pour la translucidité.

Les auteurs parlent d'«un noyau anatomique de composite dentine, recouvert de composite émail translucide recouvrant surtout le chanfrein, et en incisif la masse dentine est directement recouverte d'émaux transparents/translucides ou de matériaux de types incisal plus opaques». [66, 86]

Pour simplifier l'évolution des concepts, nous sommes passés:

- de restaurations bidimensionnelles avec un mur palatin opaque destiné à bloquer la lumière recouvert par une couche de surface destinée à reproduire la couleur de la dent,
- à des restaurations tridimensionnelles s'appuyant sur les concepts de stratification dans le but de reconstruire et restituer l'intégralité des tissus dentaires perdus à l'aide de matériaux apparus depuis moins de 10 ans ayant des propriétés optiques voisines. [65, 146]

Ainsi, classiquement, on distingue les reconstructions bidimensionnelles et les tridimensionnelles, en rapport avec le nombre de masses de composites distinctes placées dans les restaurations et donc le nombre de couches. [7, 65]

1.Stratification classique

a. Stratification classique en 2 couches «Résine composite dentine + résine composite émail/Incisal»

Ce concept consiste en une reconstruction monochromatique de la perte de substance à l' aide de composites de «corps» auxquels on vient adjoindre de «l'incisal» si nécessaire. [7, 66]

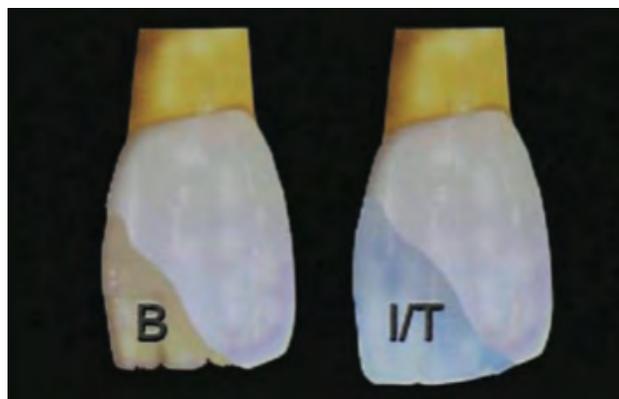


Schéma de la stratification classique en 2 couches. La couche de masse dentinaire (B) est recouverte par une masse incisale transparente (I/T). [38]

Les masses de corps:

- s'appuient sur le teintier VITA CLASSIC et ses différentes teintes (A à D) et saturations (1 à 4).
- présentent une opacité intermédiaire entre l'opacité de la dentine et la luminosité de l'émail. [65]

Cette technique découle de l'effet caméléon des matériaux lié à leur transparence. Leurs caractéristiques n'aboutissent, en réalité, qu'approximativement à une restauration naturelle. [7, 38, 65, 66]

b. Stratification classique à 3 couches «Résine composite opaque / dentine + résine composite émail / body + résine composite incisale / transparente»

Mur opaque → corps amérodentinaire → incisal

Cette technique est basée sur une reconstitution polychromatique utilisant des masses dentines opaques, des masses email de corps, et de l'incisal, transparent. [25]

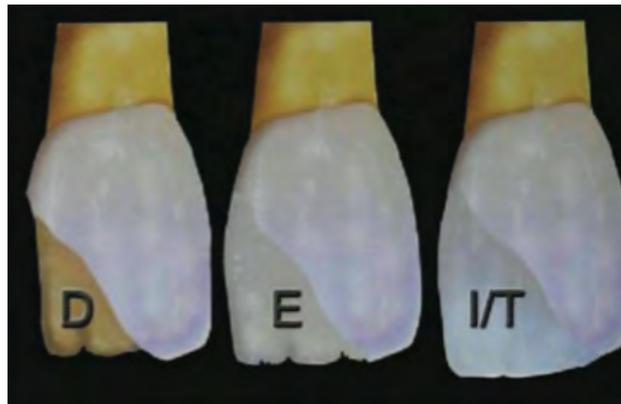


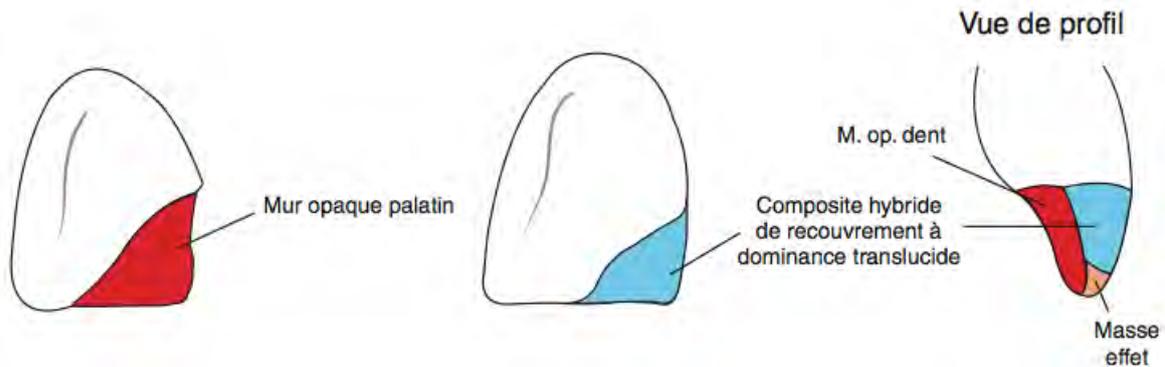
Schéma de la stratification classique en 3 couches. La couche de masse dentinaire (D) est recouverte par une couche de masse émail (E) puis d'une masse incisale transparente (I/T). [38]

Ici aussi, les masses de corps s'appuient sur le teintier VITA CLASSIC.

Le fait de les compléter par des masses opaques et incisales permettra des variations d'opacité et de saturation de la face palatine à la face vestibulaire. [66]

Les résultats esthétiques sont meilleurs mais délicats à obtenir du fait de la subjectivité de la répartition des différentes masses de composites. [66]

Ceci est directement lié au défaut d'adéquation entre les propriétés optiques de ces masses composites et de celles des tissus naturels imposant alors une apposition de composites différente de l'agencement des tissus naturels. [7, 38, 66]



Représentation schématique du concept classique à 3 couches. [65]

2. Stratification moderne

Ici, le principe est d'apposer les différentes couches de résines composites en lieux et places des tissus naturels qu'elles remplacent; à savoir émail et dentine. Pour cela, nous nous appuyons sur des résines ayant les mêmes propriétés optiques que ceux ci. [7, 66]

a. Stratification moderne en 3 couches ou stratification histologique

Émail palatin → Dentine → (Masses d'effet) → Émail vestibulaire

Ce concept est fondé sur l'application de trois couches de résines mimant de manière fidèle les propriétés et la situation des tissus naturels, autorisant ainsi une organisation spatiale identique à la structure dentaire. [65, 66, 142, 144, 146]

L'émail naturel est remplacé par une masse de composite émail aussi bien en vestibulaire qu'en palatin.

La dentine est reconstituée à l'aide de masses de composites dentine de saturations variables. [7, 36, 66]

Nous obtenons alors un noyau anatomique de résine composite dentine recouvert de résine composite émail translucide. [7, 36]

Entre ces deux masses de base, des matériaux composites «effets» pourront être ajoutés afin de reproduire les finesses de l'anatomie interne ou les effets de lumière des tissus dentaires. [36, 65]

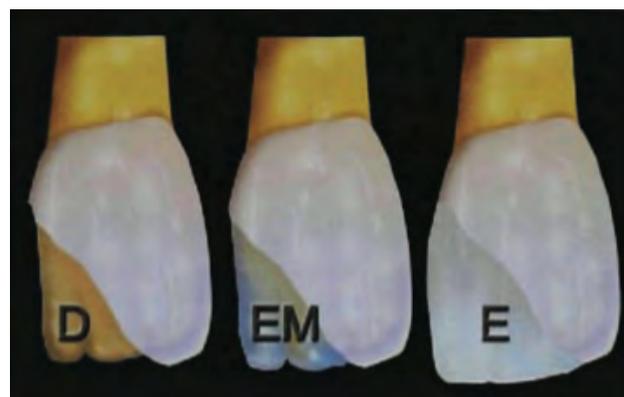
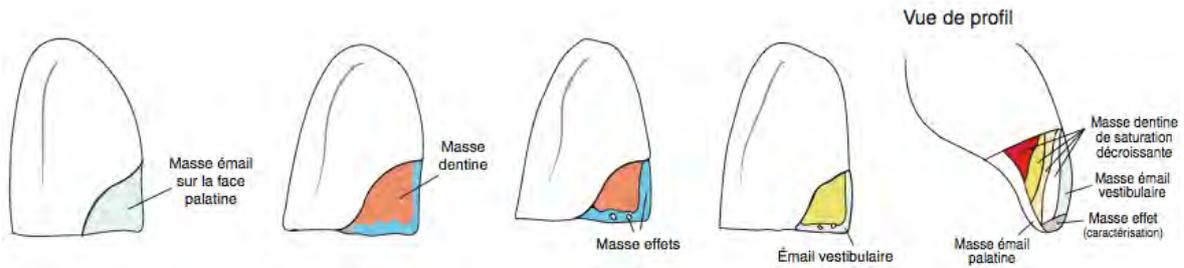


Schéma de la stratification en 3 couches avec les masses effets (EM) entre les masses dentine (D) et émail (E). [38]



Représentations schématiques du concept moderne en 3 couches. [65]

b. Stratification moderne en 2 couches ou stratification sans email palatin

Cette deuxième méthode utilise:

- une masse de dentine opaque en palatin,
- une masse émail sur la seule face vestibulaire. [7, 86]



Représentation schématique de la stratification sans email palatin. [66]

Ici, la masse de dentine opaque en palatin est plus importante, permettant d'obtenir une barrière efficace à la lumière incidente quelle que soit la forme anatomique des incisives.

Cette caractéristique est intéressante pour les incisives en forme de pelle. [66]

c. Avantages et inconvénients des méthodes dites modernes

Les différents avantages et inconvénients sont résumés dans le tableau suivant:

Stratification «histologique»	Stratification sans émail palatin
<ul style="list-style-type: none"> -Support palatin translucide, bonne visualisation de la masse opaque et de son effet. -Convient bien à une dent jeune. -Facile, analogie avec la dent naturelle. -Permet au praticien de bien maîtriser la mise en place d'une couche fine. -Si trop d'émail palatin : irrécupérable. -Moins de place pour la dentine opaque , la dentine de corps et l'émail vestibulaire. -Clé en silicone palatine indispensable. 	<ul style="list-style-type: none"> -Si le bord libre est translucide, ne pas mettre de masse opaque jusqu'au bord libre. -Dent plus opaque, patient plus âgé, faible épaisseur disponible (incisive en forme de pelle). -Facile au niveau du geste, peu d'analogie avec la structure des tissus dentaires. -Solution intéressante pour masquer une coloration type «dentine réactionnelle». -Ne pas apporter trop d'opaque en direction vestibulaire. -Possibilité d'obtenir une bonne opacité mais le praticien doit avoir une bonne connaissance de son matériau. -Clé en silicone recommandée mais pas indispensable.

Avantages, inconvénients, conseils et comparaison entre stratification dite histologique et stratification sans émail palatin selon KUHN et COLON. [66]

Selon VANINI, «pour l'obtention d'un résultat optimal, la meilleure technique de stratification est celle qui reproduit l'anatomie de la dent en commençant par l'émail, la couche riche en protéines entre l'émail et la dentine et, enfin, la dentine en respectant leurs épaisseurs et permettant la reproduction des caractéristiques optiques des dents naturelles.» [144]

A RETENIR

Historique

→ Stratification classique:

Utilise des matériaux composites aux propriétés optiques différentes des tissus dentaires naturels.

- à 2 couches: Résine composite dentine de corps + résine composite émail/Incisal.
 - s'appuie sur «l'effet caméléon» des matériaux.
 - rendu esthétique médiocre.
- à 3 couches: Résine composite opaque / dentine + résine composite émail / *body* + résine composite incisale / transparente
 - variation d'opacité et de saturation de palatin à vestibulaire.
 - meilleur rendu esthétique.
 - répartition subjective des différentes masses car non corrélée à l'agencement des tissus dentaires.

→ Stratification moderne:

Utilise des matériaux aux propriétés optiques semblables aux tissus naturels.

- à 3 couches ou stratification histologique:

Émail palatin → Dentine → (Masses d'effet) → Émail vestibulaire

- convient aux dents jeunes.
- clé en silicone indispensable.
- attention à ne pas mettre trop d'émail palatin.

Seule technique permettant d'obtenir un résultat optimal pour VANINI.

- à 2 couches:

Dentine opaque palatine → Dentine → (Masses d'effet) → Émail vestibulaire

- convient: aux dents plus opaques (dents âgées)
aux incisives en forme de pelle (peu d'espace disponible).
- clé en silicone recommandée mais pas indispensable.
- attention à ne pas mettre trop d'opaque en direction vestibulaire.

D.PRINCIPE

La dent naturelle est composée de différents tissus minéralisés aux propriétés optiques distinctes.

L' émail, translucide, se distingue ainsi de la dentine, plus saturée et opaque. [66]
Remplacer ces différents tissus par un seul matériau aux propriétés optiques bien définies donne donc des résultats à l'esthétique insuffisante par impossibilité de simuler la stratification naturelle de la dent. [36, 65, 66, 134, 144]

C'est ainsi que la plupart des composites sont désormais composés de deux grands types de masses de bases, masses émail et masses dentine, dont les propriétés optiques s'apparentent aux différents tissus durs dentaires. [36, 134]

Le concept de stratification propose alors de reconstituer la perte de substance en différentes strates ou couches de différentes masses de composite.

Le principe étant de remplacer les tissus manquants en appliquant ces masses sur les dents tout en respectant ou imitant l'agencement, les rapports et l'aspect des tissus dentaires. [7, 142]

Alors, il est possible de reproduire les propriétés naturelles de la dent.

Dans ce but, 3 types de masses composites principales peuvent être utilisées, à savoir: [66]

- la dentine opaque

matériau opaque permettant de réaliser:

- une barrière pour la lumière incidente (évitant l'effet grisâtre des restaurations),
- de masquer les dyschromies dentinaires et,
- de masquer la zone de transition au niveau du biseau.

- la dentine de corps

matériau apportant la couleur et la saturation en restituant:

- la saturation en profondeur,
- la couleur de base et,
- la fluorescence des dents du patient.

Tout cela en comblant la perte de substance du noyau de la dent.

- l'émail

matériau plus ou moins transparent pour apporter et régler:

- la translucidité, comme le fait l'émail naturel en vestibulaire en créant une zone de diffraction,
- l'opalescence et,
- la luminosité.

En outre, des masses annexes, dites «masses effets ou intensives» permettront de reproduire certaines particularités anatomiques. [65]

D'une manière générale:

- la face palatine et la crête proximale sont reconstituées à l'aide de masses émail puis,
- des masses dentine de saturations décroissantes seront appliquées du coeur de la dent vers la face externe pour recréer la chaleur et la fluorescence, enfin,
- les masses émail dont la luminosité est choisie en fonction de l'âge viendront recouvrir les masses dentine.
- Les masses opaques pourront être utilisées dans le cas de cavités profondes à dyschromies sévères.
- Les intensifs seront placés entre les lobes dentinaires et la couche amélaire superficielle pour recréer des zones de forte opalescence, translucidité ou une dyschromie spécifique. [65]

Il s'agit donc de restituer le corps de la dent avec des masses dentines plus ou moins opaques simulant le niveau de saturation de la dentine, et de modifier la luminosité et la saturation avec un émail plus ou moins translucide en améliorant l'opalescence.(78)

Nous pouvons ainsi obtenir une désaturation progressive dans le sens palato-vestibulaire et dans le sens cervico-incisal. [49, 65, 66, 142, 144]

Enfin, DIETSCHI propose:

-pour la dentine, de ne travailler qu'avec 7 saturations différentes de teinte A sur le teintier VITA®;

-pour l'émail, différents niveaux de translucidité (émail blanc: patient jeune; émail neutre: patient adulte; émail ivoire: patient âgé).

-des masses «effet» à ajouter entre l'émail et la dentine, si nécessaire. [36]

A RETENIR

Principe

Reconstituer la perte de substance en différentes strates ou couches de différentes masses de composite tout en respectant ou imitant l'agencement, les rapports et l'aspect des tissus dentaires.

Différentes masses de composite à disposition:

-Masses dentines: restituent le corps de la dent, responsables de la saturation et la fluorescence.

-Masses émail: englobent le noyau dentinaire, donnent l'opalescence et donc la luminosité.

-Masses opaque: bloquent la lumière incidente et donc, masquent les dyschromies.

-Masses «effets»: reproduisent les particularités anatomiques.

E.Clinique

Stratification anatomique selon VANINI

1.Avant: analyse et étapes cliniques préliminaires

a.Carte chromatique de la dent

La couleur des dents est le résultat complexe de plusieurs facteurs qui doivent être soigneusement analysés dans le but de mettre en évidence les caractéristiques uniques des dents, propres à chaque patient. [142]

Ainsi, selon VANINI, il faut réaliser une étude détaillée de chaque composant responsable de la couleur de la dent en s'appuyant sur une carte chromatique spécifique.

Ces caractéristiques seront alors reproduites, en s'appuyant sur les données relevées et notées, à l'aide de matériaux spécifiques pendant la phase de

stratification. (25)

Cette théorie s'appuie sur l'idée selon laquelle la couleur des dents est composée de cinq dimensions que sont: [7, 142, 144, 145]

- la chromaticité,
- la luminosité,
- l'opalescence,
- les intensifs et,
- les caractérisations.

Elles sont basées sur quatre teintes dentaires, aussi appelées «accords chromatiques», retrouvées aux différents âges de l'individu; à savoir: jaune-orangé, blanc, bleu, et orange.

[142, 145]

Pour déterminer correctement la couleur des dents, il faudrait idéalement utiliser:

- une lumière avec une température constante de 5500K, [47]
- la photographie numérique.

La photographie semble essentielle à l'analyse des dimensions de la couleur. Ainsi, sous-exposer la photographie et augmenter le contraste permettent une meilleure visualisation des dimensions de la couleur et accentuent les teintes ambrées et bleues du halo incisif. [113, 142]



Photographie initiale (à gauche) puis sous exposée (à droite) et avec une accentuation du contraste. La halo incisif est mieux visualisé. [142]

Enfin, les paramètres doivent être enregistrés avant toute procédure de restauration et en particulier avant la mise en place du champ opératoire pour éviter toute modification des données par la déshydratation. [66, 113, 142, 145]

Dans le but d'enregistrer les informations sur la couleur de manière simple, VANINI a développé une carte chromatique permettant d'identifier les cinq dimensions tout en les faisant correspondre à des matériaux spécifiques qui permettent de reproduire les effets désirés. [123, 142, 145]

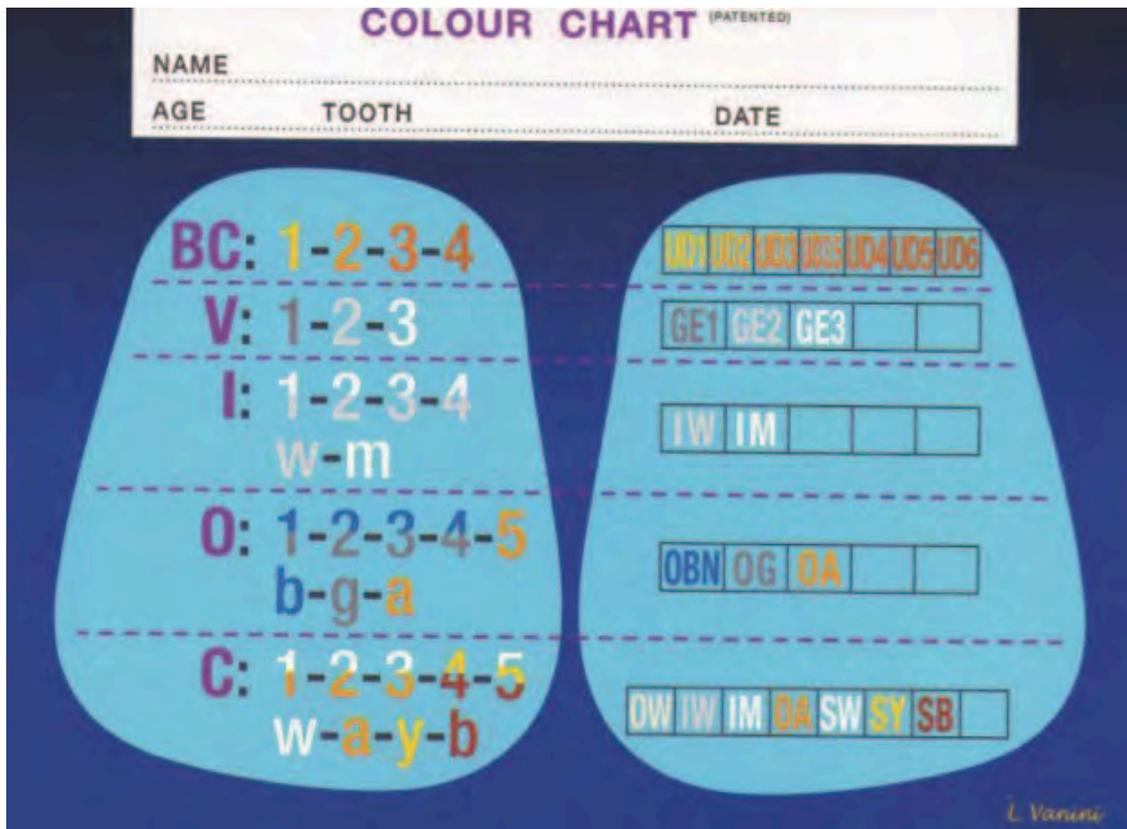
Cette carte correspondra, une fois remplie, au schéma théorique de la restauration clinique à réaliser. [142]

La face avant de la carte contient:

- les données du patient (nom, âge, dent et date),
- deux dents bleues schématiques: à droite et à gauche.

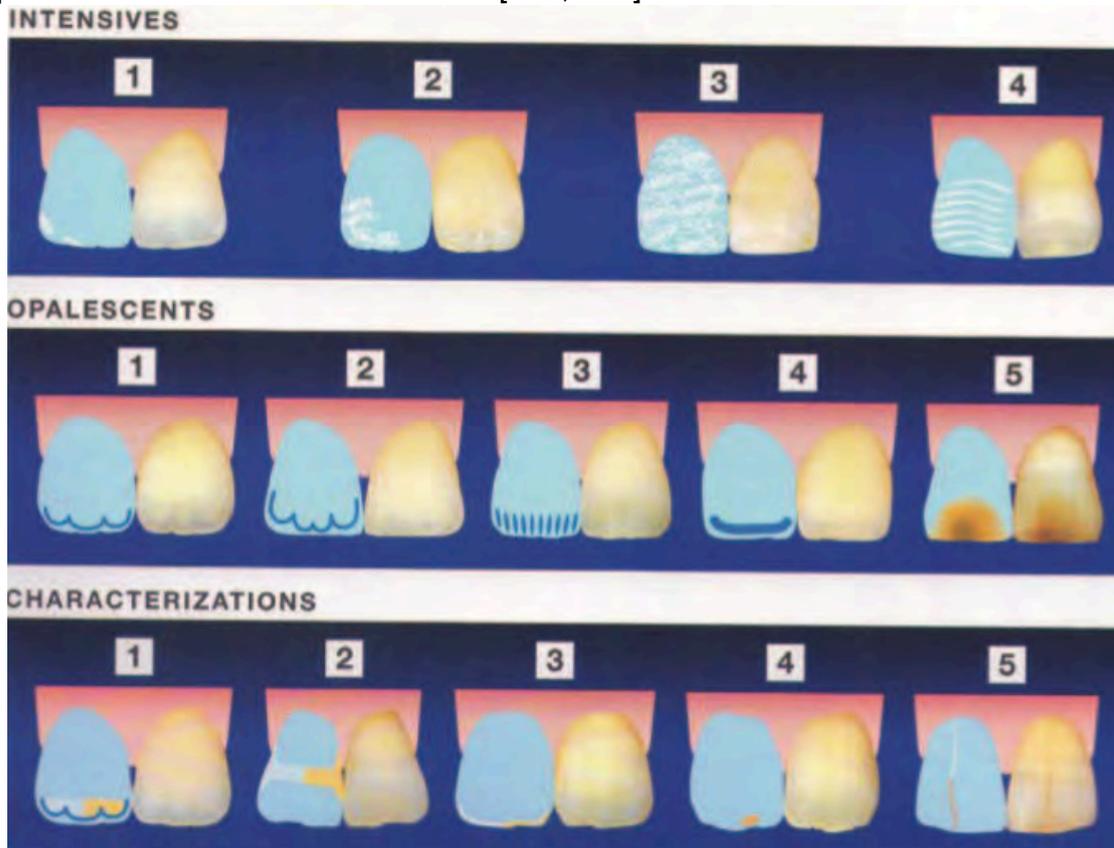
Les cinq dimensions sont indiquées sur la gauche de la dent de gauche.

Sur la dent de droite, sont inscrites les initiales d'identification des matériaux composites du système à utiliser pour reproduire les «accords chromatiques», propres à chaque dimension et, indiqués coté droit de la dent de gauche.[142,146]



Face avant de la carte chromatique de VANINI. [142, 146]

Au dos de la carte, sont précisées les classifications des intensifs, des opalescents et des caractérisations. [142, 146]



Face arrière de la carte chromatique de VANINI. [142, 146]

Le praticien marquera les caractéristiques de la dent examinée ainsi que les masses associées qui seront utilisées pour les recréer dans la restauration. Nous allons alors détailler l'enregistrement et le remplissage de la carte chromatique pour chacune des cinq dimensions.

- La chromaticité

Cette dimension représente la teinte et la saturation du corps dentine. [142, 144]

Sur la carte, on la note BC, chromaticité de base.

Elle dérive de la valeur moyenne de la teinte de la dentine, enregistrée au niveau du tiers médian, près de la jonction tiers médian/ tiers cervical de la dent, à l'aide d'un teintier fabriqué avec le même composite que celui qui sera utilisé pour la stratification. [113, 142]

La chromaticité sera alors notée sur la dent schématique de gauche alors que les composites dentines nécessaires seront indiqués à droite. [142]

A chaque biotype correspond trois chromaticités de base, 2 pures et une hybride, allant de:

- 1 à 2 (soit: 1, 1.5 et 2) pour les biotypes jeunes,
- 2 à 3 pour les adultes et,
- 3 à 4 en ce qui concerne les biotypes âgés. [142, 144]

Dans la technique de VANINI, partant de l'hypothèse que la teinte A VITA® est la teinte la plus communément observée au niveau des dents naturelles, seule cette dernière est utilisée.

Appelée UD (Universal Dentine), elle présente 7 saturations différentes (1, 2, 3, 3.5, 4, 5 et 6). On couvre ainsi l'ensemble des variations de saturation de la dentine naturelle et le spectre de couleurs est beaucoup plus large que celui des teintes VITA®. [36, 65, 144]

Alors, c'est au niveau de la variation de la saturation que l'on animera la couleur. En effet, pour les dents antérieures naturelles, la chromaticité désature de la zone cervicale vers le bord libre et de palatin en vestibulaire. [65, 100, 142, 145]

D'autres auteurs estiment cependant que la désaturation progressive du collet au bord libre est obtenue naturellement grâce à l'augmentation de l'épaisseur de l'émail. Il serait donc, selon eux, inutile de chercher à la créer artificiellement en associant des résines composites de différentes saturations.

La couche émail qui recouvre la couche de résine composite dentine produira une désaturation plus ou moins importante selon la luminosité choisie.

Dans ce cas, la chromaticité sera enregistrée au niveau du collet, là où l'épaisseur d'émail est la plus faible. [7, 49, 66]

- La luminosité (ou valeur)

Elle est strictement liée à l'épaisseur de l'émail, son degré de minéralisation et son contenu en eau. [7, 66, 142, 144]

Ainsi, plus l'émail est:

- mince et minéralisé, plus sa luminosité est faible, correspondant au biotype des dents âgées.
- épais, poreux et faiblement minéralisé, moins il apparaît translucide et plus sa valeur (ou luminosité) est importante, comme dans le biotype des dents jeunes. [7, 144, 145]

Dans la carte chromatique, cette dimension est notée V.
Elle est représentée par des tonalités allant du gris au blanc froid et au blanc laiteux, notés respectivement 1, 2 et 3.
Généralement, plus le patient est âgé plus V se rapproche de 1. [144]

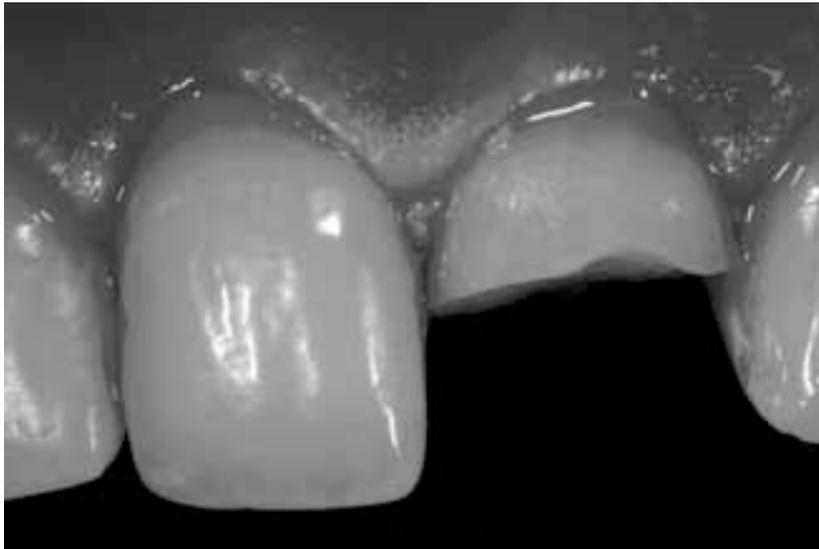
A ces trois valeurs correspondent 3 types d'émail en fonction des 3 biotypes (âgé, adulte, enfant), de luminosité croissante, à savoir:

GE1: luminosité faible, gris,

GE2: luminosité moyenne, blanc froid,

GE3: luminosité forte, blanc laiteux. [143, 142, 144, 145]

Cette dimension devra être relevée au centre de la dent. [65, 86, 144]



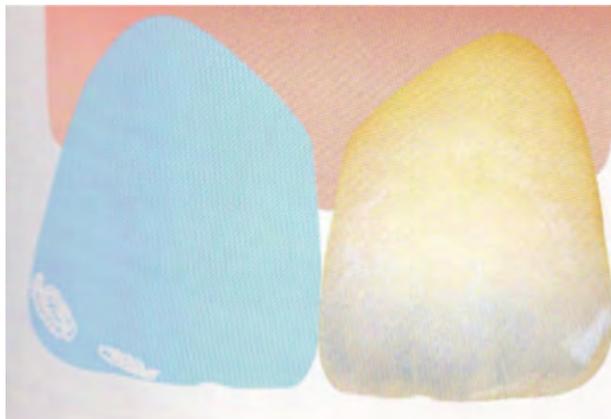
Prendre une photographie noire et blanc peut aider lors de l'étude de la luminosité. [142]

•Les intensifs ou I

Les Intensifs sont plus fréquents chez les biotypes jeunes et correspondent à des zones d'hypominéralisation de l'émail. [142, 145]

Ils apparaissent blancs et sont classés en quatre types de formes: [142, 144, 145, 146]

Type 1 : «cercles», taches isolées situées le plus souvent au tiers incisal.



Représentation des intensifs type 1. [146]

Type 2 : «nuages», taches plus petites et plus denses retrouvées au tiers moyen et incisal.



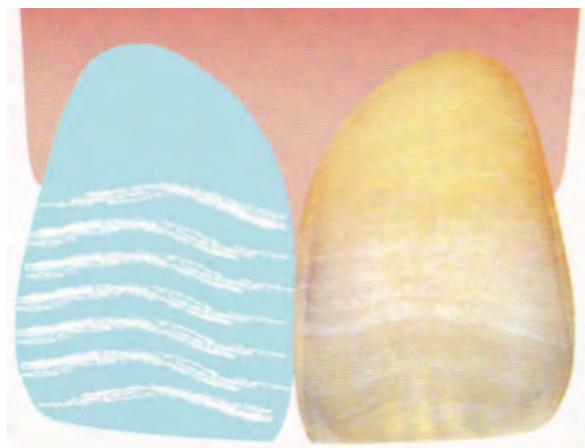
Représentation des intensifs type 2. [146]

Type 3 : «flocons de neige», minuscules taches denses occupant toute la surface de la couronne.



Représentation des intensifs type 3. [146]

Type 4 : «bandes horizontales», bandes laiteuses affectant surtout le tiers moyen et incisal.



Représentation des intensifs type 4. [146]

Les types 1 et 3 sont retrouvés principalement dans les biotypes jeunes.
Les types 2 et 4 concernent le plus souvent les biotypes adultes et âgés. [142]

Dans la carte chromatique:

- les chiffres 1, 2, 3, 4 se réfèrent à la classification des formes,
- les lettres w-m se réfèrent à la tonalité des blancs : w pour un blanc froid et m pour un blanc plus chaud.
- les masses correspondantes sont les intensifs Blanc IW (blanc froid) et Milky IM (blanc chaud). [144]



Mise en évidence des intensifs. [142]

•Les opalescents ou O

Les opalescences sont:

- confinées au niveau du tiers incisif: au niveau interdentaire, et du bord libre.
 - liées à la structure prismatique de l'émail, qui provoque des reflets internes en accentuant les longueurs d'ondes courtes. [142, 144]
- Elles produisent ainsi des teintes bleues et ambrées ou oranges qui créent un halo incisif pouvant présenter différentes formes: [142, 145, 146]

Type 1: à mamelons à deux sillons, donc 3 mamelons. Le halo sépare le bord incisal des lobes dentinaires.



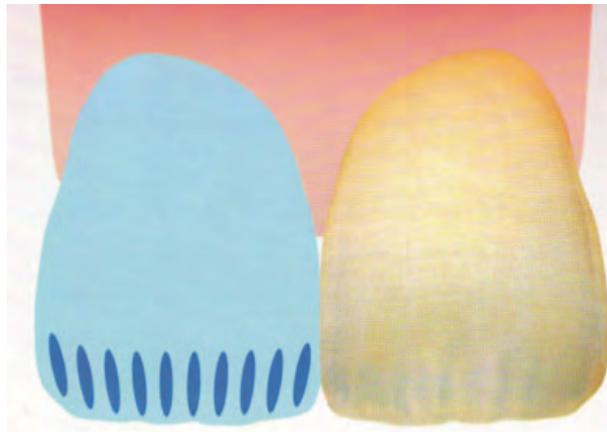
Représentation des opalescences de type 1. [146]

Type 2: à mamelons divisés à 3 ou 4 sillons. Le lobe central, plus grand, est divisé en deux par un sillon vertical plus court.



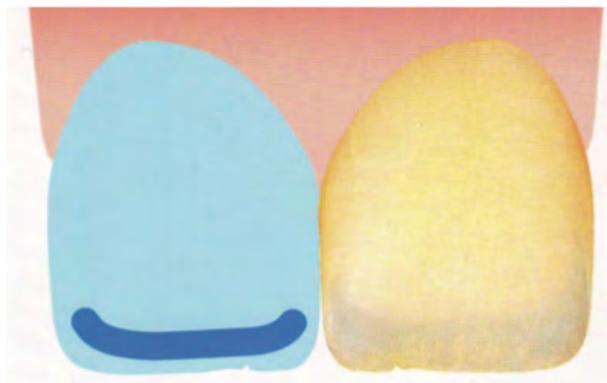
Représentation des opalescences de type 2. [146]

Type 3: en peigne. Le halo se présente sous la forme de petites cannelures verticales.



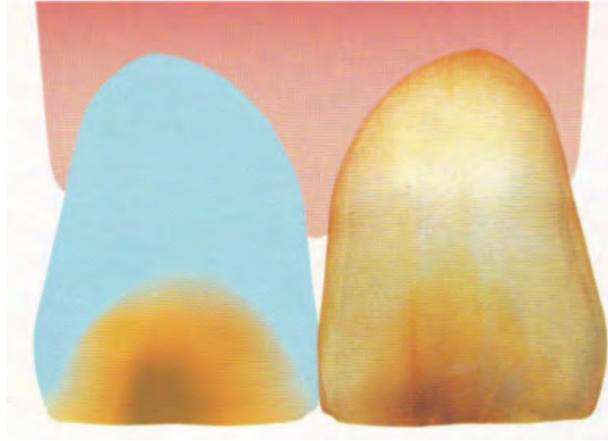
Représentation des opalescences de type 3. [146]

Type 4: en forme de fenêtre donnant un halo allongé sous la forme d'un sillon dense.



Représentation des opalescences de type 4. [146]

Type 5: à tache, retrouvées pour l'essentiel chez les patients âgés avec une dentine sclérotique. Le halo ressemble à un triangle dont le sommet s'étend dans le tiers moyen.



Représentation des opalescences de type 5. [146]

Dans le biotype jeune, apparaissent généralement les types 1 et 2 avec des teintes gris-bleues.

Chez l'adulte les types 3 et 4 sont les plus fréquents et gris-bleus.

Enfin, chez les personnes âgées, le type 5 est souvent retrouvé sous la forme d'un reflet ambré. [142]

En ce qui concerne la carte chromatique:

- les opalescences sont regroupées sous le O,
- les chiffres 1, 2, 3, 4, 5 se réfèrent aux différentes formes de la zone opalescente,
- les lettres b (blue), g (grey) et a (amber) représentent leur tonalité,
- les masses opalescentes de composite en rapport avec ces tonalités sont OB (opalescent bleu), OG (opalescent gris) et OA (opalescent ambre). [144]



Mise en évidence de la forme et de la taille du bord incisif (à gauche) et des contours du corps dentinaire et ses mamelons (à droite). [142]

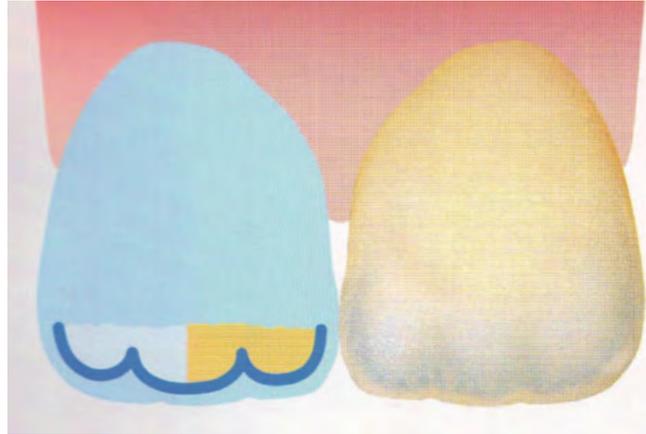
•Les caractérisations ou C

Elles affectent à la fois la dentine et l'émail. [142]

Vanini distingue cinq types de caractérisations:

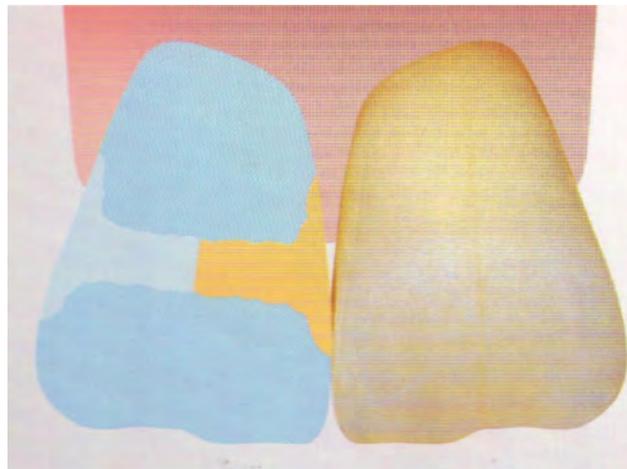
-deux dans la dentine

Type 1: dite «mamelon». Le bord libre en mamelons est associé à une petite zone blanche ou orange entre deux lobes au niveau du tiers incisif et rehaussant la luminosité,



Représentation des caractérisations de type 1. [146]

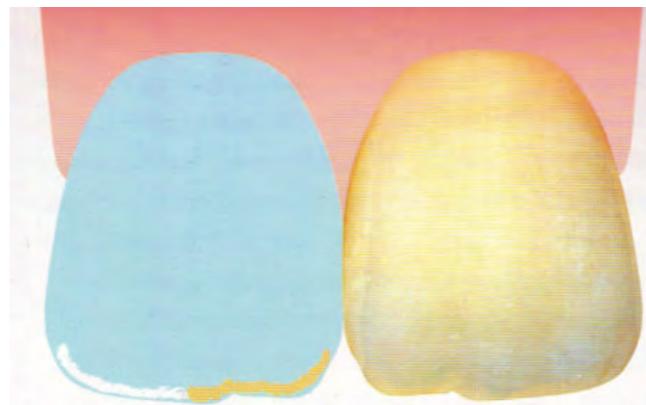
Type 2: «en bandes». Se présente sous la forme d'une large bande horizontale de teinte blanche ou ambre au niveau des tiers moyen et cervical,



Représentation des caractérisations de type 2. [146]

-et trois dans l'émail

Type 3: «en marge», elle forme une petite ligne blanche et/ou ambrée soulignant le bord libre.



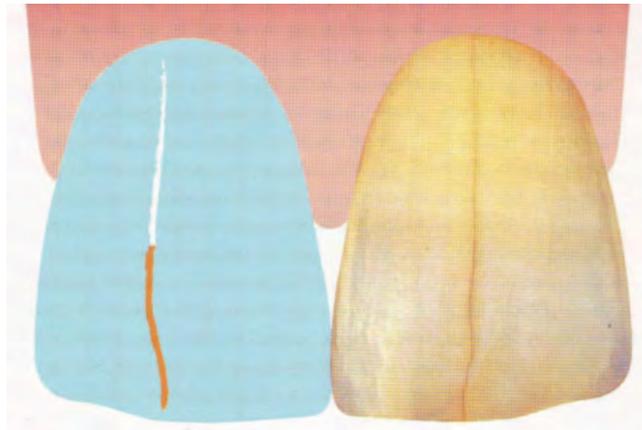
Représentation des caractérisations de type 3. [146]

Type 4: «en tache», représente une tache d' hypominéralisation pouvant être retrouvée sur toutes les zones de la dent,



Représentation des caractérisations de type 4. [146]

Type 5: «en fente». C'est une craquelure / fissure verticale, transparente, jaune ou brune, des dents adultes et âgées.



Représentation des caractérisations de type 5. [146]

Les caractérisations souvent présentes dans le biotype jeune sont celles:

- de type 1, pouvant apparaître en blanc ou orange, créant ainsi une frontière claire avec les opaques, et
- de type 3, soulignées par une ligne blanche ou ambre.

Dans le biotype personnes âgées, les caractérisations les plus vues sont:

- le type 2: une ou plusieurs bandes horizontales avec une tonalité blanchâtre ou jaune qui s'étendent dans la zone interproximale,
- le type 4: des taches oranges ou marrons dans le tiers incisif et,
- le type 5: des fissures de l'émail colorées en brun ou des crevasses blanches opaques. [142]

Dans la carte chromatique:

- elles sont notées C,
- les chiffres correspondent aux différents types de caractérisations,
- les lettres sont associées aux teintes.

Les masses de composite pour la reproduction de ces caractérisations sont OW (blanc clair), IW (blanc froid), IM (blanc chaud), OA (ambre), SW (intensif blanc), SY (intensif jaune) et SB (intensif marron).

Les caractérisations de type:

- 1 et 3 se retrouvent au niveau du tiers incisal,
- 2 sont recherchées au niveau du tiers moyen et cervical.
- 4 et 5 se trouvent au niveau de toutes les régions de la dent (cervical, incisal et moyen). [144]



Mise en évidence des caractérisations du bord libre et du tiers incisal. [142]

A RETENIR

La carte chromatique de VANINI

Définitions:

- Support schématique ou diagramme contenant les lignes guides essentielles de la restauration clinique à réaliser.
- Plan de référence pour la restauration de la dent dans sa couleur naturelle.

Remarques:

- Remplir avant toute procédure de restauration (en particulier mise en place de la digue).
- Utiliser une lumière de température constante de 5000K.
- S'appuyer sur la photographie numérique.

Buts:

- Enregistrer les informations sur la couleur dentaire en leur faisant correspondre des matériaux pour reproduire les effets désirés.

Description:

Au recto: les 5 dimensions de la couleur selon VANINI, les différents types et tonalités propres à chaque dimension, les composites correspondants.

Au verso: représentation des différents types associés aux:
 Intensifs.
 Opalescents.
 Caractérisations.

A RETENIR

Les 5 dimensions:

La chromaticité BC: Teinte et saturation du corps dentinaire.

Enregistrée au tiers médian.

4 teintes pures (1, 2, 3, 4) et,

3 teintes hybrides (1.5, 2.5, 3.5) correspondant aux teintes A VITA®,

auxquelles on associe 7 composites Universal Dentine.

Animation de la couleur par variation de la saturation: la chromaticité désature de cervical en incisal et de palatin en vestibulaire.

La luminosité V: liée à l'émail.

Enregistrée au centre de la dent.

3 types:

Type	Couleur	Biotype	Composites associés	Luminosité
1	Gris	Agé	GE1	Faible
2	Blanc froid	Adulte	GE2	Moyenne
3	Blanc laiteux	Jeune	GE3	Forte

Les intensifs I: zones d' hypominéralisation de l'émail.

4 types: 1-en cercles,

2-en nuages,

3-en flocons de neige,

4-en bandes horizontales.

2 tonalités de blanc: -w, blanc froid,

-m, blanc chaud, laiteux.

2 composites associés IW et IM.

Les opalescents O: confinés au tiers incisif.

5 types: 1-à 3 mamelons,

2-à mamelons divisés,

3-en peigne,

4-en fenêtre,

5-en tache.

3 tonalités: Blue, Grey, Amber.

3 composites associés OBN, OG, OA.

Les caractérisations C: 2 dans la dentine: -type 1: mamelons,

-type 2: en bandes,

3 dans l'émail: -type 3: en marge,

-type 4: en tache,

-type 5: en fente.

Sont localisées: -Tiers incisal: types 1 et 3.

-Tiers moyen et cervical: type 2.

-Toute la dent: types 4 et 5.

Tonalités: White, Amber, Brown, Yellow.

b. Forme et clé en silicone

La reproduction de la forme générale de la dent délabrée peut être facilitée par l'utilisation d'un guide en silicone.

Le but de cette clé est d'obtenir une restauration d'emblée satisfaisante dans sa forme, son contour et son intégration fonctionnelle. [65]

Elle pourra être réalisée selon deux méthodes: [7, 65, 66, 113, 142, 144, 146,]

- La méthode directe par Mock-up:

Une reconstitution de la perte de substance est réalisée à l'aide d'une résine composite monochrome, en bouche, sans mordantage ni protocole de collage préalable. [7]

Cette reconstitution provisoire doit répondre aux critères anatomo-fonctionnels de la dent sur les plans esthétiques, fonctionnels et phonétiques.

Une fois le résultat esthétique souhaité obtenu et l'occlusion réglée, une clé en silicone de moyenne viscosité est enregistrée et le composite provisoire éliminé. [142]

Cette technique sera privilégiée dans les cas où:

- les pertes de substances sont peu importantes,
- l'anatomie dentaire a besoin de n'être que légèrement modifiée. [66, 113]

Remarque: S'il s'agit du changement d'un composite déjà existant et ayant une forme convenable esthétiquement et fonctionnellement, un simple enregistrement de la situation à l'aide d'une clé en silicone peut suffire. [113]

- La méthode indirecte ou Wax-up:

Dans les cas de pertes de substances plus importantes ou si la modification de l'anatomie concerne plusieurs dents du sourire, il sera nécessaire de passer par un montage en cire diagnostic sur modèle. [101, 113]

Il faut:

- une empreinte alginate à partir de laquelle est obtenu
- le modèle en plâtre. [65]

Un wax-up sera alors réalisé en suivant l'anatomie et l'occlusion du patient. [7]

La clé en silicone est ensuite prise sur le modèle et servira de guide pour la stratification en bouche. [7]

La clé en silicone joue un rôle important en assurant:

- la bonne position anatomique de la paroi palatine. [142, 144, 147]

Ainsi, elle va permettre de régler l'occlusion et d'éviter le fraisage de la face palatine qui, en surépaisseur, est susceptible d'éliminer la couche de résine composite émail de cette face. [7]

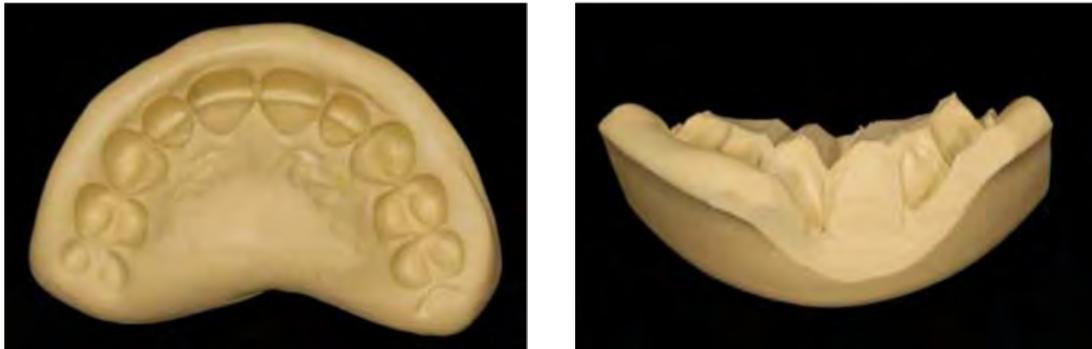
- le soutien de l'émail palatin lors de son application. [142, 147]

Par conséquent, elle devra être:

- découpée au niveau de la face vestibulaire, dans le sens mésio-distal, afin de laisser apparaître la face palatine tout en respectant le bord libre.
- ajustée pour s'adapter parfaitement aux dents et à la paroi buccale correspondant à la dent affectée. [146]



Modèle en plâtre avant et après réalisation du wax-up. [142]



Clé en silicone avant et après découpage et adaptation. [142]

Enfin, certains auteurs, recommandent de réaliser une deuxième clé en silicone qui servira de guide de stratification. Cette dernière:

- est découpée dans le sens vestibulo-palatin au milieu de la dent à reconstruire,
- permettra d'éviter que la couche d'émail vestibulaire ne se retrouve en surépaisseur après apposition des couches émail palatin et dentines.
- facilite donc la gestion des volumes des différentes couches de composites, afin d'éviter que, lors de la finition, la couche émail vestibulaire ne soit éliminée, exposant alors la couche dentine plus saturée qui s'opposerait à un résultat esthétique satisfaisant.

A RETENIR

Clé en silicone

But: obtenir une restauration d'emblée satisfaisante dans sa forme, son contour et son intégration fonctionnelle.

Technique:

•2 méthodes:

-Technique indirecte ou WAX-UP: perte de substance importante, modification de l'anatomie concerne plusieurs dents du sourire.

Empreinte→Modèle en plâtre→Wax-up→Clé en silicone

-Technique directe ou MOCK-UP: pertes de substances sont peu importantes, anatomie dentaire ne doit être que peu modifiée.

Composite monochrome en bouche=Mock-up→Clé en silicone

•La clé est découpée dans le sens mésio-distal en respectant le bord libre.

•Une deuxième clé pourra être réalisée :

-découpée dans le sens vestibulo-palatin,

-facilitant la gestion des volumes.

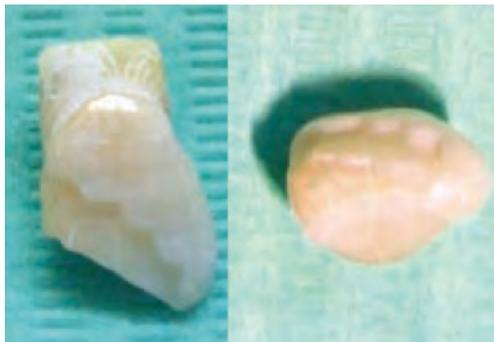
c.Préparation de la cavité

La préparation de la cavité est une étape à laquelle il faut porter une attention particulière. En effet, la forme de cette préparation joue un rôle majeur dans l'intégration esthétique et biomécanique de la restauration. [65]

Pour un résultat le plus esthétique possible, les dents doivent être préparées de telle sorte que l'on ne distingue pas la limite entre le composite et la dent. Mais, aujourd'hui encore, différentes approches sont proposées:

-le biseau en épaulement 1/4 de rond en escalier.

Réalisé avec une fraise diamanté tronconique, il nécessite un léger recouvrement de la limite incisale de la cavité (à la manière de la préparation d'une facette). Cette technique permet l'obtention de bons résultats esthétiques mais entraîne une mutilation importante de la dent peu compatible avec les principes de dentisterie à minima. [2, 7, 28]



Biseau en épaulement 1/4 de rond en escalier. [7]

-le biseau plat, ou progressif. [36, 66]

De 3 à 4 mm de largeur pour 1 à 2 mm de profondeur, il est réalisé avec une fraise fine diamantée inclinée entre 45° et 60° sur la ligne de fracture. [65]

Cette technique donne aussi de bons résultats esthétique et, est moins mutilante. [7, 101]



Dans cette situation, l'angle de fracture, zone sombre, devra être rendu invisible par un composite opaque de surface ou un Opaquer de teinte émail appropriée.

Ce matériau sera placé de chaque côté de la fracture sur près d'1 mm de large puis recouvert d'un composite émail.

[65]

Biseau plat ou progressif. [7]

Mais, selon VANINI, pour une préparation correcte des limites périphériques, il est nécessaire de considérer:

- l'élasticité,
- la relation avec les prismes d'émail et,
- l'intégration esthétique du matériau employé. [144]

Pour les composites micro-chargés qui sont très élastiques (module de Young de 4 GPa), des biseaux longs ont été utilisés pour des raisons esthétiques. [144]

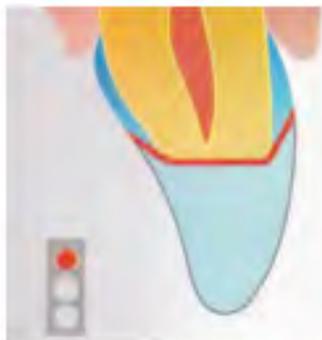
Ces préparations sont, en revanche, inappropriées pour les composites micro-hybrides, plus rigides (module de Young de 15 GPa), car:

- les limites des restaurations risquent de se fracturer en raison de leur finesse.
- les éviter permet d'obtenir une meilleure résistance entre les prismes d'émail et la restauration. [144]

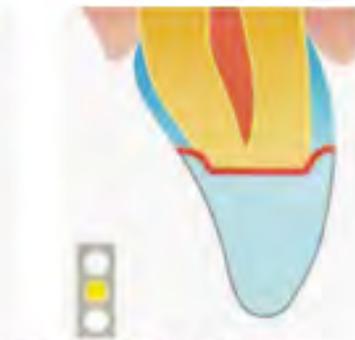
Toujours pour VANINI, la préparation idéale, combinant le rendu esthétique et les exigences mécaniques, est:

- un chanfrein vestibulaire, réalisé à l'aide d'une fraise ronde ou boule, et,
- une finition droite à 90° au niveau proximal et palatin, obtenue par une fraise diamantée conique.

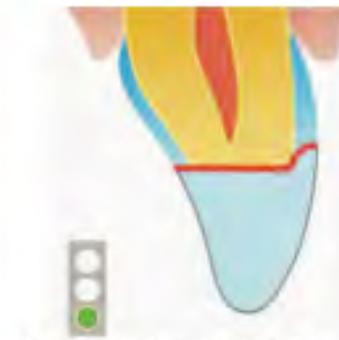
[142, 144]



Biseau long à éviter pour les micro hybrides [146]



Chanfrein vestibulaire, proximal et palatin représente un compromis. [146]

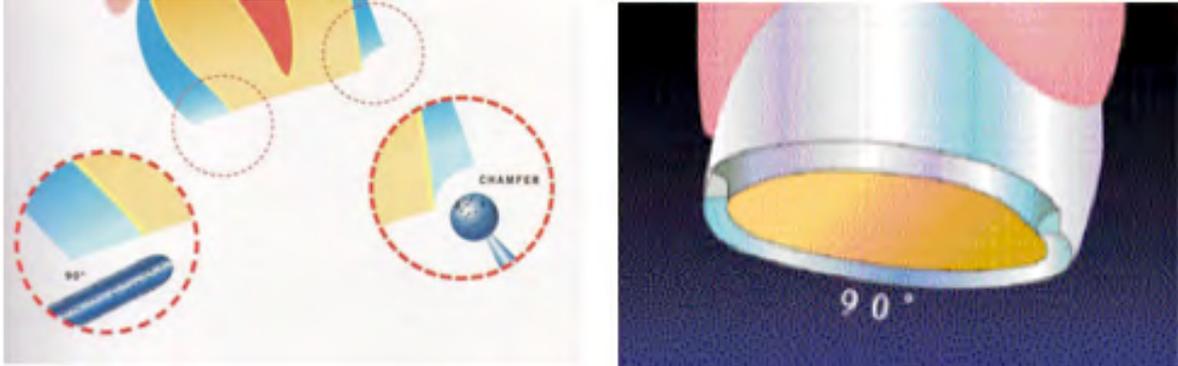


Solution idéale: chanfrein vestibulaire et finition droite à 90° au niveau proximal et palatin. [146]

La préparation doit être:

- finie avec une fraise diamantée de 40 microns de granulométrie et,
- polie avec des pointes siliconées qui éliminent les prismes non soutenus de l'émail. [113, 142, 144]

En effet, une surface lisse facilite l'écoulement de l'adhésif, ainsi que l'adaptation du composite sur la limite. [142]



Schémas de la préparation périphérique. [144, 146]

Une épaisseur suffisante sera ainsi ménagée pour la couche «dentine» dont l'opacité propre permet de masquer la limite sans utiliser des colorants intensifs.

La couche «dentine» sera ensuite recouverte par une fine couche «émail», présentant les mêmes propriétés optiques que l'émail naturel, afin d'obtenir une continuité optique entre la restauration et la dent naturelle. [65, 113]

La forme et la profondeur du chanfrein ne doivent pas être uniformes, mais adaptées à la forme de la préparation et de la dent.

Ainsi, il est important de déplacer les limites de finitions cavitaires pour qu'elles se fondent avec les lignes de transition. [113, 134]

Cette préparation demeure très fine (par rapport à des techniques indirectes) et reste en total accord avec les principes de dentisterie a minima tout en majorant le pronostic esthétique.



Photographies mettant en évidence la préparation de la cavité avec un mini chanfrein vestibulaire et une finition droite palatine et interproximale. [142]

Remarques: [113]

- La mise en place d'une matrice, avant la préparation de la dent, permet de protéger mécaniquement les dents adjacentes.

- Une fois la préparation de la dent terminée, la clé en silicone est mise en place pour pouvoir y marquer la limite palatine. Une simple «griffure» est alors tracée

avec une sonde par exemple, pour permettre de savoir jusqu'où appliquer la première couche de composite sur la clé.

d. Mise en place du champ opératoire [65, 101, 113, 142]

Le champ opératoire peut être mis avant ou après la préparation. [113]

Mais, la digue est obligatoire, car le collage doit s'effectuer à l'abri de la salive. [7, 101]

On met une digue sectorielle et on vérifie le bon positionnement de la clé en silicone. [7]

A RETENIR

Préparation de la cavité

Biseau	Composites	Mutilation	Rendu esthétique	Fraises
Plat/Long/Progressif	Micro-chargés	++	+++	fine diamantée inclinée entre 45° et 60°
Epaulement 1/4 de rond en escalier	Micro-chargés	+++	+++	diamantée tronconique
Selon VANINI: Chanfrein Vestibulaire Finition droite à 90° proximale et palatine	Micro-hybrides	+	++++	Boule diamantée pour le chanfrein. Conique diamantée en palatin et proximal.

Finition : fraise diamantée 40 microns.
Polissage: pointes siliconées.

Mise en place d'un champ opératoire:
avant ou après la préparation,
obligatoire,
vérifier positionnement de la clé en silicone.

2.La stratification

a.Mordançage et collage

Selon DEGRANGE, lors de stratifications antérieures, une grande partie de la zone de collage se situant dans l'émail, le choix de l'adhésif se tourne vers un système avec mordançage préalable de type M&R2 ou M&R3. [4, 29, 30, 31, 33, 113, 134]

En effet, seule l'application d'acide phosphorique à 37 %, pendant 30 secondes sur l'émail permet une attaque, et donc une adhérence, suffisante. [113]

VANINI utilise un système M&R2 (avec agent de mordançage d'un coté et flacon réunissant Primer et Adhésif de l'autre) et recommande alors de procéder comme suit:

- Mordançage à l'acide phosphorique à 37% pendant:

- 30 secondes sur l'émail, [7, 113, 142]

- 15 secondes sur la dentine vitale, [7, 113,142]

- 1 minute pour la dentine sclérotique, [142]

- 1 minute 30 secondes pour la dentine non vitale de la racine, durée nécessaire pour favoriser la cémentation post-adhésive. [142]

- Rinçage abondant [142]

- Séchage modéré pendant 20 secondes, avec un air exempt d'huile ou à l'aide de l'aspiration pour éviter un séchage excessif. [142, 146]

La dent doit être séchée mais non desséchée. En effet, il faut garder une dentine humide. [113, 146]

L'émail prend alors une apparence blanche. [142]

- Application de l'adhésif (Primer d'adhésion + adhésif proprement dit). [7, 142]

De l'air peut être projeté afin d'évaporer les solvants de l'adhésif et d'homogénéiser la couche d'adhésif. [113]

- Photopolymérisation de l'adhésif pendant 30 à 40 secondes. [7, 142]

Une deuxième couche sera appliquée puis polymérisée de la même manière. [27, 113, 142]

La surface dentaire doit être brillante. [113]

A RETENIR

Mordançage et collage

Matériaux recommandés:

M&R 2 et M&R 3

Protocole M&R 2:

Mordançage acide phosphorique à 37%

Tissu	Temps
Email	30 secondes
Dentine vitale	15 secondes
Dentine sclérotique	1 minute
Dentine non vitale de la racine	1 minute 30 secondes

Rinçage abondant.

Séchage modéré 20 secondes.

Application de l'adhésif.

Photopolymérisation pendant 30 à 40 secondes.

Deuxième couche: application et photopolymérisation.

b.Face palatine

Dans les cas complexes, la restauration commence par la mise en place de l'émail en palatin à l'aide de la clé en silicone. [36, 65, 113, 134, 142, 144, 146]

La couche de composite émail sélectionné (GE) est directement placée dans le guide en silicone jusqu'à la marque que l'on a réalisée à la fin de la préparation. L'ensemble doit être conservé à l'abri de la lumière jusqu'à sa mise en place. [113, 144, 146]

La clef garnie de composite est placée en bouche et son adaptation vérifiée. [113, 144, 146]

Au niveau marginal, l'adaptation du composite est contrôlée et, au besoin, améliorée par un pinceau avant sa photopolymérisation. [144]

Le composite doit être appliqué en:

- une épaisseur qui se rapproche de celle de l'émail naturel remplacé,
- évitant les espaces inter-dentaires. [142]

Ainsi, selon VANINI, l'épaisseur du composite ne doit pas excéder 0,4 mm. Cette épaisseur représente l'épaisseur idéale pour un parfait contrôle de l'indice de réfraction du composite par rapport à celui de l'émail naturel. [34, 144]

En outre, la faible épaisseur du premier apport permet de ménager suffisamment de place pour les différentes masses dentine et émail qui viendront se superposer par la suite. [65]

A l'issue de cette étape, on obtient une face palatine translucide et fonctionnelle. L'anatomie de la face palatine est donc reproduite. [101]

c.Faces proximales

Après création du mur palatin, la clef en silicone est retirée pour créer les faces proximales.

C'est une étape délicate qui va fixer le cadre de la restauration et ses futurs contours. [65]

Dans ce but, nous insérons:

-une matrice transparente: [142, 144]

L'orientation de la matrice est essentielle puisqu'elle donne la forme de la crête. Or, la crête proximale fixe les lignes de transitions, et donc la forme de la dent, et régule une grande partie des phénomènes lumineux. [65]

-des coins inter-dentaires: [142, 144]

Afin d'obtenir une surface de contact puissante. [65]

Les parois proximales sont alors réalisées avec le même composite émail que la face palatine. [113, 142]

À ce stade, il est parfois difficile d'appliquer correctement le composite, car il colle davantage à l'instrument qu'à la matrice!

L'utilisation d'une micro brush «sèche» permet de pallier ce problème. [113]

L'épaisseur du composite, ici non plus, ne doit pas excéder 0,4 mm. [34, 144]



Murs palatin et interproximaux amélaire reconstruits. [142]

Une fois ces deux étapes terminées, la cavité complexe se transforme en une simple coquille.

Les volumes à reconstituer sont maintenant plus évidents.

Enfin, la forme et l'épaisseur doivent être vérifiées et éventuellement corrigées avant de poursuivre la restauration. [142]

d.Coeur dentinaire

Selon VANINI, chaque dent présente trois degrés de chromaticité:

- élevé dans le tiers cervical,
- moyen dans le tiers médian et,
- faible au niveau incisif. [142, 100]

Par conséquent, la mise en place de la dentine doit répondre à la nécessité d'une désaturation de:

- la partie cervicale vers la partie incisale de la dent et,
- la partie palatine vers la partie vestibulaire. [144]

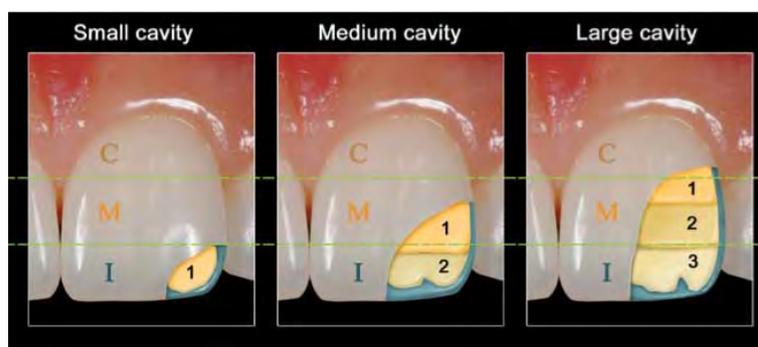
Et comme, la couche d'émail de recouvrement entraîne, en plus, une forte diminution de la teinte de la dentine. [144]

Alors, nous avons recouru à une technique de stratification tridimensionnelle qui:

- s'appuie sur des masses de saturations différentes: en commençant par une saturation plus élevée de deux degrés que celle de la couleur finale (ou «chromaticité de base» préalablement enregistrée) et en terminant à la même saturation que celle de la teinte finale. [134, 142, 144]
- permet d'obtenir un fort noyau chromatique empêchant la perte de chromaticité lorsque l'émail vestibulaire est appliqué. [142]

Cependant, le nombre de nuances dentines nécessaires dépend de la taille de la perte de substance.

Ainsi, une seule masse dentine sera utilisée pour les petites cavités, deux pour les moyennes et trois pour les grandes. [142]



Corrélation entre taille de la cavité et nombre de masses dentines nécessaires [142]

A titre d'exemple, si la chromaticité de base est UD2, le corps en composite dentine requis serait UD2 pour une petite cavité, UD2 et UD3 pour une cavité moyenne, et UD2, UD3 et UD4 pour une grande cavité. [142]

La masse dentine avec la plus haute chromaticité (UD4 dans notre exemple) est appliquée au niveau cervical. [142]

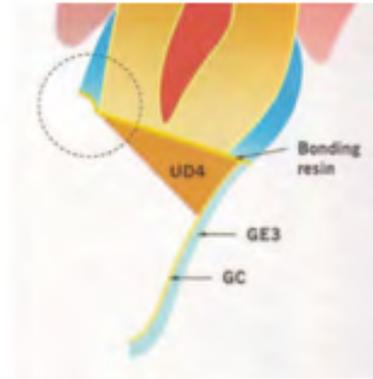
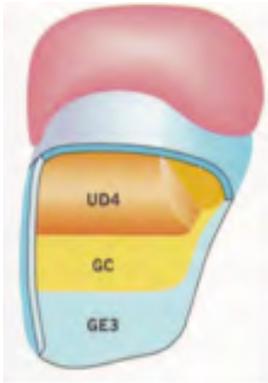


Diagramme frontal (à gauche) et schéma (à droite) de la 1ère phase de stratification du corps dentinaire. [146]

Puis elle sera recouverte par la deuxième couche dentine (ici, UD3) qui s'étendra cervicalement sur le chanfrein amélaire vestibulaire et sera plus déployé en direction incisale. [142]

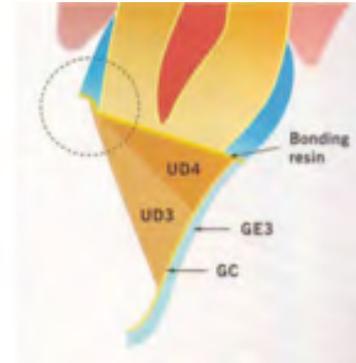
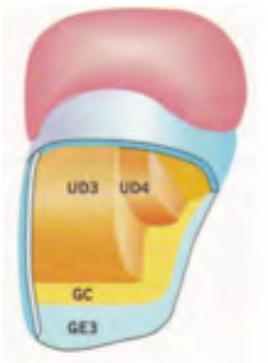


Diagramme frontal (à gauche) et schéma (à droite) de la 2ème phase de stratification du corps dentinaire. [146]

Enfin, la deuxième couche est complètement recouverte d'une couche de masse dentine correspondant à la chromaticité de base de la dent (UD2 dans notre cas). Cette dernière sera également placée sur le chanfrein et atteindra la zone incisale pour être modelée en vue de la formation des mamelons dentinaires. [142]

En outre, au niveau du dernier apport de masse dentinaire, on commence à préfigurer le futur relief de la dent (macrogéographie) afin de respecter le ratio d'épaisseur amélaire et d'éviter de trop en soustraire lors du dégrossissage. [65]

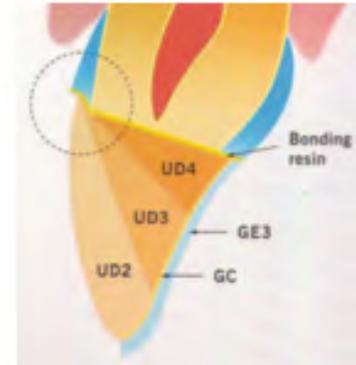
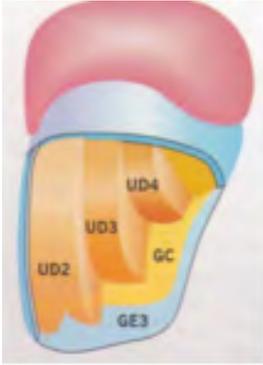


Diagramme frontal (à gauche) de la 3ème phase de stratification du corps dentinaire et schéma (à droite) de la reconstitution dentinaire totale. [146]

Remarques:

-Dans le cas de chromaticités de base hybrides: BC1.5 et BC2.5, la reconstruction se fait comme dans le schéma suivant: [146]

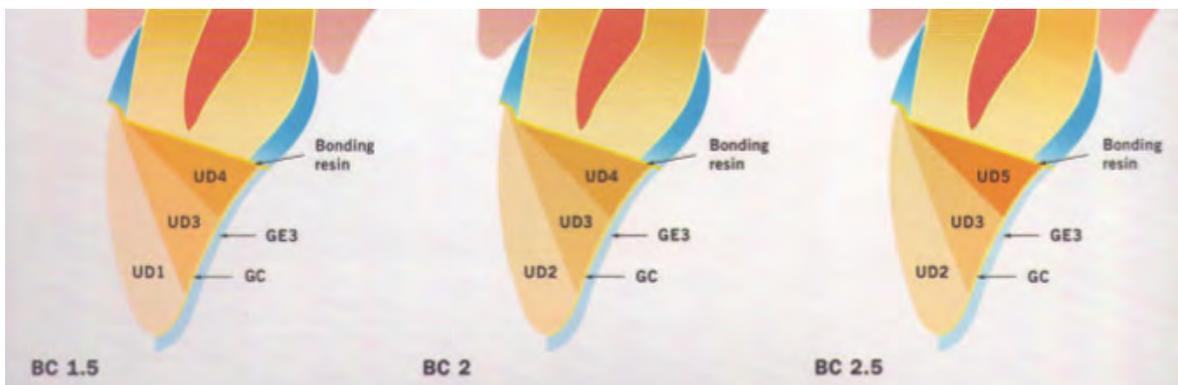


Schéma de la construction de corps dentinaires hybrides (BC1.5 et 2.5) et pure (BC 2). [146]

-Une attention particulière doit être portée à la mise en place de ces masses dentine au niveau de la limite. Le composite doit venir mourir sur celle-ci tout en ménageant une fine épaisseur pour la masse de recouvrement amélaire.

La continuité optique sera recréée grâce à cet artifice, évitant ainsi l'aspect grisâtre du joint de la restauration. [65, 134]

-Les composites de masse dentine doivent être mis en place en respectant les épaisseurs et l'anatomie. Il faut une réelle homothétie entre la forme de la dent et les masses dentine. [65, 113]



Stratification complète du corps dentinaire. [142]

e. Couche de haute diffusion [144]

La reproduction de la couche protéique est réalisée avec Glass Connector.

Il s'agit en réalité d'une résine visqueuse, de couleur blanche, caractérisée par une haute fluorescence et permettant de moduler la diffusion de la lumière au niveau de l'émail et de la dentine.

Glass Connector sera placé sur:

- la face vestibulaire de l'émail palatin,
- les masses dentines.

Tout en veillant à ne pas le placer au niveau des limites marginales de la restauration.

Enfin, il sera polymérisé.

f. Caractérisations, Intensifs, Opalescents

Après la réalisation du corps dentinaire, les caractérisations, intensifs et opalescents sont appliqués, si nécessaires, avant la réalisation de la couche d'émail vestibulaire. [142, 144]

•Les caractérisations:

les plus importantes sont celles des mamelons et du bord libre, qui seront réalisées à l'aide de masses blanches (OW ou IW) ou ambres (OA). [142, 144]



Mamelons dentinaires caractérisés par une fine couche de IW. [142]



Caractérisation du bord libre avec IW et OA. [142]

•Les masses opalescentes:

sont mises en place entre les mamelons, dans l'aire comprise entre la masse dentine de corps et le bord incisif. [65, 142, 144]

Elles ont pour but de créer l'effet d'ombre et de reproduire le halo naturel. [142, 144]

Ces masses sont placées à l'aide d'une spatule plate et modelées à l'aide d'un pinceau imprégné d'une résine fluide. [144]



Opalescent naturel OBN placé entre les mamelons. [142]

•Les masses intensives:

sont placées en couches très fines selon les données relevées lors de l'établissement de la carte chromatique.



Petits incréments de IWS créant de petits «spots» intensifs. [142]

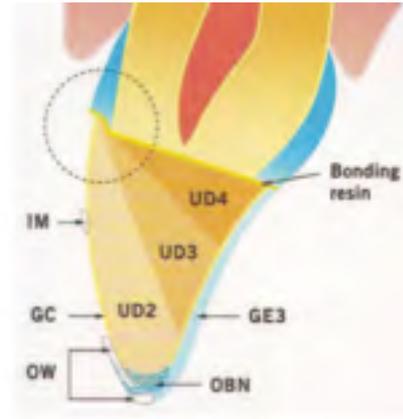
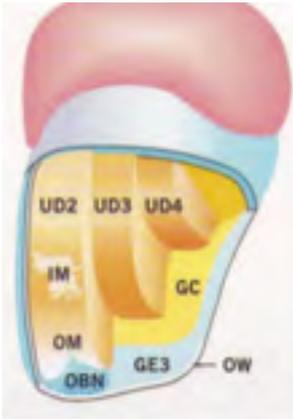


Diagramme frontal (à gauche) et schéma (à droite) de la reconstitution après caractérisation. [146]

g. Couche amélaire vestibulaire

Avant tout, il est important de se rappeler que lors de l'application des différents composites pour construire le corps dentinaire, les caractérisations, les opaques et les intensifs, un espace nécessaire et suffisant pour appliquer la couche d'émail vestibulaire doit avoir été respecté. [142]

La couche amélaire vestibulaire, mince dans la région cervicale, s'épaissit vers le bord incisif et constitue ainsi le contour vertical naturel, à l'origine de la forme de la dent naturelle. [142]

Le composite émail doit être appliqué de telle sorte qu'il:

- reproduise les lignes de transitions,
- préfigure à la fois la macro-géographie (par exemple les lobes, dépressions et rainures) et la micro-géographie de surface.

Cette dernière sera réalisée à l'aide d'un pinceau afin de créer les lignes de croissance de l'émail.

- ne dépasse pas 0.4mm d'épaisseur. [34, 142, 134]

Une fois la dernière couche d'émail polymérisée, il est conseillé de recouvrir la surface de la restauration d'une couche de gel de glycérine et d'effectuer un cycle supplémentaire de photopolymérisation.

Le but est d'obtenir une polymérisation complète du composite en éliminant l'oxygène et la couche inhibée afin d'augmenter:

- la résistance superficielle du matériau,
- la longévité de l'état de surface,
- la pérennité de la couleur. [5, 27, 34, 113, 142]

Photopolymérisation de la dernière couche de composite de masse émail au travers d'un gel de glycérine protégeant de l'oxygène (Echo Gel dilué, liquid strip® Ivoclar; De Ox®, Ultradent). [142]

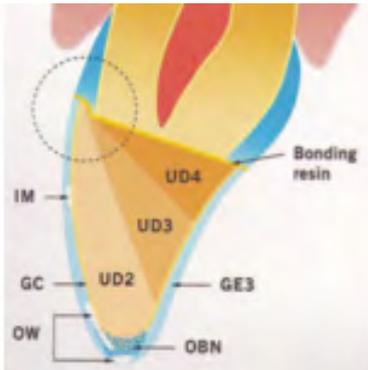


Schéma de la restauration terminée. [146]



Composite émail vestibulaire appliqué. [142]

A RETENIR

La stratification: chronologie

•Face palatine

Une couche de composite émail est placée dans la clé en silicone.

La clé garnie de composite est placée en bouche puis photopolymérisée.

Il faut appliquer le composite en:

- évitant les espaces inter-dentaires,
- n'excédant pas 0.4mm d'épaisseur.

(car indice de réfraction du composite \neq indice de réfraction de l'émail)

•Faces proximales

Sont réalisées en composite émail après mise en place de la matrice et de coins inter-dentaires.

Déterminent la forme des crêtes proximales et donc de la dent.

Ne doivent pas excéder 0,4mm d'épaisseur de composite émail.

A RETENIR (SUITE)La stratification: chronologie**•Coeur dentinaire**

Comme:

-La dent présente trois degrés de chromaticité:

- élevé dans le tiers cervical,
- moyen dans le tiers médian,
- faible au niveau incisif.

-La reconstitution doit répondre à la nécessité d'une désaturation de la partie cervicale vers la partie incisale et de la partie palatine vers la partie vestibulaire.

-La couche d'émail de recouvrement entraîne une forte diminution de la teinte de la dentine.

Alors, nous avons recourt à une technique de stratification tridimensionnelle qui:

-s'appuie sur des masses de saturations différentes:

commencer par une saturation plus élevée de deux degrés que celle de la couleur finale et terminer à la même saturation que celle de la teinte finale.

-empêche la perte de chromaticité lorsque l'émail vestibulaire est appliqué.

Les différentes masses composites doivent venir mourir sur la limite. (sauf pour la plus saturée)

Homothétie avec la forme de la dent.

Préfigure le relief de la dent.

•Couche de haute diffusion

Résine visqueuse, blanche et à haute fluorescence.

Module la diffusion de la lumière au niveau de l'émail et de la dentine.

Recouvre:

- la face vestibulaire de l'émail palatin
- le coeur dentinaire.

Ne recouvre pas les limites marginales.

•Caractérisations, Intensifs, Opalescents: appliqués en couches très fines.**•Couche amélaire vestibulaire**

S'épaissit de la région cervicale vers le bord incisif.

Doit reproduire les lignes de transition.

Doit préfigurer:

- la macro-géographie,
- la micro-géographie (pinceau pour créer les lignes de croissance de l'émail).

Après photopolymérisation, photopolymériser à nouveau l'ensemble sous une couche de gel de glycérine (polymérisation complète éliminant l'oxygène et la couche inhibée).

3. Après: finitions

a. Contrôle de l'occlusion [101]

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

Elle nécessitera l'emploi de papier à articuler afin de mettre en évidence une éventuelle suroccclusion qui devra être corrigée à l'aide de fraises diamantées.

b. Finitions, polissage et lustrage

Les finitions complètent la restauration et sont des étapes importantes dans le processus de restauration.

En effet, elles créent une relation idéale entre la lumière et la dent, élément fondamental pour atteindre le résultat esthétique souhaité. [102]

En outre, la surface finie et polie réduit:

- les dépôts de plaque,
- le vieillissement de la restauration. [144]

On les divise communément en 3 étapes:

•La finition proprement dite:

Elle définit la forme, la dimension, et le contour de la restauration. [144]

Durant cette phase les excès de composite sont éliminés à l'aide de:

- fraises diamantées à grain moyen (30 à 40µm, sur contre-angle), flammes ou olives en particulier,
- strips abrasifs imprégnés de particules diamantées pour les zones interproximales. [7, 142, 144]

Il faut alors réaliser:

- la finition du contour vertical en respectant l'anatomie dentaire.

Pour ce faire, la fraise est inclinée selon 3 axes différents en fonction de la zone de la dent (tiers cervical, médian ou incisif). [65, 142]

- la finition du contour horizontal en ajustant la forme du bord incisif, sa longueur et les angles mésiaux et distaux. [142]

- la finition de la limite interproximale interne: réalisée à l'aide des bandes abrasives. (1, 25)

- la finition de la limite interproximale externe: à l'aide de fraises diamantées. [142, 144]

C'est donc une étape essentielle dans l'intégration esthétique de la restauration car elle détermine la forme et la position des lignes de transitions (par exemple: les angles qui définissent la transition entre faces proximales et face vestibulaire). [65, 142]

Par ailleurs, on peut obtenir durant cette phase les caractéristiques de surface des dents qu'on ne peut pas obtenir lors des phases de modelage à l'aide de pinceaux

et/ou de spatules. [144]

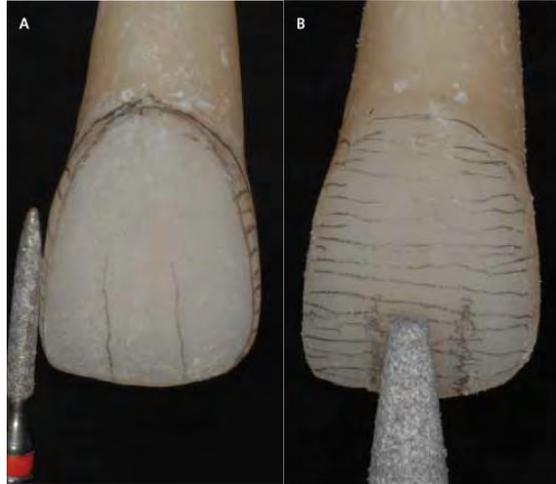
Ainsi, après le réglage de la forme, il faut réaliser: [142,144]

-la finition de la macro-texture de surface:

en utilisant des fraises diamantées à grain moyen ou des fraises multi-lames pour créer des lobes et des rainures.

-les courbes de croissance de l'émail (micro-texture),

créées à l'aide d'une pointe de pierre verte que nous passerons délicatement sur la surface ou de fraise diamantées.



Images de l'étape de finition montrant les lignes de transition verticales (à gauche), la micro et macro-texture (à droite). [142]

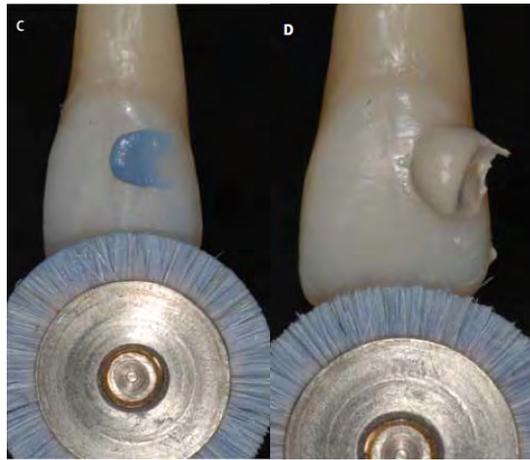
Après cette étape, la surface est polie avec des pointes siliconées, instruments ayant une abrasivité contrôlée et ne laissant pas de dépôts à la surface de la restauration. [113, 144]

•Le polissage:

Il donne la brillance aux surfaces de la restauration tout en veillant à ne pas détruire les macro- et micro-détails de surface ou à l'aplanir et donc conserve les détails de texture obtenus au cours de la finition. [65, 142, 144]

Le meilleur instrument pour cela est une brosse (en poil de chèvre) utilisée avec des pâtes diamantées de 3 microns puis de 1 micron (cette dernière pouvant être associée à une pulvérisation d'eau). [65, 142]

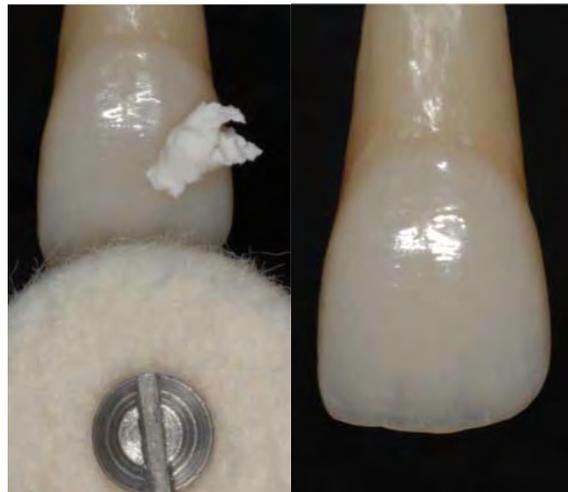
Le polissage des zones interproximales est réalisé à l'aide de bandes abrasives de granulométries décroissantes et de pâtes diamantées. [142]



Images de l'étape de polissage montrant la brosse et les pâtes de 3 microns (à gauche) et 1 micron (à droite). [142]

•Le lustrage:

Le lustrage final est réalisé en utilisant une pâte à base d'oxyde d'alumine sur un feutre de polissage, travaillant d'abord sans eau à une vitesse très faible, puis en augmentant la vitesse, mais en utilisant un jet d'eau abondant et sans pression sur la surface de la restauration. [65, 142, 144]



Images de l'étape de lustrage avec le feutre et la pâte (à gauche) et de la dent terminée(à droite). [142]



Restauration terminée, après polissage. [142]

c.Maintenance

Une maintenance régulière, lors des séances de contrôle périodiques, améliorera le pronostic à long terme de la restauration. [65, 144]

Elle comprend:

-un polissage, à l'aide d'une pâte à base d'oxyde d'alumine sur feutre de polissage, [65, 142, 144]

-éventuellement une ré-étanchéification et des réparations. [65]

En effet, ces restaurations subissent les mêmes agressions que les structures dentaires sur lesquelles elles reposent. [65]

Le «monitoring» annuel doit donc être inclus dans la stratégie de traitement. [65]

A RETENIR

Finitions et maintenance

Etapes	Objectifs	Matériel
Finition proprement dite	-Finition du contour vertical. -Finition du contour horizontal. -Finition de la macro-texture de surface. -Courbes de croissance de l'émail (micro-texture).	Fraises diamantées à grain moyen, fraises multi-lames, strips abrasifs, pointe de pierre verte, pointes siliconées.
Polissage	Donner la brillance aux surfaces en conservant les détails de texture obtenus.	Brossette (en poil de chèvre) + pâtes diamantées de 3 microns puis de 1 micron. Bandes abrasives de granulométrie décroissante + pâtes diamantées.
Lustrage	Parfaire l'état de surface.	pâte à base d'oxyde d'alumine + feutre de polissage
Maintenance	améliorer le pronostic à long terme de la restauration par: -polissage, -ré-étanchéification, -réparation.	pâte à base d'oxyde d'alumine + feutre de polissage

4. Apport du composite émail nanohybride HRi® dans la technique de stratification

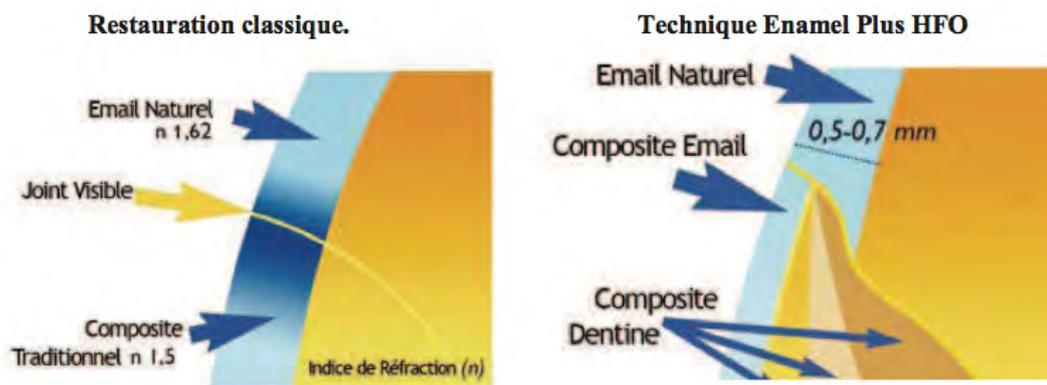
La technique de stratification décrite ci dessus s'appuie sur l'utilisation de composites «émail générique» (GE) ayant un indice de réfraction distinct de l'émail naturel (qui est de 1.62) comme ceux retrouvés dans le système Enamel Pus HFO®. [142, 144, 151]

Cette différence d'indices de réfraction peut éventuellement être responsable d'un aspect vitreux des restaurations et de la visibilité du joint dent/composite. [142, 143, 146, 151]

Pour éviter ce problème, VANINI préconise de ne pas dépasser les 0.4mm d'émail générique. [142]

En effet, si l'on dépasse cette épaisseur maximale, la lumière passant à travers l'émail naturel et la masse émail du composite voit ses rayons déviés différemment, accentuant ainsi l'aspect vitreux de cette zone de jonction, et conduisant alors à un échec esthétique. [143, 146, 151, 161]

Ainsi, chaque couche de composite dentine appliquée s'étendra sur le chanfrein amélaire. [65, 134, 142, 143, 146]

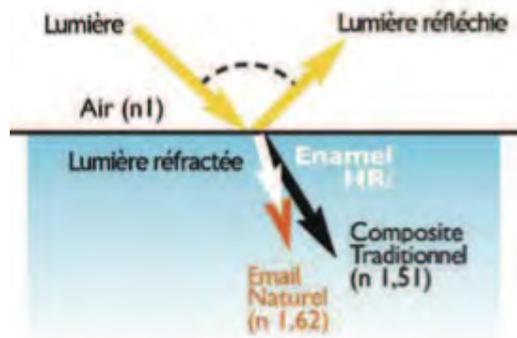


Réfraction de la lumière et visibilité du joint avec une épaisseur de composite émail: égale (à gauche) ou inférieure (à droite) à l'épaisseur d'émail naturel. [151]

Pour palier au problème d'indice de réfraction, le système HRi® a été développé en 2009. Dans ce système le composite émail présente un indice de réfraction équivalent à celui de l'émail naturel, il est appelé «émail universel». [142, 151, 161]

Cette propriété est obtenue grâce à l'incorporation de nanoparticules qui permettent d'augmenter l'indice de réfraction jusqu'à égaler celui de l'émail naturel.

Le rayon lumineux est donc réfracté de la même manière par l'émail et le composite, annihilant ainsi l'effet vitreux du matériau. [151]



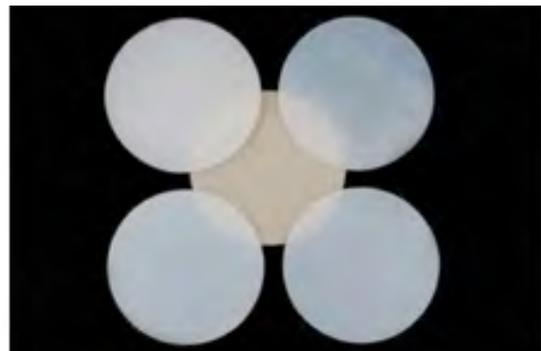
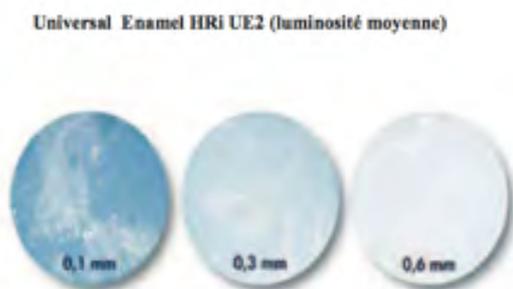
Réfraction de la lumière identique entre l'émail naturel et la masse émail « HRi® ». [151]

En outre, il existe sous 3 luminosités différentes: ([151, 161])

- UE1: émail de faible luminosité en couche fine, avec effet ambre; l'augmentation de l'épaisseur augmente la luminosité. Il sera utilisé pour les patients âgés.
- UE2: de luminosité moyenne qui devient importante avec augmentation de l'épaisseur, essentiellement pour les adultes.
- UE3: émail à très forte luminosité, il n'est utilisé que pour les dents très blanches: jeunes enfants et après éclaircissement dentaire.

Enfin, quelle que soit la masse employée, la luminosité peut être augmentée en augmentant l'épaisseur (le maximum étant de 0,6 mm).

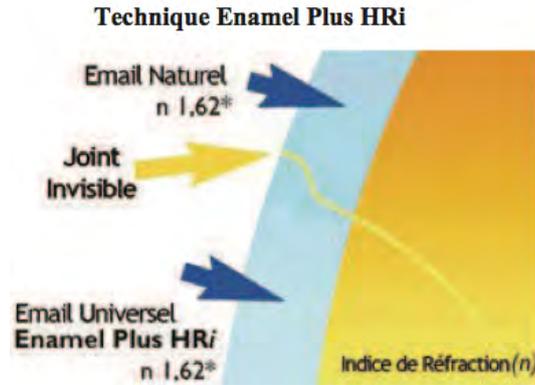
Ainsi, une couche épaisse de masse émail apparaît plus blanche (plus lumineuse), tandis qu'une couche fine apparaît plus transparente. [142, 161]



Variation de luminosité en fonction de l'épaisseur de composite émail. [142, 151]

Cliniquement, ces composites «émail universel» (UE) permettent une application selon la même épaisseur ou légèrement inférieure à celle de l'émail naturel de la dent à restaurer. [142, 161]

Ils s'opposent par cette caractéristique aux composites «émail génériques» dont l'épaisseur doit être de 0,4mm au maximum. [144, 161]



Réfraction de la lumière avec une épaisseur de composite émail HRI® égale à l'épaisseur d'émail naturel: le joint est invisible. [151]

Au niveau de la zone incisale où la dentine est absente, l'émail universel (UE) produit un effet opalescent bleu/ambre, similaire à l'opalescence multichromatique de l'émail naturel.

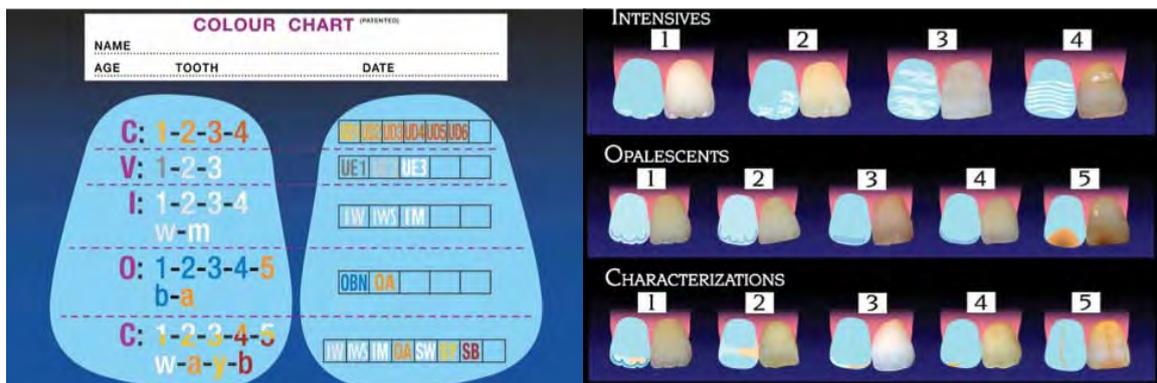
Mais, si l'on souhaite renforcer l'aspect opalescent de cette zone, nous pouvons utiliser une masse «Opalescent Blue Natural» (OBN) ou «Opalescent Amber» (OA), [142, 151, 161]

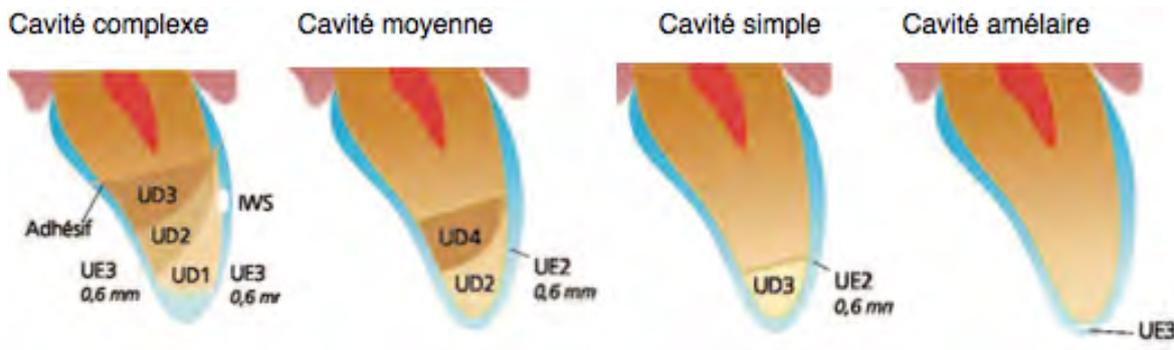
Enfin, pour reproduire l'aspect blanc de certaines zones d'émail, nous utiliserons des masses d'émail intensif (IM, IWS et IW) qu'il faudra recouvrir par une fine couche d'émail universel de 0,3 à 0,5 mm ou moins pour permettre aux masses de caractérisation de se voir.

Les intensifs disponibles sont les suivants:

- IM=Intensive Milky, est un blanc opaque chaud
- IWS=Intensive White Spot, blanc intensif intermédiaire
- IW=Intensive White, correspondant à un blanc translucide froid. [142, 161]

Une nouvelle carte chromatique a donc été élaborée: [142]





Stratification en fonction de la taille de la cavité. [161]

Remarques: [151]

L'apport des nanotechnologies permet à ce nouveau composite émail de présenter une:

- résistance à l'usure identique à celle de la dent naturelle,
- aptitude au polissage largement améliorée.

A RETENIR

Apport du composite émail HRi® dans la technique de stratification

Description:

Composite émail aux propriétés améliorées par apport de nanocharges.

Propriétés:

Indice de réfraction équivalent à celui de l'émail naturel.

La luminosité peut être augmentée en augmentant l'épaisseur de matériau (le maximum étant de 0,6 mm).

Résistance à l'usure identique à celle de la dent naturelle.

Aptitude au polissage largement améliorée.

Produit un effet opalescent bleu/ambre au niveau de la zone incisale, similaire à l'opalescence multichromatique de l'émail naturel.

Implication clinique:

Application selon la même épaisseur ou légèrement inférieure à celle de l'émail naturel de la dent à restaurer.

5.Pronostic [65]

Les matériaux composites actuels remplissent, pour la plupart, les objectifs biomécaniques et esthétiques souhaités.

Mais malgré d'importantes améliorations, notamment par incorporation de charges et de pigments de performances accrues, ces résines ne présentent pas encore la même inertie dans le temps que la céramique. [65]

Les fabricants évoquent des résultats satisfaisants à 5 ans.

Ce succès devra cependant être modulé par plusieurs facteurs:

- le facteur praticien et donc la qualité de l'intervention,

-les conditions opératoires dans lesquelles les restaurations sont réalisées,
 -le «monitoring» annuel: optimisera la pérennité de nos restaurations et repoussera leur dépose pour des solutions thérapeutiques plus invasives; concept s'intégrant bien dans le modèle préventif actuel. [65, 106, 144]

En outre, certains éléments nous amènent à reconsidérer ce type de restauration non plus comme une solution de court terme, mais de moyen terme:

-le développement et les bénéfices de la prévention,
 -l'amélioration des produits et techniques de collage,
 -le changement d'attitude et la meilleure information des patients. [65]

Ces restaurations peuvent alors être considérées comme des solutions esthétiques à court et moyen termes (4 à 7 ans), si elles sont:

-réalisées dans de bonnes conditions,
 -associées à des contrôles annuels réguliers. [65]

En revanche, à l'heure actuelle et compte tenu du faible recul, on ne peut pas encore parler de restaurations de long terme. [65]

A RETENIR

Pronostic des restaurations antérieures par stratification

Dépend

du facteur praticien,
 des conditions de réalisation,
 des la fréquence des contrôles de maintenance.

Dans des conditions idéales et avec des contrôles annuels réguliers:

solutions à court et moyen termes: 4 à 7 ans,
 manque de recul pour parler de restauration de long terme.

CONCLUSION

Ces dernières années, la dentisterie adhésive s'est adaptée à l'accroissement de la demande esthétique des patients.

Les évolutions technologiques ont permis une amélioration significative des propriétés optiques et mécaniques des résines composites et l'émergence de nouveaux matériaux, à l'instar du système Enamel Plus HRI.

Parallèlement, la normalisation des techniques de stratification a autorisé l'établissement d'un protocole clair, simple, reproductible et accessible à tous les praticiens.

L'ensemble de ces améliorations a permis l'obtention de résultats à l'esthétique accrue.

Une restauration antérieure en résine composite est réussie si son intégration est harmonieuse.

La technique de stratification proposée par le Dr VANINI apparaît aujourd'hui encore comme la référence en exploitant pleinement un système composite tout en s'adaptant au caractère unique de chaque dent de chaque individu, et assure ainsi une intégration de qualité de la restauration dans le sourire.

Les résines composites alors utilisées présentent un comportement similaire à celui de la dent naturelle lors de l'exposition à la lumière.

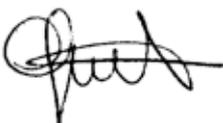
La technique de stratification anatomique, associés à ces matériaux, permettra non seulement le remplacement sélectif de la dentine et l'émail manquants mais aussi de recréer la translucidité, les effets de fluorescence et d'opalescences, restituant ainsi l'architecture interne et externe de la dent et permettant une circulation lumineuse dans la restauration similaire à la dent naturelle, élément sine qua non à l'intégration esthétique.

En conséquence, les indications des stratifications antérieures en résine composite s'étendent des petites pertes de substances aux modifications morphologiques importantes avec une économie tissulaire et une qualité de résultats telles qu'elles peuvent, dans certains cas, rivaliser avec les procédés prothétiques, indirects et plus particulièrement les facettes.

Il apparaît alors complexe de situer la limite entre l'indication des facettes et celle de la reconstitution par stratification.

La Présidente

Le 17/10/2013



P: Cathy NABET

Un le 7/10/13

Dr Laurent EUBO
(Directeur de Thèse)



BIBLIOGRAPHIE

- [1] AHMAD I. Three-dimensional shade analysis: perspective of color. *Practical periodontics and aesthetic dentistry*, **11(7)**, 1999.
- [2] ALBERS H.F. Tooth colored restoratives: principles and techniques. *Ninth edition*, 2002.
- [3] ALTUN C., GUVEN G. Combined technique with glass fibre reinforced composite post and original fragment in restoration of traumatized anterior teeth - a case report. *Dental traumatology*, **24**, 2008.
- [4] APAP M. Adhésifs auto-mordançants: un bon plan? *L'information dentaire*, **43**, décembre 2007.
- [5] ATTAL J.P., GOLDBERG M., HAIKEL Y. et coll. Matériaux alternatifs à l'amalgame. *Les dossiers de l'ADF*, 2002.
- [6] BALTZER A., KAUFMANN-JINOIAN V. La définition des teintes de dent. Basics, *Quintessenz Zahntechnik*, **30**, 2004.
- [7] BASSIN N., SAKOUT M., ABDALLAOUI F. La stratification en résines composites. *Journal de l'ordre des dentistes du Quebec*, **49(4)**, aout/septembre 2012.
- [8] BASTONE E., FREER T., MCNAMARA J. Epideiology of dental trauma: a review of the litterature. *Australian dental journal*, **45**, 2000.
- [9] BAYNE S.C., TAYLOR D.F. The art and science of operative dentistry: dental materials. *CV Mosby*, 1995.
- [10] BEGIN M. La relation intermaxillaire: établissement de la D.V.O. *L'information dentaire*, **13**, mars 2001.
- [11] BENNANI V., BAUDOIN C.A. Esthétique et profil d'émergence en implantologie. *Editions CdP*, 2000.
- [12] BERTHAULT G.N., DURAND A.L., LASFARGUES J.J et coll. Les nouveaux composites: évaluation et intérêts cliniques pour les restaurations en technique directe. *Revue d'odontostomatologie*, **37**, septembre 2008.
- [13] BEUN S., GLORIEUX T., DEVAUX J. et coll. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental materials*, **23**, 2007.
- [14] BIRREN F. Colore, natura, storia, proprieta. *Idealibri*, 1982.
- [15] BLACKWELL G., KASE R. Technical characteristics of light-curing glass-ionomers and compomers. *Academy of dental matrials*, 1996.
- [16] BLANK J.T. Esthetic anterior composite restorations. www.ineedce.com, *The academy of dental therapeutics and stomatology*, septembre 2011.

- [17] BORA B., YAVUZ T.K., FATIH M.K. et coll. Incisives centrale et latérale présentant des fractures sous-gingivales complexes: étude de cas. *Journal canadien dentaire assoc.*, **77**, novembre 2011.
- [18] BROOK A.H. A unifying aetiological explanation for anomalies of human tooth number and size. *Archives of oral biology*, **29**, 1984.
- [19] BURKE F.J., WILSON N.H., CHEUNG S.W., et coll. Influence of patient factors on age of restorations at failure and reasons for their placement and replacement. *Journal of dentistry*, **29**, 2001.
- [20] CHADWICK B.L., DUMMER P.M., DUNSTAN F. et coll. The longevity of dental restorations: a systematic review. *National health service center for reviews and disseminations*, 2001.
- [21] CHARLAN R., PERREAULT G., CHATEL G. Les traumatismes dentaires en milieu hospitalier pédiatrique. *Journal dentaire du Québec*, **22**, 1985.
- [22] CHARLAND R., CHAMPAGNE M., SALVAIL P. et coll. Traumatisme des dents antérieures primaires et permanentes: deuxième partie: mécanisme d'action, épidémiologie, paramètres additionnels et facteurs prédisposants. *Journal dentaire du Québec*, **42**, décembre 2005.
- [23] CHARLAND R., VOYER R., CUDZINOWSKI L. et coll. La carie dentaire: étiopathogénies, épidémiologie, diagnostics et traitements: encore beaucoup à découvrir. *Journal dentaire du Québec*, **38**, novembre 2001.
- [24] CHICHE G., PINAULT A. Esthetics of anterior fixed prosthodontics. *Quintessence publishing Chicago*, 1994.
- [25] CHU S.J., DEVIGUS A., MIELESZKO A. Fundamentals of color: shade matching end communication in esthetic dentistry. *Quintessence publishing*, 2004.
- [26] COOK W., MCFEE D. Optical properties of esthetic restorative materials and natural dentition. *Journal of biomedical materials research*, **19**, 1985.
- [27] D'ARCANGELO C., VANINI L., PROSPERI G.D. et coll. The clinical influence of adhesive thickness on the microtensile bond strength of three adhesive system. *Journal of adhesive dentistry*, **10**, 2009.
- [28] DECUP F. Procédures cliniques pour les restaurations composites. *Réalités cliniques*, **16**, 2005.
- [29] DEGRANGE M. Les adhésifs qui requièrent un mordantage préalable sont-ils obsolètes? *L'information dentaire*, **4**, janvier 2007.
- [30] DEGRANGE M. Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires. *Réalités cliniques*, **16**, 2005.
- [31] DEGRANGE M. Systèmes adhésifs auto-mordançants: une mode ou la voie du futur? *Journal dentaire du Québec*, **42**, février 2005.

[32] DEGRANGE M., ATTAL J.P., THEIMER L. Aspects fondamentaux du collage appliqués à la dentisterie adhésive. *Réalités cliniques*, **5**, 1994

[33] DEGRANGE M., POURREYRON L. Les systèmes adhésifs amélo-dentaires: support de cours. *Société francophone de biomatériaux dentaires*, 2009.

[34] DEVOTO W., SARACINELLI M., MANAUTA J. Le composite au quotidien: comment choisir le bon matériau et simplifier les techniques d'application au niveau des dents antérieures. *The european journal of esthetic dentistry*, **2(3)**, automne 2010.

[35] DHAIMY S., ELMERINI H., BENKIRAN I. et coll. Le collage du fragment coronaire d'une incisive fracturée. Pandentaire.com, octobre 2011. www.pudentaire.com/cas-cliniques/dentisterie-esthetique/item/58-collage-du-fragment-coronaire-incisive-fracturee.

[36] DIETSCH D. Progrès significatifs dans la technique stratifiée des restaurations antérieures en composites. *L'information dentaire*, **3**, janvier 2002.

[37] DIETSCHI D. Free-hand composites restorations: a key to anterior esthetics. *Practical periodontics and aesthetic dentistry*, **7**, septembre 1995.

[38] DIETSCHI D. Layering concepts in anterior composite restoration. *Journal of adhesive dentistry*, **3**, 2001.

[39] DIETSCHI D., CAMPANILE G., HOLZ J. et coll. Comparison of the colour stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental materials*, **10**, 1994.

[40] ESCLASSAN R. Etude des caries dentaires en fonction du sexe au sein d'individus adultes de la population médiévale (IXème-XVème siècles) de VILARNAU (Pyrénées-Orientales) et synthèse sur l'usure. Thèse d'anthropologie, Université Toulouse 3, juin 2012.

[41] FERRARO M., VIEIRA A. Explaining gender differences in caries: a multifactorial approach to a multifactorial disease. *International journal of dentistry*, Epub 2010.

[42] FORTIN D., VARGAS M.A. The spectrum of composites: new techniques and materials. *Journal of american dental association*, **131**, juin 2000.

[43] FRAZIER-BOWERS S., MAYBAUER E. Dental hygiene concepts, cases, and competencies. *MOSBY*, 2008.

[44] GASSNER R., BOSCH R., TULI T. et coll. Prevalence of dental trauma in 6000 patients with facial injuries: implication for prevention. *Oral surgery oral medicine oral pathology oral radiology endodontics*, **87**, 1999.

- [45] GAYE F., KANE A.W., NDOYE/DIOPA A. et coll. Esthétique bucco-dentaire en milieu traditionnel au Sénégal. *Odonto-stomatologie tropicale*, **71**, 1995.
- [46] GEURSTEN W., SCHOELER U. A 4 year retrospective clinical study of class I and class II composite restorations. *Journal of dentistry*, **25**, 1997.
- [47] GOCKCE H.S., PISKIN B., CEYHAN D. et coll. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *Journal of prosthetic dentistry*, **103**, 2010.
- [48] GOLDBERG M. Histologie de l'émail. *EMC Editions Masson*, 2007.
- [49] GONTHIER S., DSREURAUX-GONTHIER M. Evolution des composites antérieurs: les composites à haut rendu esthétique. *Clinic*, 2002.
- [50] GRAHNEN H. Hypodontia in the permanent dentition: a clinical and genetic investigation. *Odontology Review*, **7**, 1956.
- [51] GUSTALLA O., VIENNOT S., ALLARD Y. Collages en odontologie. *EMC Elsevier SAS Paris odontologie*, 2005.
- [52] HANNI S., VONARX T. Traumatologie des dents définitives: 4ème partie: traitement des fractures coronaires. *Revue mensuelle Suisse d'odontostomatologie*, **118**, aout 2008.
- [53] HANSEL C., LEYHAUSEN G., MAI U. et coll. Effects of various resin composite (co)monomers and extracts on two caries associated micro-organisms in vitro. *Journal of dental research*, **77**, 1998.
- [54] HELFER M., LOUIS J.P. Prothèse complète, simplifier le choix des dents artificielles. *L'information dentaire*, **8**, février 2007.
- [55] HICKEL R., DASCH W., JANDA R. et coll. New direct restorative materials. *International dental journal*, **48**, 1998.
- [56] HICKEL R., MANHART J. Longevity of restorations in posterior teeth and reasons for failure. *Journal of adhesive dentistry*, **3**, 2001.
- [57] HILLSON S. Dental anthropology, 3rd edition. *Cambridge university press*, 2003.
- [58] HILLSON S. Recording dental caries in archeological human remains. *International journal of osteoarcheology*, **11**, 2001.
- [59] HUANG W.J., CREATH C.J. The midline diastema: a review of its etiology and treatment. *American academy of pediatric dentistry*, **17(3)**, 1995.
- [60] INOKOSHI S., BURROW M.F., KATAUMI M., et coll. Opacity and colour changes of tooth-coloured restorative materials. *Operative dentistry*, **21**, 1996.
- [61] ITTEN J. Art de la couleur. Edition abrégée. *Dessain et Tolra*, 2003.

- [62] KENNEDY D. Traitement orthodontique de l'absence de dents. *Journal de l'association dentaire canadienne*, **65(10)**, novembre 1999.
- [63] KLEVERLAAN C.J., FEILZER A.J. Polymerisation shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dental materials*, **21**, 2005.
- [64] KORBENDAN J.M., GUYOMARD F. Chirurgie parodontale orthodontique. *Editions CdP*, 1998.
- [65] KOUBI S., FAUCHER A. Restaurations antérieures directes en résine composite: des méthodes classiques à la stratification. *EMC Elsevier SAS Odontologie*, 2005.
- [66] KUHN G., COLON P. Composites antérieurs: technique de stratification simplifiée. *Réalités cliniques*, **14(4)**, 2003.
- [67] KURISU K., TABATA M.J. Human genes for dental anomalies. *Oral disease*, **3**, 1997.
- [68] LASFARGUES J.J., COLON P. Odontologie conservatrice et restauratrice: tome 1: une approche médicale globale. *JPIO*, novembre 2009.
- [69] LASFARGUES J.J., KALEKA R., LOUIS J.J. Le concept SiSta: un nouveau guide thérapeutique en cariologie. *Réalités cliniques*, **11**, 2000.
- [70] LASSERRE J.F. Forme et harmonie de l'incisive centrale. *L'information dentaire*, **41**, novembre 2008.
- [71] LASSERRE J.F. Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles. *Clinic*, juillet 2007.
- [72] LASSERRE J.F. LERICHE M.A. L'illusion du naturel en prothèse fixée. *Cahiers de prothèse*, **108**, 1999.
- [73] LASSERRE J.F., POP I.S., D'INCEAU E. La couleur en odontologie. *Cahiers de prothèse*, **135**, septembre 2006.
- [74] LAVELLE C.L. The distribution of diastemas in different human population samples. *European journal of oral sciences*, **78**, aout 1970.
- [75] LEHMAN N. et coll. Les lampes à photopolymériser halogènes ou diodes électroluminescentes. *Réalités cliniques*, **11(3)**, 2000.
- [76] LEHMANN N., KOUBI S. La évolution esthétique: matériaux esthétiques et procédés céramo-céramiques. *COEFI compte rendu scientifique*, octobre 2010.
- [77] LEID J. et coll. Les dyschromatopsies. *Bulletin société d'ophtalmologie de France*, numéro spécial, novembre 2001.
- [78] LENHARD M. La fermeture des diastèmes au moyen de restaurations en composite. *The european journal of esthetic dentistry*, **1(1)**, printemps 2009.

- [79] LIND P.O. Oral lichenoid reactions related to composite restorations. Preliminary report... *Acta odontologica scandinavica*, **46**, 1998.
- [80] LOMBARDI R.E. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *Journal of prosthetics dentistry*, **29**, 1973.
- [81] LUKACS J., LARGAESPADA L. Explaining sex differences in dental caries prevalence: saliva, hormones and «life history» etiologies. *American journal of human biology*, **18**, 2006.
- [82] LUKACS J., THOMPSON L. Dental caries prevalence by sex in prehistory: magnitude and meaning. Technique and application in dental anthropology. *Cambridge studies in biological and evolutionary anthropology*, Cambridge university press, **53**, 2008.
- [83] LUTZ F., PHILIPS R.W. A classification and evaluation of composite resin systems. *Journal of prosthetic dentistry*, **50**, 1983.
- [84] LYGRE H., AOL P.J., SOLHEIM E. et coll. Organic leachables from polymer-based dental filling-materials. *Oral sciences*, **107**, 1999.
- [85] MAAT G. The caries attrition competition. *International journal of anthropology*, **2**, 1987.
- [86] MAGNE P., BELSER U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach. *Quintessence publishing Co*, 2002.
- [87] MAIER B. Directives esthétiques pour prothèses à l'allure naturelle. *Cosmetic dentistry*, 2012
- [88] MANHART J., CHEN H., HAMM G. et coll. Review of the clinical survival of direct and indirect restorations in posterior teeth of the permanent dentition. *Operative dentistry*, **29**, 2004.
- [89] MANIERE-EZVAN A. Conduite à tenir face à une agénésie. ODF, 2001. www.adf.asso.fr/fr/espace-formation/publications/quintessence/detail/368?view=quintessence .
- [90] MARGOSSIAN P., LABORDE G., KOUBI S. et coll. Communication des données esthétiques faciales au laboratoire: le système Ditramax®. *Réalités cliniques*, **21(3)**, 2010.
- [91] MENDJEL R. Traumatismes dentaires et alvéolodentaires. Cours faculté de médecine d'ANNABA.
- [92] MIARA P., ROHR M. Traitement des fractures coronaires des dents antérieures définitives. *L'information dentaire*, **17**, avril 2001.
- [93] MJOR I.A., MOORHGAD J.E., DAHL J.E. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general practice. *International dental journal*, **50**, 2000.

- [94] MORGON L., BROSSIER P. Les agénésies dentaires dans notre pratique quotidienne. *L'information dentaire*, **4**, janvier 2000.
- [95] MOSS S.J., MACCARO H. Examination, evaluation and behavior management following injury to primary incisors. *New York state dental journal*, **51**, 1985.
- [96] MOUNT G.J., HUME W.R. Préservation et restauration de la structure dentaire. *De Boeck université*, mars 2002.
- [97] MOVAGHAR A.S., BROCHERY B., MOVAGHAR R. Agénésie des latérales et canines incluses: mise en place chirurgico-orthodontique. *L'information dentaire*, **14**, avril 2011.
- [98] MOZNER N. Nanotechnology for dental composites. *International journal of nanotechnology*, **1**, 2004.
- [99] MUNSELL A.H. A grammar of color. *Van Nostrand Dreinhold*, 1969.
- [100] O'BRIEN W.J, HENNENDINGLER H., BOENKE K.M. et coll. Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dental materials*, **13**, 1997.
- [101] PELISSIER B., CASTANY E., CHAZEL C. et coll. Stratification antérieure avec un nouveau matériau de restauration. *L'information dentaire*, **34**, 2005.
- [102] PEYTON J.H. Finishing and polishing techniques: direct composite restorations. *Practical procedures & aesthetic dentistry*, **16**, mai 2004.
- [103] PICARD G. Couleurs et dyschromatopsies en odontologie, méthode d'évaluation des dyschromatopsies chez le chirurgien-dentiste. Thèse Université Bordeaux 2, 2006.
- [104] PIETTE E., GOLDBERG M. La dent normale et pathologique. *De Boeck Université 1ère édition Bruxelles*, 2001.
- [105] PIGNOLY C., AUBUT V., BAIXE S. et coll. Prise de teintes, des techniques conventionnelles aux techniques électroniques. *Les dossiers de l'ADF*, novembre 2010.
- [106] POLDER B.J., VAN'T H., FRANS P. et coll. A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. *Community dentistry oral epidemiology*, *Blackwell Munksgaard*, 2004.
- [107] POUYSSEGUR V., MAHLER P. Odontologie gériatrique. *Editions CdP*, 2011.
- [108] POWERS J.M., BURGESS J.O. Performance standards for competitive dental restorative materials. *Academy of dental materials*, 1996.
- [109] RASKIN A. Les résines composites: support de cours. *Université médicale virtuelle francophone*, 2009.

- [110] RASKIN A., TASSERY H., SALOMON J. et coll. Les résines composites. *Réalités cliniques*, **16**, 2005.
- [111] ROMEROWSKI J., BRESSON G. Anatomie dentaire fonctionnelle: relations statiques. *Editions CdP*, 1987.
- [112] ROULET J.P., DEGRANGE M. Collage et adhésion, la révolution silencieuse. *Quintessence internationale Paris*, 2000.
- [113] ROUX T., CAZIER S., CHERON R. La stratification des composites esthétiques. Quelle méthode pour quel résultat? *L'information dentaire*, **27**, juillet 2012.
- [114] RUFENACHT C.R. Fundamental of esthetics. *Quintessence international Berlin*, 1990.
- [115] SCHALK VAN DER WEIDE Y. Oligodontia: a clinical, radiographic and genetic evaluation, dissertation. *UTRECHT: University of Utrecht*, 1992.
- [116] SANDID O., CALLABE E. Agénésie des incisives latérales maxillaires (Anodontie). *Dentalespace.com*, 2008.
- [117] SCHEDLE A., FRANZ A., RAUSCH-FAN X. et coll. Cytotoxic effects of dental composites, adhesive substances, compomers and cements. *Dental materials*, **14**, 1998.
- [118] SCHMALZ G. The biocompatibility of non amalgam dental filling materials. *Oral sciences*, **106**, 1998.
- [119] SCHMIDSEDER J. Aesthetic dentistry. *George Thierme Verlag*, 2000.
- [120] SELWITZ R.H., ISMAIS A.I., PITTS N.B. Dental caries. *Lancet*, 2007.
- [121] SERFATY R. Composite antérieur stratifié: à propos d'une nouvelle masse émail... *Le fil dentaire*, **37**, mars 2009.
- [122] Service d'évaluation des actes professionnels. Reconstitution d'une dent par matériau incrusté (Inlay-onlay): rapport d'évaluation technologique. *H.A.S.*, juillet 2009.
- [123] Service d'évaluation des actes professionnels. Traitement des agénésies dentaires multiples liées aux dysplasies ectodermiques ou d'autres maladies rares chez l'enfant atteint d'oligodontie avec pose de 2 implants, voire 4 maximum, uniquement dans la région antérieure mandibulaire, au-delà de 6 ans, et ce jusqu'à la fin de la croissance après échec ou intolérance de la prothèse conventionnelle. *H.A.S.*, décembre 2006.
- [124] Service évaluation économique et santé publique. Stratégies de prévention de la carie dentaire. *H.A.S.*, mars 2010.
- [125] SNEED W.D., NUCKLES D.B. Shade determination prior to field isolation. *Dental survey*, **54**, 1978.

- [126] STERRET J.D., OLIVER T., ROBINSON F. Width length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man. *Journal of clinical periodontology*, **26**, 1999.
- [127] SUTTER J. L'atteinte des incisives latérales supérieures. *PUF Edition Paris*, 1996.
- [128] SYLVERSTONE L., SAXTONC A., DOGON T. et coll. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries restorations*, **9**, 1975.
- [129] TAYLOR J.E. Clinical observations relating to the normal and abnormal frenum labii superioris. *American journal of orthodontics and oral surgery*, **25**, 1939.
- [130] TERRY D.A. Direct application of a nanocomposite resin system. *Practical procedures and aesthetic dentistry*, **16**, 2004.
- [131] THYLSTRUP A., FEJERSKOV O. Textbook cariology. *Copenhagen Munksgaard*, 1986.
- [132] TIRLET G. La demande esthétique actuelle en odontologie. *L'information dentaire*, **31**, septembre 2004.
- [133] TIRLET G., ATTAL J-P. Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'information dentaire*, **41/42**, novembre 2009.
- [134] TIRLET G., ATTAL J-P. Stratification de composites dans le secteur antérieur: indications actuelles et choix de matériaux. *L'information dentaire*, **43**, décembre 2010.
- [135] TOUATI B. Restaurations en composite en méthode directe: mise en forme et polissage. *L'information dentaire*, **34**, 1999.
- [136] TOUATI B., MIARA P., NATHANSON D. Dentisterie esthétique et restaurations en céramique. *Editions CdP*, 1999.
- [137] TURSSI C.P., FERRACANE J.L., FERRACANE L. Wear and fatigue behavior of nano-structured dental resin composites. *Journal of biomedical materials research part B: applied biomaterials*, **78**, 2006.
- [138] UBASSY G. *Forme e colori*. *Resch Editrice*, 1992.
- [139] VAARKAMP V., TEN BOSH J., VERDONSHOT E.H. et coll. Quantitative diagnosis of small approximal caries lesions utilizing wavelenght-dependant fiber-optic transillumination. *Journal of dental research*, **76(4)**, avril 1997.
- [140] VAN DIJKEN J.W. Systèmes adhésifs amélo-dentinaires à plusieurs étapes et systèmes simplifiés. *Réalités cliniques*, **10(2)**, 1999.

- [141] VAN LANDUYT K.L., DE MUNK J., SNAUWAERT J. et coll. Monomer solvent phase separation in one-step self etch adhesives. *Journal of dental research*, **84**, 2005.
- [142] VANINI L. Conservative restorations that mimic nature: a step-by-step anatomical stratification technique. *Journal of cosmetic dentistry*, **26(3)**, 2010.
- [143] VANINI L. Light and color in anterior composite restorations. *Practical periodontics and aesthetic dentistry*, **8**, 1996.
- [144] VANINI L. Technique de stratification anatomique, restaurations en résine composite des secteurs antérieurs. *L'information dentaire*, **37**, novembre 2006.
- [145] VANINI L., MANGANI F.M. Determination and communication of color using the five dimension of teeth. *Practical periodontics and aesthetic dentistry*, **13(1)**, 2001.
- [146] VANINI L., MANGANI F., KLIMOVSKAIA O. Conservative restoration of anterior teeth. *ACME*, 2005.
- [147] VANINI L., TOFFENETI F. Nuevi concetti estetici nell'uso dei materiali compositi. *Quaderni di progresso stomatologico a cura degli Amici di Brugg*, **13**, 1995.
- [148] VASTARDIS H., KARIMBUX N., GUTHUA S.V. et coll. A human MSX1 homeodomain missense mutation causes selective tooth agenesis. *Nature Genetics*, **13**, 1996.
- [149] VREVEN J., RASKIN A., SABBAGH J. et coll. Résines composites. *EMC Elsevier SAS Paris odontologie*, 2005.
- [150] WAGMAN S. The role of coronal contour in gingival health. *The journal of prosthetic dentistry*, **37**, 1997.
- [151] WEISROCK G., MERZ R., ORTET S. et coll. Clonage artificiel de l'émail: à propos d'un nouveau composite. *L'information dentaire*, **35**, octobre 2009.
- [152] WERTHER R., ROTHENBERG F. Anodontia, a review of its etiology with presentation of a case. *American journal of orthodontics dentofacial orthopedics*, **25**, 1939.
- [153] WILLIAMS J.L. A new classification of human tooth forms with a special reference to a new system of artificial teeth. *Dental cosmos*, **52**, 1914.
- [154] WINKLER S. Essential of complete denture prosthodontics. *Saunders editions Philadelphia*, 1979.
- [155] WITKOP Jr C.J. Agenesis of succedaneous teeth: an expression of homozygous state of the gene for the pegged or missing maxillary lateral incisor. *American journal of medical genetics*, **26**, 1987.

[156] YAP A.U., TANC H., CHUNG S.M. Wear behavior of new composite restoratives. *Operative dentistry*, **29**, 2004.

[157] ZYMAN P. Le choix de la teinte...vers un protocole rationnel. *Réalités cliniques*, **28**, juillet 2007.

[158] ZYMAN P., KUHN G., COLON P. «Restaurations invisibles» en résines composites. *Réalités cliniques*, **10**, 1999.

[159] ZYMAN P., MESGOUEZ-MENEZ C. Evolution des matériaux composites en odontologie conservatrice. *Société odontologique de Paris revue d'odontostomatologie*, **4**, 2000.

SITES INTERNET:

[160] Classification et thérapeutiques en cariologie et plus particulièrement en microdentisterie ou dentisterie restauratrice à minima. Cours P2 université d'odontologie de Brest. www.univ-brest.fr/UFR_ODONTOLOGIE/documents/OCE/Microdentisterie%202009-10.pdf

[161] Enamel plus HRI: système de restauration esthétique, mode d'emploi. MICERIUM S.p.A. www.bisico.fr

[162] IUFM de physique de Paris. Pourquoi les objets sont-ils vus en couleur? <http://physique.paris.iufm.fr/lumiere/voir.html>

[163] Lescoursdentaires. Polytraumatisme des dents et du parodonte. *Les cours dentaires*, mars 2011. www.lescoursdentaires.info/2697.html

[164] Morfogeneză sistemului stomatognat, histologia sistemului stomatognat. Caruntu, 2001. www.iasi-medicine.weebly.com/uploads/5/4/8/2/5482113/email-fr.pdf

[165] Orthodontie-fr.com. Origines et diagnostic des asymétries, comprendre avant de traiter. www.orthodontie-fr.com/articles.item.156/origines-et-diagnostics-des-asymetries.html.

[166] Orthodontisteenligne.com. Espaces dentaires et diastèmes. www.orthodontisteenligne.com/cas-traites-2/espaces/

[167] SDS ACTUALITES. Esthétique, ces nouvelles pathologies dentaires. 2005. <http://www.sds-news.com/public/news/archive/esthetique.html>

[168] WIKIPEDIA. Définition de la lumière et ses différentes propriétés optiques. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Lumiere> .

[169] WIKIPEDIA. Réflexion optique. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Reflexion-optique>.

LA STRATIFICATION ANTERIEURE : LE POINT EN 2013

RESUME : Les patients sont de plus en plus demandeurs de restaurations esthétiques s'intégrant harmonieusement dans le visage et le sourire.

Dans ce but, de nombreuses techniques de reconstructions directes ont été développées. A l'heure actuelle, le concept de stratification «anatomique» semble être la solution la plus fiable et reproductible pour reproduire au mieux les critères esthétiques de la dent naturelle telles que sa forme, sa couleur ou encore sa texture. Mais, pour obtenir un résultat de qualité, il est nécessaire d'effectuer une analyse précise des caractéristiques de la dent et des dents adjacentes sur les plans optiques et anatomiques, de s'appuyer sur des matériaux de collage aux propriétés optiques et mécaniques idéales, et de respecter un protocole strict.

TITLE : Anterior stratification : point in 2013.

SUMMARY : Patients are increasingly demanding aesthetic restorations harmoniously integrated in the face and smile. For this purpose, many direct reconstructions techniques have been developed. At present, the concept of "anatomical" stratification seems to be the most reliable and reproducible solution to mimic the aesthetic of natural teeth such as its shape, color or texture. But to get a quality result, it is necessary to perform an accurate analysis of the characteristics of the tooth and the adjacent teeth on the optical and anatomical planes, relying on bonding materials with ideal optical and mechanical properties and adhere to a strict protocol.

MOTS-CLES: stratification, résine composite, reconstruction tridimensionnelle, esthétique, dents antérieures, couleur, restauration antérieure

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie Dentaire.

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR : Faculté de Chirurgie Dentaire.
3, Chemin des maraîchers, 31 062 TOULOUSE CEDEX 09.

DIRECTEUR DE THESE : Docteur Laurent ELBEZE.