HAL
open science

Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels

Laura Paschel

To cite this version:

Laura Paschel. Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels . Chirurgie. 2018. dumas-01740267

HAL Id: dumas-01740267

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01740267v1

Submitted on 21 Mar 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

ACADEMIE d'AIX-MARSEILLE

Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 07 février 2018

par

PASCHEL Laura
née le 24 juin 1991
à MARSEILLE

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président	: Monsieur le Professeur	M. RUQUET
Assesseurs	: Monsieur le Docteur	G. LABORDE
	Monsieur le Docteur	J-H. CATHERINE
	Monsieur le Docteur	G. MAILLE
Invité	: Monsieur le Docteur	A. SETTE

ACADEMIE d'AIX-MARSEILLE

Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels

THESE

Présentée et publiquement soutenue devant la

Faculté d'Odontologie de Marseille
(Doyen : Monsieur le Professeur Jacques DEJOU)

Aix Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Yvon BERLAND)

Le 07 février 2018

par

PASCHEL Laura
née le 24 juin 1991
à MARSEILLE

Pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

EXAMINATEURS DE LA THESE :

Président	: Monsieur le Professeur	M. RUQUET
Assesseurs	: Monsieur le Docteur	G. LABORDE
	Monsieur le Docteur	J-H. CATHERINE
	Monsieur le Docteur	G. MAILLE
Invité	: Monsieur le Docteur	A. SETTE

Faculté d'Odontologie
Aix-Marseille Université

ADMINISTRATION

(mise à jour décembre 2017)

DOYENS HONORAIRES	Professeur	R. SANGIUOLO
	Professeur	H. ZATTARA
	Professeur	A. SALVADORI
DOYEN	Professeur	J. DEJOU
VICE – DOYEN CHARGÉ DES ENSEIGNEMENTS DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DE FORMATION INITIALE	Professeur	J.D. ORTHLIEB
VICE – DOYEN CHARGÉ DE LA RECHERCHE DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DE LA RECHERCHE	Professeur	C. TARDIEU
DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT DE FORMATION CONTINUE	Professeur	V. MONNET-CORTI
CHARGÉS DE MISSION	Professeur	F. BUKIET
	Professeur	A. RASKIN
RESPONSABLE DES SERVICES ADMINISTRATIFS	Madame	C. BONNARD
PROFESSEUR ÉMÉRITE	Professeur	O. HUE

LISTE DES ENSEIGNANTS

56ème SECTION :
DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

56.01 ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE ET ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE

Professeur	C. TARDIEU *	Assistant	I. BLANCHET
Maître de Conférences	D. BANDON	Assistant	V. MAGNAN
Maître de Conférences	A. CHAFAIE		
Maître de Conférences associé	A. CAMOIN		

ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Maître de Conférences	J. BOHAR	Assistant	M. BARBERO
Maître de Conférences	E. ERARD	Assistant	I. CAMBON
Maître de Conférences	J. GAUBERT	Assistant	L. LEVY
Maître de Conférences	M. LE GALL *	Assistant	R. MATTERA
Maître de Conférences	C. PHILIP-ALLIEZ	Assistant	C. MITTLER
		Assistant	A. PATRIS-CHARRUET

56.02 PRÉVENTION - ÉPIDÉMIOLOGIE - ÉCONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE

Professeur	B. FOTI *	Assistant	J. SCIBILIA
Maître de Conférences	D. TARDIVO		

* Responsable de la discipline

57ème SECTION :
CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

57.01 CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

PARODONTOLOGIE

Professeur	V. MONNET-CORTI *	Assistant	A. BOYER
		Assistant	C. DUMAS
		Assistant	V. MOLL
		Assistant	A. MOREAU

CHIRURGIE BUCCALE – PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE - ANESTHÉSIOLOGIE – RÉANIMATION

Maître de Conférences	D. BELLONI	Assistant	E. QUINQUE
Maître de Conférences	J. H. CATHERINE *		
Maître de Conférences	P. ROCHE-POGGI		
Maître de Conférences associé	F. CAMPANA		

BIOLOGIE ORALE

Maître de Conférences	P. LAURENT	Assistant	C. LE FOURNIS

65EME SECTION : BIOLOGIE CELLULAIRE

Professeur I. ABOUT * (Responsable de la Biologie orale)

58ème SECTION :
REHABILITATION ORALE

58.01 RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Professeur	F. BUKIET *	Assistant	B. BALLESTER
Professeur	H. TASSERY	Assistant	H. DE BELENET
Maître de Conférences	G. ABOUDHARAM	Assistant	A. FONTES
Maître de Conférences	C. PIGNOLY	Assistant	M. GLIKPO
Maître de Conférences	L. POMMEL	Assistant	S. MANSOUR
Maître de Conférences	E. TERRER	Assistant	L. ROLLET
Maître de Conférences associé	M. GUIVARC'H		

PROTHÈSE

Professeur	M. RUQUET *	Assistant	M. DODDS
Maître de Conférences	G. LABORDE	Assistant	N. CHAUDESAYGUES
Maître de Conférences	M. LAURENT	Assistant	A. FERDANI
Maître de Conférences	B.E. PRECKEL	Assistant	C. MENSE
Maître de Conférences	G. STEPHAN	Assistant	C. NIBOYET
Maître de Conférences	P. TAVITIAN	Assistant	A. REPETTO
Maître de Conférences	A. TOSELLO	Assistant	A. SETTE
Maître de Conférences associé	R. LAN		
Maître de Conférences associé	G. MAILLE		

SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES OCCLUSODONTOLOGIE, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE

Professeur	J. DEJOU	Assistant	M. JEANY
Professeur	J. D. ORTHLIEB *		
Professeur	A. RASKIN		
Maître de Conférences	A. GIRAUDEAU		
Maître de Conférences	B. JACQUOT		
Maître de Conférences	J. P. RÉ		
Maître de Conférences associé	T. GIRAUD		

* Responsable de la discipline

Au Président du jury de cette thèse,

Monsieur le Professeur Michel RUQUET

Je tenais à vous remercier d'avoir accepté de présider cette thèse ainsi pour votre bienveillance tout au long de mon cursus.
Votre enseignement en odontologie prothétique et les vacations d'urgence, toujours dans la bonne humeur, resteront gravés dans mon esprit.
Veuillez recevoir la marque de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Gilles LABORDE,

Je suis honorée de votre présence dans ce jury.
Vous avez su nous transmettre une vision contemporaine de la dentisterie : préservation tissulaire, intégration esthétique, biomimétisme …
Ce travail s'inscrit dans cette lignée.
Vous m'avez fait prendre conscience de l'importance de la pluridisciplinarité dans notre exercice.
Je vous fais part de mon estime et de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Jean-Hugues CATHERINE,

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury bien qu'il ne s'agisse pas de votre domaine de prédilection.
J'apprécie votre implication, votre rigueur, et le fait que vous soyez toujours présent pour clarifier un cas, expliquer ou aider, sans jugement aucun.
J'ai beaucoup appris à vos côtés, tant sur le plan théorique que clinique.
Encore merci d'être là aujourd'hui.

A Monsieur le Docteur Adrien SETTE,

C'est un réel plaisir de vous compter parmi nous aujourd'hui.
Merci pour tous les conseils que vous m'avez donnés durant les vacations cliniques.
Avoir l'occasion de travailler avec des personnes bienveillantes et souriantes comme vous est une chance.
J'espère que cela se reproduira dans l'avenir.

A mon Directeur de thèse,
Monsieur le Docteur Gérald MAILLE

Merci pour votre implication dans ce travail ; pour toutes les heures que vous y avez consacré.
Je souhaite vous faire part de ma reconnaissance quant aux trois années cliniques que nous avons passées ensemble.
Votre exigence, votre rigueur, et l'absence perpétuelle de compliments (!) ont été un moteur pour moi.
Vous êtes un modèle.
J'espère pourvoir affirmer que l'on retrouve votre empreinte dans mon travail de jeune dentiste.
Aujourd'hui une page se tourne mais j'espère pouvoir bénéficier de votre écoute et de vos conseils encore longtemps.

INTEGRATION ESTHETIQUE DES RESTAURATIONS CERAMIQUES : VERS DES EFFETS OPTIQUES NATURELS.

INTRODUCTION **1**

PREMIERE PARTIE - LUMIERE ET COULEURS : QUELQUES NOTIONS **2**

I. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA LUMIÈRE **2**

I.1. Propagation de la lumière 2

I.2. Périodicités 3

I.3. Spectres 3

I.4. Sources 4

II. INTERACTION DE LA LUMIERE ET DE LA MATIERE **4**

II.1. Caractéristiques physiques de la lumière 4

- La réflexion 5
- La réfraction 6
- La transmission ou absorption 7
- La diffusion 7
- La diffraction 7

II.2. Manifestations optiques lors de l'interaction de la lumière avec la matière 8

III. PROPRIETES OPTIQUES DE LA COULEUR **9**

III.1. Propriétés optiques primaires 9

III.2. Propriétés optiques secondaires 11

IV. PROPRIETES OPTIQUES DE LA DENT NATURELLE **13**

IV.1. L'émail 13

IV.2. La dentine 14

IV.3. La pulpe 14

IV.4. Les sept dimensions de la couleur de la dent naturelle 14

- La stratification 15
- La transparence et la translucidité 15
- L'opalescence 16
- La fluorescence 16
- L'effet nacré 16
- L'état de surface (macro et micro géographie) 17
- Les caractérisations 18

V. INTERACTION DE LA LUMIERE AVEC LA DENT NATURELLE **19**

V.1. L'absorption de la lumière 19

V.2. La réfraction et la réflexion de la lumière 19

V.3. La transmission de la lumière 20

DEUXIEME PARTIE : REPRODUIRE LA DENT NATURELLE, LE CHALLENGE BIOMIMÉTIQUE. 21

I. LE CONCEPT « BIOMIMETIQUE » OU DE « BIOEMULATION » 21

II. LE CONTINUUM ODONTO-PROTHETIQUE 21

II.1. Principe de continuité morphologique 22

II.2. Principe de continuité biomécanique 23

II.3. Principe de continuité optique 24

III. DE LA NECESSITE DE SUPPRIMER LE METAL 25

IV. CHOISIR LE MATERIAU ADAPTE AU GRADIENT THERAPEUTIQUE 26

IV.1. Les matériaux céramiques 26

IV.2. Translucidité des matériaux céramiques 30

IV.3. Critères de choix pour la réalisation d'inlay, onlay, overlay, facette ou coiffe unitaire antérieure sur substrat non dyscoloré 32

IV.4. Critères de choix pour la réalisation d'éléments antérieurs ou postérieurs sur tout type de substrat 33

IV.5. Critères de choix pour l'utilisation des infrastructures de haute résistance 34

IV.6. Quid de l'édentement total ? 35

V. LES CLES DE LA REUSSITE 36

TROISIEME PARTIE – ILLUSTRATIONS CLINIQUES 38

I. EFFETS OPTIQUES DE LA DENT NATURELLE 38

II. BIOEMULATION ET EFFETS OPTIQUES 38

III. RECONSTITUTIONS CORONO-RADICULAIRES ET EFFETS OPTIQUES 40

IV. MODE D'ASSEMBLAGE ET EFFETS MIMETIQUES 42

V. CHANGEMENT DE PARADGIMES 43

CONCLUSION 46

INTRODUCTION

La demande esthétique des patients s'est fortement accrue ces dernières années. Un des défis majeurs de l'esthétique en dentisterie est de créer un sourire naturel en harmonie avec la gencive, les lèvres et le visage du patient.

De plus, les avancées scientifiques concernant les indications cliniques, les matériaux et les modes d'assemblage ont entraîné un changement fondamental de paradigme dans notre profession. En effet, l'évolution de l'ensemble des concepts en odontologie conservatrice et prothétique contemporaine vise à promouvoir le concept d'économie tissulaire, tout en reproduisant les caractéristiques optiques des dents naturelles.

Cette démarche clinique conservatrice s'inscrit dans le concept de « biomimétique » : reproduire et imiter de façon artificielle les procédés de la nature dans les organismes vivants. La dent et le matériau doivent ainsi constituer, au sens biologique et optique, une « unité fonctionnelle ».

Pour cela, il faut tenir compte des proportions, de la couleur, de l'état de surface et de la lumière dont la transmission joue un rôle essentiel dans la réussite de nos travaux esthétiques.

Afin de restaurer une dent tout en obtenant des effets optiques naturels, nous disposons d'une grande diversité de matériaux. Les systèmes tout céramique sont aujourd'hui la solution de choix pour les réhabilitations du secteur antérieur en raison de ses nombreux avantages et du recul clinique dont on dispose. Cependant, s'ils s'imposent en pratique quotidienne dans les secteurs antérieurs, il faut savoir tirer parti des intérêts cliniques, des critères de choix de chaque système (mimétisme, propriétés mécaniques et mode d'assemblage) et de la maîtrise du procédé choisi. La réussite de la restauration « tout céramique » est ainsi la résultante de la couleur du substrat sous-jacent associé à la nature, l'épaisseur et la translucidité du matériau de restauration utilisé.

Ce travail propose de faire le point sur les systèmes céramo-céramiques actuels afin de permettre au clinicien de choisir le matériau le plus adapté aux exigences cliniques esthétiques, dans un souci permanent d'économie tissulaire et du respect du gradient prothétique.

Dans un premier temps, nous aborderons les notions de base relatives à la lumière et son interaction avec la matière, à la couleur et aux propriétés optiques de la dent naturelle.

Dans la deuxième partie, l'ensemble des concepts de l'odontologie modernes reconstructrices seront abordés afin d'apporter les clés nécessaires pour optimiser l'intégration esthétique des restaurations céramiques.

Enfin, dans la dernière partie, des situations cliniques permettront d'illustrer l'ensemble des concepts présentés dans ce travail.

PREMIERE PARTIE - LUMIERE ET COULEURS : QUELQUES NOTIONS

La lumière et les couleurs sont des phénomènes physiques régis par des lois précises.
Leur perception fait intervenir l'œil et le cerveau et nécessitent des mécanismes complexes.
Afin d'obtenir une apparence naturelle, il est nécessaire de prendre en compte l'ensemble de ces phénomènes lors d'une restauration prothétique.

I. PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA LUMIÈRE

La lumière est un rayonnement électromagnétique dont la longueur d'onde, comprise entre 400 et 780 nm, correspond à la zone de sensibilité de l'œil humain, entre l'ultraviolet et l'infrarouge (1). La lumière visible n'est en fait qu'une toute petite partie de la fenêtre électromagnétique (Fig. 1) qui s'étend des rayons cosmiques aux ondes radios.

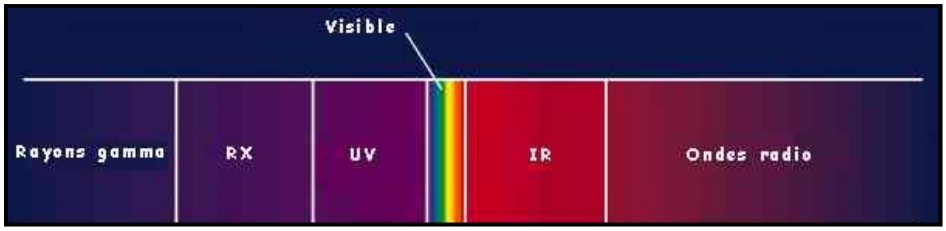


Fig. 1 : La fenêtre électromagnétique

La lumière est un flux d'énergie sans transport de matière, elle nous permet de voir mais elle-même n'est pas visible s'il n'existe pas un objet pour intercepter sa trajectoire (1).

I.1. Propagation de la lumière

La lumière est une onde. Elle se déplace en ligne droite dans les milieux homogènes, en particulier dans le vide (1).

Les ondes lumineuses se propagent à une vitesse dépendante du milieu selon la formule suivante :

$$n = c/v$$

n : indice de réfraction du milieu
c : célérité dans le vide c = 299 792 458 mètres par seconde
v : célérité dans le milieu concerné

I.2. Périodicités

On appelle période d'un phénomène périodique, la plus petite durée qui sépare deux reproductions à l'identique du phénomène. Elle est notée T et s'exprime en secondes (s).
Les ondes lumineuses présentent une double périodicité : périodicité spatiale λ et périodicité temporelle f (1).

Périodicité spatiale caractérisée par la longueur d'onde :

$$\boxed{\lambda = c/f}$$

λ : longueur d'onde : distance parcourue par l'onde en une période

Périodicité temporelle caractérisée par la fréquence :

$$\boxed{f = 1/T}$$

f : fréquence: nombre de périodes par seconde
T : période : plus petite durée que met l'onde pour reprendre la même valeur maximale

I.3. Spectres

Un spectre est l'ensemble des radiations monochromatiques résultant de la décomposition de la lumière par un prisme.
La lumière est un mélange de différentes longueurs d'ondes. Le spectre visible est une faible partie de l'ensemble des ondes électromagnétiques.
En effet, la lumière blanche est polychromatique et contient la plupart des couleurs visibles, la dispersion de ce faisceau à travers un dispositif dispersif appelé prisme permet de les séparer et de visualiser ainsi les couleurs qui composent le rayonnement (1).
D'après Newton (Fig. 2), « *la lumière blanche n'est rien d'autre qu'un mélange de lumières colorées* ».

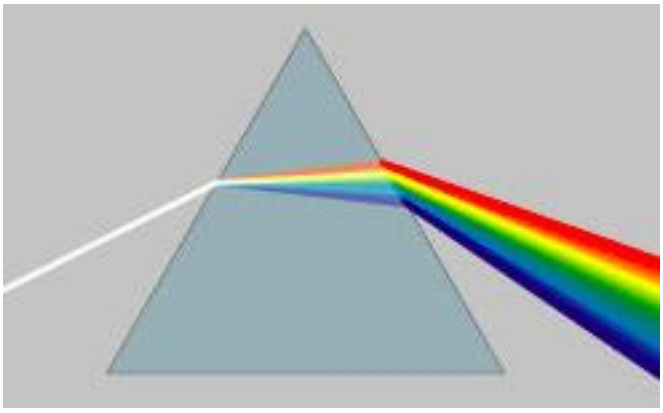


Fig. 2 : Prisme de Newton

I.4. Sources

On appelle source d'énergie rayonnante une surface ou un volume qui émet un rayonnement (1).

Elle peut être :

- primaire : elle produit l'énergie rayonnée
- secondaire : elle renvoie par réflexion tout ou partie du rayonnement reçu.

II. INTERACTION DE LA LUMIERE ET DE LA MATIERE

II.1. Caractéristiques physiques de la lumière

La lumière peut aussi être définie comme un flux de corpuscules matériels que sont les photons (2).

Lorsqu'un faisceau lumineux arrive à l'interface entre deux milieux, il donne naissance à (Fig. 3) :

- un rayon renvoyé par l'interface : c'est le **rayon réfléchi**, qui se propage dans le même milieu que le rayon incident, en s'éloignant de l'interface.
- un rayon qui va au-delà de l'interface : c'est le **rayon réfracté** ou **transmis** qui se propage dans le deuxième milieu.
- une partie du rayon incident est **absorbée**.

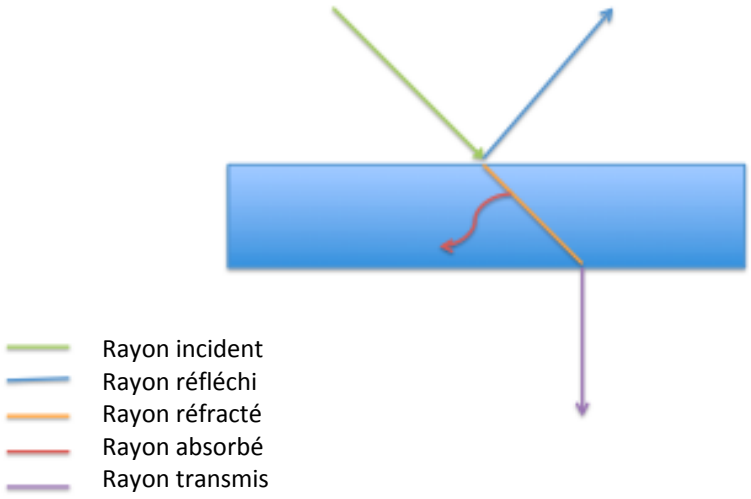


Fig. 3 : Interaction du rayon incident avec l'interface entre deux milieux

Les lois de Snell-Descartes régissent réflexion et réfraction.

- <u>La réflexion</u>

Réflexion : changement brusque de direction d'une onde à l'interface de deux milieux, l'onde reste dans son milieu de propagation initial (2).

Relation de Descartes : l'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence (Fig. 4)

$$\theta 1 = \theta 2$$

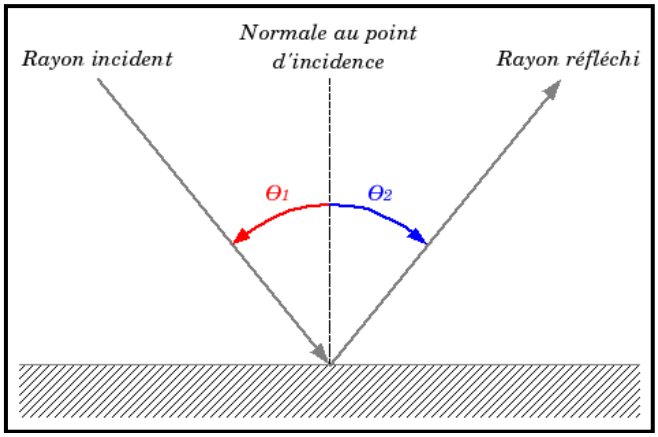


Fig. 4 : Relation de Descartes

Réflexion totale : lorsqu'un rayon lumineux arrive sur la surface de séparation de deux milieux d'indices optiques différents avec un angle d'incidence supérieur à une valeur critique, il n'y a pas de rayon transmis mais uniquement un rayon réfléchi (2).

Pour qu'il y ait réflexion totale, deux facteurs sont indispensables :

- Le rayon lumineux doit passer d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent
- L'angle d'incidence doit être plus grand que l'angle limite de réfraction

  Lorsque le faisceau lumineux arrive dans le second milieu, les rayons arrivant avec une inclinaison inférieure à cet angle sont réfractés et les autres sont réfléchis

Réflexion diffuse : état de surface irrégulier, le rayon incident est réfléchi dans un grand nombre de directions différentes, il y a une multitude de rayons réfléchis (Fig. 5).

Si l'état de surface est rugueux, la réflexion sera diffuse et le matériau aura un aspect mat (3).

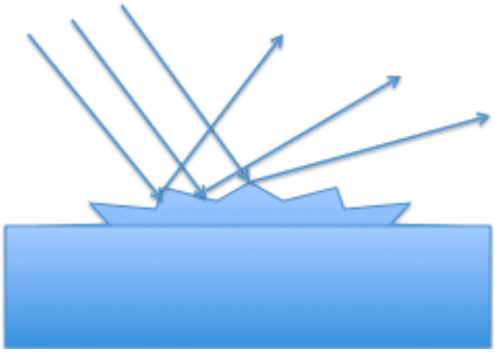


Fig. 5 : Réflexion diffuse

Réflexion spéculaire : le rayon incident donne naissance à un rayon réfléchi unique (Fig. 6).

Si la taille des défauts de l'état de surface est inférieure ou de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde, l'interface devient parfaitement réfléchissante, brillante (3).

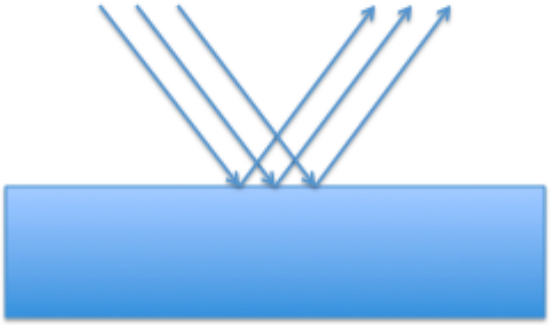


Fig. 6 : Réflexion spéculaire

- <u>La réfraction</u>

La réfraction est décrite par la loi de Snell Descartes.

La réfraction est la déviation de la lumière quand elle traverse l'interface entre deux milieux transparents de densité optique différente, une partie du rayonnement est réfléchie et l'autre est transmise dans le second milieu (2).

Dans le second milieu, la lumière prend une direction différente de celle du rayon incident. La réfraction définit cette déviation (Fig. 7).

Chaque milieu transparent est défini par son indice de réfraction n_i où n doit être supérieur ou égal à 1.

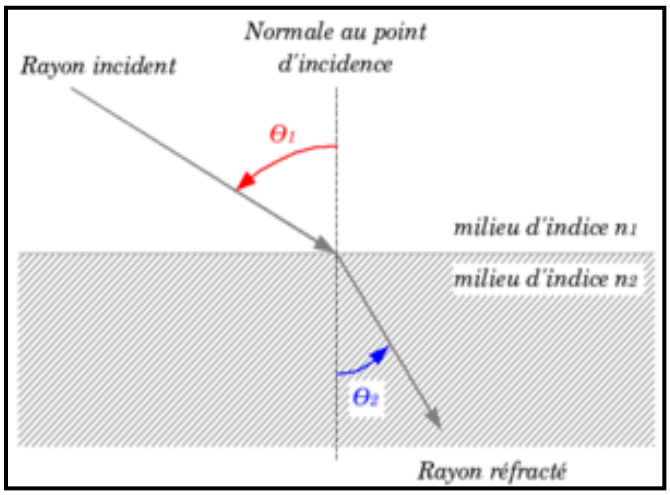


Fig. 7 : La réfraction

Selon la même loi, on définit la réfraction selon la formule :

$$\boxed{n1.\sin\theta 1 = n2.\sin\theta 2}$$

- La transmission ou absorption

On définit l'**absorption** comme étant la part de la lumière incidente qui n'est ni réfléchie ni transmise (2). Ce phénomène correspond à une transformation de l'énergie lumineuse en chaleur. L'absorption est à l'origine de l'aspect coloré des objets.
Pour une lumière blanche (polychromatique) si chaque longueur d'onde constituant la lumière est absorbée dans la même proportion, l'objet apparaît blanc, gris ou noir selon l'importance de cette absorption ; il est dit achromatique, sans couleur. Mais le plus souvent l'absorption est sélective ; le matériau absorbe certaines longueurs d'onde et diffuse les autres, il apparaît alors coloré : par exemple un objet bleu absorbe toutes les fréquences énergétiques sauf celles du bleu qu'il diffuse vers la rétine, le cerveau perçoit alors l'objet comme bleu.
Un objet noir absorbe toutes les longueurs d'onde, donc toute la lumière ; au contraire un objet blanc n'en absorbe aucune.

- La diffusion

La **diffusion** quant à elle correspond à la dispersion de la lumière dans plusieurs directions provoquée lorsqu'elle rencontre au moins un obstacle sur son parcours.
Si ceux-ci sont d'un ordre de grandeur supérieur à la longueur d'onde de la lumière émise, la lumière peut être diffusée (2). Le trajet dans le matériau n'est pas organisé et la lumière ressort dans une direction aléatoire : on obtient de la lumière diffusée dans toutes les directions.

- La diffraction

En ce qui concerne la **diffraction,** il s'agit de la capacité des ondes lumineuses à contourner un objet lorsque celui-ci possède une taille égale à la longueur d'onde (Fig. 8).
A ne pas confondre avec la réfraction dans laquelle le faisceau change complètement de direction et se propage en ligne droite (1). Ce phénomène se produit dans les céramiques dentaires feldspathiques.

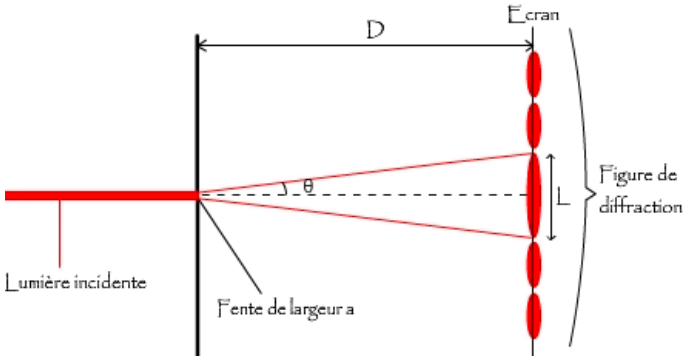


Fig. 8 : Diffraction

II.2. Manifestations optiques lors de l'interaction de la lumière avec la matière

Un objet est qualifié de **transparent** lorsqu'il laisse traverser la lumière (2).
Néanmoins, aucun matériau n'est complètement transparent, une absorption en fonction de la longueur d'onde ayant toujours lieu.

Un objet est quant à lui qualifié de **translucide** lorsqu'il se laisse traverser par la lumière sans permettre de distinguer nettement les objets.

Enfin un objet est dit **opaque** lorsqu'il ne laisse pas passer la lumière.

III. PROPRIETES OPTIQUES DE LA COULEUR

La vision de la couleur est une perception :

- physique : interaction de la lumière avec la matière
- sensorielle : réception du message lumineux par les cellules rétiniennes
- psychique : analyse, interprétation et perception consciente de la couleur. Il en résulte donc une part de subjectivité dans le ressenti de la vision colorée (4).

Au début du XXème siècle, Albert H. Munsell met en évidence le caractère tridimensionnel de la couleur et met en place une méthode systématique d'identification des couleurs.

Il identifia trois facteurs de base de la couleur et les ordonna sur des échelles numériques. A partir d'un cercle chromatique, toutes les couleurs sont classées dans un réseau cylindrique, appelé "l'arbre de la couleur".

Cette théorie tridimensionnelle de la couleur formulée par Munsell constitue la référence colorimétrique en odontologie depuis plus d'un siècle. Cependant, d'autres dimensions entrent en compte dans le rendu visuel d'une dent (5). C'est ainsi que l'on peut distinguer des propriétés optiques primaires et secondaires.

III.1. Propriétés optiques primaires

Le système de Munsell permet de situer toute couleur dans un espace chromatique géométrique cylindrique tridimensionnel.

Il organise les couleurs à l'intérieur d'une sphère en représentant parfaitement les différentes teintes, luminosités et saturations (6). Cet espace chromatique cylindrique a un axe central qui correspond à l'échelle des luminosités allant de 0 à 9, les teintes sont disposées autour de cet axe, les plus pures sont en périphérie de cette sphère et la saturation est représentée par le rayon, elle diminue en s'approchant de l'axe (Fig. 9) (7).

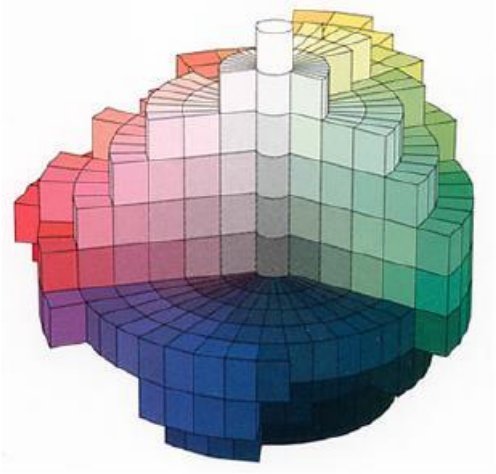


Fig. 9 : Schéma de Munsell

Il permet de décrire la couleur dans un espace trichromatique.

L'axe correspond à la luminosité, le rayon à la saturation et « l'angle » à la teinte.

Cet espace chromatique géométrique cylindrique tridimensionnel est défini par :

- La **luminosité** (value) (4)
  Elle correspond à la nuance de gris de la couleur qui donne le caractère « clair » ou « foncé ».
  En odontologie, c'est la quantité de lumière réfléchie par la dent.
  Elle est intimement liée à l'émail ; du fait de sa structure cristalline, la lumière circule librement (11).
  Le meilleur moyen d'évaluer la luminosité est la photographie numérique en noir et blanc : s'il y a une erreur de luminosité, on observera des niveaux de gris différents.
  La luminosité correspond à l'axe vertical du cylindre de Munsell (6).
  Il en existe 10 degrés.

- La **saturation** (chroma)
  Elle correspond à l'intensité chromatique c'est à dire la quantité de pigments purs contenus dans une couleur (pureté de la teinte).
  Elle donne le caractère « vif » ou « terne » de la couleur.
  La dentine est responsable de la saturation de la dent (11).
  La saturation correspond au rayon du cylindre de Munsell (6).
  Plus la substance est épaisse plus la couleur est intense : il faut en tenir compte lorsqu'on utilise dans matériaux translucides comme certaines céramiques dentaires.

- La **teinte** ou **tonalité** (hue)
  Elle correspond à la longueur d'onde dominante réfléchie par l'objet et s'étend du violet au rouge.
  Elle est la couleur de base, ce qui permet de distinguer une famille de couleur d'une autre (7).
  La saturation correspond à la périphérie du cylindre de Munsell (6).

En 1932, la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) proposa un système de représentation des couleurs de coordonnées Y.x.y, où Y symbolisait la luminance et x et y les coordonnées dans la plan des couleurs primaires : rouge, vert, bleu.

En 1976, la CIE introduit le système L*a*b se rapprochant du système de Munsell.

En effet, L* représente la luminosité sur un axe vertical et a* et b* définissent des coordonnées rectangulaires chromatiques dans lesquelles l'axe (-a*, +a*) représente la variation du vert au rouge et (-b*,+b*) les variations du bleu au jaune. Cet espace chromatique est représenté dans une sphère (Fig. 10).

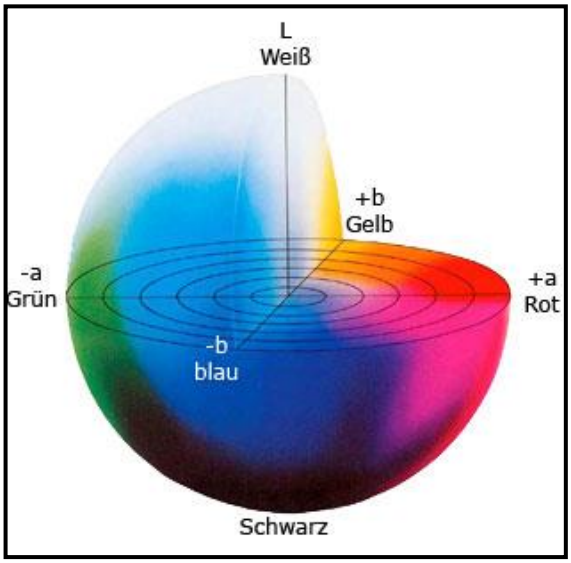


Fig. 10 : La sphère chromatique (5)

III.2. Propriétés optiques secondaires

Elles correspondent à trois phénomènes optiques que sont :

- La **translucidité**

  Elle est définie par la composante de lumière qui est transmise.

  Un objet transmettant la totalité des rayons lumineux qu'il reçoit est dit « transparent ».

  Si tous les rayons sont absorbés ou réfléchis on dit qu'il est « opaque » (8).

- L'**opalescence**

  C'est la capacité d'un matériau transparent à apparaître bleu en lumière réfléchie et rouge en lumière transmise (8).

  En odontologie, l'effet opalescent est basé sur la translucidité de la dent naturelle (Fig. 11).

Cet effet opalescent se retrouve au niveau des incisives des sujets jeunes et il est important de le reproduire pour obtenir un effet naturel.

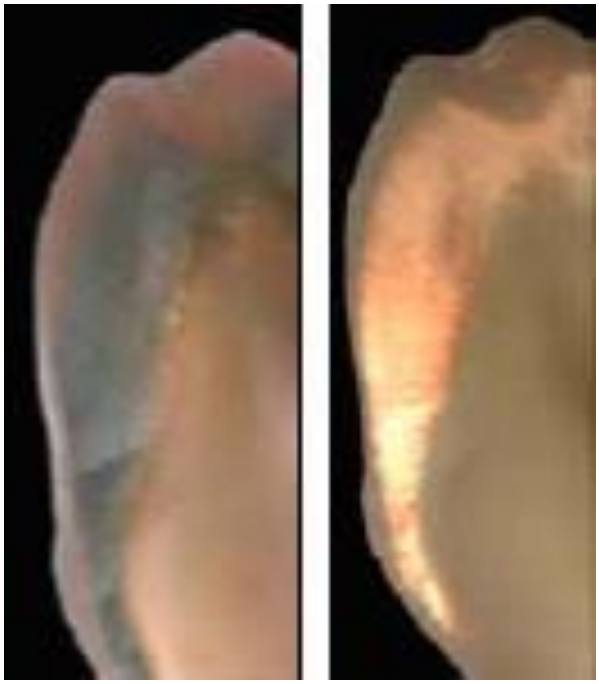


Fig. 11 : Opalescence

A gauche : effet bleuté en lumière réfléchie

A droite : effet rouge en lumière transmise

- La **fluorescence**

  Il s'agit de la propriété à émettre une lumière d'une certaine longueur d'onde lorsqu'elle est exposée aux UV (8).

  En ce qui concerne la dent, elle émet une couleur dans les bleus (Fig. 12).

  La fluorescence de la dent étant due à la trame organique, elle n'est pas uniforme : la dentine est plus fluorescente que l'émail.

Fig. 12 : Coupe d'une incisive centrale maxillaire éclairée en lumière UV montrant sa fluorescence bleutée, plus marquée au niveau de la dentine

IV. PROPRIETES OPTIQUES DE LA DENT NATURELLE

La couleur des dents dépend de l'épaisseur, de la composition et de la structure des tissus dentaires que sont l'émail, la dentine et la pulpe.
Chacun de ses tissus possède des propriétés optiques différentes.

Fig. 13 : Coupe d'une dent naturelle

IV.1. L'émail

L'émail est le tissu périphérique de la dent.
Il est très minéralisé et hautement translucide ce qui laisse transparaitre la dentine sous-jacente (10).
Une partie de la lumière (surtout les longueurs d'onde courtes) est réfléchie, lui donnant une apparence bleutée (8).
Son état de surface permet de donner à la dent un effet plus ou moins brillant.
On notera que l'épaisseur de l'émail est variable selon la zone de la dent et ainsi que :

- Dans le 1/3 incisif l'épaisseur est de l'ordre d'1,5 mm : la translucidité donne un effet opalescent bleuté
- Dans le 1/3 moyen la couche d'émail devient plus fine, la translucidité diminue
- Dans le 1/3 cervical : l'émail très fin (0,3 mm), presque transparent laissant deviner la dentine sous-jacente

Enfin, la luminosité de l'émail diminue avec l'âge (9).

IV.2. La dentine

Située sous l'émail, elle est responsable de la teinte globale de la dent.
Peu minéralisée, elle contient des substances organiques qui lui confèrent une forte opacité (8).
Son architecture constituée de canalicules dentinaires explique la diffraction et l'opacité de la dentine.
Ce tissu réfléchissant principalement les longueurs d'ondes moyennes et grandes, il apparaît une teinte générale qui peut être jaune pâle, jaune orangé ou rose pâle.

IV.3. La pulpe

Ce tissu conjonctif contient des cellules sanguines qui lui confèrent une couleur physiologique rouge.
Son absence dans le cas des dents dépulpées ou bien sa putréfaction lors d'une nécrose pulpaire se répercute sur la couleur globale de la dent, qui devient grisâtre (8).

La couleur a une place importante en odontologie ; le but de toute restauration prothétique étant de s'intégrer parfaitement au sein du sourire afin de passer inaperçue pour le patient et son entourage. Le principal critère esthétique de ces reconstitutions sera donc le mimétisme par rapport aux dents restantes, obtenu notamment par l'analyse de la couleur. On doit donc s'intéresser à l'interaction de la lumière, à la composition de la dent naturelle et aussi aux éléments qui permettront de la reconstituer.

IV.4. Les sept dimensions de la couleur de la dent naturelle

L'aspect coloré d'une dent naturelle ne se résume pas qu'à l'analyse trichromatique de la couleur. De nombreux facteurs interviennent dans le rendu visuel d'une dent. La couleur d'une dent est le résultat complexe de sept éléments (5) :

- La translucidité
- L'opalescence
- La fluorescence
- L'effet nacré
- Les états de surface
- Les caractérisations de la dent

- La stratification

Les dents naturelles présentent de nombreuses variations colorées du collet au bord libre.
Le noyau dentinaire opaque et coloré renferme la tonalité chromatique alors que la coque d'émail semi translucide et d'épaisseur croissante du collet vers le bord libre est responsable de la luminosité.
La couche d'émail s'affine vers le collet laissant d'avantage apparaître la couleur dentinaire et augmente au niveau du bord incisif ce qui crée des effets de dégradés, de transparence et d'opalescence (4).

Fig. 14 : Effets d'optique dus à la stratification naturelle des tissus dentaires

- La transparence et la translucidité

On parle de translucidité lorsqu'une seule partie du rayon incident traverse le matériau et de transparence lorsque toute la lumière incidente le traverse.

On peut utiliser l'image de l'eau et de la glace : la lumière incidente traverse entièrement l'eau, on parle alors de milieu transparent alors qu'à travers la glace, une partie de la lumière incidente est transmise et une autre réfléchie, on parle alors de milieu translucide.

La translucidité de l'émail est de 70 % alors que celle de la dentine est de 40 %. La répartition de la translucidité à la surface d'une dent n'est pas répartie de façon égale, elle peut être incisale, proximale ou sur l'ensemble de la face vestibulaire.

Les dents des sujets jeunes sont très translucides mais avec l'âge, l'émail s'affinant, la dent perd en translucidité et sa saturation augmente, la dentine devient alors plus visible (5).

- L’opalescence

L’opalescence ou « effet d’opale » est le phénomène optique qui désigne les effets bleutés et orangés de la pierre d’opale dus à la taille cristalline très fine de ses cristaux de dioxyde de silicium. Par analogie, on compare la dent à cette pierre car des effets colorés sont souvent visibles sur les bords de l’émail naturel. Une classification de ces effets opalescents a été réalisée par Vanini, les bords de l’émail peuvent avoir une opalescence :

- en forme de mamelon, avec 2 ou 3 sillons
- en forme de halo
- en effet de peigne
- en sillon avec une sorte de fenêtre sur le bord libre (11)

On observe qu’en réflexion lumineuse, l’émail réfléchit les longueurs d’ondes courtes, ce qui lui donne un aspect bleuté, alors qu’en transmission lumineuse, il filtre les longueurs d’ondes courtes et ne laisse passer que les longueurs d’ondes rouges-orangées, donc longues.
Le comportement optique de l’émail est dû à la taille cristalline de ses cristaux d’hydroxyapatite (0,15 à 0,05 micromètres) comparables à ceux de la pierre d’opale (5).

- La fluorescence (12), (11), (4), (5)

Lorsqu’un objet soumis à un rayon ultraviolet non visible est capable de réémettre cette lumière dans une bande spectrale visible de longueur d’onde courte bleutée, on parle alors de fluorescence.
Sous la lumière du soleil riche en UV, les dents naturelles subissent une illumination ou un éclaircissement lié au phénomène de fluorescence. Cela donne de la « vitalité » à la dent naturelle.

- L'effet nacré

Surtout visible sur les dents jeunes, en vue oblique et indirecte, l’effet nacré se caractérise par une opacité en surface et une forte brillance comparable à la nacre.
Elle se matérialise par un halo bleuté au niveau du bord libre.

Fig. 15 : Photographie mettant en évidence l'effet nacré d'une dent naturelle

- <u>L'état de surface (macro et micro géographie)</u>

Afin de mimer les effets optiques de la dent naturelle, il faut être conscient que la forme et l'état de surface d'une dent prothétique ont autant d'importance que sa teinte. En effet, la façon dont la lumière est réfléchie à la surface de la dent va lui donner l'illusion de vitalité (13).

Les caractérisations de surface sont de nature micro et macrogéographiques, elles vont influencer la perception colorée due aux rayons lumineux réfléchis et transmis (absorbés) par la dent naturelle.

La microgéographie consiste en de nombreuses stries, souvent horizontales (périchématies) et de fossettes. Cet aspect est retrouvé chez les dents jeunes le plus souvent et l'état de surface reste brillant.

Avec l'âge, ces stries tendent à disparaître sous l'effet de l'usure abrasive et érosive de l'émail ainsi que par l'action des muscles péri-buccaux qui abrase sa surface. La dent âgée devient lisse avec une surface « émoussée et luisante » (4).

La macrogéographie est caractérisée par des lobes qui divisent la surface vestibulaire de la dent en concavité et convexité (14).

D'un point de vue optique, une surface brillante et lisse aura un aspect plus clair car elle favorisera la réflexion spéculaire et la transmission lumineuse à l'intérieur de la dent (4).

Fig.16 : Réflexion diffuse de la lumière par les macro et microreliefs de la dent

- <u>Les caractérisations</u>

Les caractérisations peuvent affecter l'émail et la dentine. Ce sont des aspects de coloration particuliers localisés, il en existe plusieurs sortes : des tâches blanches opaques de déminéralisation ou d'hyper-fluorose, des effets nuageux et laiteux en surface des dents jeunes et des fissures de l'émail claires ou infiltrées.

Au niveau de la dentine, on peut retrouver des colorations dorées de la lame dentinaire ou des infiltrations des sillons occlusaux tirant vers le jaune, caramel ou chocolat. Ces caractérisations évoluent avec l'âge et sont des marques singulières des dents naturelles (4) (5).

V. INTERACTION DE LA LUMIERE AVEC LA DENT NATURELLE

L'interaction de la lumière avec la dent est un phénomène complexe qui met en relation les notions évoquées précédemment.

Le rayon lumineux incident venant d'un milieu d'indice de réfraction 1 (l'air dont n=1) frappe la surface dentaire à l'indice de réfraction 2 (n=1,65). Par ce changement de milieu, le rayon lumineux va subir des changements de direction : une partie du rayon sera réfléchi à la surface de l'émail, une autre sera absorbée par la matière et une dernière sera réfractée dans la matière puis soit réfléchie de nouveau ou transmise au travers de la dent.

V.1. L'absorption de la lumière

Comme vu précédemment, l'émail a une translucidité de 70 % et la dentine de 40 %. De ce fait, une partie de la lumière incidente traverse la dent et est ainsi absorbée par la matière. Elle se diffuse alors sous forme d'énergie (7).

V.2. La réfraction et la réflexion de la lumière

Elle a lieu à plusieurs niveaux, c'est à dire à chaque interface ayant un indice de réfraction différent : au niveau de l'émail puis au niveau de la dentine.

Le tissu amélaire est une substance assez homogène faite de cristaux d'hydroxyapatite et de substance interprismatique, son taux de translucidité est de 70 % ce qui laisse passer seulement une partie de la lumière (70 %). Lorsque le rayon incident frappe l'émail, une partie de la lumière le traverse avec un angle de réfraction proportionnel à son indice de réfraction, ce rayon réfracté va frapper la deuxième interface : la dentine, il sera alors soit réfracté puis réfléchi à la surface de la dent ou transmis au travers de celle-ci. Du fait de sa plus faible translucidité, la dentine va laisser passer seulement 40% de la lumière, le rayon lumineux sera alors réfléchi et absorbé.

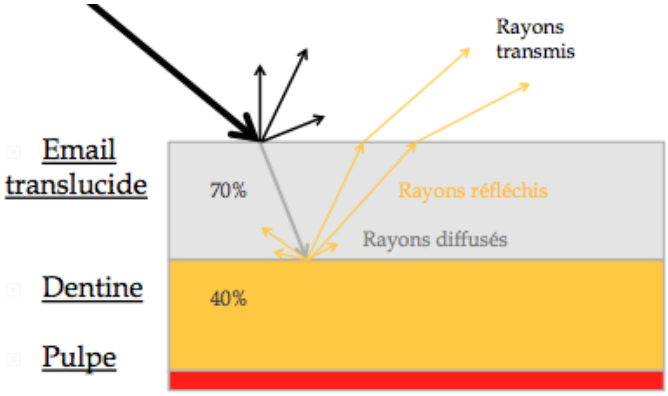


Fig. 17 : Schéma du passage de la lumière à travers les différents tissus dentaires

L'émail a une composition homogène, son épaisseur varie avec l'âge mais aussi en fonction de sa localisation. Au niveau incisal, la translucidité est importante, la transmission de la lumière y est alors élevée tandis qu'au niveau cervical, une partie de la réflexion proviendra de l'interaction avec l'émail mais aussi avec la dentine.

Par ailleurs, la présence de tâches blanches ou de fêlures va multiplier les interfaces au sein de l'émail, la substance interprismatique va augmenter, l'émail sera alors moins homogène et réfléchira plus le rayon lumineux sur ces surfaces opaques.

Fig. 18 : Les tâches blanches sont la résultante d'une perte d'homogénéité de l'émail, créant de multiples interfaces à la diffusion de la lumière

L'état de surface de la dent a une grande influence sur son interaction avec la lumière. Si la surface est rugueuse, les rayons réfléchis sont déviés dans de multiples directions, les rayons transmis sont dispersés dans diverses directions. En effet la micro et la macrogéographie de la dent influencent la réflexion et la transmission de la lumière et donc la perception colorée qui en découle. Pour conclure, une surface rugueuse sera alors moins translucide et réfléchira plus la lumière, elle paraitra donc plus lumineuse. C'est le cas des dents jeunes (7) (15).

V.3. La transmission de la lumière

Le rayon lumineux traverse la dent, sa trajectoire est déviée par le changement de milieu, son indice de réfraction étant différent que celui de l'air, son angle change (15).

DEUXIEME PARTIE : REPRODUIRE LA DENT NATURELLE, LE CHALLENGE BIOMIMÉTIQUE.

Afin de se rapprocher le plus possible de la dent naturelle, le matériau de restauration et le substrat sous-jacent doivent constituer une unité fonctionnelle sur les plans biologique, optique et mécanique. L'odontologie restauratrice moderne s'inscrit résolument dans une philosophie d'économie tissulaire, de conservation maximale de tissu sain, et de préservation du complexe pulpo-dentinaire (16).

I. LE CONCEPT « BIOMIMETIQUE » OU DE « BIOEMULATION »

La notion de Biomimétique se définit comme la reproduction et l'imitation artificielle des procédés de la nature dans les organismes vivants. On peut lui associer aussi le terme de Bioémulation qui correspond à la reproduction de la nature par imitation biomimétique (17) (18). Dans le cadre de la dentisterie contemporaine, le concept «Biomimétique» correspond à l'intégration naturelle des biomatériaux sur les plans biologique, biomécanique, fonctionnel et esthétique, mimant ainsi le comportement physiologique de la dent naturelle (19) (20). La Biomimétique associe les deux paramètres fondamentaux que sont la préservation tissulaire et l'adhésion. Pour pouvoir appliquer ce concept à notre pratique quotidienne, il est impératif de savoir observer la dent naturelle dans son ensemble, en prenant en compte les tissus dentaires et parodontaux (21).

Le concept « Biomimétique » se résume selon Magne, en 3 attitudes bien différenciées mais intimement liées (17) :

- Observer la dent naturelle : sa biologie, sa fonction, son comportement mécanique et ses propriétés optiques
- Respecter la dent naturelle : en développant des préparations à minima des tissus dentaires
- Copier la dent naturelle : par recours aux biomatériaux actuels et à l'adhésion.

II. LE CONTINUUM ODONTO-PROTHETIQUE

La dentisterie restauratrice a bénéficié ces dernières années de bouleversements considérables liés à des évolutions de la société (demande esthétique), des concepts de traitement (préservation tissulaire, biomimétique), des matériaux (adhésifs, colles, composites, céramiques) et de la notion même de preuves scientifiques (Evidence Based Dentistry). Les

thérapeutiques actuelles peuvent être classées selon leur degré de mutilation dentaire au sein du gradient thérapeutique qui se veut un concept médical de traitement (22). Ainsi le choix de l'artifice prothétique devra avant tout être envisagé dans une démarche constante d'intervention a minima (« minimal invasive dentistry »).

Quel que soit le type de restauration envisagé, périphérique ou partielle, les préparations dentaires doivent répondre à un cahier des charges général intégrant le respect des impératifs biologiques (économie tissulaire, conservation éventuelle de la vitalité pulpaire, protection parodontale) et technologiques (résistance mécanique des matériaux, immédiate et à long terme, face aux contraintes occluso-fonctionnelles). Le respect de ces impératifs constitue l'objectif du projet thérapeutique (23).

Le **continuum odonto-prothétique** est le concept moderne de l'Odontologie Reconstructrice Esthétique qui illustre le souci permanent de préservation des structures tissulaires (parodontale, pulpaire, amélaire et dentinaire) (24). Il s'agit d'un principe de continuité, **morphologique**, **bio-mécanique** et **optique** entre le substrat dentaire résiduel et la prothèse.

II.1. Principe de continuité morphologique

Le **principe de continuité morphologique** permet d'éviter les surcontours prothétiques, responsables d'une mauvaise prophylaxie parodontale et carieuse. La morphologie prothétique est particulièrement importante au niveau de la limite cervicale. Les notions d'ajustage prothétique (joint < 60 µm) (25) et celles d'un profil d'émergence relativement plat, dans le prolongement de la surface dentaire non préparée selon le principe de Stein, sont garantes de la santé du parodonte marginal (18).

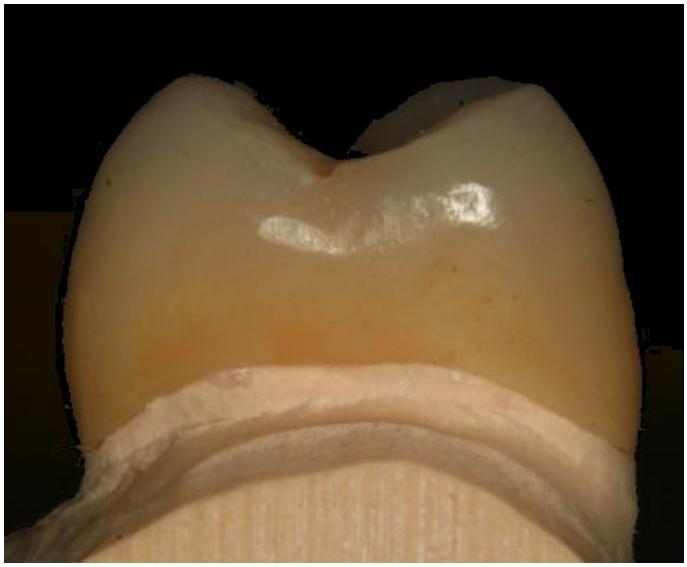


Fig. 19 : Mise en évidence du continuum morphologique

II.2. Principe de continuité biomécanique

Le **principe de continuité biomécanique** repose sur l'économie tissulaire et vise à la conservation de la vitalité pulpaire, et plus largement, des tissus minéralisés, particulièrement l'émail pour son aptitude à la pérennité du collage. Ainsi, lorsqu'on restaure des dents pulpées, l'émail est la sauvegarde du complexe pulpo-dentinaire et de la Jonction Amélo-Dentinaire (JAD). La protection de ce complexe, immédiatement après préparation dentinaire, par la réalisation d'une couche hybride (IDS pour Immediate Dentin Sealing) est une priorité absolue (26) (27). Celle-ci permet :

- la prévention des percolations bactériennes,
- la gestion de la contamination pendant la phase de temporisation,
- la prévention des sensibilités postopératoires,
- un meilleur assemblage pour les pièces scellées,
- un meilleur collage pour les RAC.

La reconstitution des dents dépulpées est préférentiellement assurée par des matériaux plastiques si les pertes de substances sont peu importantes, et en dernier recours par des tenons fibrés pour des pertes plus importantes, afin d'optimiser le comportement biomécanique. Lorsque les pertes de substances sont très importantes avec absence d'effet de ferrule (parois verticales inférieures à 2 mm ou absence de bandeau d'émail périphérique), et dès lors que des reconstructions plurales sont indiquées, la recherche de rigidité indique le recours aux reconstitutions corono-radiculaires métalliques (inlay-core) qu'il faut coller afin d'obtenir un comportement biomécanique visant à protéger les tissus résiduels (28) (29).

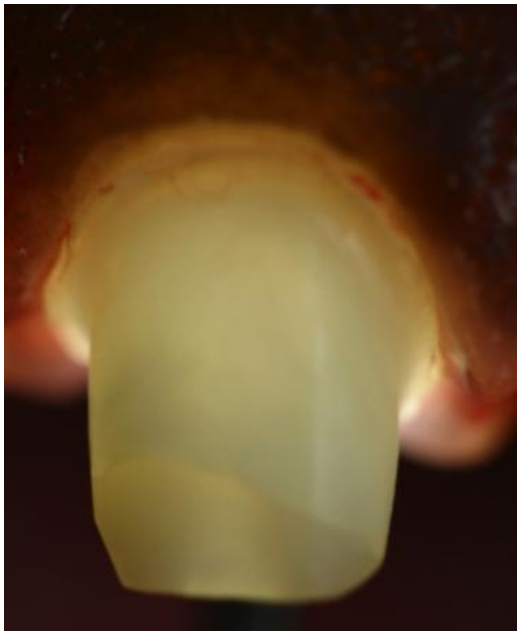


Fig. 20 : Continuum biomécanique assuré par une RMIPP

II.3. Principe de continuité optique

Le **principe de continuité optique** vise à privilégier les restaurations qui sont à même de mimer ce type de comportement naturel dans des conditions bien définies. Au sein d'une dent naturelle, la lumière est transmise de telle manière qu'elle illumine la totalité des tissus dentaires et les tissus parodontaux. Afin d'approcher l'idéal biomimétique, il convient d'opter pour des restaurations à haut indice de translucidité qui permettront la libre circulation de la lumière dans l'ensemble de l'organe dentaire reconstitué, pourvu qu'il ne soit pas dyschromié (16). Seules les reconstructions céramiques unitaires à matrice vitreuse peuvent mimer le continuum optique en présence de substrat dentaire non dyschromié et de RCR collées à vocation esthétique. Elles sont alors capables de véhiculer la lumière dans la dent pilier et sa racine, la restauration et les tissus parodontaux (30).

Dès lors qu'il est nécessaire de masquer un substrat dyschromié ou métallique, il devient nécessaire de choisir le matériau céramique adéquat en fonction de sa nature, ou en jouant sur son épaisseur (31). Le matériau zircone est alors particulièrement intéressant, car suffisamment masquant avec une épaisseur d'infrastructure limitée à 0,5 mm. Avec ce matériau, il est alors inutile d'augmenter les épaisseurs de préparations afin d'obtenir un meilleur mimétisme (32).

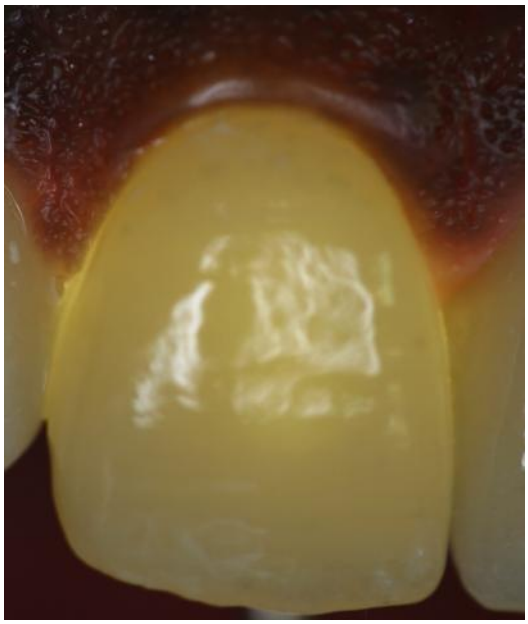


Fig. 21 : Continuum optique

III. DE LA NECESSITE DE SUPPRIMER LE METAL

Au cours des 60 dernières années, les procédés céramo-métalliques ont permis de répondre à la plupart des indications de réhabilitation prothétique en alliant la résistance mécanique d'une armature métallique et l'aspect esthétique d'une céramique fragile utilisée comme matériau cosmétique. Il s'agit de procédés toujours d'actualité, qui ont largement fait leurs preuves, avec un large champ d'indications mais présentant certaines limites notamment dans le domaine de l'esthétique, de l'économie tissulaire et de la corrosion.

La suppression du métal va apporter deux choses essentielles, une meilleure **biocompatibilité** et un grand **mimétisme**.

De la **biocompatibilité** d'abord, car les céramiques sont des matériaux stables qui ne présentent pas de corrosion, pas de dégradation chimique : ce sont des matériaux qui ne provoquent pas de tissu de granulation lorsqu'ils sont inclus dans un quelconque tissu vivant. D'autre part, l'excellence des états de surface que l'on peut obtenir entraîne un accrochage de plaque qui est nettement inférieur à celui que l'on peut rencontrer sur les dents naturelles. Enfin la précision d'adaptation marginale qui peut être inférieure à 60 µm permet de garantir un joint dento-prothétique de qualité (25). Ces trois éléments apportent une excellente tolérance biologique.

Fig. 22 : Radiographie rétro alvéolaire mettant en évidence l'adaptation marginale

Le **mimétisme** s'analyse quant à lui à deux niveaux. Au niveau parodontal tout d'abord du fait de la biocompatibilité, du faible accrochage de plaque et de la qualité d'adaptation marginale. Au niveau cervical de la restauration ensuite, puisque l'absence de métal et d'opaque permet de ne plus avoir à enfouir les limites ; les limites supra ou juxta gingivales peuvent être réalisées sans inconvénient sur l'esthétique de la restauration.

Enfin, on notera que les reconstitutions à infrastructure métallique nécessitent des préparations conventionnelles basées sur des concepts essentiellement mécanistes à l'origine d'une perte tissulaire souvent excessive voire extrême, qui n'est plus acceptable tant sur le plan biologique que sur le plan biomécanique. Ainsi aujourd'hui, seuls les délabrements coronaires ne présentant pas de support dentaire suffisant et fiable mécaniquement pour un collage de qualité devraient rester les indications de la couronne unitaire. En dehors de cette indication spécifique, la réalisation d'une couronne périphérique devrait légitimement se faire dans le cadre de la seule ré-intervention prothétique.

IV. CHOISIR LE MATERIAU ADAPTE AU GRADIENT THERAPEUTIQUE

IV.1. Les matériaux céramiques (32)

Historiquement le renforcement des céramiques a évolué selon 3 principes :

- Substituer au sein d'une microstructure de céramique à matrice vitreuse continue les charges dispersées de faible résistance mécanique (exemple le quartz des céramiques feldspathiques) par des charges plus résistantes telles que l'alumine, la leucite ou le disilicate de lithium suivant la résistance recherchée (34).

La résistance en flexion augmente alors de façon significative en fonction de la résistance des charges. La ténacité n'est pas modifiée car la propagation des fissures se fait au sein de la matrice de verre continue, qui demeure le maillon faible. Trois types de matériaux composent cette famille : les céramiques feldspathiques (charges de silice), les vitrocéramiques renforcées à la leucite, et au disilicate de lithium (Fig. 23 et 24).

L'importante matrice de verre de ces céramiques est mordançable par de l'acide fluorhydrique. Ces matériaux sont donc capables de participer à des phénomènes d'adhérence puissants (17) (35). Les pièces peuvent être partielles ou périphériques, obligatoirement assemblées par collage.

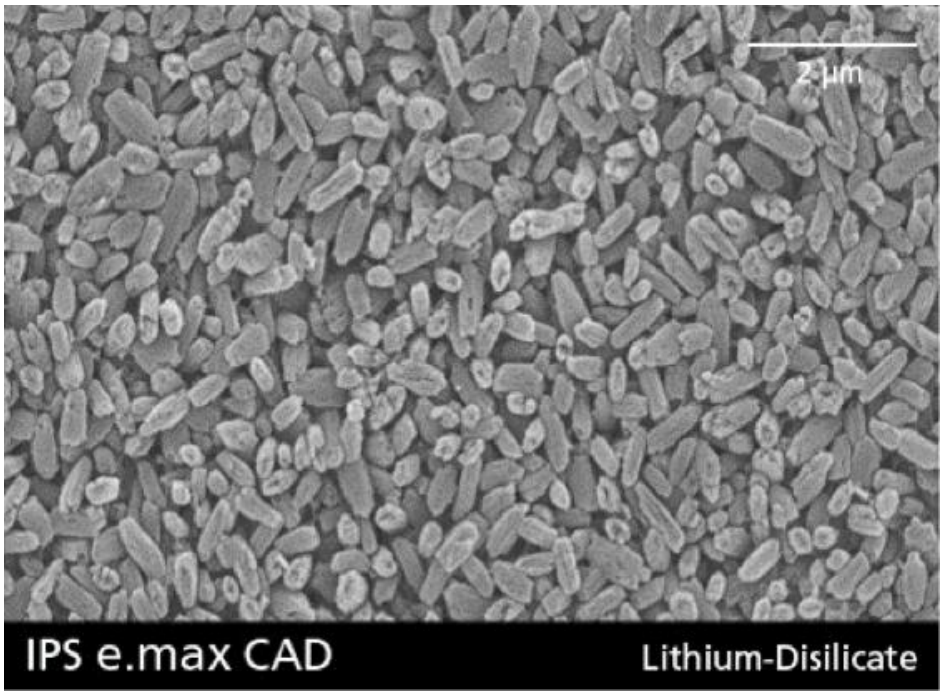


Fig. 23 : Structure e.Max® CAD (MEB)

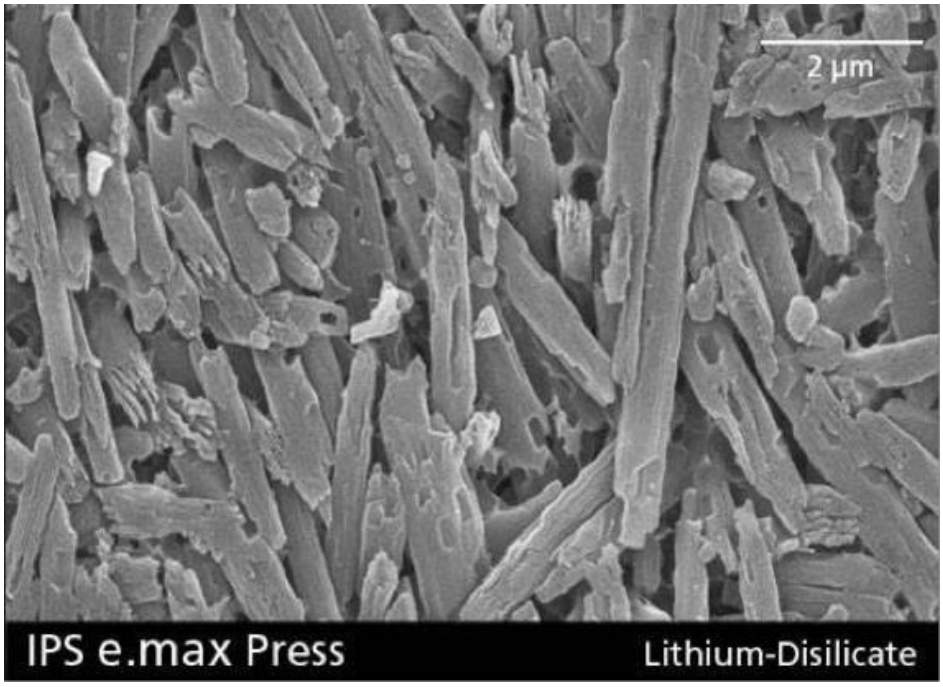


Fig. 24 : Structure e.Max® Press (MEB)

- Modifier la microstructure de la céramique en créant un réseau continu de charges soudées (85%), soit :
    - exclusivement d'alumine, appelée In Ceram Alumina®,
    - d'alumine et d'une petite proportion de magnésium, l'In Ceram Spinell®,
    - d'alumine et d'une proportion de zircone dopée au césium, l'In Ceram Zirconia®.

Afin de finaliser la résistance mécanique et pour donner la couleur à l'infrastructure, ce réseau de charges est secondairement infiltré par une faible proportion de verre (15%). C'est le procédé « Slip Casting » de M. Sadoun. Le verre a quasiment disparu au profit des charges frittées entre elles (Fig. 25) (36).

Il existe un gradient de résistance mécanique et optique entre les 3 infrastructures qui répondent à des indications différentes. Comparée à la céramique feldspathique, la résistance en flexion de l'infrastructure In Céram Alumina®, par exemple, augmente nettement tandis que la ténacité est multipliée par 3. La proportion de verre (15%) est insuffisante pour développer des reliefs mordancés efficaces afin de produire des phénomènes d'adhérence puissants avec ces céramiques infiltrées. Ces infrastructures nécessitent l'apport d'une céramique cosmétique. Les pièces sont corono-périphériques et assemblées par scellement (37).

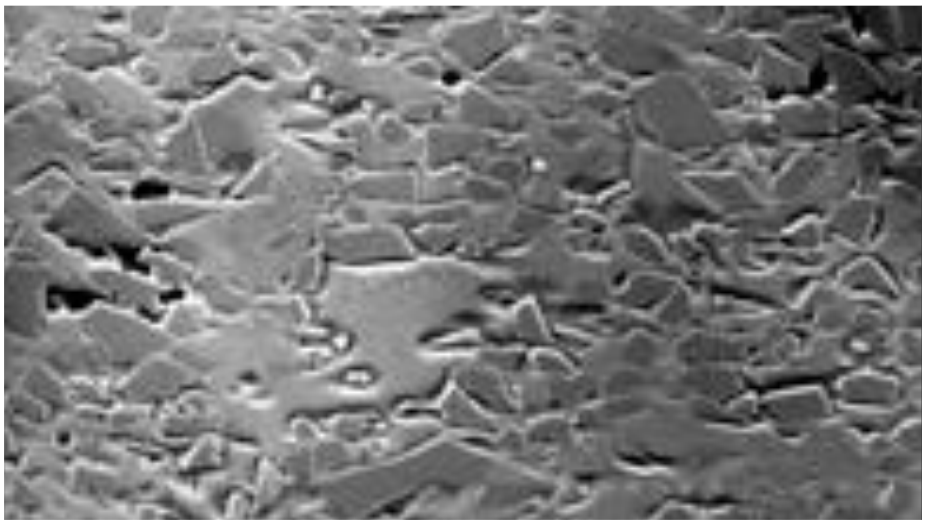


Fig. 25 : Structure In Ceram (MEB)

- Obtenir, en supprimant totalement le verre, une microstructure polycristalline dense (Fig. 26), d'alumine ou de zircone (Procera Alumina®, Procera Zirconia®, Y-TZP).

La résistance à la flexion, et surtout la ténacité augmentent très largement. Les infrastructures ne sont pas mordançables (absence de verre) et nécessitent l'apport d'une céramique cosmétique. Les pièces sont corono-périphériques et assemblées par scellement (38).

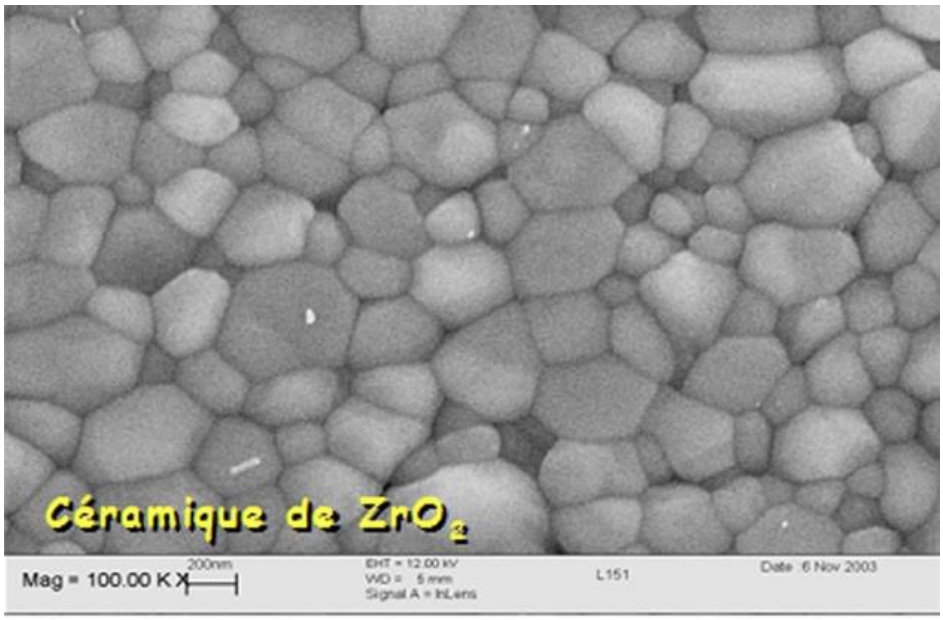


Fig. 26 : Structure ZrO_2 (MEB)

FAMILLE DE CÉRAMIQUE	COMPOSITION	RÉSISTANCE À LA FLEXION M.Pa	TÉNACITÉ $Mpa.m^{-2}$	TRANSLUCIDITE / PROPRIÉTÉ OPTIQUE	MODE D'ASSEMBLAGE
VVITROCERAMIQUES	Feldspathique	90	1,6	+++	Collage
	Renforcée à la leucite EMPRESS ®	350	1,6	++	Collage
	Renforcée au disilicate de lithium e.Max ®	350	1,6	+++	Collage
ALUMINEUSES INFILTREES DE VERRE	Alumine spinelle IN CERAM SPINELL ® Al_2O_3 / MgO + infiltration	350	2,2	+	Scellement
	Alumine IN CERAM ALUMINA ® Al_2O_3 + infiltration	500	4,5	-	Scellement
	Alumine zircone IN CERAM ZIRCONIA ® Al_2O_3 / Z_rO_2 + infiltration	700	6,2	+/-	Scellement
POLYCRISTALLINES	Alumine dense PROCERA ® ALUMINE Al_2O_3	700	4,5	+	Scellement
	Zircone Y-TPZ PROCERA ® ZIRCONE Z_rO_2 / Y_2O_3	1100	9,5	+/-	Scellement

Fig.27 : Tableau des familles de céramique

IV.2. Translucidité des matériaux céramiques

Lorsqu'on analyse la translucidité des différents matériaux céramiques en fonction des épaisseurs recommandées par les industriels, on constate que l'on peut distinguer quatre groupes : les matériaux translucides, semi-translucides, semi-opaques et opaques (Fig. 28).

Outre l'épaisseur, on constate que l'état de surface (poli ou non poli) et la coloration de l'infrastructure ont un impact non négligeable sur la translucidité.

L'e.Max Press® HT et LT en 0,4 mm et l'In-Ceram® Spinell polie en 0,7 mm appartiennent aux systèmes translucides. Ils nous permettent d'obtenir un effet optique proche de celui de la dent naturelle grâce à leur grande capacité à conduire la lumière au travers de la restauration et de la dent support. Les facettes céramiques et les restaurations antérieures unitaires semblent donc être la pleine indication de ces systèmes translucides. En revanche, en présence d'un substrat coloré, ils sont à proscrire sous peine d'échec esthétique causé par une trop grande visibilité du substrat (39).

On trouve dans la catégorie semi-translucide : l'e.Max Press® HT et LT en 0,8 mm et MO en 0,4 mm ; l'In-Ceram® Spinell non-polie en 0,7 mm ; la Procera® alumine en 0,4 mm.

Seulement quatre matériaux présentent une translucidité très faible et entrent dans la catégorie opaque (l'In-Ceram® Zirconia A3, poli et non poli en 0,5 et 0,7 mm) (39).

Les autres matériaux, notamment l'ensemble des infrastructures zircone, se situent dans la zone semi-opaque.

La translucidité des systèmes céramo-céramiques est donc influencée par les propriétés intrinsèques du matériau et par son épaisseur (40)(41)(42). Ainsi lorsque celle-ci augmente, le matériau perd en translucidité. Mais les résultats montrent que tous les matériaux ne sont pas égaux face à ce phénomène et que les systèmes translucides sont plus sensibles à l'augmentation d'épaisseur que les systèmes semi-translucides et semi-opaques.

Le fait de pouvoir disposer de matériaux à des niveaux de translucidité très différents permet ainsi au praticien de s'adapter au plus près des exigences de la situation clinique.

Il sera préférable de faire le bon choix de matériau plutôt que de faire varier l'épaisseur pour modifier la translucidité. Cela permettra en effet de ménager une épaisseur de stratification suffisante qui contribue aussi grandement à l'obtention du résultat esthétique tout en préservant au maximum les structures dentaires résiduelles dans un souci d'économie tissulaire.

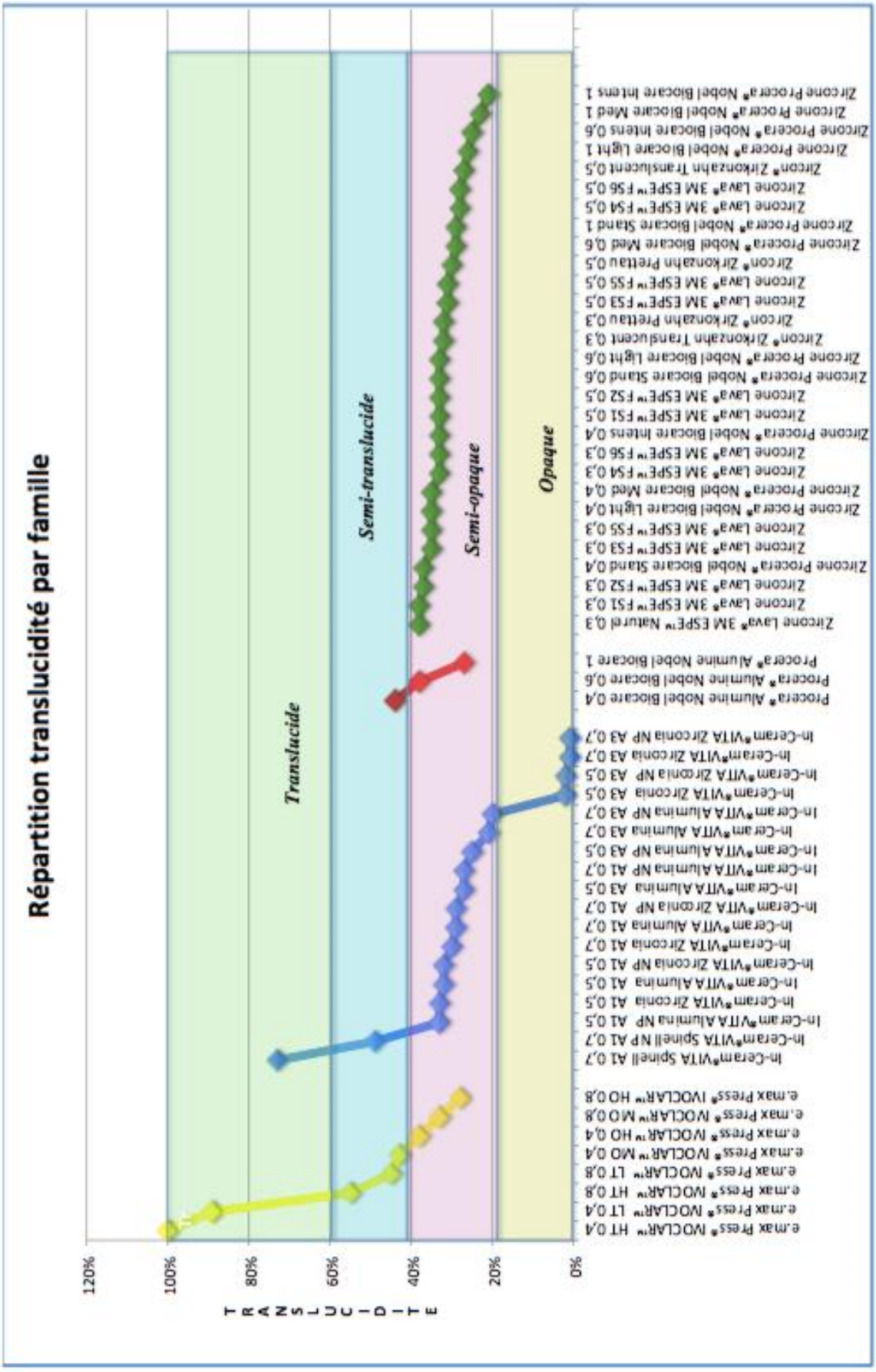


Fig. 28 : Répartition de la translucidité par famille de céramique

IV.3. Critères de choix pour la réalisation d'inlay, onlay, overlay, facette ou coiffe unitaire antérieure sur substrat non dyscoloré

Les restaurations adhésives céramiques constituent le substitut de choix pour l'émail dentaire, en permettant une restitution quasi intégrale de la rigidité de l'émail.

La rigidité optimale de la céramique dans les sections fines, l'adéquation de son module d'élasticité avec celui de l'émail, son excellente aptitude au mordançage, sa biocompatibilité avec les tissus parodontaux ainsi que l'excellent continuum du matériau avec les tissus amélaires après collage lui confèrent les capacités d'un véritable « émail de substitution ».

Depuis de nombreuses années, le « Gold Standard » pour ce type de restauration est représenté par les céramiques feldspathiques. Ces matériaux à phase vitreuse continue constituent un élément de choix pour des résultats optiques et esthétiques optimum. Les progrès de l'adhésion permettent une augmentation de la résistance à long terme, malgré une très faible résistance à la flexion et une faible ténacité (43). Depuis quelques temps, l'apparition de matériaux renforcés en disilicate de lithium (e.Max®) apporte une résistance nettement supérieure associée à une technologie de laboratoire moins contraignante (usinée ou pressée), tout en conservant des propriétés optiques et esthétiques largement comparables (les pièces pouvant être maquillées ou stratifiées). L'importante matrice de verre de ces céramiques est mordançable par de l'acide fluorhydrique. Ces matériaux sont donc capables de participer à des phénomènes d'adhérences puissants. Les pièces peuvent être partielles ou périphériques, obligatoirement assemblées par collage et mettent en valeur le concept d'économie tissulaire.

L'In Céram® dans sa version Spinell, présente de grandes qualités optiques, mais ne peut être collée du fait de sa composition pauvre en verre. Elle n'est donc pas renforcée par le collage. Cette infrastructure est donc réservée à la réalisation de restaurations corono-périphériques antérieures (44).

CRITERES DE CHOIX	MATERIAUX CERAMIQUE	TRANSLUCIDITE / PROPRIETES OPTIQUES	MODE D'ASSAMBLAGE	TYPE DE PREPARATION
INLAY ONLAY OVERLAY FACETTE COIFFE UNITAIRE SUR PILIER NON DYSCHROMIE	Feldspathique	+++	Collage	Partielle
	e.Max®	+++	Collage	Partielle Périphérique
	In Ceram Spinell ®	+	Scellement	Périphérique

Fig. 29 : Tableau des critères de choix pour la réalisation d'inlay, onlay, overlay, facette ou coiffe unitaire antérieure sur substrat non dyschromié

IV.4. Critères de choix pour la réalisation d'éléments antérieurs ou postérieurs sur tout type de substrat

Les infrastructures alumineuses présentent une bonne résistance à la flexion et leur opacité en fait des matériaux de choix pour masquer des piliers très dyschromiés. Elles nécessitent l'apport d'une céramique cosmétique. Les pièces sont corono-périphériques et assemblées par scellement. Elles sont envisagées pour la réfection des coiffes unitaires, jamais en première intention.

Remarque: l'infrasturture Procéra® Alumine n'est pas radio-opaque (45). Sans essayage clinique, il est donc impossible de contrôler, par la seule radiographie, le rôle de soutien qu'elle doit assurer à la céramique cosmétique, toujours fragile.

L'assemblage de ces restaurations périphériques permet l'utilisation de tous types de matériaux d'assemblages, traditionnels (ciments minéraux) ou plus modernes et résineux (CVIMAR et colles)

Nous retrouvons ici encore la solution e.Max® : cette solution est polyvavente, qu'elle soit maquillée (« full e.Max® ») ou stratifiée, avec ses différents niveaux de translucidité/opacité (HT, LT, MO, HO) associés à de nombreuses teintes de base. Il est ainsi possible d'établir le masquage de tous types de dyschromies des piliers. Cependant, même lorsque la restauration est périphérique, **l'assemblage par adhésion FORTE reste une garantie de pérennité** (46).

CRITERES DE CHOIX	MATERIAUX CERAMIQUE	TRANSLUCIDITE / PROPRIETES OPTIQUES	MODE D'ASSAMBLAGE	TYPE DE PREPARATION
REALISATION D'ELEMENT ANTERIEUR OU POSTERIEUR SUR TOUT TYPE DE SUSBTRAT	In Ceram Alumina®	-	Scellement	Périphérique
	Procera ® Alumine	+	Scellement	Périphérique
	e.Max®	+++	Collage	Partielle Périphérique

Fig. 30 : Tableau des critères de choix pour la réalisation d'éléments antérieurs ou postérieurs sur tout type de substrat

IV.5. Critères de choix pour l'utilisation des infrastructures de haute résistance

Ces matériaux, de par leurs propriétés, sont indiqués pour la réalisation de coiffes unitaires, antérieures ou postérieures, la réalisation de piliers implantaires et de bridges antérieurs.

Concernant la réalisation de bridges postérieurs, il est nécessaire de prendre certaines précautions et de s'assurer d'une bonne homothétie et du parfait soutien du matériau cosmétique, toujours fragile. En effet, il a été constaté des fractures cosmétiques « en glacier » (dissociation du cosmétique jusqu'à l'armature) ou de simple chips de céramiques qui semblent être plus fréquents que ce qui est constaté sur les reconstitutions à infrastructures métalliques. Aussi, actuellement les recommandations professionnelles visent à la prudence dans les secteurs postérieurs.

D'autre part il est important de prendre en compte le volume des connexions nécessaires pour ce type de matériau. Alors que pour une infrastructure métallique, le diamètre d'une connexion est de l'ordre de 4 à 6 mm^2 (respectivement pour un et deux intermédiaires) on passe de 9 à 11 mm^2 pour la zircone et de 16 à 20 mm^2 pour l'In Céram Zirconia®. Ces valeurs conditionnent donc la hauteur prothétique nécessaire à la réalisation de la restauration: dans la mesure où il n'est pas possible de faire de retouche après usinage, si l'on dispose cliniquement d'une faible hauteur, le positionnement de la connexion se fera au détriment de l'esthétique et de l'intégration parodontale. Un sous dimensionnement de la connexion entraînera inévitablement la fracture de la reconstitution (Fig. 31) (47).

Fig. 31 : Fracture de la connexion en zircone

CRITERES DE CHOIX	MATERIAUX CERAMIQUE	TRANSLUCIDITE / PROPRIETES OPTIQUES	MODE D'ASSAMBLAGE	TYPE DE PREPARATION
INFRA - STRUCTURE A HAUTE RESISTANCE	In Ceram Zirconia®	+/-	Scellement	Périphérique
	Zircone Y-TPZ	+/-	Scellement	Périphérique

Fig. 32 : Tableau des critères de choix pour l'utilisation des infrastructures de haute résistance

IV.6. Quid de l'édentement total ?

Il est possible d'obtenir des solutions tout céramique pour des réhabilitations complètes sur implants. On distingue des procédés visant à la réalisation par CFAO d'une armature zircone sur laquelle sera pressée une vitro-céramique (dent + fausse gencive) (Fig. 33) ou des procédés totalement artisanaux, ou la zircone est maquillée (full zircone) (Fig. 34). On notera la qualité et la grande précision d'adaptation de ces grandes reconstitutions supra implantaires.

Aujourd'hui la firme Nobel Biocare® offre la possibilité de réaliser des restaurations transvissées en zircone, sur piliers coniques MUA (48).

Fig. 33 : Système Procéra®, pressée vitrocéramique e.Max®

Fig. 34 : Système Zirkonzhan™ : fraisage artisanal de la zircone

V. LES CLES DE LA REUSSITE

La réussite repose sur le choix judicieux du système et sa mise en œuvre rigoureuse que ce soit au cabinet ou au laboratoire. Ainsi, réussir **l'intégration esthétique** d'une restauration céramo-céramique repose sur différents facteurs qui doivent être pris en compte dès l'élaboration du projet thérapeutique :

- ***Le choix du matériau*** est fonction de nombreux paramètres. Il est influencé par sa microstruture, sa composition (nature des charges), les propriétés mécaniques telles que la résistance en flexion et la ténacité (capacité à s'opposer à la propagation d'une fissure); composition et microstructure vont entraîner des modifications dans les propriétés optiques et la technique d'assemblage à retenir.
- ***La couleur du substrat des piliers*** conditionne le choix du matériau : la recherche d'un pouvoir masquant pour faire disparaître un support dyschromié ou métallique, et inversement une grande translucidité pour exprimer les propriétés optiques de la dent sous-jacente nous amène à choisir entre des systèmes opaque, semi-translucide ou translucide et à jouer avec leur épaisseur. Ce choix ne peut se faire qu'au cabinet et nécessite de communiquer avec le laboratoire pour l'informer de la nature de ce substrat, sans hésiter à fournir des photographies (49)(50).
- ***Les propriétés optiques*** recherchées, qui sont conditionnées par la nature du matériau, son épaisseur, la nature du substrat sous-jacent, l'état de surface et dans une moindre mesure par le matériau d'assemblage.
- ***Le mode d'assemblage***, qui est, comme on l'a vu plus haut, conditionné par la microstruture du matériau céramique et le caractère partiel ou périphérique de la préparation. Ainsi, seules les céramiques à phase vitreuse peuvent être collées avec une adhésion FORTE et voir leurs propriétés mécaniques améliorées (résistance à long terme) par les phénomènes d'adhérences puissants au substrat dentaire et au matériau céramique à phase vitreuse continue, autorisant les préparations partielles pérennes (51). Inversement, les systèmes sans phase vitreuse sont assemblés par scellement adhésif (CVIMAR et résine auto adhésive / adhésive) et répondent à des préparations périphériques (49)(50).
- ***La situation clinique et la destination*** de la restauration : antérieure ou postérieure, unitaires ou plurales, hauteur prothétique utilisable pour le dimensionnement des connexions de bridge, nature du substrat dentaire ou implantaire.

Enfin, comme pour toute reconstitution en Odontologie Reconstructrice moderne, le succès est conditionné par la réalisation d'un ***Projet thérapeutique Morpho-Fonctionnel*** (wax-up, mock-up) à valider *in situ*, avec l'assentiment du patient, en préalable, lorsque le projet est additif. Lorsque le projet morpho-fonctionnel est soustractif, suite aux étapes pré prothétiques, il nous permet de disposer de guides de coupes et de guides de positionnement des restaurations transitoires. Les guides de préparation jouent un rôle primordial dans la maîtrise des ***préparations*** en permettant de contrôler les épaisseurs de réduction : on gardera à l'esprit qu'une préparation corono-périphérique entraîne la perte de 60 à 70% de la couronne clinique de la dent pour seulement 15 à 30% pour une préparation partielle (52). Enfin il faut donner une grande importance à la temporisation : les ***provisoires*** permettent le maintien de la situation parodontale, la préservation des structures résiduelles et la simulation statique et dynamiques de la future restauration. De la qualité des ***empreintes*** dépend la qualité de la restauration prothétique finale : qu'elles soient conventionnelles ou optiques, on investit une grande rigueur à leur réalisation et aux techniques d'accès aux limites cervicales. Leur gestion clinique est facilitée dès lors que les marges sont juxta ou supra gingivales.

TROISIEME PARTIE – ILLUSTRATIONS CLINIQUES

I. EFFETS OPTIQUES DE LA DENT NATURELLE

Au sein d'une dent naturelle, la lumière est transmise de telle manière qu'elle illumine la totalité des tissus dentaires et parodontaux.

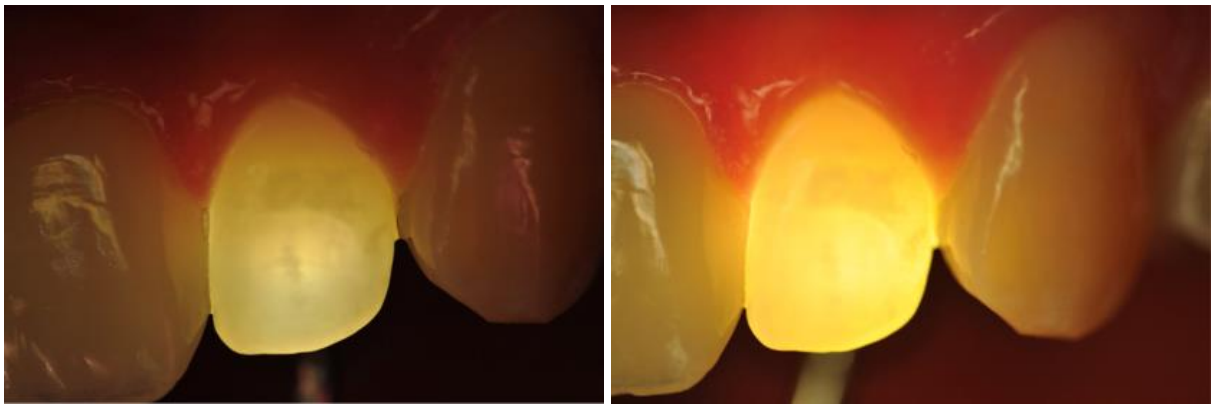


Fig. 35a et 35b : Dent naturelle en lumière indirecte : diffusion au niveau coronaire et parodontal

II. BIOEMULATION ET EFFETS OPTIQUES

Afin d'approcher l'idéal biomimétique, il convient d'opter pour des restaurations à haut indice de translucidité qui permettront la libre circulation de la lumière dans l'ensemble de l'organe dentaire reconstitué. L'effet optique est fortement dépendant de la nature du matériau d'infrastructure et du substrat sous-jacent.

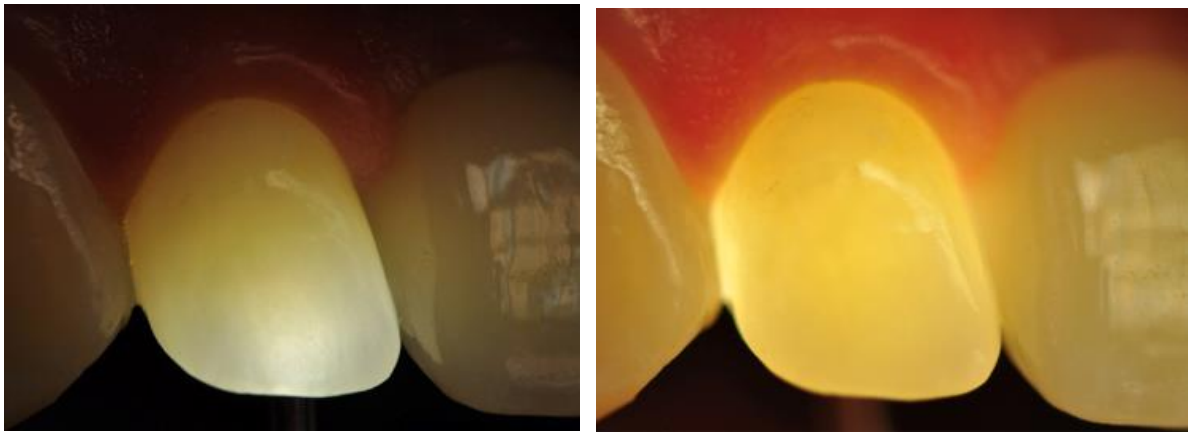


Fig. 36a et 36b : Coiffe e.Max® sur dent indemne

On constate le mimétisme avec la dent naturelle.

Fig. 37a et 37b : Dent dépulpée reconstituée avec une coiffe e.Max®

On note l'importance du substrat sur la qualité de la transmission de la lumière.

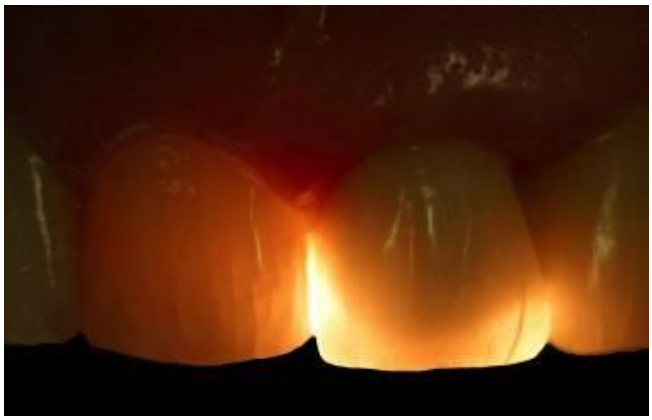


Fig. 38a : Restauration céramo-céramique en lumière directe, on note l'effet masquant de l'infrastructure.

Fig. 38b : Facette feldspathique qui donne un effet optique semblable à la dent naturelle

III. RECONSTITUTIONS CORONO-RADICULAIRES ET EFFETS OPTIQUES

Les reconstitutions corono-radiculaires adhésives permettent de reconstituer une dent dépulpée tout en s'appuyant sur les parois stables et persistantes de cette dernière. Les techniques actuelles nous permettent de respecter les principes esthétiques contemporains comme la conservation tissulaire et le continuum optique (53) (54).

Fig. 39 :
-11, RCR directe (tenon fibré + composite)
- 21 RCR indirecte (tenon fibré + composite réalisé au laboratoire)

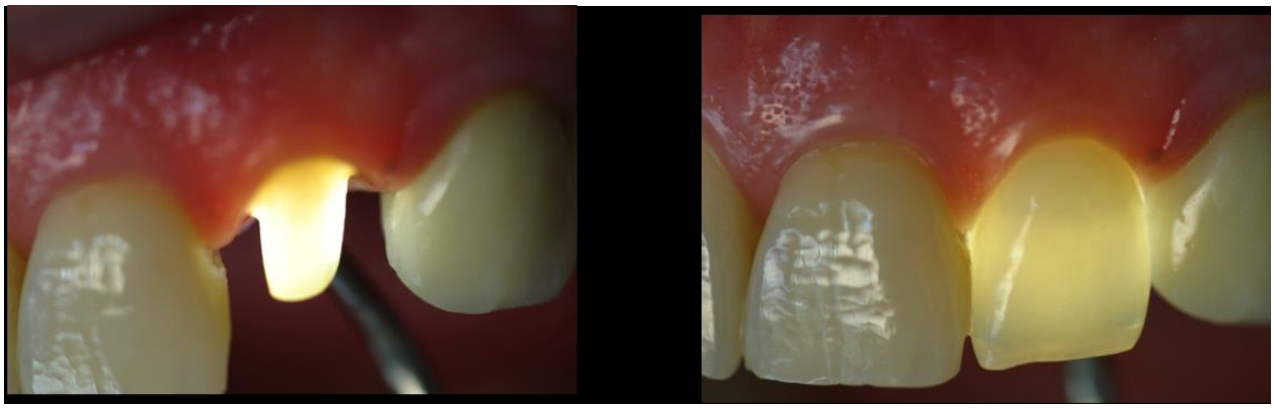


Fig. 40 : RCR directe (tenon fibré + composite Multicore Flow) et RAC totale e.Max®

La technique de céramique pressée sur métal (POM : Press On Metal) permet la réalisation d'un tenon métallique radiculaire recouvert dans sa partie coronaire de céramique (55). On peut ainsi utiliser les différents avantages des deux matériaux : élasticité et propriété mécanique du tenon ainsi que l'esthétique coronaire. Il est ainsi possible d'obtenir un environnement lumineux uniforme et de pouvoir mettre en œuvre une surface de collage entre la partie coronaire du faux moignon et l'infrastructure corono-périphérique. L'association « POM » et e.Max® permet de véritablement exprimer le concept de continuum optique et bio mécanique.

Fig. 41 : Faux moignon POM et coiffe e.Max®

La combinaison des deux éléments constitue un « booster de lumière ».

IV. MODE D'ASSEMBLAGE ET EFFETS MIMETIQUES

Avec l'avènement des techniques de collage, la limite cervicale devient alors résolument supra-gingivale. Cette situation à distance de la gencive marginale est rendue possible par l'excellent mimétisme entre la substance dentaire et la céramique. Aujourd'hui grâce à ce mimétisme, le parodonte peut être préservé, rester indemne de toute agression, par la réalisation de limites supra-gingivales. En effet, l'utilisation d'une vitrocéramique associée à un matériau de collage translucide permet l'obtention d'un **continuum optique** entre la céramique collée et les structures dentaires situées apicalement (56).

Fig. 42a : Essayage des pièces prothétiques

Fig. 42b : Contrôle à 10 jours

On note l'excellent mimétisme entre les reconstructions céramiques, les tissus dentaires résiduels et le parodonte.

V. CHANGEMENT DE PARADGIMES

L'évolution des techniques adhésives et des matériaux céramo-céramiques nous permet aujourd'hui d'avoir une stratégie axée sur la conservation maximale des tissus minéralisés. Le praticien peut ainsi, dans chaque situation clinique, choisir la solution la plus adaptée dans un souci d'économie tissulaire et de concept biomimétique. Les techniques adhésives offrent la possibilité de réaliser des restaurations partielles que la dent soit pulpée ou dépulpée, antérieure ou postérieure.

Situation clinique après dépulpation de 34, 35 et 36 (Fig. 43a). La solution conventionnelle nous amènerait vers une reconstitution corono-radiculaire coulée métallique avec reconstitution coronaire périphérique (concept inlay-core + coiffe).

Fig. 43a : Situation clinique après traitements canalaires de 34, 35 et 36

L'analyse des structures résiduelles, du parodonte, l'âge du patient (homme de 28 ans) nous conduisent à conserver les structures dentaires résiduelles et à reconstruire les pertes de substances à distance des tissus parodontaux, avec des matériaux qui seront collés. On réalise dans un premier temps des RMIPP (Fig. 43b) (57).

Préparations partielles à distances du parodonte : les limites sont très supra-gingivales, ce qui facilite les techniques d'accès aux limites cervicales et la prise d'empreinte en double mélange (Fig. 43c).

Fig. 43b : RMIPP et préparations supra-gingivales sur 34, 35 et 36

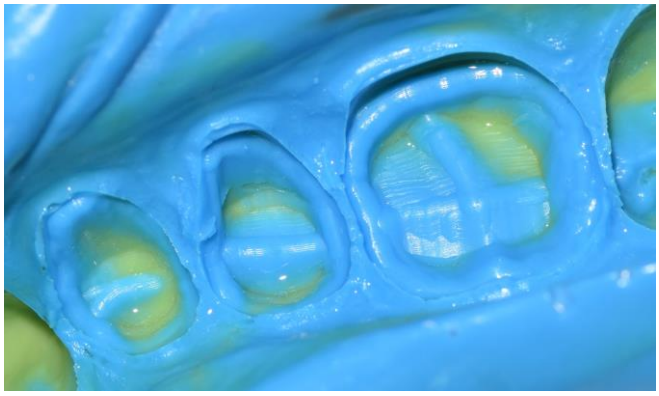


Fig. 43c : Empreinte, technique du double mélange

Les trois reconstitutions partielles en céramique e.Max® pressée sont collées sous champ opératoire. On note le parfait mimétisme, l'intégration biologique et la préservation tissulaire, dès le jour de la pose (Fig. 43d et 43e).

Fig. 43d : Pièces prothétiques collées (céramique e.Max® pressée)

Fig. 43e : Pièces prothétiques collées

CONCLUSION

Le défi esthétique, proposé au praticien lors de réhabilitation du secteur antérieur, n'est possible que lorsque l'infrastructure et la superstructure participent aux phénomènes lumineux.

C'est ainsi que l'étude des dents naturelles, la connaissance et la compréhension des phénomènes physiques qui régissent la circulation de la lumière, ont donné accès à une dimension moderne de la médecine dentaire conservatrice : la biomimétique.

Ce concept, associé au souci d'économie tissulaire et à l'adhésion, nous amène vers une approche rationnelle qui inclut la biologie, la biomécanique et l'esthétique.

De par leur rendu esthétique, de grandes qualités biologiques et leur possibilité d'être collées au substrat dentaire, les céramiques à phase vitreuse constituent un matériau de choix en termes d'intégration esthétique et biologique. Le recours à ces matériaux doit constituer le premier choix prothétique dans le gradient thérapeutique dès lors que c'est possible. Pour les reconstitutions périphériques unitaires et plurales, le praticien doit prendre en compte la situation clinique et opter pour la solution la plus adaptée en fonction des critères esthétiques, biologiques et mécaniques permettant d'assurer la pérennité de la restauration dans l'intérêt de patient. Ainsi, dans certaines situations cliniques pour lesquelles les conditions locales ne permettent pas de répondre aux exigences des procédés céramo-céramiques, il ne faut pas hésiter à avoir recours aux procédés céramo-métalliques, notamment dans les reconstitutions plurales postérieures.

Nous retiendrons donc que :

- Les systèmes céramo-céramiques s'imposent en pratique quotidienne dans le secteur antérieur
- Les coiffes céramo-céramiques sont indiquées dans tous les secteurs d'arcade
- Un suivi clinique à long terme est encore nécessaire pour les matériaux de haute résistance (zircone) proposés pour les restaurations plurales des secteurs postérieurs

Nous devons garder à l'esprit que la réussite dans l'utilisation et la mise en œuvre des procédés céramo-céramiques est le fruit de la collaboration d'une équipe qui sait tirer parti des intérêts cliniques et des critères de choix de chaque système : celle d'un praticien soucieux de la préservation permanente des structures résiduelles et d'un artisan capable de mettre en œuvre de manière optimale ces matériaux au laboratoire, que ce soit par une technologie traditionnelle ou CFAO.

BIBLIOGRAPHIE

1. Trinh XT. - *Les voies de la lumière: physique et métaphysique du clair-obscur*. Fayard 2007.

2. Léna P, Blanchard A. - *Lumière: une introduction aux phénomènes optiques*. InterEditions 1990.

3. Gurel G. - *« La couleur » dans les facettes en céramique*. Quintessence International 2005.

4. Lasserre JF, Pop IS, D'Incau E. - *Déterminations visuelles et instrumentales.* Cahiers de Prothèse 2006; 135 : 1-15.

5. Lasserre JF. - *Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles*. Clinic 2007; 28 : 417-430.

6. Ubassy G. - *Formes et couleurs: les clés du succès en céramique dentaire*. Editions Cdp 1992.

7. Joiner A. - *Tooth colour: a review of the literature*. Journal of dentistry 2004, *32*, 3-12.

8. Paris JC, Faucher AJ. - *Le guide esthétique: comment réussir le sourire de vos patients*. Quintessence International 2003.

9. Reneau M. - *Caractéristiques optiques de la dent naturelle et des biomatériaux de restauration*. Thèse de doctorat en chirurgie dentaire : 217 pages. 2010.

10. Piette E, Goldberg M. - *La dent normale et pathologique*. De Boeck Université 2001.

11. Vanini L. - *Conservative composite restorations that mimic nature*. The journal of cosmetic dentistry 2010, *26*(3), 80.

12. Dietschi D. - *Layering concepts in anterior composite restorations*. Journal of Adhesive Dentistry 2001, 3(1).

13. Mount GJ, Hume WR. - *Préservation et restauration de la structure dentaire*. De Boeck Supérieur 2002.

14. Fradeani M. - *Réhabilitation esthétique en prothèse fixée: une approche systématique du traitement prothétique. Analyse esthétique*. Quintessence International 2006.

15. Touati B, Miara P, Nathanson D. - *Dentisterie esthétique et restaurations en céramique*. Wolters Kluwer France 1999.

16. Koubi S & al. - *Restaurations adhésives en céramique : une nouvelle référence dans la réhabilitation du sourire*.
L'information dentaire 2009, (8-25), 363-374.

17. Magne P, Belser U. - *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : approche biomimétique*.
Quintessence international 2003.

18. Bazos P, Magne P. - *Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histo-anatomic approach; structural analysis.*
European Journal of Esthetic Dentistry 2011, 6(1).

19. Tirlet G, Bazos P. - *Bioémulation et nouveau référentiel.*
Dentoscope 2014

20. Rich B, Goldstein GR. - *New paradigms in prosthodontic treatment planning: a literature review.*
The Journal of prosthetic dentistry 2002, 88(2), 208-214.

21. Croll BM. - *Emergence profiles in natural tooth contour. Part I: Photographic observations*.
The Journal of prosthetic dentistry 1989, *62*(1), 1-3.

22. Tirlet G, Attal JP. - *Le gradient thérapeutique : un concept medical pour les traitements esthétiques*.
L'information dentaire 2009, 25 (41/42).

23. Laborde G, Andrieu P, Maille G, Sette A, Niboyet C, Ferdani A, Margossian P. - *Objectifs et décisions cliniques modernes en odontologie reconstructrice.* Rev Odont Stomat 2014, 43, 269-285.

24. Tirlet G, Bazos P. - *La «biomimétique» : un concept contemporain au cœur de la dentisterie adhésive.*
Médecine bucco-dentaire conservatrice et restauratrice 2014, 117-128.

25. Magneville B, Dejou J, Simon J. - *Le joint dento-prothétique des restaurations esthétiques collées: considérations cliniques.*
Cah Prothèse 1991, 74, 27-32.

26. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. - *Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations.*
The Journal of prosthetic dentistry 2005, 94(6), 511-519.

27. Magne P, Belser U. - *Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach*.
Quintessence Publishing Company 2002.

28. Stankiewicz NR, Wilson PR. - *The ferrule effect: a literature review.* International endodontic journal 2002, 35(7), 575-581.

29. Terry D, Swift E. - *Les reconstitutions corono-radiculaires : d'hier à aujoud'hui*. Dental Tribune International 2014 n°1.

30. Vailati F, Belser U. - *Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1.* European Journal of Esthetic Dentistry 2008, 3(1).

31. Couvrechel C, Bronnec F, Caron G, Schaeffer G. - *Procédures de réintervention pour la dépose des restaurations coronoradiculaires des dents dépulpées.* Réalités cliniques 2011, 22(1), 73-84.

32. Etienne O, Hajtò J. - *Les matériaux céramique en "prothèse sans métal".* Les cahiers de prothèse 2011 (155), 5.

33. Grosgogeat B, Brugirard J. - *Les essais de corrosion des biomatériaux: leurs usages, leurs limites, leurs fondements.* Matériaux & Techniques 2001, 89(5-6), 15-28.

34. McLean JW, Hughes TH. - *The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides.* Br Dent J 1965; "119 (6): 251-67.

35. Degrange M. - *Les systèmes adhésifs amélo-dentinaires.* Réal Clin 2005; 16 : 351-64.

36. Sadoun M. - *Céramiques dentaires. Matériau céramique et procédé de mise en forme.* Tech Dent 2000; 165/166 : 13-17

37. Guazzato M, Albakry M, Swain MV, Ironside J. - *Mechanical properties of In-Ceram Alumina and In-Ceram Zirconia.* International Journal of Prosthodontics 2002, 15(4).

38. Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. - *Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review.* The Journal of prosthetic dentistry 2007, 98(5), 389-404.

39. Anne Battesti. - *Analyse de la translucidité relative des système céramo-céramiques.* Thèse d'exercice 2011.

40. Margossian P, Laborde G. - *Propriétés optiques des systèmes céramo-céramiques : implications cliniques.* Clinic 2007; 28 (1): 453-61.

41. Ahn JS, Lee YK. - *Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant.* Dent Mater 2008; 24 (11): 1539-44.

42. Chen YM, Smales RJ, Yip KH, Sung WJ. - *Translucency and biaxial flexural strength of four ceramic core materials.* Dent Mater 2008; 24(11): 1506-11.

43. Lasserre JF, Larborde G, Koubi S, Larfargue H, Couderc G, Maille G, Botti S, Margossian P. - *Restaurations céramiques antérieures (2) : preparations partielles et adhésion*.
Réal Clin, 2010, Vol 21, (3) : 183-196.

44. D'Incau E, Bartala M, Dos Santos A. – *Traitement de la dent dépulpée postérieure : la stratégie de la préservation*.
Réalités Cliniques 2011. Vol. 22, n°1 : pp. 273 - 280

45. Zitzmann NU, Marinello CP, Lüthi H, Kieferheilkunde MU, Zitzmann N. - *Le système entièrement céramique Procera® AllCeram.*
Schweizerische Monatsschrift Fur Zahnmedizin 1999, 109, 830-836.

46. Wen M, Bebsh M, Kaaber MEM, Salomon C, França R. - *Shear bond strength of lithium disilicate using various adhesive cement*.
Dental Materials 2017, 33, e11.

47. Rezaei SMM, Heidarifar H, Arezodar FF, Azary A & Mokhtarykhoee S. - *Influence of connector width on the stress distribution of posterior bridges under loading.*
Journal of Dentistry (Tehran, Iran) 2011, 8(2), 67.

48. Hadi AM, Yilmaz B, McGlumphy E, Brantley W, Johnston WM. - *In vitro fit of CAD-CAM complete arch screw-retained titanium and zirconia implant prostheses fabricated on 4 implants*.
The Journal of prosthetic dentistry, 2017.

49. Etienne O. - *Dyschromie des incisives maxillaires, jouer de la transparence... pour se fondre dans le décor.*
Inf Dent 2010; 92 (25): 39-41.

50. Etienne O, Descamp F, Toledano C. - *Apport des reconstitutions collées en dentisterie esthétique.*
Inf Dent 2009; 91 (6): 264-70.

51. Soares CJ, Martins LR, Pfeifer JM, Giannini M. - *Fracture resistance of teeth restored with indirect-composite and ceramic inlay systems.*
Quintessence Int 2004; 35 (4): 281-6.

52. Belser U. - *Changement de paradigmes en prothèse conjointe.*
Réalités Cliniques 2010, 21(2), 70-95.

53. Koubi S, Weissrok G, Tassery H, Brouillet JL. - *Les reconstitutions corono-radiculaires collées à base de tenons fibrés : qu'en est-il ?*
Information Dentaire, Juin 2008 n°25 : 1382-1390.

54. Pia JP, Soenen A. – *Les restaurations corono-radiculaires adhesives simplifies*.
Revue d'Odonto-Stomatologie, mai 2013.

55. Gobert B. - *Faux moignon céramisé par pressée.*
Tech. Dent. N°324, 12/13, p. 28-33

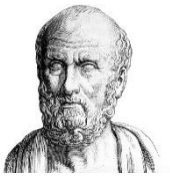
56. Laborde G, Lacroix P, Margossian P, Laurent M. - *Les systèmes céramo-céramiques: Actualités et perspectives*.
Réal Clin 2004; 15(1): 89-104. Cat 3

57. Sophie Carrier-Clerambault. - *Les reconstitutions coronaires et corono-radiculaires à visée esthétique de la dent dépulpée : actualités et perspectives*.
Thèse d'exercice 2015.

LISTE DES FIGURES

Fig. 1 : La fenêtre électromagnétique (Analyse de la translucidité relative des systèmes céramo-céramiques. Thèse d'exercice. 2011. Anne Battesti) 2
Fig. 2 : Prisme de Newton (Analyse de la translucidité relative des systèmes céramo-céramiques. Thèse d'exercice. 2011. Anne Battesti) 3
Fig. 3 : Interaction du rayon incident avec l'interface entre deux milieux 4
Fig. 4 : Relation de Snell Descartes (Ressource internet libre de droit) 5
Fig. 5 : Réflexion diffuse 5
Fig. 6 : Réflexion spéculaire 6
Fig. 7 : La réfraction (Analyse de la translucidité relative des systèmes céramo-céramiques. Thèse d'exercice. 2011. Anne Battesti) 6
Fig. 8 : Diffraction (Ressource internet libre de droit) 7
Fig. 9 : Schéma de Munsell (Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ? Thèse d'exercice. 2015. Pauline Le Pocreau) 9
Fig. 10 : La sphère chromatique (Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ? Thèse d'exercice. 2015. Pauline Le Pocreau) 11
Fig. 11 : Opalescence (5) 12
Fig. 12 : Coupe d'une incisive centrale maxillaire éclairée en lumière UV montrant sa fluorescence bleutée, plus marquée au niveau de la dentine (5) 12
Fig. 13 : Coupe d'une dent naturelle (Courtesy Gilles Laborde) 13
Fig. 14 : Effets d'optique dus à la stratification naturelle des tissus dentaires (Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ? Thèse d'exercice. 2015. Pauline Le Pocreau) .. 15
Fig. 15 : Photographie mettant en évidence l'effet nacré d'une dent naturelle (Courtesy Gilles Laborde) 17
Fig. 16 : Réflexion diffuse de la lumière par les macro et microreliefs de la dent (Courtesy Gérald Maille) 18
Fig. 17 : Schéma du passage de la lumière à travers les différents tissus dentaires (Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ? Thèse d'exercice. 2015. Pauline Le Pocreau) .. 19
Fig. 18 : Les tâches blanches sont la résultante d'une perte d'homogénéité de l'émail, créant de multiples interfaces à la diffusion de la lumière (Courtesy Gérald Maille) 20
Fig. 19 : Mise en évidence du continuum morphologique (Courtesy Gilles Laborde) 22
Fig. 20 : Continuum biomécanique assuré par une RMIPP (Courtesy Gilles Laborde) 23
Fig. 21 : Continuum optique (Courtesy Gilles Laborde) 24
Fig. 22 : Radiographie rétro alvéolaire mettant en évidence l'adaptation marginale (Courtesy Guillaume Courderc et Gilles Laborde) 25
Fig. 23 : Structure e.Max® CAD (MEB) (Courtesy Jacques Dejou) 27
Fig. 24 : Structure e.Max® Press (MEB) (Courtesy Jacques Dejou) 27
Fig. 25 : Structure In Ceram (MEB) (Courtesy Jacques Dejou) 28
Fig. 26 : Structure ZrO_2 (MEB) (Courtesy Jacques Dejou) 29
Fig. 27 : Tableau des familles de céramique 29
Fig. 28 : Répartition de la translucidité par famille de céramique (Gilles Laborde & al) 31
Fig. 29 : Tableau des critères de choix pour la réalisation d'inlay, onlay, overlay, facette ou coiffe unitaire antérieure sur substrat non dyschromié 32
Fig. 30 : Tableau des critères de choix pour la réalisation d'éléments antérieurs ou postérieurs sur tout type de substrat 33
Fig. 31 : Fracture de la connexion en zircone (Courtesy Gérald Maille) 34
Fig. 32 : Tableau des critères de choix pour l'utilisation des infrastructures de haute résistance 35
Fig. 33 : Système Procéra, pressée vitrocéramique e.Max® (Courtesy Patrice Margossian) .. 35

Fig. 34 : Système Zirkonzhan™ : fraisage artisanal de la zircone (Courtesy Gilles Laborde) 35
Fig. 35a et 35b : Dent naturelle en lumière indirecte : diffusion au niveau coronaire et parodontal (Courtesy Gilles Laborde) 38
Fig. 36a et 36b : Coiffe e.Max® sur dent indemne (Courtesy Gilles Laborde) 38
Fig. 37a et 37b : Dent dépulpée reconstituée avec une coiffe e.Max®(Courtesy Gilles Laborde) 39
Fig. 38a : Restauration céramo-céramique en lumière directe (Courtesy Gilles Laborde). .. 39
Fig. 38b : Facette feldspathique qui donne un effet optique semblable à la dent naturelle (Courtesy Gilles Laborde) 39
Fig. 39 : 11 : RCR directe (tenon fibré + composite)
21 : RCR indirecte (tenon fibré + composite réalisé au laboratoire) (Courtesy Gilles Laborde) 40
Fig. 40 : RCR directe (tenon fibré + composite Multicore Flow) et RAC totale e.Max® (Courtesy Gilles Laborde) 40
Fig. 41 : Faux moignon POM et coiffe e.Max® (Courtesy Gilles Laborde) 41
Fig. 42a : Essayage des pièces prothétiques (Courtesy Gilles Laborde) 42
Fig. 42b : Contrôle à 10 jours (Courtesy Gilles Laborde) 42
Fig. 43a : Situation clinique après traitements canalaires de 34, 35 et 36 (Courtesy Gérald Maille) 43
Fig. 43b : RMIPP et préparations supra-gingivales sur 34, 35 et 36 (Courtesy Gérald Maille) 44
Fig. 43c : Empreinte, technique du double mélange (Courtesy Gérald Maille) 44
Fig. 43d : Pièces prothétiques collées (céramique e.Max® pressée) (Courtesy Gérald Maille) 44
Fig. 43e : Pièces prothétiques collées (Courtesy Gérald Maille) 45



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

PASCHEL Laura – Intégration esthétique des restaurations céramiques : vers des effets optiques naturels.

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2018

Rubrique de classement : Odontologie Prothétique

Résumé :
Le défi esthétique, proposé au praticien lors de réhabilitation du secteur antérieur, n'est possible que lorsque l'infrastructure et la suprastructure participent aux phénomènes lumineux.
C'est ainsi que l'étude des dents naturelles, la connaissance et la compréhension des phénomènes physiques qui régissent la circulation de la lumière, ont donné accès à une dimension moderne de la médecine dentaire conservatrice : la biomimétique.
Ce concept, associé au souci d'économie tissulaire et à l'adhésion, nous amène vers une approche rationnelle qui inclut la biologie, la biomécanique et l'esthétique.
L'objectif de ce travail est de faire le point sur l'ensemble de ces éléments et de fournir au praticien les critères décisionnels permettant d'opter pour le matériau de reconstruction prothétique le mieux adapté à la situation clinique.

Mots clés :
Propriétés optiques
Dentisterie esthétique
Reconstitution céramique adhésive
Système céramo-céramique
Biomimétisme
Collage

PASCHEL Laura - Esthetic integration of ceramic restorations: towards natural optic effects.

Abstract:
The esthetic challenge, suggested to clinician during prosthetic anterior restoration, is only possible when infrastructure and superstructure contribute in luminous effects.
This is how the study of natural teeth, knowledge and understanding of physical phenomenona which determine light circulation, have gave access to a modern dimension of conservative dental medicine: the biomimetic.
This concept, combined with care of tissue's economy and the adhesion, bring around to an rational approach which included biology, biomechanics and esthetic
The aim of this work is to take stock of the whole of these elements and to give to clinician the decision-taking requirements opting for the most adapted prosthetic restorative material at the clinical situation.

MeSH :
Optical properties
Esthetic dentistry
Adhesive ceramic restoration
Full ceramic system
Biomimetism
Adhesion

Adresse de l'auteur :
6 impasse des Aubépines
13600 LA CIOTAT