

Année 2015

N° 030

# **Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ?**

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

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Pauline LE POCREAU**

Née le 18/01/1990

Le 11/06/2015 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Pierre WEISS

Assesseur : M. le Docteur Dominique MARION

Assesseur : M. le Docteur Edouard LANOISELEE

Directeur de thèse : M. le Docteur François BODIC

## Remerciements

**A Monsieur le Professeur WEISS**

Professeur des Universités,

Praticien hospitalier des centres d'enseignements et de recherche dentaire,

Habilité à diriger des recherches,

Docteur de l'université de Nantes,

Directeur de LIOAD,

Département de sciences anatomiques et physiologiques, occlusodontiques, Biomatériaux, biophysique et radiologie.

**-Nantes-**

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse.

Je vous remercie de la confiance que vous avez bien voulu me témoigner.

Veuillez trouver ici l'expression de mon profond respect et l'expression de mes sincères remerciements.

**A Monsieur le Docteur Bodic**

Maître de conférence des Universités,

Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches Dentaire,

Docteur de l'Université de Nantes,

Département de Prothèse.

**-Nantes-**

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger cette thèse.

Merci pour vos précieux conseils, votre disponibilité et votre enseignement tout au long de mon cursus.

Veillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance et de ma sympathie à votre égard.

**A Monsieur le Docteur Marion**

Maître de conférence des universités,

Praticien hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherches dentaires,

Docteur de l'Université de Nantes,

Département d'Odontologie Conservatrice,

Ancien Doyen.

**-Nantes-**

Pour m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury.

Je vous remercie de la confiance que vous avez bien voulu me témoigner.

Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect et l'expression de mes sincères remerciements.

**A Monsieur le Docteur LANOISELEE**

Assistant hospitalo-universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche dentaire,

Docteur en chirurgie dentaire,

Département de Prothèse.

**-Nantes-**

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury.

Merci pour vos conseils, votre accessibilité et vos enseignements cliniques au cours de mes études.

Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux et de ma profonde considération.

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>8</b>
<b>1. LUMIERE ET COULEURS.....</b>	<b>8</b>
1.1 DEFINITIONS .....	9
1.1.1 <i>lumière blanche</i> .....	9
1.1.2 <i>la couleur</i> .....	10
1.2 VISION : PRINCIPES DE BASE .....	11
1.2.1 <i>vision des couleurs</i> .....	11
1.2.2 <i>synthèse additive des couleurs</i> .....	12
1.2.3 <i>synthèse soustractive des couleurs</i> .....	13
1.3 LES PROPRIETES OPTIQUES DU RAYONNEMENT LUMINEUX : INTERACTION AVEC LA MATIERE.....	13
1.3.1 <i>l'absorption</i> .....	14
1.3.2 <i>la réflexion</i> .....	15
1.3.3 <i>la transmission</i> .....	16
1.4 LES DIMENSIONS COLORIMETRIQUES .....	17
1.4.1 <i>le système Munsell</i> .....	17

1.4.2	le système CIE 1931 .....	18
1.4.3	la trivariance de la couleur .....	18
<b>2.</b>	<b>L'ASPECT DE LA DENT NATURELLE.....</b>	<b>20</b>
2.1	STRUCTURE DE LA DENT NATURELLE .....	20
2.1.1	l'émail .....	20
2.1.2	la dentine.....	20
2.1.3	la pulpe dentaire.....	21
2.1.4	exemple de l'incisive centrale maxillaire.....	21
2.2	L'ESPACE CHROMATIQUE DE LA DENT NATURELLE .....	22
2.2.1	la luminosité .....	22
2.2.2	la saturation .....	23
2.2.3	la teinte .....	23
2.2.4	le système $L^*a^*b$ , la «sphère chromatique».....	24
2.3	LES SEPT DIMENSIONS DE LA COULEUR DE LA DENT NATURELLE .....	24
2.3.1	la stratification.....	25
2.3.2	la transparence et translucidité.....	25
2.3.3	l'opalescence.....	26
2.3.4	la fluorescence (7), (37), (19) et (18).....	26
2.3.5	l'effet nacré.....	27
2.3.6	l'état de surface (macrogéographie et microgéographie).....	27
2.3.7	les caractérisations.....	28
2.4	L'INTERACTION DE LA LUMIERE SUR LA DENT NATURELLE .....	28
2.4.1	l'absorption de la lumière.....	30
2.4.2	la réfraction et la réflexion de la lumière.....	30
2.4.3	la transmission de la lumière.....	31
2.4.4	les variations des couleurs sur la dent naturelle .....	31
<b>3.</b>	<b>MODIFICATION DE LA DENT NATURELLE PAR LA PATHOLOGIE (35), (8), (2) ET (25) 34</b>	
3.1	DYSCHROMIES EXTRINSEQUES .....	34
3.2	DYSCHROMIES INTRINSEQUES.....	36
3.2.1	atteinte localisée.....	36
3.2.2	atteinte généralisée.....	37
<b>4.</b>	<b>LES DIFFERENTS MOYENS DE RESTAURATION (16), (22), (25), (33), (2), (10) ET (8).. 41</b>	
4.1	ECLAIRCISSEMENT DENTAIRE .....	41
4.1.1	mécanisme d'action des traitements chimiques .....	42
4.1.2	traitement des dents vitales .....	43
4.1.3	traitement des dents non vitales .....	44
4.2	LA MICRO-ABRASION .....	46
4.2.1	mécanisme d'action.....	46
4.2.2	procédure clinique .....	46
4.3	RECONSTITUTION DIRECTE : RESINE COMPOSITE .....	47
4.3.1	la résine composite : structure et polymérisation (31).....	47
4.3.2	critères esthétiques du composite.....	48
4.3.3	intérêts et indications cliniques.....	50
4.4	LES RECONSTITUTIONS INDIRECTES.....	51
4.4.1	les facettes céramiques .....	51
4.4.2	les céramo-céramiques .....	53
4.5	INDICATIONS CLINIQUES.....	56
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>60</b>





# INTRODUCTION

De nos jours, notre profession dépasse largement la simple restauration technique ou fonctionnelle. La demande esthétique des patients ne cesse de croître et nous intervenons donc au niveau du sourire ce qui renvoie à la beauté du visage, à la vie sociale et à la relation de confiance en soi.

La dentisterie actuelle se base désormais sur l'esthétique buccale naturelle, nous prenons conscience de la préservation des tissus dentaires et concourons à des restaurations esthétiques, fonctionnelles et biologiques, cette approche restauratrice est communément appelée « biomimétisme ». La quête du naturel est donc omniprésente dans les restaurations dentaires notamment antérieures.

C'est grâce à la lumière que la perception visuelle des couleurs est possible, en odontologie c'est un élément clé dans le rendu des couleurs des dents naturelles ou des restaurations dentaires.

Dans cette thèse nous aborderons, les principes physiques de la lumière, son interaction avec la matière et la définition de la couleur. Ces généralités nous mèneront à la description de la dent naturelle en matière de lumière et couleur et nous détaillerons les différents facteurs influençant la perception colorée des dents.

Nous traiterons ensuite des pathologies dentaires modifiant la couleur des dents, elles seront présentées en deux catégories : les dyschromies d'origine extrinsèque et les dyschromies d'origine intrinsèque.

Pour répondre aux demandes esthétiques des patients, nous détaillerons les différents moyens actuels de restaurations dentaires selon le principe du gradient thérapeutique. Ils auront pour but de mimer le naturel de la dent pour obtenir un résultat esthétique mais aussi fonctionnel et biologique.

## 1. LUMIERE ET COULEURS

## 1.1 DEFINITIONS

### 1.1.1 LUMIERE BLANCHE

La lumière blanche dite « lumière du soleil » est une forme d'énergie constituée d'ondes électromagnétiques. Ces ondes électromagnétiques émettent un rayonnement caractérisé par : une vitesse de propagation ( $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ , l'une des constantes en physique pour toute vitesse dans le vide), une fréquence  $\nu$  (nombre de vibrations par seconde) et une longueur d'onde  $\lambda$  (distance parcourue par l'onde pendant une vibration). A partir de ces 3 longueurs en découle une relation :

$$\lambda = c / \nu \quad (12)$$

La lumière est composée d'ondes électromagnétiques mais également de photons, ce sont des particules élémentaires de la lumière qui ont un aspect ondulatoire. Le photon se déplace à la vitesse de la lumière soit  $c=3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ , il n'a ni charge, ni masse. (5) (12)

La lumière visible par l'œil est en réalité qu'une toute petite partie des ondes électromagnétiques, appelé le spectre visible. Celui-ci est électromagnétique, ses longueurs d'onde sont limitées entre 380 nm (rayons ultra- violet) et 720 nm (rayons infrarouges) (fig 1) Elles ont la capacité d'exciter les cellules photosensibles de l'œil (3), dans le spectre visible chaque raie correspond un rayonnement de longueur d'onde donnée et à l'émission d'un photon d'énergie.

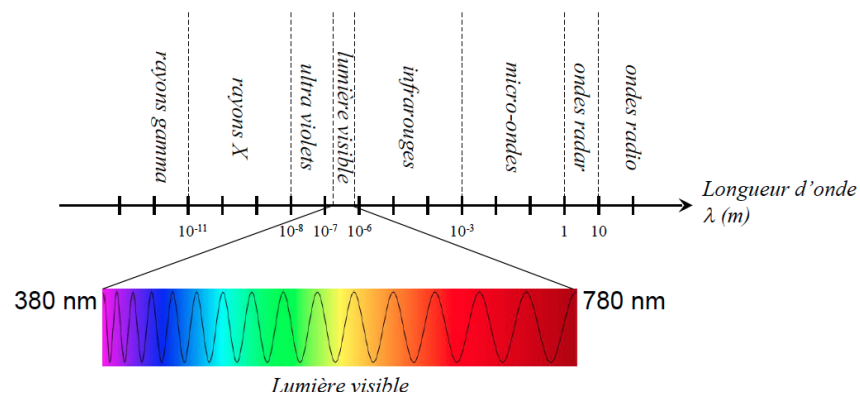


fig.1 : spectre visible (32)

Les expériences du physicien Isaac Newton en 1676, ont démontré que la lumière blanche visible était constituée de plusieurs énergies de longueurs d'ondes différentes grâce à la décomposition de la lumière par un prisme. En effet, Newton éclaire un prisme par un faisceau de lumière blanche, à la sortie de celui-ci il obtient un ensemble de lumière colorée que l'œil arrive à percevoir.

D'après Newton, « la lumière blanche n'est rien d'autre qu'un mélange de lumières colorées » (14).

### 1.1.2 LA COULEUR

La vision des couleurs n'est possible que par la lumière, sans lumière la perception des couleurs, des formes, de l'espace et des mouvements ne seraient pas visibles. (28)

La perception de la couleur dépend de plusieurs facteurs tels que la nature de la source lumineuse, de l'objet éclairé et de l'observateur. La source lumineuse peut être d'origine primaire comme le soleil, les étoiles, les lampes ou d'origine secondaire (objet éclairé qui devient à son tour source de lumière). L'objet éclairé, d'après les lois de Descartes d'absorption, réflexion et transmission, va absorber une partie de la lumière blanche et le reste de la lumière non-absorbée par la matière de l'objet est reflétée à l'observateur, c'est alors qu'il percevra la sensation de couleur. Cette couleur est en fait la perception visuelle d'une longueur d'onde donnée du spectre visible.

Enfin la couleur dépend aussi de l'observateur, les hommes ne perçoivent pas tous de la même manière la couleur, selon leur éducation au sens visuel et à l'expérience. Cette perception varie en fonction de l'âge, de facteurs environnementaux, des récepteurs rétiniens et du fonctionnement du cortex cérébral. (19)

Le terme de couleur est très vaste, son étude doit être pluridisciplinaire car il a plusieurs connotations physique, chimique, psychique, artistique, physiologique.

## 1.2 VISION : PRINCIPES DE BASE

### 1.2.1 VISION DES COULEURS

La vision de la couleur est une perception physique, sensorielle puis psychique, le ressenti de chacun reste donc très subjectif. La description de la vision colorée se fait à trois niveaux :

- physique, lorsque la lumière interagit avec la matière.
- sensoriel, lors de la réception du message lumineux par les cellules rétinienne qui est transmis au cortex cérébral par un message électrique.
- psychique, au niveau du cerveau le message nerveux est analysé et interprété en une perception consciente de la couleur. (19)

En effet pour la plupart des hommes, la sensation de couleur est souvent la même cependant chez certains individus elle s'en écarte, comme les daltoniens.

C'est pourquoi, la perception de la couleur repose sur un élément essentiel à l'observateur, son système optique.

L'œil est l'organe de la vision, il est composé d'une sphère et d'une demi- sphère en avant qui compose la cornée. Le globe oculaire comporte plusieurs tuniques et un milieu aqueux transparent. La rétine est la tunique tapissant le fond de l'œil, elle est le lieu de traduction du message lumineux en message nerveux. Elle contient des cellules photoréceptrices, celles-ci vont capter la lumière puis envoyer un message électrique au cerveau par l'intermédiaire du nerf optique, qui est ensuite décodé pour donner la sensation de couleur.

Il existe deux sortes de cellules photoreceptrices, des cellules sensorielles en forme de bâtonnet situées en périphérie de la rétine et des cellules sensorielles en forme de cônes situées plus au centre.

Les bâtonnets sont sensibles aux faibles luminosités et aux faibles contrastes, ils ont un rôle dans la vision nocturne dite scotopique. Ils permettent par exemple de distinguer plusieurs nuances de gris.

Les cônes eux sont situés dans la fovéa, au centre de la rétine. Ils sont beaucoup moins sensibles à la lumière que les bâtonnets et jouent un rôle dans la vision diurne. On distingue trois types de cône, chacun ont une sensibilité spectrale différente sur le spectre visible de la lumière. Les cônes S sensibles à la lumière bleue, les cônes M sensibles à la lumière verte et les cônes L sensibles à la lumière rouge. La vision des couleurs dépend de la combinaison de ces stimuli, pour une couleur donnée, chaque cône est stimulé à un degré différent. Au niveau du spectre visible, pour une perception colorée donnée il y a une stimulation des cônes en fonction de chaque longueur d'onde.

Les trois types de cônes ont une sensibilité différente en fonction de la longueur d'onde de la lumière.

C'est ce qu'on appelle le modèle trichromatique de la couleur. (36)

Lorsque que les cônes sont excités par la lumière, ils émettent un message électrique, celui-ci transite par des cellules nerveuses, les cellules bipolaires et les cellules ganglionnaires, dont les axones forment le nerf optique. D'autres cellules interviennent dans le transit du message nerveux, elles permettent notamment la vision des contrastes et des changements de couleur.

Le cerveau reçoit le message nerveux, il sera alors analysé et interprété en couleur par le cortex. Cette analyse est complexe car elle doit déterminer pour chaque couleur sa teinte, sa luminosité et sa saturation.

### 1.2.2 SYNTHÈSE ADDITIVE DES COULEURS

La construction des couleurs repose sur un modèle tridimensionnel, défini par trois couleurs fondamentales, dites couleurs primaires. A partir de celles-ci, nous allons pouvoir construire d'autres couleurs, appelées couleurs complémentaires.

Nous avons vu que le système de vision des couleurs se basait sur le trichromatisme, si on raisonne en lumière, la couleur est obtenue par le mélange d'émission de rayons lumineux.

Newton avait démontré que la lumière blanche pouvait être décomposée à l'aide d'un prisme et qu'à sa sortie on obtenait l'ensemble des lumières colorées du spectre visible.

Ce sont des couleurs spectrales monochromatiques, c'est à dire que le mélange en proportion égale des trois lumières monochromatiques crée une lumière blanche, c'est ce qu'on appelle la synthèse additive des couleurs. Tous les rayons lumineux sont réfléchis par l'objet. Les trois couleurs primaires additives sont le rouge, vert et bleu, en les mélangeant deux à deux on obtient les couleurs secondaires additives cyan, magenta et jaune. Le mélange RVB donne une lumière blanche tout comme le mélange des trois couleurs secondaires. (18) (fig.2)

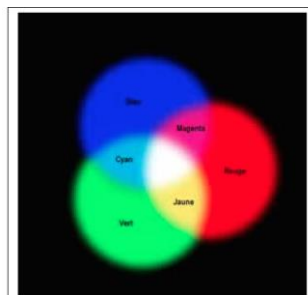


fig.2 : modèle RVB, le mélange donne une lumière blanche. (18)

### 1.2.3 SYNTHÈSE SOUSTRACTIVE DES COULEURS

Le modèle trichromatique de la couleur fait intervenir les couleurs primaires soustractives obtenues à partir de pigments colorés, c'est à dire une couleur résultant de réflexion ou de transmission lumineuse sur des objets colorés ou au travers de ceux-ci. (3)

Les pigments colorés de l'objet vont absorber une partie du rayon lumineux, la couleur perçue sera la lumière résiduelle réfléchie, en résumé la partie du rayonnement absorbée est toujours complémentaire à la partie réfléchie. (18)

Les trois couleurs primaires soustractives sont le jaune, rouge et bleu. A partir de celles-ci on peut obtenir des couleurs secondaires : vert, violet et orange. Les mélanges des couleurs soustractives primaires ou secondaires en proportion égale donne l'absence de couleur, soit du noir.

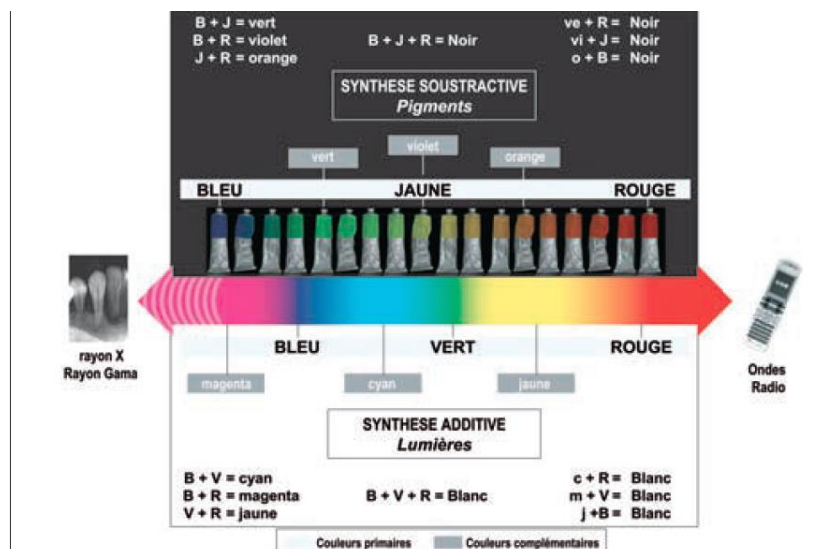


fig.3 : les principes des mélanges des couleurs primaires et secondaires résumés dans ce schéma : la synthèse additive est le mélange des lumières monochromatiques alors que la synthèse soustractive fait appel aux mélanges de pigments colorés. (19)

## 1.3 LES PROPRIÉTÉS OPTIQUES DU RAYONNEMENT LUMINEUX : INTERACTION AVEC LA MATIÈRE

Nous avons vu que la couleur perçue par un observateur était la résultante de trois facteurs : la source lumineuse, l'objet éclairé, c'est à dire ses caractéristiques et les facultés d'interprétation de l'observateur.

Lorsque la source lumineuse frappe un objet, le rayon incident peut être absorbé par la matière, transmis ou réfléchi. La plupart du temps plusieurs phénomènes ont lieu en même temps et dans diverses proportions selon les caractéristiques de la matière.

Celle-ci peut laisser passer le rayonnement sans interagir avec, alors la matière est transparente, une matière qui absorbe, transmet et réfléchit la lumière est translucide et une matière qui absorbe et réfléchit seulement la lumière est opaque.

Nous allons voir les différents phénomènes lumineux qui affectent le rayon incident lorsque celui-ci frappe un objet.

### *1.3.1 L'ABSORPTION*

Lorsque la lumière frappe un objet, une partie des rayons lumineux n'est ni réfléchi ni transmise mais absorbée. Cette énergie se dissipe sous forme de chaleur. Ce sont les rayons non absorbés qui déterminent la couleur. Par exemple, une pomme verte absorbe tous les rayons lumineux du spectre visible sauf ceux de longueur d'onde représentant le vert qui sont réfléchis. (32)

### 1.3.2 LA REFLEXION

La lumière subit un changement de direction en se réfléchissant partiellement ou totalement sur la surface rencontrée. Celle-ci rebondit à la surface de la matière et émet des rayons réfléchis. D'après la loi de Snell-Descartes, l'angle de réflexion est égal à l'angle incident. L'aspect de surface de la matière définit la réflexion, en effet si la surface est rugueuse, la réflexion se fera dans diverses directions et si elle est totalement lisse, elle se fera dans une seule direction. Les différents types de réflexion sont :

-la réflexion spéculaire : elle permet de distinguer le degré de brillance de l'objet. L'aspect de surface est plutôt lisse, les rayons réfléchis ont principalement le même angle que le rayon incident par rapport au point d'incidence. Le reste du rayonnement est transmis à travers l'objet.

-la réflexion diffuse : lorsque la surface d'un objet n'est pas parfaitement polie mais plutôt rugueuse, il n'y a pas un mais plusieurs rayons lumineux qui seront réfléchis dans plusieurs directions. Elle donne la luminosité de l'objet. (fig.4b)

-la réflexion totale : il n'y a pas de rayon transmis, le rayon incident est totalement réfléchi. L'objet est donc opaque. (32) (fig.4a)

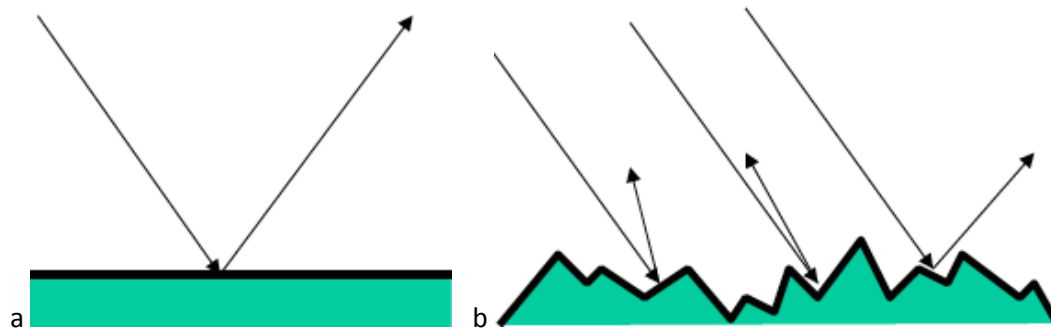


fig.4a : sur une surface plane, la réflexion se fait dans une seule direction (32)

fig.4b : la lumière se réfléchit dans un ensemble de directions dépendant de la microstructure de la surface (32)



### 1.3.3 LA TRANSMISSION

La transmission du rayon incident dépend de la matière de l'objet, c'est à dire le nombre et la taille des particules incluses dans l'objet. Le rayon lumineux est totalement transmis à travers un milieu transparent et en partie à travers un milieu translucide. La lumière transmise dans un matériau translucide est diffusée et réémise à la surface en rayon réfléchi. (32)

#### 1.3.3.1 La réfraction

La réfraction n'a lieu qu'à travers un milieu translucide, lorsque que la lumière passe d'un indice de réfraction à un autre, soit dans deux milieux de densités différentes. Le rayon lumineux est donc dévié avec un angle proportionnel à l'indice de réfraction du milieu. La relation de Snell-Descartes régit la loi de la réflexion :  $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$  ou  $(n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r)$

Lorsque le milieu  $n_2 > n_1$ , la lumière rencontre alors un milieu dit plus réfringent, et le rayon réfracté se rapproche de la normale  $N$ . ( $i > r$ ) (fig.5a)

Lorsque  $n_1 > n_2$ , la lumière rencontre un milieu moins réfringent et le rayon réfracté s'éloigne de la normale  $N$ . ( $i < r$ ) (fig.5b)

Il existe un angle limite jusqu'où il peut y avoir réfraction, au-delà de cet angle, il y a une réflexion totale du rayon lumineux. L'angle limite appelé  $\lambda$  est défini lorsque  $i_2 = 90^\circ$ . (fig.5c)

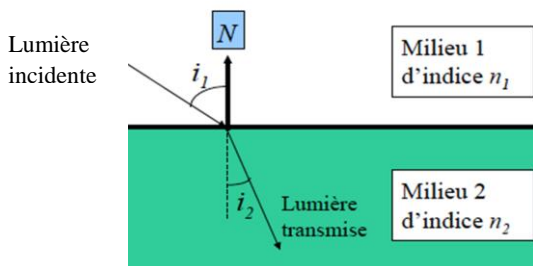


fig.5a :  $n_1 < n_2$  et  $i_1 > i_2$ ,  $n_2$  est plus réfringent donc plus dense (32)

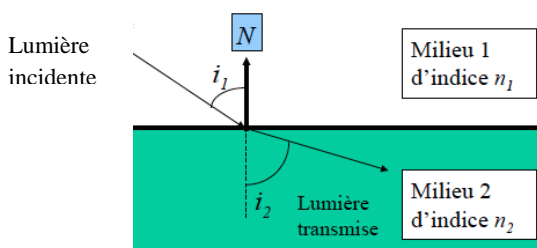


fig.5b :  $n_1 > n_2$  et  $i_1 < i_2$ , le milieu  $n_2$  est moins réfringent (32)

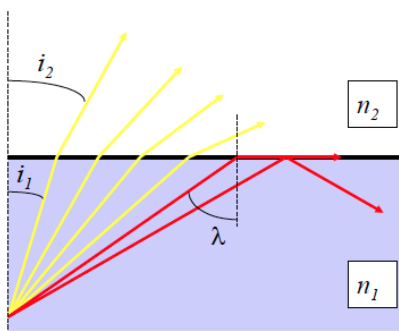


fig.5c : quand  $i_2=90^\circ$  alors  $i_1 = \lambda$ ,  $\lambda$  appelé angle limite

lorsque que  $i_1 < \lambda$ , il y a réfraction (fig.5a et 5b)

lorsque que  $i_1 > \lambda$ , le rayon incident est totalement réfléchi à la surface même si celle-ci n'est pas opaque (32)

### 1.3.3.2 La diffusion

Cet effet n'a lieu qu'en présence de la matière, l'interaction de la lumière avec les particules de la matière va diffuser les rayons dans diverses directions. Il est à noter que le changement d'indice de réfraction d'un milieu à un autre et la taille des particules va influencer la diffusion, en effet plus la taille des particules de la matière sera grande, plus la quantité de lumière diffusée augmentera. (12)

## 1.4 LES DIMENSIONS COLORIMETRIQUES

Depuis le début du XXème siècle, plusieurs systèmes ont été inventés pour décrire les couleurs, plus spécifiquement pour la quantifier et décrire le phénomène de vision des couleurs à partir de modèles mathématiques. C'est la colorimétrie.

Ainsi chaque couleur peut être représentée de façons systématiques dans un modèle spatial.

### 1.4.1 LE SYSTEME MUNSELL

Munsell fut le premier à décrire le caractère tridimensionnel de la couleur en 1905.

Il organise les couleurs à l'intérieur d'une sphère en représentant parfaitement les différentes teintes, luminosités et saturations. 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. (13)

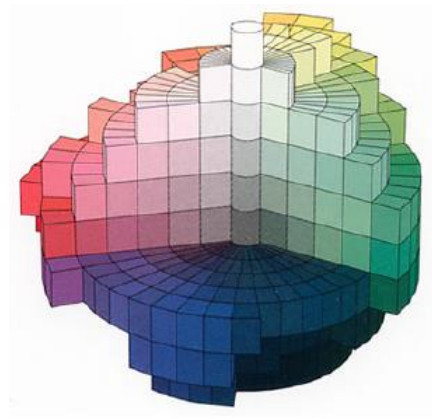


fig.6 : schéma de Munsell permet de décrire la couleur dans un espace trichromatique, l'axe correspond à la luminosité, le rayon à la saturation et « l'angle » à la teinte (12)

#### 1.4.2 LE SYSTEME CIE 1931

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 RVB. En 1976, la CIE introduit le système  $L^*a^*b^*$  se rapprochant 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.7).

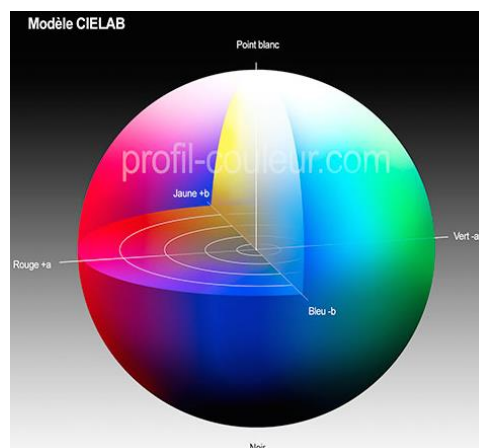


fig.7 : sphère chromatique CIE  $L^*a^*b^*$ . (30)

#### 1.4.3 LA TRIVARIANCE DE LA COULEUR

#### **1.4.3.1 La luminosité**

La luminosité signifie la quantité de blanc contenu dans une couleur ou bien la quantité de lumière réfléchiée. Dans les systèmes de représentation tridimensionnelle, elle est indiquée sur l'axe vertical (blanc/noir). Son appréciation doit s'effectuer très rapidement en clignant des yeux et de préférence dans une ambiance lumineuse de faible intensité. Ce sont les bâtonnets rétiens qui sont stimulés lors de l'évaluation de la luminosité. Elle est souvent appelée brillance, clarté ou brightness, value en anglais. (19)

#### **1.4.3.2 La saturation**

La saturation indique la quantité de teinte ou pigment contenue dans une couleur, c'est le degré de pureté de la couleur. La couleur peut être désaturée par adjonction de blanc (couleur plus pastel) ou par adjonction de noir (couleur plus terne). En anglais, on la retrouve sous le terme de chroma.

#### **1.4.3.3 La teinte**

Appelée aussi tonalité chromatique, elle caractérise la longueur d'onde dominante de la lumière réfléchiée par l'objet. Elle permet de distinguer les différentes familles de couleurs comme le rouge, vert, bleu ou jaune. (13)

## 2. L'ASPECT DE LA DENT NATURELLE

### 2.1 STRUCTURE DE LA DENT NATURELLE

#### 2.1.1 L'EMAIL

L'émail est le tissu le plus dur et le plus minéralisé du corps humain, il contient 95% de substances minérales et 5% d'eau. La phase minérale est constituée de cristaux d'hydroxyapatite agencés sous forme de prismes et de substance interprismatique. Le tout forme une continuité. (29)

La nature de l'émail, l'arrangement de ces cristaux d'hydroxyapatite ainsi que sa forte minéralisation rendent ce tissu dur, cassant, translucide et radio opaque.

Ces propriétés optiques dépendent de plusieurs facteurs tels que sa composition, sa structure, son épaisseur, sa translucidité, son opalescence et son état de surface. Tous ces paramètres évolueront avec l'âge.

L'épaisseur de l'émail n'est pas la même partout, au tiers incisif elle peut atteindre 1,5mm ce qui lui rend une translucidité particulière, surtout chez les dents jeunes car le bord incisif n'est constitué que d'émail. Au tiers moyen, la couche d'émail s'affine et devient moins translucide. Au tiers cervical, il devient très fin et très transparent ce qui laisse paraître la couleur des tissus sous-jacents.

#### 2.1.2 LA DENTINE

La dentine entoure la cavité pulpaire et est recouverte par l'émail au niveau de la couronne et par le cément au niveau de la racine. Sa structure est composée pour 70% d'une phase minérale (hydroxyapatite majoritairement), pour 20% d'une phase organique (collagène type I, II et III) et pour 10% d'eau.

Son degré de minéralisation est plus faible que celui de l'émail ce qui lui confère une opacité plus importante et le rend responsable de la couleur de la dent.

Elle possède une architecture spécifique, elle renferme des cavités étroites et allongées, appelées canalicules dentinaires, qui explique la diffraction de la lumière, certains rayons seront absorbés et d'autres réfléchis.

Le tissu dentinaire évolue, la composition et la structure des différentes couches de la dentine vont

modifier leur comportement optique.

La dentine secondaire physiologique se forme tout au long de la vie mais de façon irrégulière, elle est souvent plus minéralisée donc moins opaque.

La dentine réactionnelle ou tertiaire répond aux agressions carieuses ou aux traumatismes, elle est souvent plus saturée et est localisée au site atteint.

La dentine transparente est hyperminéralisée, elle infiltre les canalicules et est caractéristique au niveau de la jonction amélo-dentinaire. Elle y est très translucide. Elle joue un rôle important dans la transmission de la lumière. (29)

### *2.1.3 LA PULPE DENTAIRE*

La pulpe est le tissu dentaire « le plus vivant ». C'est une masse tissulaire plus au moins volumineuse appelée chambre pulpaire au niveau coronaire et canal radiculaire au niveau de la racine. C'est un tissu conjonctif lâche, qui possède des cellules dispersées dans une matrice extracellulaire hydratée et peu dense. La répartition des cellules dans la pulpe n'est pas uniforme, on distingue au centre, les fibroblastes et en périphérie des cellules très spécifiées appelées odontoplastes, responsables de la formation de la dentine durant le développement embryonnaire et également tout au long de la vie lors de l'apposition de dentine secondaire. (29)

Chez le sujet jeune, le volume pulpaire est très important et donne un aspect rosé à la dent, avec l'âge, son volume diminue et la chambre pulpaire se minéralise.

### *2.1.4 EXEMPLE DE L'INCISIVE CENTRALE MAXILLAIRE*

Les incisives centrales maxillaires sont considérées comme l'élément esthétique le plus important du sourire. L'analyse des dents se base sur le type, la couleur, la texture de celle-ci. Également sur la forme, les contours, la taille, les proportions et sur le bord incisif.

L'incisive centrale maxillaire a une typologie plutôt rectangulaire puis triangulaire et ovoïde en pourcentage dans la population générale. Ses dimensions moyennes sont 9mm de largeur et 10,5 mm de longueur, soit un rapport largeur-longueur de 75%, avec une certaine variation. De plus, les incisives des hommes sont plus larges que celles des femmes. (11) (fig.8)

Chez les sujets jeunes le bord incisif présente des mamelons et est très translucide. En vieillissant, ces

mamelons tendent à disparaître et le bord incisif s'abrase ce qui peut marquer une variation de la courbe incisive. (11)



fig.8 : dimensions et proportions moyennes de l'incisive centrale maxillaire (11)

## 2.2 L'ESPACE CHROMATIQUE DE LA DENT NATURELLE

### 2.2.1 LA LUMINOSITE

La luminosité est le facteur le plus important dans la description de la couleur d'une dent naturelle, en effet lors de la réalisation d'une dent prothétique c'est également l'élément clé de la réussite. (18)

Elle est liée intimement à l'émail, du fait de sa structure cristalline, la lumière passe librement alors que sa substance inter-prismatique lui confère une opacité. Ses propriétés optiques de transmission et de diffusion de la lumière ainsi que son caractère translucide affectent la luminosité de la dent. (37) De ce fait, la luminosité est le critère de réussite des dents prothétiques, un échec de teinte par défaut de luminosité ou un mauvais choix de matériau support peut être le résultat inesthétique

d'une prothèse (par exemple une couronne céramo-métallique n'aura pas la même luminosité qu'une tout céramique du fait de l'opacité du métal).

La luminosité représente la quantité de gris présente dans la dent, sur une échelle de blanc (forte luminosité) au noir (basse luminosité) ou bien la quantité de lumière réfléchie. (11) (fig. 9) Il est préférable d'apprécier la luminosité dans une pièce de faible éclairage, voire sur des photos en noir et blanc, les différences de luminosité entre deux dents de tonalité différentes seront plus faciles à visualiser.

### 2.2.2 LA SATURATION

La saturation correspond à la densité de teinte contenue dans une couleur. (fig.9) C'est le deuxième facteur le plus important dans la description de la couleur d'une dent. Elle et la luminosité sont très liées, si la luminosité augmente, la saturation diminue et inversement.(35) C'est la dentine qui est responsable de la saturation d'une dent, cependant sa visibilité dépend de l'épaisseur de l'émail et de sa translucidité. Elle désature par addition de blanc du niveau cervical au bord incisal. (37)



fig. 9 : échelle des luminosités et saturations (40)

### 2.2.3 LA TEINTE

La teinte est dépendante de la longueur d'onde du rayon lumineux réfléchi par la dent, c'est le caractère le moins important dans la réussite de la couleur des dents. La partie du spectre visible qui correspond aux teintes des dents naturelles est limitée, elle se situe dans le jaune et le jaune orangé,



soit entre 500 et 650 nm. C'est le corps dentinaire qui conditionne la teinte des dents, ainsi la rétraction pulpaire et entre autres l'apposition de dentine tertiaire vont entraîner une modification de teinte de la dent. (28)

#### 2.2.4 LE SYSTEME $L^*A^*B$ , LA «SPHERE CHROMATIQUE»

Les dents naturelles humaines occupent un volume de forme rhomboïde dans la sphère chromatique  $L^*a^*b$ . Cette zone est située assez haut ce qui signifie que les dents naturelles ont une forte luminosité et une faible saturation du fait de leur coordonnées sur l'axe  $L^*$  noir/blanc. Cet espace s'étire en longueur le long de cet axe, vers le haut la luminosité augmente ce qui correspond aux dents jeunes et vers le bas aux dents plus âgées. Sur l'axe horizontal, cet espace se situe dans un cadran compris entre les jaunes ( $+b^*$ ) et les rouges ( $+a^*$ ), tout en étant plus proche des jaunes. On en déduit que la tonalité chromatique des dents naturelles est jaune/orangée.

Cet espace rhomboïde est très étroit et possède une orientation oblique, il traduit les faibles variations de teinte et de saturation. Sa partie inférieure est plus externe que sa partie supérieure qui est plus proche de l'axe de luminosité. Cette dernière information révèle aussi que les dents sombres sont plus saturées en teinte. (fig.10)

En résumé, « la couleur des dents naturelles se caractérise par une luminosité élevée et une tonalité chromatique jaune orangée très désaturée » d'après J-F Lasserre. (18)

La luminosité est comme précédemment citée, le facteur le plus important dans la réussite esthétique.

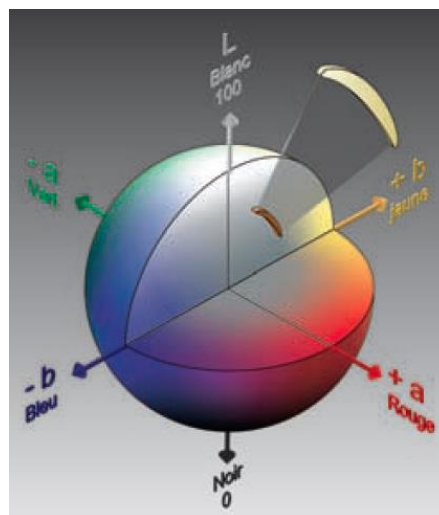


fig.10 : espace rhomboïde des dents naturelles, proche du blanc et de l'axe des jaunes et rouges. (19)

### 2.3 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, telle que la stratification de ses tissus. La couleur d'une dent est le résultat complexe de sept éléments : la stratification, l'opalescence, l'effet nacré, ses caractérisations, les textures de surface, la translucidité et la fluorescence.

### *2.3.1 LA STRATIFICATION*

Les dents naturelles présentent de nombreuses variations colorées du collet au bord libre.

On peut concevoir que 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 apparaître davantage la couleur dentinaire et augmente au bord incisif ce qui crée des effets de dégradés, de transparence et d'opalescence. (19)



fig. 11: les différents effets d'optiques de réflexion et de transmission illustrés par la stratification des tissus dentaires (18)

### *2.3.2 LA TRANSPARENCE ET TRANSLUCIDITE*

On parle de translucidité lorsqu'une seule partie du rayon incident peut traverser 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 réfléchiée, on parle de milieu translucide.

La lumière incidente pénètre en grande partie dans la dent du fait de sa translucidité car plus celle-ci est importante plus sa luminosité baisse.

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'affine, la dent diminue en translucidité et sa saturation augmente car la dentine devient plus visible. (18)

### 2.3.3 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 et en sillon avec une sorte de fenêtre sur le bord libre.(37) 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. (fig. 12)

Par conséquent, le comportement optique de l'émail est du à la taille cristalline de ses cristaux d'hydroxyapatite (0,15 à 0,05 micromètres) comparables à ceux de la pierre d'opale. (18)

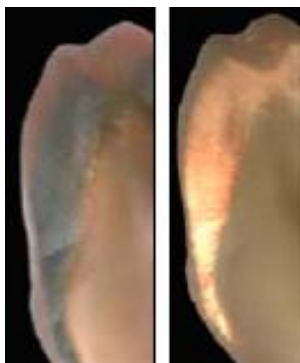


fig. 12 : coupes d'émail photographiées, en réflexion lumineuse l'émail a un aspect bleuté et en transmission lumineuse l'émail est rouge – orangé (18)

### 2.3.4 LA FLUORESCENCE (7), (37), (19) ET (18)

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 bleuté, on parle alors de fluorescence.

(fig. 13) La dentine est responsable de cette propriété mais avec l'âge, la dentine devient hyperminéralisée et la fluorescence dépend de la source lumineuse ainsi que



responsable de cette propriété. La aussi de la source lumineuse et l'angle d'incidence.

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.

fig.13: cette coupe d'incisive centrale maxillaire éclairée en lumière ultra-violette montre sa fluorescence bleutée, notamment forte au niveau de la dentine (18)

### *2.3.5 L'EFFET NACRE*

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.

### *2.3.6 L'ETAT DE SURFACE (MACROGEOGRAPHIE ET MICROGEOGRAPHIE)*

La forme et l'état de surface d'une dent ont autant d'importance que sa teinte, la façon dont la lumière est réfléchie à la surface de la dent va lui donner l'illusion de vitalité. (27)

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 abrassent sa surface. La dent âgée devient lisse avec une surface « émoussée et luisante » (19). La macrogéographie est caractérisée par des lobes qui divisent la surface vestibulaire de la dent en concavité et convexité.(11)

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. (19)



fig. 14: réflexion diffuse de la lumière par les macro et microreliefs de la dent (40)

### 2.3.7 LES CARACTERISATIONS

Les caractérisations affectent l'émail comme la dentine, elles font parties de la description de la couleur d'une dent naturelle. Ce sont des aspects de coloration particuliers localisés, il en existe plusieurs sortes, comme des taches 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. (19) (18)

## 2.4 L'INTERACTION DE LA LUMIERE SUR LA DENT NATURELLE

Le comportement de la lumière sur la dent est un phénomène complexe, qui met en relation les notions de réflexion, réfraction et transmission de la lumière.

Tout d'abord, le rayon lumineux incident venant d'un milieu d'indice de réfraction 1 soit l'air ( $n=1$ ) va venir frapper la surface dentaire à l'indice de réfraction 2 ( $n=1,65$ ), par ce changement de milieu le rayon lumineux va subir quelques changements de directions : 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 réfléchi de nouveau ou transmise au travers de la dent.

### 2.4.1 L'ABSORPTION DE LA LUMIERE

Nous avons vu précédemment que l'émail avait une translucidité de 70 % et la dentine de 40 %, par ce fait, une partie de la lumière incidente peut traverser la dent et être ainsi absorbée par la matière, elle se diffuse alors sous forme de chaleur / d'énergie.(13)

### 2.4.2 LA REFRACTION ET LA REFLEXION DE LA LUMIERE

Elle va se faire à plusieurs niveaux, c'est à dire à chaque interface ayant un indice de réfraction différent soit avec l'émail puis avec 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 la lumière de 40 %, le rayon lumineux sera alors réfléchi et absorbé. (fig. 15)

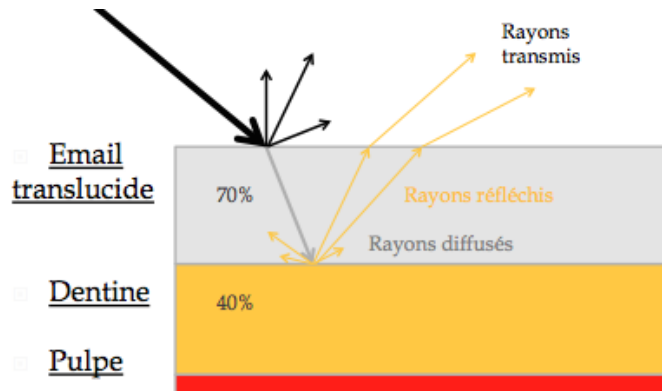


fig. 15: schéma du passage de la lumière à travers les différents tissus dentaires (40)

L'émail est en général assez homogène, son épaisseur varie avec l'âge mais aussi en fonction de sa localisation, au niveau incisal, la translucidité sera importante, la transmission de la lumière sera alors élevée, au niveau coronaire, une partie de la réflexion proviendra de l'interaction avec l'émail mais aussi avec la dentine.

Par ailleurs, la présence de taches 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. 16)

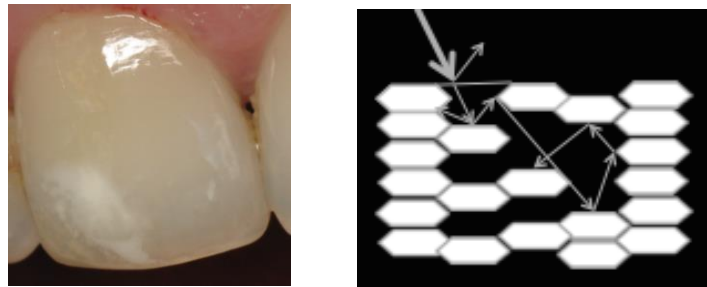


fig. 16: les taches blanches sont le résultat d'une perte d'homogénéité de l'émail, créant de multiples interfaces à la diffusion de la lumière (40)

L'état de surface de la dent influence beaucoup 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 paraîtra donc plus lumineuse. C'est le cas des dents jeunes. (13) (35)

#### *2.4.3 LA TRANSMISSION DE LA LUMIERE*

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. (35)

#### *2.4.4 LES VARIATIONS DES COULEURS SUR LA DENT NATURELLE*

##### **2.4.4.1 L'âge**

La dent naturelle vieillit. Cette variation retentit sur les interactions optiques de l'émail et de la dentine, en effet ces deux tissus dentaires n'ont pas les mêmes propriétés physiques. La dent est exposée à l'environnement buccal et tout au long de la vie va subir des modifications qui retentiront sur sa forme et sa teinte.

Tout d'abord chez le sujet jeune, la dent naturelle présente une épaisseur d'émail importante qui



recouvre entièrement la dentine, son bord incisal est intact, il présente des mamelons donnant un aspect bleuté à la dent jeune et l'état de surface est caractéristique (rugosité, fossettes, effets opalescents). Ces surfaces irrégulières possèdent des parois amélaire non soutenues par la dentine créant des zones translucides comme les mamelons bleutés de l'incisive centrale cités ci-dessus. Du fait de l'épaisseur importante de l'émail, la lumière traversant la dent est diffusée et réfléchi par les cristaux d'hydroxyapatite et réfractée par les espaces intercrystallins. (27) Cette forte réflexion de la lumière donne une haute luminosité et opacité de la dent, elle paraît plus claire, plus blanche car la couleur de la dentine est atténuée par l'émail. (37) (fig. 17)

Avec l'âge, la dent subit des modifications biologiques de l'émail et la dentine, physiologiques dues à l'usure, à l'érosion lors du brossage et à l'alimentation. L'émail s'amincit et devient plus translucide, sa surface est usée, plus lisse. De ce fait, la lumière traverse plus facilement l'émail car les cristaux d'hydroxyapatite deviennent plus denses et la substance intercrystalline se comble petit à petit. Le rayon lumineux se réfléchit alors sur la dentine, ce qui entraîne une baisse de la réflexion et la dent âgée est moins lumineuse. (37) Celle-ci avec l'âge s'est altérée et a augmenté de volume, en réponse aux divers stimuli et agressions (choc thermique, traumatisme, infiltrations). Les lobes dentinaires ont disparu laissant place à l'apposition de dentine tertiaire, elle est également plus minéralisée ce qui fait que le noyau dentinaire semble plus jaune. Le changement de teinte sera plus visible dans la région cervicale en raison de la faible épaisseur d'émail. (28)



fig. 17a: dents jeunes caractérisées par une macrogéographie de surface riche en stries et fossettes. A noter les bords incisifs translucides et bleutés (18)

fig. 17b: dents âgées présentant un aspect de surface lisse et une usure abrasive ainsi qu'une teinte beaucoup plus saturée (18)

#### **2.4.4.2 Le sexe**

D'après une étude américaine de Odioso (Impact of demographic, behavioural, and dental care

utilization parameters on tooth color and personal satisfaction. CCED, 2000), les dents des femmes paraîtraient plus lumineuses et moins jaunes que celles des hommes. Et l'incisive centrale maxillaire des hommes serait plus large que chez la femme. La corrélation entre le sexe et la forme des dents est assez controversée selon les auteurs, qu'il n'y aurait pas de dent typiquement féminine ou masculine surtout dans les dents naturelles. Malgré cela, une dent ayant une forme arrondie ou ovale est plus agréable chez la femme alors que les dents carrées avec des bords incisifs abrasés sont souvent associés aux hommes.(13) (11)

#### **2.4.4.3 Le rapport avec l'environnement**

Le sourire est un des paramètres le plus important chez une personne, il contribue à la communication, à l'esthétique et à l'interactivité.

L'aspect de la dent naturelle peut varier avec les tissus mous qui l'entourent, soient les lèvres inférieures et supérieures, la gencive, les embrasures et la forme du sourire et du visage. (13)

Le sourire est déterminé par la ligne des collets, c'est à dire la teinte, l'épaisseur, la quantité de tissu kératinisé, la forme, l'alignement des collets et par la ligne du sourire, qualifiée par l'ensemble des bords libres des dents et leur rapport avec la lèvre supérieure et inférieure. L'environnement parodontal joue un rôle fondamental dans la perception de la couleur des dents, lorsque la coloration de celui s'intensifie, cela augmente la perception de blancheur des dents. Par exemple chez la femme, le rouge à lèvre relève la blancheur des dents du fait de la forte saturation de son rouge à lèvre.



fig. 18 : contraste de la blancheur de l'émail avec le rouge à lèvre (43)

De plus la position des dents influence leur perception colorée, dans une proalvéolie, les dents apparaissent plus lumineuses qu'en situation rétrusive. Pour les deux arcades, de l'incisive centrale à la canine, la luminosité décroît alors que la saturation augmente. (28)

### 3. MODIFICATION DE LA DENT NATURELLE PAR LA PATHOLOGIE (35), (8), (2) ET (25)

La couleur d'une dent naturelle dépend de sa structure et de l'épaisseur des tissus tels que l'émail, la dentine et la pulpe dont elle est constituée. Au cours de la vie, les tissus se modifient et cela se répercute considérablement sur la couleur de la dent.

Que ce soit une transformation mécanique, chimique ou biologique, toute altération ou changement d'un tissu dentaire entraînera une modification de sa couleur d'origine. En effet toute variation de l'arrangement des tissus conduira une modification de la transmission de la lumière à travers la dent et par conséquent une variation chromatique.

La couleur d'une dent peut varier d'un individu à un autre et aussi d'une dent à une autre, ces multiples dyschromies dépendent de facteurs topographiques, environnementaux, structuraux (défaut de l'émail, composition salivaire,...), génétiques, d'habitudes alimentaires et d'hygiène bucco-dentaire.

On distingue deux types de dyschromie, les colorations d'origine externe : elles affectent la surface de l'émail et sont dues à des agents extérieurs et les colorations d'origine interne : elles peuvent affecter tous les tissus dentaires, plus particulièrement le complexe organo-minéral.

#### 3.1 DYSCHROMIES EXTRINSEQUES

Ce sont des colorations affectant la surface amélaire mais peuvent néanmoins atteindre l'émail plus en profondeur dans certains cas par infiltration des pigments. Ces dyschromies sont causées par des agents externes et peuvent varier en fonction de la couleur, l'âge, le sexe, l'hygiène bucco-dentaire, l'alimentation et leur localisation.

Nous allons classer ces dyschromies externes sur leur couleur et leur forme :

- Colorations brunes : ces pigments bruns se déposent sur les surfaces dentaires et proviennent principalement des tanins contenus dans le thé, café, vin, sodas ... Ils se lient assez facilement à l'émail par le biais de la substance interprismatique.

- Colorations jaunâtres : causées par le biofilm, il s'agit d'accumulation de plaque, de résidus alimentaires, d'amas bactérien et de tartre.
  
- Colorations tabagiques allant du brun au marron foncé : ces colorations sont situées au niveau cervical surtout, elles sont dues à toutes sortes de tabagisme (pipe, cigarette, marijuana, cigare) et varient en fonction de l'individu.
  
- Colorations noires : ces taches se déposent en formant des lignes sur les faces vestibulaires et linguales et plus précisément en cervical et proximal. Elles atteignent plus les femmes, ces colorations sont dues à une bactérie chromogène *Actinomyce*.
  
- Taches vertes : se sont des bandes vestibulaires proches des collets au niveau des dents antérieures. Les bactéries fluorescentes et fongiques *Penicillium* et *Aspergillus* sont responsables de ces colorations et elles se multiplient en présence de lumière.
  
- Colorations orange : elles sont également dues à l'action d'une bactérie chromogène et varient avec l'hygiène bucco-dentaire du patient.
  
- Colorations métalliques : certains médicaments, produits locaux, poussières de métaux laissent une pellicule en surface des dents. Par ailleurs les ions métalliques peuvent pénétrer en profondeur dans les tissus dentaires et laisser une coloration permanente. Selon le métal en cause, les taches peuvent être noires pour le fer, le manganèse et l'argent, grises pour le mercure, bleues-vertes pour le nickel et le cuivre.
  
- Colorations brunes dues aux antiseptiques : la Chlorhexidine contenue dans les bains de bouche antiseptiques peut par une utilisation quotidienne au long cours entraîner des colorations. Ces taches brunes sont localisées au niveau des surfaces dentaires mais peuvent également infiltrer les composites, colorer les muqueuses et la langue. Il s'agit d'une réaction moléculaire en surface de la dent avec la salive et la Chlorhexidine (des agents riches en hydrate de carbone se lient à la surface de l'émail et se colorent).

Toutes ces colorations extrinsèques restent pour la plupart en surface de l'émail et disparaissent après un détartrage et un polissage mais récidivent si il n'y a pas de changement d'habitude.

Cependant dans certains cas, elles peuvent colorer l'émail en profondeur par infiltration à travers les fissures et fêlures et même atteindre la dentine.

### 3.2 DYSCHROMIES INTRINSEQUES

Ces dyschromies atteignent le complexe organo-minéral de la dent, les tissus émail et dentine peuvent être touchés et ce, pendant toutes les périodes de la vie, in utero et à tous les âges. Les colorations intrinsèques peuvent être classées en 2 catégories : les colorations localisées et les généralisées, dans ces dernières, elles seront soit d'origine génétique ou acquise.

#### 3.2.1 ATTEINTE LOCALISEE

- coloration due à un traumatisme :

Lors d'un choc sur une dent, une hémorragie de la pulpe peut avoir lieu, de façon plus ou moins importante.

Pour une hémorragie localisée, le paquet vasculo-nerveux est étiré, le sang pénètre dans les tubulles dentinaires puis se dégrade. Le mécanisme est le suivant : l'hémoglobine libère à son tour des ions ferreux, en s'oxydant, ils s'associent aux sulfures et donnent des sulfures de fer responsables de la teinte grise de la couronne. En plus de la réponse pulpaire face au choc, la dentine secondaire forme une barrière de réparation, cette dentine est alors responsable de l'opacité de la dent, la dent paraît donc plus saturée et de couleur grise/orangée. (25)

Pour une hémorragie plus importante, le paquet vasculo-nerveux est rompu, les canalicules sont envahis par le sang, après le choc on peut voir apparaître un pink spot (tache rouge) sous l'émail, l'intensité de la coloration de la couronne va dépendre du temps écoulé entre le traumatisme et le traitement endodontique de la dent. (2)

- coloration due à une atteinte carieuse :

Selon *Feinman et al. en 1987*, les caries sont les premières causes des colorations inesthétiques des tissus dentaires. Pour résumer, l'atteinte carieuse est due à une activité métabolique des bactéries cariogènes qui par glycolyse, attaquent les tissus dentaires grâce à leur synthèse d'acides organiques.

Il y a un remaniement de l'émail et de la dentine, les prismes d'émail sont dissous et la substance interprismatique est augmentée. Par ce fait, l'équilibre déminéralisation-reminéralisation de la dent est rompu, les tissus dentaires sont modifiés en surface et en profondeur. La transmission de la lumière à travers la dent n'est plus la même, la dent cariée peut avoir l'aspect d'une tache blanche ou brune selon le stade de l'atteinte carieuse.(29) Les produits de dégradation de la dent ainsi que les infiltrats de bactéries et les colorants issus des aliments passent au travers de l'émail du fait de la discontinuité de ces cristaux d'hydroxyapatite, ce qui entraînera un changement de teinte de la dent.

Il est à préciser que lorsqu'on réalise un soin conservateur, la cavité doit être très propre avant l'obturation afin de ne pas entraîner une coloration ultérieure. (8) (25)

- coloration due à un traitement endodontique :

Lors d'une pulpite, l'hémorragie pulpaire libère des ions ferreux et comme vu précédemment, ils sont responsables d'une teinte grise de la dent. Si la pulpe, qu'elle soit vivante ou nécrosée n'est pas entièrement retirée, notamment au niveau des cornes pulpaires ou si la mise en forme des canaux est incomplète, elle peut être responsable d'une coloration de la couronne ou de la racine de la dent. (35) (8)

- colorations dues aux matériaux de restaurations dentaires :

Ils peuvent entraîner des colorations dentaires par leur diffusion au travers des tissus dentaires. L'amalgame d'argent colore les tissus dentaires et muqueux environnants par corrosion et migration ionique. Cependant la coloration est dépendante de l'alliage utilisé, de son mode d'application ainsi que de l'étanchéité de sa cavité. La dent prend généralement une teinte gris/bleuté et confère des reflets au niveau de l'émail. (8) (35)

### **3.2.2 ATTEINTE GENERALISEE**

#### **3.2.2.1 Origine génétique**

Les dyschromies internes d'origine génétique peuvent atteindre seulement les dents comme l'amélogénèse imparfaite, la dentinogénèse imparfaite ou les dysplasies, ou bien être associées à un trouble systémique comme l'ostéogénèse imparfaite, l'épidermolyse bulleuse, la porphyrie, ect.

- l'amélogénèse imparfaite (AI):

C'est un désordre héréditaire touchant la formation de l'émail des dents temporaires et définitives et n'étant pas associé aux troubles systémiques. Il existe trois formes d'AI, une forme hypoplasique, il s'agit d'une anomalie quantitative de l'émail, son épaisseur est réduite, une forme hypomature, l'émail a une épaisseur normale mais ses cristaux d'hydroxyapatite sont déstructurés, ce qui lui donne un aspect moucheté et mou, et peut être détaché de sa surface coronaire. Et une forme hypocalcifiée, c'est une anomalie qualitative de l'émail due à un défaut de minéralisation.

L'AI entraînent des opacités très importantes et des colorations jaunes allant jusqu'au brun foncé. L'aspect de surface est également caractéristique, l'émail peut être granuleux, mou, blanc crayeux se détachant à la sonde. (29) (8)

- la dentinogénèse imparfaite (DI) :

Elle correspond à une maladie héréditaire affectant la dentinogénèse des dents temporaires et permanentes. L'effet caractéristique est l'opalescence de la dentine, par ailleurs les racines sont courtes avec des canaux très fins, les couronnes sont en forme de bulbe et les chambres pulpaires sont souvent oblitérées. (8) Cependant l'émail n'est pas atteint mais laisse paraître en transparence une dentine avec des colorations situées entre le gris-bleu et le brun foncé. (25)

- dysplasies :

Elles regroupent des maladies héréditaires qui touchent l'émail et ou la dentine. L'émail est le plus souvent hypoplasique et présente des opacités, cela est dû à un défaut de formation de la matrice amélogénique. La surface amélaire est rugueuse, piquetée ou à certains endroits présente des manques d'émail. Les opacités entraînant des taches blanches sont dues à des défauts quantitatifs de minéralisation de l'émail. Toutes ces colorations blanches ou opacités et changements d'état de surface entraînent des changements de transmission de la lumière à travers l'émail. (8)

Les défauts quantitatifs et qualitatifs de l'émail sont générés par l'activité des améloblastes. Ces derniers sont également affectés par des troubles métaboliques (endocriniens, anémiques), des déficits nutritionnels (vitamines D, A, C), des maladies infantiles, etc...

### 3.2.2.2 Origines acquises pré et post natales

Il existe d'autres causes des dyschromies intrinsèques généralisées hormis les causes génétiques, comme les maladies infectieuses, la prise de médicaments, les procédures iatrogènes ou le vieillissement physiologique tout simplement. Ces anomalies peuvent apparaître pendant la grossesse ou tout au long de la vie.

- colorations dues au fluor : (8), (25), (2), (28), (10) et (9)

La fluorose dentaire est une cause intrinsèque des colorations dentaires due à une prise excessive et chronique de fluor pendant la formation de l'émail. A faible dose, le fluor protège les dents des caries mais lorsque qu'il est pris en excès ou bien dans certaines régions où la concentration en fluor dans l'eau est importante, la fluorose se manifeste par des taches blanchâtres, un aspect de surface en voile, des colorations brunes et même dans les cas les plus graves, l'émail est poreux avec un aspect en piqueté. La prise excessive de fluor pendant la grossesse et ce jusqu'à l'âge de 8 ans va perturber l'émail en formation. Les améloblastes sont sensibles au fluor à partir de 1 ppm, la formation et la calcification de la matrice amélaire seront alors défectueuses, entraînant une hypominéralisation ou un émail poreux. La nature et la sévérité des fluoroses sont dépendantes de la concentration en fluor, de la durée d'exposition, du stade de l'activité des améloblastes et également de la susceptibilité individuelle.

Les fluoroses se manifestent sous différentes formes, elles ont été classées en trois catégories par Feinman et al. en 1987 :

-fluorose simple : les dents présentent des colorations brunes, des voiles, des taches blanchâtres, leur émail a un aspect lisse sans défaut de surface.

-fluorose opaque : les dents sont grises avec des taches blanchâtres plus ou moins opaques, elles restent superficielles.

-fluorose avec porosité : la surface de l'émail est piquetée, avec des zones plus sombres et des défauts amélaire tels que la porosité. Dans les cas les plus graves, il peut y avoir des aplasies ou dysplasies de l'émail.

- colorations dues aux tétracyclines : (8) et (25)



La prise de tétracyclines chez la femme enceinte et l'enfant peut entraîner des dyschromies dentaires. L'antibiotique se combine avec les ions calcium dans les cristaux d'hydroxyapatite, ce qui aboutit à un complexe tétracycline-orthophosphate de zinc lors de la minéralisation de la dent. Ce dernier infiltre l'émail et surtout la dentine en formation, il se dépose au niveau des stries de croissance des tissus dentaires. Les dyschromies sont variables dans leur étendue, type de coloration, profondeur et localisation. De plus, lorsqu'elles sont exposées à une lumière ultraviolette (360 nm), elles montrent une fluorescence jaune brillant. La variété des dyschromies est conséquente, c'est pourquoi un classement en quatre degrés a été réalisé par Boksman et Jordan en 1983 :

Degrés	1 <sup>er</sup> degré	2 <sup>e</sup> degré	3 <sup>e</sup> degré	4 <sup>e</sup> degré
Type de coloration	Légère Uniforme Sans bandes	Moyenne Uniforme Sans bandes	Forte Irrégulière Avec bandes	Très forte Avec bandes et plages irrégulières
Couleur	Jaune ou marron clair Peu saturée	Jaune ou marron clair Gris léger Assez saturée	Gris-marron Bleu-violet Très saturée	Gris foncé à marron ou violet foncé Très très saturée
Traitement chimique	Possible Excellent résultat	Possible Bon résultat	Difficile Résultat moyen	Impossible Mauvais résultat
Traitement prothétique	Inutile	Inutile	Possible	Obligatoire

fig. 19 : classification de Boksman et Jordan en 1983 des colorations dues à la tétracycline (25)

La sévérité des colorations dépend aussi de l'âge et de la durée de la prise, du type de tétracycline et de la posologie.

- colorations dues aux troubles hémolytiques du nouveau-né : (25) et (8)
- érythroblastose fœtale et ictère sévère du nouveau-né : ils produisent une jaunisse importante et au niveau dentaire, des colorations jaunes et vertes apparaissent ainsi qu'une hypoplasie de l'émail.
- anémie et thalassémie : ces anomalies sanguines produisent des dyschromies semblables avec la présence de pigments sanguins au sein des tubulli dentinaires.
- porphyrie érythropoïétique congénitale : la porphyrine se dépose au niveau des os et de la dentine, les dents temporaires et permanentes ont des colorations rouge et brune.

- colorations dues au vieillissement : (7) et (25)

Les tissus dentaires évoluent au cours de la vie, il y a une répercussion au niveau de la couleur de la dent et les paramètres l'influençant tels que l'épaisseur, la structure et la composition des tissus vont être modifiés. La pulpe va perdre en volume, laissant une plus grande place à la dentine, de plus celle-ci forme en permanence de la dentine secondaire physiologique ainsi qu'une dentine tertiaire, dite réactionnelle en cas d'agressions. La dentine devient plus minéralisée, expliquant son opacité qui va donner la teinte jaune à la dent. Par ailleurs, la couche émail s'affine, devient plus lisse et sa translucidité augmente, ce qui permet à la dentine avec sa teinte plus sombre de mieux transparaître.

Tout changement de structure et de composition des différents tissus de l'organe dentaire modifie la transmission de la lumière et donc notre perception colorée de la dent.

#### 4. LES DIFFERENTS MOYENS DE RESTAURATION (16), (22), (25), (33), (2), (10) ET (8)

La demande esthétique croissante des patients et l'évolution de la dentisterie esthétique nous amène à des stratégies de traitement ultraconservateur (a minima) et du biomimétisme. Nous avons vu que la lumière avait une place importante dans l'esthétisme, qu'elle interférait avec les différents tissus de la dent, c'est pourquoi les matériaux de restaurations dentaires doivent avoir des propriétés voisines de celles de la dent (fluorescence, opalescence) mais aussi des propriétés mécaniques importantes. Aujourd'hui quel que soit la demande du patient, nous devons appliquer le gradient thérapeutique, les impératifs biologiques, biomécaniques et esthétiques sont indissociables et doivent nous orienter vers la technique de restauration la plus appropriée pour restituer l'aspect naturel de la dent. Selon le type de pathologie ayant modifié sa couleur naturelle et la perte de substance dentaire, différents moyens de restauration s'offrent à nous. Selon le principe de préservation tissulaire nous allons les décrire ainsi que leur biomimétisme face à la dent.

##### 4.1 ECLAIRCISSEMENT DENTAIRE

Le traitement chimique d'éclaircissement des dents est le moyen le moins invasif et le plus conservateur d'un point de vue biomécanique pour pallier aux dyschromies dentaires. L'éclaircissement peut être réalisé sur les dents vitales pour la plupart des cas pour des raisons de

colorations physiologiques dues à la rétraction de la pulpe et à l'apposition de dentine secondaire ou sur des dents non vitales, suite à un traumatisme, la dent se colore, conséquence de l'hémorragie pulpaire. Plusieurs types de traitements existent, par voie interne ou externe, au fauteuil ou en ambulatoire. (22)

#### 4.1.1 MECANISME D'ACTION DES TRAITEMENTS CHIMIQUES

Le mode d'action des traitements d'éclaircissement fait appel aux principes de réaction chimique d'oxydo-réduction entre la molécule chromogène et la molécule décolorante. Cette dégradation des colorations est permise grâce à l'oxygène naissant de cette réaction oxydative, il passe au travers de l'organe minéral de la dent pour ensuite décolorer les tissus. Les principaux agents éclaircissants sont :

- Le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) : son mécanisme est simple, du fait de sa faible liaison au sein de sa molécule, une première réaction d'oxydo-réduction libère de l'eau et de l'oxygène, c'est la « photodissociation ». Elle libère l' $O_2$  natif dont le pouvoir oxydant est faible. Une deuxième réaction, dite de « dissociation anionique » donne naissance à des ions peroxydrol  $HO_2$ , dont le pouvoir oxydant est plus fort. Ces deux réactions sont déclenchées sous l'effet de la lumière, de la chaleur ou d'activateurs chimiques. (25)

Les produits de réactions oxydent les structures chromophores et donc diminuent les colorations des tissus dentaires. Du fait de leur faible poids moléculaire, leur passage au travers des tissus est plus facile, ils agissent plus particulièrement au niveau de la jonction émail – dentine. L'action éclaircissante de  $H_2O_2$  a lieu en surface comme en profondeur.(2)

- Le peroxyde de carbamide ou peroxyde d'hydrogène-urée : il était reconnu comme antiseptique local puis depuis quelques années pour ses propriétés éclaircissantes. Cet agent se présente le plus souvent sous forme de gel à 10 %, pratique pour les techniques ambulatoires pour les éclaircissements de dents vitales, son action au contact de la salive et de la température buccale libère des molécules de peroxyde d'hydrogène (3 %) et d'urée (7%). A son tour l' $H_2O_2$  se décompose en libérant des ions oxydants qui vont décolorer les substances chromophores.(25) (2) La concentration du produit pouvait aller jusqu'à 30 % en utilisation au fauteuil mais son usage a été réglementé par l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé) et sa concentration ne doit pas excéder 16 % pour tous les Etats membres de l'Union Européenne.(26)
- Le perborate de sodium : il s'agit d'une poudre fine, cristalline, antiseptique qui en présence d'eau se décompose et donne de l' $O_2$  natif. C'est un processus d'oxydation lent pour les colorations intrinsèques. Son action peut être potentialisée si l'on mélange du peroxyde de

carbamide ou du peroxyde d'hydrogène mais cela peut entraîner des risques de résorptions cervicales. (25)

Ces différents agents chimiques d'éclaircissement des dents vitales et non vitales vont tous produire un agent oxydant qui pourra pénétrer dans l'émail et la dentine pour dégrader les pigments colorants.

#### 4.1.2 TRAITEMENT DES DENTS VITALES

L'éclaircissement des dents pulpées se fait par voie externe, du fait que l'émail se comporte comme une membrane semi-perméable, l'oxygène natif issu du processus d'oxydation des produits éclaircissant infiltre l'émail et la dentine jusqu'à son tiers externe. Avant tout traitement d'éclaircissement, il faut définir l'étiologie de la dyschromie (son type, son degré, sa forme) et la demande du patient, l'efficacité sera plus importante sur les colorations naturelles saturées ou la saturation de la teinte due au vieillissement physiologique. (2) (fig. 20a)

La technique ambulatoire d'éclaircissement est proposée pour la première fois en 1989 par Haywood et Heymann, elle consiste en l'application d'un gel de peroxyde de carbamide à 10 % dans une gouttière polyvinyle thermoformée issue d'un moulage des arcades dentaires. Les gouttières sont portées pendant la nuit ou 1 à 2 heures par jour selon la concentration du produit (de 10 à 16 % en ambulatoire) et le résultat souhaité en fonction du degré de dyschromie. La durée du traitement peut aller de 2 à 6 semaines. (8) (25) (fig. 20b)



fig. 20a : dents vitales, colorations physiologiques.



fig. 20b : résultat après éclaircissement au gel de peroxyde de carbamide.

La technique au fauteuil des dents pulpées est réservée aux cas plus sévères (tétracyclines, fluoroses) ou lorsque les résultats sont assez « pressés », cette technique est aussi plus contrôlée. Les gels d'éclaircissement utilisés sont soit du peroxyde de carbamide allant jusqu'à 16 % ou peroxyde d'hydrogène à 6 %. Vu leur forte concentration un champ opératoire ou digue photo-polymérisable est impératif pour protéger les tissus mous environnants. Depuis des nouveaux produits d'éclaircissement contiennent des gels désensibilisants et des agents de reminéralisation de surface. (25) Ces agents d'éclaircissement peuvent se présenter sous différentes formes : un mélange liquide – poudre ou un gel, ils sont catalysés soit par un activateur chimique, une source lumineuse ou thermique, cette activation accélère la décomposition du peroxyde d'hydrogène. Un des traitements de blanchiment au fauteuil est la technique compressive par gouttière et activation lumineuse (lampe halogène) pendant 30 à 60 minutes. La lumière et la chaleur sont des paramètres qui augmentent la décomposition du peroxyde d'hydrogène mais ils sont à la fois très discutés. D'après une étude in vitro réalisée par Huk, Tam et Hubert en 2004 (21), l'activation lumineuse par une lampe halogène, une lampe infrarouge, un laser au CO<sub>2</sub> ou un laser argon augmentait la décomposition du peroxyde d'hydrogène par 2,2 lors d'une élévation de 10° de la température. En effet les résultats d'éclaircissement des dents colorées sont significatifs mais cela entraînent également une élévation de la température externe et interne des tissus dentaires pouvant causer des dommages pulpaire. L'expérience montre que le laser CO<sub>2</sub> ainsi que les infrarouges sont responsables d'une augmentation de température des tissus dentaires plus importante. Mais les auteurs relativisent les résultats du fait qu'elle est réalisée in vitro et non in vivo. (21) L'oxygène issu de la décomposition pénètre ensuite dans les tissus pour décolorer les pigments. L'opération peut être répétée toutes les 2 à 4 semaines si besoin. (8) L'autre alternative pour ce traitement est l'application directe de la préparation poudre et liquide (peroxyde d'hydrogène à 6 %) avec un activateur chimique sur la surface vestibulaire des dents, dans ce cas une digue est également nécessaire. Le temps de pose est d'environ 20 minutes, pendant la séance un renouvellement du produit est possible pour augmenter l'effet éclaircissant des dents. Dès lors qu'il y a des sensibilités pendant la séance, il est préférable d'arrêter l'application du produit. (2)

Toutefois une technique combinée peut être envisagée pour des résultats plus rapides. Le patient commence par une séance au fauteuil avec des agents plus concentrés (effet immédiat, rapidité) et poursuit son traitement en ambulatoire avec le port de ses gouttières. Dorénavant l'utilisation du peroxyde d'hydrogène est réglementée par L'ANSM depuis le 31 octobre 2012. Les produits dont la concentration est supérieure à 0,1 % et inférieure ou égale à 6 % de peroxyde d'hydrogène présent ou dégagé sont strictement réservés aux chirurgiens dentistes. (26)

#### *4.1.3 TRAITEMENT DES DENTS NON VITALES*

Les colorations intrinsèques des dents dévulpées sont principalement dues aux produits de dégradation de la pulpe lors d'une nécrose, des infiltrations du traitement endodontique ou d'une hémorragie pulpaire lors d'un choc. (fig. 21a) L'éclaircissement par voie interne sera efficace seulement sur les pigments d'origine organique. (2) La méthode d'éclaircissement consiste à placer dans la chambre camérale de façon temporaire une pâte oxydative avec une boulette de coton pour absorber les excès d'eau et un pansement hermétique pour fermer la cavité. Il est important que la fermeture soit bien hermétique car une expansion du produit a lieu due au dégagement d'oxygène naissant. De même, les ions oxydatifs vont pénétrer dans la dentine et l'émail pour aller au contact des pigments colorants. (25) Le renouvellement du pansement se fait toutes les 3 semaines jusqu'à satisfaction du changement de teinte. (fig. 21b) La pâte oxydative est un mélange de perborate de sodium et d'eau distillée, auparavant on utilisait du perborate de sodium mélangé avec du peroxyde d'hydrogène mais la littérature a rapporté un accroissement des résorptions cervicales dues à ce mélange. En effet le peroxyde d'hydrogène conduisait à un pH acide, cela entraînait une brûlure des tissus, une baisse de la dureté et donc à une destruction de l'émail et la dentine. De plus la perméabilité microbienne au niveau radiculaire pouvait déclencher ces résorptions. (2)

Une technique au fauteuil peut être réalisée, il s'agit d'une application de peroxyde d'hydrogène au sein de la cavité camérale, une fois cette dernière bien hermétique, elle est couplée à une activation par un laser ou une lampe aux ultraviolets. L'application du produit est courte et n'entraîne donc pas de risque de résorption. (25)



fig. 21a : coloration intrinsèque d'une dent non vitale.



fig. 21b : résultat après éclaircissement interne.

## 4.2 LA MICRO-ABRASION

La micro-abrasion amélaire est une technique souvent complémentaire à l'éclaircissement dentaire. Elle s'adresse aux cas de fluoroses modérées, d'anomalies de structure et de couleur de l'émail telle que l'amélogénèse imparfaite, des séquelles de traumatisme des dents temporaires répercutées sur les dents permanentes ou certaines dyschromies extrinsèques, dans tous les cas la profondeur de la lésion est un critère essentiel. Cette méthode repose sur un traitement physico-chimique qui modifie et élimine la partie superficielle de l'émail dyschromié. Celui-ci devient plus lisse, la lumière est plus absorbée, sa translucidité est donc augmentée, la couronne paraît moins lumineuse et plus saturée. C'est pourquoi dans certains cas, un traitement de blanchiment vital est associé. (22)

### 4.2.1 MECANISME D'ACTION

On utilise une pâte abrasive et érosive, généralement prête à l'emploi conditionnée en seringue (Opalustre<sup>TM</sup>, Ultradent), c'est un mélange d'acide chlorhydrique à 6,6 % et d'un abrasif micronisé à base d'oxyde de silicium. Son action abrasive et érosive complétée avec une action de frottement en surface va éliminer une couche superficielle d'émail contenant des colorations. Toutefois le résultat de cette action dépend du temps d'application (plusieurs séances sont nécessaires), de la pression exercée, celle-ci est indispensable pour que l'action abrasive optimise l'action érosive et la typologie de l'émail. Il est à noter que dans certains cas de dysplasie d'émail important, une améloplastie à l'aide de fraises diamantées est nécessaire, l'émail est ainsi régularisé et le traitement de micro-abrasion sera plus efficace. (20)

### 4.2.2 PROCEDURE CLINIQUE

La pose d'un champ opératoire pour isoler la gencive est recommandée. On applique la pâte abrasive sur les surfaces amélares, à l'aide d'une cupule en silicone montée sur un contre angle (500 tours/minute) on exerce une pression modérée. L'action dure 10 à 20 secondes par dent, c'est à dire un cycle et on peut répéter 10 cycles par séances car l'on retire 10 microns d'émail par cycle. Après chaque cycle, on rince et sèche les surfaces traitées. (20)

Dans les cas de dysplasie d'émail important, comme vu précédemment, on peut réaliser une améloblastie de surface pour augmenter l'efficacité de la micro-abrasion et ensuite infiltrer une résine fluide peu chargée dans les anfractuosités amélares pour ainsi combler et protéger cette zone, le système utilisé est ICON, DMG<sup>R</sup> (34).

Ces deux sortes de restaurations, éclaircissement et micro-abrasion, permettent de redonner l'aspect naturel des tissus dentaires dyschromiés par le passage de la lumière à travers eux. La réflexion et la transmission lumineuse sont ainsi retrouvées et la dent retrouve son naturel, on est au cœur de la dentisterie ultra-conservatrice et du biomimétisme dans ces deux techniques.

#### 4.3 RECONSTITUTION DIRECTE : RESINE COMPOSITE

Les restaurations antérieures en résine composite ont pour but de rétablir une fonction esthétique et fonctionnelle aux dents antérieures tout en ayant un résultat le plus proche du naturel. Cette thérapeutique se trouve au milieu du gradient thérapeutique et est indiquée pour des dyschromies importantes et profondes associées à des anomalies de formes, n'ayant pas répondu aux premières techniques moins mutilantes. Les reconstitutions directes par composites peuvent aussi être envisagées pour les pertes de substances dentaires dues à des caries ou à des fractures amélo-dentaires par exemple, dans la mesure où la dent n'est pas trop soumise à des charges fonctionnelles importantes. Par ses qualités esthétiques et optiques proches de celles de la dent naturelle, le composite apparaît comme un moyen de restauration fiable et simple à mettre en œuvre. (22)

##### 4.3.1 LA RESINE COMPOSITE : STRUCTURE ET POLYMERISATION (31)

Les résines composites se sont développées et améliorées depuis leurs mises sur le marché dans les années 60. Le composite est un matériau constitué d'une matrice organique résineuse, d'une phase chargée, le tout lié par un agent de couplage : le silane. Il est collé au substrat dentaire par une résine adhésive.

-la phase organique résineuse : elle occupe 25 à 50 % du volume du composite, elle permet l'insertion du matériau sous forme plastique. Elle est formée par la résine matricielle (principe chimique actif du composite, souvent des diméthacrylates, bis-GMA), par des abaisseurs de viscosité ou diluants car les monomères de bis-GMA sont très visqueux par leur haut poids moléculaire. Ces diluants vont augmenter la rétraction de prise du matériau et diminuer leur viscosité. Des additifs sont ajoutés aux composites, ils inhibent la polymérisation spontanée, ce sont principalement des dérivés des phénols. Enfin le système de polymérisation permet la transformation du composite sous forme pâteuse en forme dure, il existe deux catégories de composites, les chémo-polymérisables et



les photopolymérisables. Les plus courants sont des photopolymérisables, l'activateur est la lumière ultraviolette (468 nm).

-la phase chargée : elle comporte des charges, occupant 26 à 75 % du volume et permet de renforcer et diminuer la proportion de résine organique. La taille des particules de charges varie entre 0,2 et 50 micromètres, plus elles sont en nombre important et en petites dimensions, plus les propriétés mécaniques seront améliorées. Mais ces deux objectifs augmentent également la viscosité du composite. Les principales charges sont la silice sous forme cristalline (cristobalite, quartz et tridymite) et sous forme non cristalline (verre), plusieurs granulométries sont incorporées au sein de la résine composite pour ne pas laisser d'espace vide.

-le silane : cet agent de couplage assure la cohésion entre les phases organiques et chargées, les charges sont donc silanisées.

Aujourd'hui les composites sont classés selon la taille et le pourcentage des charges, on distingue les macrochargés (1 à 40 microns de quartz et 78 % de charges en poids), les microchargés (0,04 microns de silice et 54 % en poids) et les hybrides, plus généralement les microhybrides (microcharges de  $\text{SiO}_2$ ) et les microhybrides nanochargés (charges de 2 à 70 nm). Ces 2 types de composites hybrides sont mécaniquement les plus aptes à répondre aux restaurations directes d'un point de vue mécanique et esthétique, les nanocharges absorbent les contraintes et limitent les fissures, facilitent le polissage et améliorent le vieillissement du composite. Les toutes dernières générations de composites sont rendues aux particules de charges sphériques supra-nano de 200 nm.

Le système colorimétrique des composites a également évolué vu la demande esthétique élevée, les composites comportent plusieurs opacités pour pouvoir mimer la dentine et l'émail de la dent naturelle. Les différents indices de réfraction entre les charges minérales et la matrice permettent d'obtenir d'autres opacités. (1)

#### *4.3.2 CRITERES ESTHETIQUES DU COMPOSITE*

Les éléments clés de la réalisation esthétique d'un composite sont la couleur et la forme. Ils présentent des propriétés optiques proches de celles de la dent naturelle et ils existent avec des opacités différentes, ces matériaux performants tant en propriétés physico-mécaniques

qu'esthétiques concourent au biomimétisme.

Pour cela, des composites avec des caractéristiques proche de l'émail et de la dentine ont été créé, les masses dentines vont déterminer la couleur de la restauration tout comme le noyau dentinaire d'une dent naturelle. En effet la masse dentine présente une certaine opacité qui définira la teinte de la constitution et plus son épaisseur sera importante, plus le composite sera saturé.(7) De plus des pigments fluorescents en proportions optimales sont ajoutés au composite pour que lorsqu'il sera éclairé par un rayonnement ultraviolet, il mette en évidence une fluorescence blanche avec quelques reflets bleutés mimant la dentine naturelle. (39) Les masses émail vont reproduire une translucidité proche de celle de la dent naturelle, avec une opalescence recréée par des pigments bleus. De même, l'épaisseur de la couche émail aura un impact sur la luminosité du composite. (38) Ce sont les masses dentine et émail du composite en épaisseurs différentes qui donneront le résultat esthétique final.

Le fait que le composite mime l'aspect de la dent naturel est en partie dû à l'impact de la lumière sur celui-ci. L'indice de réfraction est un critère important, il s'agit de la déviation du rayon lumineux lorsqu'il traverse la matière. A partir de l'angle formé par le rayon dévié, il en découle une formule physique et un indice, l'indice de réfraction  $n$ . Pour l'émail il est de 1,62 et pour un composite traditionnel de 1,51, comme le verre. Cette différence d'indice de réfraction rend le joint composite-émail visible et inesthétique et confère un aspect vitreux à sa surface. (fig. 22a) Pour palier à cet effet, il faut diminuer la couche de masse émail par rapport à l'épaisseur de l'émail naturel car la luminosité est liée à l'épaisseur et elle sera également moindre. Depuis quelques années des recherches ont abouti à des derniers composites microhybrides nanochargés avec des propriétés lui conférant un indice de réfraction égal à celui de l'émail soit 1,62, ce système composite est le HRI émail Universal Micerium<sup>R</sup>, c'est à dire que le rayon lumineux traversant l'émail naturel et le composite est réfracté de la même manière et l'aspect vitreux est supprimé.(fig. 22b et 22c) De plus ces composites présentent des luminosités différentes, permettant de jouer sur les épaisseurs : plus la couche d'émail composite est importante, plus sa luminosité sera grande et plus la lumière sera réfléchiée et inversement plus la couche est fine, plus il sera translucide et prendra une opalescence naturelle. (39)

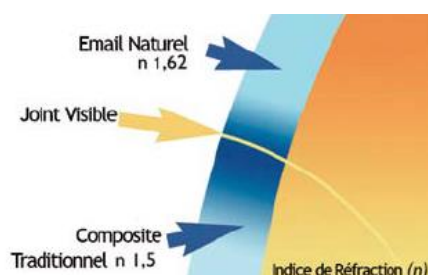


fig. 22a: aspect vitreux de la jonction composite/émail naturel (39)

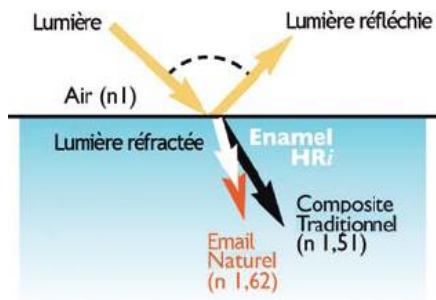


fig. 22b : le rayon lumineux réfracté est identique dans l'émail naturel que dans le composite HRi (39)

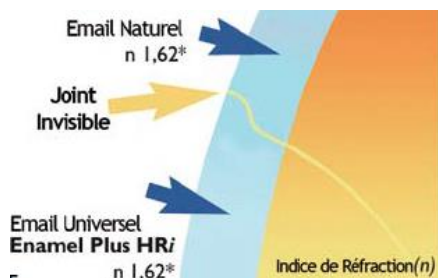


fig. 22c : le joint composite HRi/émail naturel est invisible (39)

#### 4.3.3 INTERETS ET INDICATIONS CLINIQUES

Les restaurations adhésives composites sont des thérapeutiques de choix d'un point de vue esthétique, fonctionnel et de dentisterie à minima. Sur le plan biologique, une reconstitution directe en résine composite permet de conserver la vitalité pulpaire et d'économiser les tissus durs de la dent. L'exigence esthétique des patients a également évolué et cette thérapeutique permet parfaitement de restaurer l'esthétique naturelle des dents délabrées autant dans le sens colorimétrique que morphologique dans le but de retrouver un guide antérieur fonctionnel et esthétique.(31)

La reconstitution directe par composites comme précédemment dite, est indiquée pour les lésions carieuses, les fractures amélo-dentinaires et les dyschromies importantes résistantes au blanchiment. La technique reconstituant l'aspect de la dent naturelle est la stratification du composite, elle consiste à reproduire les différents tissus dentaires en fonction de leur épaisseur et de leur position tout en prenant en considération la diffusion de la lumière à travers ces matériaux. (37) D'après Vanini, la stratification composite est guidée par la charte des couleurs de la dent naturelle ainsi que par ses dimensions et caractéristiques.

Les étapes de stratification du composite sont les suivantes :

A partir d'une empreinte enregistrée au préalable, un wax-up est réalisé afin d'obtenir un guide en

silicone qui servira de montage à la face palatine de l'incisive. Un champ opératoire est posé pour pouvoir réaliser un composite dans de bonnes conditions. La préparation de la dent reste minimale, un biseau amélaire court ou chanfrein est réalisé pour obtenir une bonne accroche du système adhésif et du composite. La reconstitution commence par la face palatine puis les proximales, une épaisseur de masse « émail » est posée. Une fois le coffrage réalisé, le cœur dentinaire est monté, pour cela plusieurs masses « dentine » avec des saturations différentes sont posées en reproduisant des lobes. La surface amélaire vestibulaire recouvre en totalité la restauration, plusieurs masses « émail » de teintes différentes peuvent être superposées, d'une part pour atténuer l'intensité de la zone dentine et d'une autre pour jouer sur le bord libre translucide. Enfin le composite est poli et les caractérisations de surface de la dent sont réalisées. Cette dernière étape est aussi importante que le choix de la teinte initiale, en effet les variations de surface vont permettre une réflexion de la lumière naturelle sur la face vestibulaire de la dent. (1) (38)

#### 4.4 LES RECONSTITUTIONS INDIRECTES

Les techniques indirectes de reconstitution des tissus dentaires sont confectionnées au laboratoire à partir d'une empreinte réalisée sur la dent préparée au préalable. Au niveau des dents antérieures, les techniques de reconstitutions envisageables sont des restaurations adhésives en céramique (RAC), elles offrent une esthétique remarquable, un rapport biologique, fonctionnel et mécanique impeccable, tout en gardant pour but le biomimétisme.

Ces reconstitutions peuvent être partielles (facettes) ou périphériques (couronnes) en fonction de l'indication de traitement.

##### 4.4.1 LES FACETTES CERAMIQUES

L'exigence esthétique de nos patients ainsi que le progrès des biomatériaux ont fait évoluer notre pratique et les facettes sont de plus en plus intégrées dans notre exercice quotidien. Pascal Magne (Magne & Belser, 2003) a mis en exergue la facette céramique, elle répond au cahier des charges esthétiques, biologiques et mécaniques (17). Son succès est dû à l'association de la céramique (esthétique, rigide mais fragile) et de son collage par composite hybride (économie tissulaire, flexibilité mais rétraction de polymérisation), deux matériaux hautement sophistiqués. Les facettes offrent dès lors une thérapeutique à la fois esthétique et conservatrice en ménageant les tissus naturels de la dent, leur structure en céramique permet de mimer le naturel en laissant passer la lumière et également de préparer la dent à minima, la réduction préconisée des tissus durs est de 3

à 30 %, nécessitant une épaisseur de couche de 0,3 à 0,7 mm. (23)

Les indications cliniques se sont diversifiées en raison du déploiement des techniques de blanchiment et micro-abrasion, d'après Magne et Besler, les indications des facettes céramiques sont classées en trois grands groupes : (22)

-les dents réfractaires au blanchiment : les colorations dues aux tétracyclines de degrés III et IV, dues aux fluoroses sévères, les dyschromies résistantes aux blanchiments internes et externes.

-les modifications morphologiques dentaires majeures : dents conoïdes, fermeture de diastèmes multiples et de triangles noirs interdentaires dus à une parodontite sévère par exemple, les rotations, versions ou inclinaisons lorsque les axes ne peuvent pas être corrigés par traitement orthodontique, l'allongement clinique des bords libres pour des raisons tant esthétiques que fonctionnelles.

-les restaurations de grandes étendues : les fractures coronaires importantes, les pertes d'émail étendues dues à l'abrasion chez les personnes âgées par exemple, dues à l'érosion et à l'usure par des consommations de boissons acides ou chez les personnes ayant des troubles du comportement alimentaire. Les facettes sont aussi indiquées lors de malformations généralisées congénitales et acquises, comme des dysplasies de l'émail, cependant les cas d'amélogénèse imparfaite seront traités par des couronnes périphériques plus adaptées.

Néanmoins les facettes en céramique ne sont pas indiquées sur les dents dépulpées et lorsque la quantité d'émail est insuffisante (< 50 % de la face vestibulaire).

La réalisation de facettes en céramique par système adhésif se fait selon des étapes thérapeutiques rigoureuses, tout d'abord une analyse esthétique du patient est réalisée, pour pouvoir déterminer les objectifs du traitement. Le projet esthétique est matérialisé par un wax-up pour simuler le résultat final, ensuite le mock-up est réalisé à l'aide d'un gabarit en silicone. Cela permet de faire un essai en bouche et de valider la restauration en statique et en dynamique. La préparation minima se fait à travers le gabarit avec des fraises calibrées, par ce biais la réduction de substance dentaire est contrôlée par des repères de profondeur. Le laboratoire conçoit les facettes en céramique pressée renforcée par la leucite, avec des teintes et translucidités différentes assurant une excellente esthétique et une résistance mécanique assez élevée. La facette est ensuite collée à l'aide d'un composite de collage hybride, c'est ce scellement adhésif à la substance dure de la dent qui permettra la résistance finale à la restauration. La céramique confère une translucidité et une teinte proche de celle de l'émail donc le choix de teinte du composite doit tout de même se rapprocher de la teinte de la dent. La photopolymérisation du composite de collage est généralement possible du fait de la faible épaisseur des facettes mais au-delà de 1 mm d'épaisseur, l'énergie lumineuse transmise par la lampe ultraviolette est insuffisante donc un composite dual est préférable. La

couleur de la facette céramique est influencée par la teinte de la substance dentaire taillée (influence importante en cas de céramique très translucide), de la céramique (influence importante en cas de céramique opaque) et du composite de collage.

Ces restaurations ont désormais leur place au sein de la dentisterie esthétique, conservatrice et prothétique. Elles permettent de recréer le naturel de la dent lors de dyschromies intraitables à l'éclaircissement ou lors de malpositions ou de perte de substance étendue. Elles occupent une place prépondérante au sein des nouveaux concepts dits de biomimétisme, portées dans la profession par des bioémulateurs, elles concourent à réduire les indications des couronnes et des reconstitutions directes volumineuses. De plus l'apport de la céramique a permis de mimer la couleur de la dent naturelle en recréant ses propriétés optiques. (17) (23)

#### *4.4.2 LES CERAMO-CERAMIQUES*

Aujourd'hui les reconstitutions des dents antérieures par céramiques collées ont pour but de reproduire les caractéristiques mécaniques et esthétiques des dents naturelles tout en reposant sur le concept de biomiméticité. Les céramiques collées ont un haut pouvoir de transmission de la lumière, elles permettent sa libre circulation au sein des tissus dentaires et parodontaux, créant une unité optique mimant l'aspect naturel de la dent. Plusieurs types de céramiques sont sur le marché, c'est en fonction de la situation clinique que le choix se fera. De plus ce matériau permet une parfaite intégration biologique, les techniques de collage ainsi que le mimétisme entre la dent et la céramique permettent de réaliser une limite cervicale supra-gingivale respectant le parodonte et évitant toute inflammation gingivale.(15)

##### **4.4.2.1 Les céramiques dentaires : classification**

Les céramiques dentaires se composent d'une phase vitreuse transparente dans laquelle est dispersée des particules cristallines, qui confèrent sa dureté et sa résistance. En effet ces particules par diffraction de la lumière et par leur opacité vont influencer les propriétés optiques et par leur disposition et leur densité vont agir sur la solidité du matériau. Par conséquent, l'augmentation de ces cristaux va apporter une résistance significative mais également une opacité, c'est pourquoi les céramiques avec une phase vitreuse plus importante et des charges cristallines moindres auront un contrôle sur les effets optiques tels que l'opacité, la translucidité et les teintes. (6)

Les céramiques sont des matériaux bio-inertes (inertie chimique, thermique et électrique) face aux

tissus environnants (dent et parodonte) et c'est grâce à cette structure chimique que la biocompatibilité opère, elles ont comme avantages une tolérance biologique, pulpaire et parodontale.

Les matériaux céramo-céramiques peuvent être classés en fonction de leur composition et de leur structure :

-les céramiques vitreuses : elles sont biphasées, la phase cristalline est dispersée dans la phase vitreuse et ces céramiques sont riches en silice. Au sein de cette famille, on retrouve les céramiques feldspathiques, les deuxièmes générations sont renforcées par de la leucite et les vitrocéramiques (la céramique est infiltrée par la phase vitreuse). Ces matériaux sont dans la plupart des cas utilisés comme céramiques cosmétiques, du fait de leur haute translucidité, la lumière traverse la restauration et l'effet optique escompté est proche de celui de la dent naturelle. C'est le cas des e.max Press, In Ceram, Empress I. (4) (24)

-les céramiques alumineuses : leur infrastructure est essentiellement constituée d'alumine (85 %) sous forme cristalline frittée et d'une phase vitreuse infiltrée. Il s'agit des In Ceram alumina, cerestore qui sont semi translucides. (4)

-les céramiques à base de zircone : elles sont polycristallines, c'est à dire composées uniquement de phase cristalline. Leur biocompatibilité et leur haute résistance mécanique leurs confèrent une bonne alternative aux restaurations par alliage métallique. De plus elles conservent de bonnes propriétés optiques ayant des différentes opacités ainsi qu'une semi translucidité permettant de réaliser des restaurations antérieures (24) (4). Les céramiques zircons sont utilisées comme matériaux pour confectionner des piliers et des couronnes vissées sur implants du fait de ses propriétés mécaniques, optiques et biocompatibles.

#### **4.4.2.2 Leurs propriétés optiques : biomimétisme**

Les restaurations céramo-céramiques comme précédemment vu ont des propriétés mécaniques, biologiques et esthétiques dues principalement à ses effets optiques. Mais elles ne se limitent pas à leur couleur, tout dépend du type de céramique, de son épaisseur, du substrat sous-jacent, de son état de surface et du type de collage utilisé.

Les types de céramiques selon leur degré de phase vitreuse seront plus translucides, en effet dans sa microstructure, le degré d'opacité est défini selon la diffusion de la lumière par les cristaux ; plus la taille de ses cristaux est petite, plus ils seront nombreux et plus il y aura de joints entre eux et donc une diffusion de la lumière importante ce qui se traduit par une augmentation de l'opacité.

Néanmoins, la taille des cristaux ne doit pas dépasser 1 micromètre car la diffusion est également augmentée. Il faut qu'il y ait un équilibre entre la taille et le nombre de cristaux pour obtenir une translucidité satisfaisante. (4)

Au sein des céramiques, certaines comme les feldspathiques ou les vitrocéramiques sont hautement translucides et d'autres comme les alumines ou zircons le sont moins mais plus résistantes. Mais peu à peu l'écart se resserre et on a aujourd'hui des nouvelles armatures très translucides et résistantes : la zircone Ice Prettau<sup>R</sup>. (fig. 23)



fig. 23 : couronne en zircone Ice Prettau<sup>R</sup>

Selon la situation clinique et donc le substrat sous-jacent, il est judicieux de choisir celle qui sera la plus appropriée, pour les restaurations antérieures sur dent vivante sans coloration ou avec faible dyschromie, les céramiques translucides seront privilégiées, ainsi la lumière sera propagée du matériau jusqu'au tissu radiculaire comme le comportement de l'émail naturel qui propage la lumière de façon périphérique. De plus, la céramique au sein de sa microtexture possède des microfélures ainsi que des particules opalescentes conférant plus de naturel à la restauration. (15)

Lorsque que la dent délabrée est dépulpée et/ou présente des dyschromies importantes, une céramique un peu plus opaque sera nécessaire pour masquer les colorations sous-jacentes. Par ailleurs dans les cas où une reconstitution coronoradiculaire est nécessaire, le tenon fibré remplace désormais les ancrages métalliques, la transmission de la lumière peut se faire de la partie coronaire de la restauration vers sa racine et donc vers les tissus parodontaux comme pour une dent naturelle. (15) De même, il est intéressant de choisir un matériau avec une fluorescence proche de celle de la dentine pour obtenir un meilleur biomimétisme. Quand il s'agit d'une reconstitution antérieure implantaire, le pilier est systématiquement en zircone, ce matériau garantit une excellente biocompatibilité et une bonne transmission de la lumière au sein de sa restauration et des tissus environnants. (24)

L'épaisseur de la céramique confectionnée par le laboratoire conditionne celle de réduction de la substance dentaire, pour garantir la solidité du matériau. Bien évidemment il faut être le plus



conservateur possible tout en prévoyant une intégration fonctionnelle et esthétique de la restauration. L'épaisseur de la céramique et sa translucidité sont liées, il est important de retenir que les variations d'épaisseurs des céramiques translucides sont beaucoup plus sensibles que les semi translucides ou semi opaques. (24)

L'état de surface de la céramique tout comme celui de la dent naturelle joue un rôle dans l'interprétation optique de l'observateur, la surface de la céramique doit s'inspirer de la macro et micro géographie de la dent pour augmenter la réflexion lumineuse à sa surface. Des zones convexes et concaves vont apporter à la céramique du relief et donc des différentes illuminations, mimant des zones de brillance, d'érosions ou de lignes de transition à la restauration. (24)

Enfin le système de collage se répercute également au niveau du résultat esthétique et optique de la restauration céramique. Les composites de collage conduisent la lumière, plusieurs teintes existent, on préconise l'utilisation d'un try in (pâte d'essayage à base de gel de glycérine et lavable à l'eau, existant dans les différentes teintes de collage) pour optimiser le choix de la colle. De plus le moignon sous-jacent influence le type de colle à utiliser, si le moignon est gris, une colle de teinte A3 sera recommandée pour compenser sa couleur. Dans tous les cas le choix du système de collage se fera aussi en fonction de la céramique, une phase vitreuse est indispensable pour activer l'acide fluorhydrique qui va créer un mordantage chimique puis amorcer un microclavetage. Les céramiques à base d'alumine ou de zircone sont résistantes au collage, c'est pourquoi le mode d'assemblage se fera par un scellement adhésif type CVI MAR. (15)

Le composite et la céramique sont deux matériaux qui ont but de restaurer la dent naturelle en essayant d'en être le plus similaire possible. Néanmoins ces matériaux remplacent une partie de l'organe dentaire manquant et restent un biais pour le passage de la lumière et donc la couleur de la dent. Mais avec l'avancée des matériaux, leur comportement vis à vis de la lumière se rapproche de plus en plus de la dent naturelle et on obtient de bons résultats en matière esthétique, fonctionnelle et biologique.

#### 4.5 INDICATIONS CLINIQUES

Cette thèse met en relation les différents moyens de restauration dentaire mimant le naturel de l'organe dentaire en fonction des diverses situations cliniques allant de la simple dyschromie à la perte importante de tissu dentaire. Le biomimétisme est le but ultime de la reconstitution d'une dent, cependant peu de bibliographie traite de ce sujet en mettant en exergue la lumière, qui est l'élément clé de la réussite esthétique d'une dent. Aujourd'hui notre exercice se limite souvent à la

transmission de la teinte de la dent au prothésiste, or la réussite d'une reconstitution dentaire met en relation les différents tissus de la dent, son état de surface, ses caractérisations, l'âge physiologique de la dent, l'environnement parodontal et bien sûr ses dimensions colorimétriques. Ces éléments vont influencer le comportement de la lumière et ainsi donner un résultat plus proche du naturel à la reconstitution. Notre profession est en perpétuelle évolution et tente de mimer la dent naturelle en prenant en compte ce panel de données.

	Détartrage et polissage	Blanchiment Int <sup>n</sup> Ext <sup>n</sup>	Micro- abrasion	Compo- site	Facette	Couronne CCC armature translucide	Couronne CCC armature opaque
Coloration extrinsèque	x	x	x				
Traumatisme dentaire		x		x	x		
Lésion carieuse				x			
Conséquence du traitement endodontique		x			x		
AI / DI			x			x	
Fluorose -simple -moyenne -sévère		x	x		x		
TTC 1 <sup>er</sup> degré 2   " 3   " 4   "		x			x x		
Coloration physiologique		x			x		
Délabrement dentaire : -léger sans coloration -important avec coloration -important sans coloration				x		x	x
Reconstitution avec faux moignon -métallique							x

-fibré						x	
Reconstitution implantaire							x

fig. 24 : tableau de synthèse des indications de restaurations esthétiques des différentes situations cliniques (41)

## CONCLUSION

L'amélioration des techniques et des matériaux nous rapproche de la dent naturelle.

Le niveau d'exigence des patients en terme d'esthétique augmente et notre rôle est de répondre à leurs attentes tout en ayant une démarche adaptée à la situation clinique et en utilisant les techniques de restaurations les moins invasives et les plus mimétiques.

D'une simple transmission de la couleur, on cherche aujourd'hui à mimer le jeu de la lumière par les surfaces restaurées pour créer le naturel de la dent. La connaissance de la lumière, des couleurs et des effets d'optiques nous a permis d'adopter ce type de dentisterie.

Notre métier est en perpétuel évolution et nous devons nous renseigner sur les nouveaux matériaux et techniques pour aspirer vers une dentisterie toujours moins invasive et la plus proche de la dent naturelle.

Les techniques adhésives et les céramiques sont en plein essor et restent une solution de choix pour les réhabilitations antérieures, elles participent aux phénomènes lumineux et ont donné accès à une dimension moderne de la dentisterie conservatrice : la biomimétique.

L'intégration de la lumière dans le choix de la couleur de la dent naturelle dépasse largement l'analyse tridimensionnelle de la couleur, aujourd'hui l'interaction lumineuse sur les surfaces dentaires restaurées est au cœur des principes de biomimétisme, sans elle la perception colorée de la dent, sa macrogéographie, sa translucidité, son opalescence, etc... ne seraient pas visibles.

Cependant le choix de la couleur de la dent et des techniques de restauration se limitent souvent à l'analyse tridimensionnelle de la couleur.

## BIBLIOGRAPHIE

- **1. ABOUDHARAM G, CAUTAIN C.**  
Restauration en résine composite : forme et couleur.  
Clinic 2010 ; **31** : 595-603.
  
- **2. ABOUDHARAM G, FOUQUE F, PIGNOLY C et coll.**  
Eclaircissement dentaire.  
Encycl Méd Chir (Paris), Médecine buccale, 28-745-V-10, 2008.
  
- **3. BAZEL S.**  
Eclairage urbain.  
M1CV<sup>2</sup>, 2007.  
<http://www.ace-fr.org/>
  
- **4. COMISSION DES DISPOSITIFS MEDICAUX DE L'ASSOCIATION DENTAIRE FRANCAISE.**  
Les céramo-céramiques. 2<sup>ème</sup> ed.  
Paris : Dossiers ADF, 2011.
  
- **5. DAMBERMONT T.**  
Gestion des couleurs et colorimétrie.  
Namur : document de formation, 2004.  
<http://www.mariage3d.com/PDF/Colorimetrie%200204%20part%20A.pdf>
  
- **6. DEVIGUS A.**  
Le tout céramique sur les dents antérieures : l'embarras du choix.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2011 ; **121** (6) : 555-559.
  
- **7. DIETSCHI D.**  
Layering concepts in anterior composite restorations.  
J Adhesive Dent 2001 ; **3** : 71-80.
  
- **8. FAIEZ N, MUAWIA A, HALA S.**  
Dental Discoloration : An Overview.  
J Esthet Dent 1999 ; **11** : 291-310.
  
- **9. FASANARO T-S.**

Bleaching teeth : history, chemicals and methods used for common tooth discolorations.  
J Esthet Dent 1992 ; **4** (3) : 71-78.

- **10. FAUCHER A-J, PIGNOLY C, KOUBI G et coll.**  
Les dyschromies dentaires : de l'éclaircissement...aux facettes céramiques.  
Rueil Malmaison : CdP, 2001.
- **11. FRADEANI M.**  
Réhabilitation esthétique en prothèse fixée. Volume 1 : analyse esthétique.  
Paris : Quintessence International, 2006.
- **12. GILET S.**  
Colorimétrie, 2008.  
<http://www.isipack.be>
- **13. JOINER A.**  
Tooth colour : a review of the literature.  
J Dent 2004 ; **32** : 3-12.
- **14. KEFER M.**  
La décomposition de la lumière – Isaac Newton, 2008.  
<http://college-guitres.com/spip/spip.php?article295>
- **15. KOUBI S-A, BROUILLET J-L, FAUCHER A et coll.**  
Nouveaux concepts en dentisterie esthétique.  
Encycl Méd Chir (Paris), Médecine buccale, 28-745-M-10, 2008.
- **16. KOUBI S-A, MARGOSSIAN P, WEISROK G et coll.**  
Restaurations adhésives en céramique : une nouvelle référence dans la réhabilitation du sourire.  
Inf Dent 2009 ; **91** (8) : 363-374.
- **17. KOUBI S-A, WEISROCK G, MARGOSSIAN P et coll.**  
Gestion d'un échec lors d'une réhabilitation d'un sourire à l'aide de facettes en céramique : à propos d'un cas clinique.  
Rev Odontostomatol 2011 ; **40** : 33-50.
- **18. LASSERRE J-F.**  
Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles.

- **19. LASSERRE J-F, POP I-S, D'INCAU E.**  
La couleur en odontologie. Déterminations visuelles et instrumentales.  
Cah Prothèse 2006 ; **135** : 1-15.
- **20. LEHMANN N.**  
La micro-abrasion amélaire : indications et procédure clinique.  
Clinic 2011 ; **32** : 139-142.
- **21. LUK K, TAM L, HUBERT M.**  
Effect of light energy on peroxyde tooth bleaching.  
J Am Dent Assoc 2004; **135** : 194-201.
- **22. MAGNE P, BELSER U.**  
Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : approche biomimétique.  
Paris : Quintessence International, 2003.
- **23. MANHART J.**  
Esthétique antérieure parfaite grâce aux facettes céramiques collées.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2011 ; **121** (1) : 39-50.
- **24. MARGOSSIAN P, LABORDE G, KOUBI S et coll.**  
Propriétés optiques des systèmes céramo-céramiques : implications cliniques.  
Real Clin 2010 ; **21** (3): 197-207.
- **25. MIARA A, MIARA P.**  
Traitement des dyschromies en odontologie.  
Rueil Malmaison : CdP, 2006.
- **26. MINISTERE DES AFFAIRES SOCIALES, DE LA SANTE ET DES DROITS DES FEMMES**  
Aspects réglementaires et concentration des produits.  
Direction générale de la santé, 2011.  
<http://www.sante.gouv.fr/aspects-reglementaires-et-concentration-des-produits.html>
- **27. MOUNT GJ, HUME WR.**



Préservation et restauration de la structure dentaire. 1<sup>ère</sup> ed.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2002.

- **28. PARIS J-C, FAUCHER A-J.**  
Le guide esthétique. Comment réussir le sourire de vos patients.  
Paris : Quintessence International, 2003.
- **29. PIETTE E, GOLDBERG M.**  
La dent : normale et pathologique.  
Bruxelles : De Boeck Université, 2001.
- **30. PROFIL COULEUR**  
L'atlas des couleurs de Munsell.  
<http://www.profil-couleur.com/ec/104-atlas-couleur-Munsell.php>
- **31. RASKIN A, LEHMANN N.**  
Résine composite en technique directe : propriétés, intérêts et indications cliniques  
Cah Prothèse 2009 ; **148** : 23-37.
- **32. THON S.**  
Physique de la lumière.  
IUT Aix-Marseille Université, 2013.  
<http://www.iut-arles.univ-provence.fr>
- **33. TIRLET G, ATTAL J-P.**  
Le gradient thérapeutique un concept médical pour les traitements esthétiques.  
Inf Dent 2009 ; **91** (41/42) : 2561-2568.
- **34. TOLEDANO C.**  
Dyschromies des incisives : l'infiltration résineuse au service de la préservation tissulaire.  
Fil Dent 2011 ; **63** : 70-71.
- **35. TOUATI B, MIARA P, NATHANSON D.**  
Dentisterie esthétique et restaurations en céramique.  
Paris : CdP, 2000.

- **36. UNIVERSITE VIRTUELLE ENVIRONNEMENT ET DEVELOPEMENT DURABLE**  
Vision des couleurs.  
<http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/compositions-colorees/2-lumiere-visible-couleurs/3-3-vision-couleurs.html>
  
- **37. VANINI L.**  
Conservative composite restorations that mimic nature.  
J Cosmetic Dent 2010 ; **3** (26) : 80-101.
  
- **38. WEISROCK G, KOUBI S-A, PIGNOLY C, TASSERY H.**  
Les restaurations antérieures en résine composite : simplicité et fiabilité d'une technique.  
Clinic 2011 ; **32** : 143-148.
  
- **39. WEISROCK G, MERZ R, ORTET S et coll.**  
Clonage artificiel de l'émail, à propos d'un nouveau composite.  
Info Dent 2009 ; **91** (35) : 2020-2026.

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

fig.1 : spectre visible par (32)

fig.2 : modèle RVB, le mélange donne une lumière blanche par (18)

fig.3 : les principes des mélanges des couleurs primaires et secondaires résumés dans ce schéma : la synthèse additive est le mélange des lumières monochromatiques alors que la synthèse soustractive fait appel aux mélanges de pigments colorés par (19)

fig.4a : sur une surface plane, la réflexion se fait dans une seule direction par (32)

fig.4b : la lumière se réfléchit dans un ensemble de directions dépendant de la microstructure de la surface par (32)

fig.5a :  $n_1 < n_2$  et  $i_1 > i_2$ ,  $n_2$  est plus réfringent donc plus dense par (32)

fig.5b :  $n_1 > n_2$  et  $i_1 < i_2$ , le milieu  $n_2$  est moins réfringent par (32)

fig.5c : quand  $i_2 = 90^\circ$  alors  $i_1 = \lambda$ ,  $\lambda$  appelé angle limite

lorsque  $i_1 < \lambda$ , il y a réfraction (fig.5a et 5b)

lorsque  $i_1 > \lambda$ , le rayon incident est totalement réfléchi à la surface même si celle-ci n'est pas opaque par (32)

fig.6 : schéma de Munsell 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 par (12)

fig.7 : sphère chromatique CIE  $L^*a^*b$  par (30)

fig.8 : dimensions et proportions moyennes de l'incisive centrale maxillaire par (11)

fig.9 : échelle des luminosités et saturations par F. Bodic (40)

fig.10 : espace rhomboïde des dents naturelles, proche du blanc et de l'axe des jaunes et rouges par (19)

fig.11: les différents effets d'optiques de réflexion et de transmission illustrés par la stratification des tissus dentaires par (18)

fig.12 : coupes d'émail photographiées, en réflexion lumineuse l'émail a un aspect bleuté et en transmission lumineuse l'émail est rouge – orangé par (18)

fig.13: cette coupe d'incisive centrale maxillaire éclairée en lumière ultra-violette montre sa fluorescence bleutée, notamment forte au niveau de la dentine par (18)

fig.14: réflexion diffuse de la lumière par les macro et microreliefs de la dent par F. Bodic (40)

fig.15: schéma du passage de la lumière à travers les différents tissus dentaires par F. Bodic (40)

fig.16: les taches blanches sont le résultat d'une perte d'homogénéité de l'émail, créant de multiples interfaces à la diffusion de la lumière par F. Bodic (40)

fig.17a: dents jeunes caractérisées par une macrogéographie de surface riche en stries et fossettes. A noter les bords incisifs translucides et bleutés par (18)

fig. 17b: dents âgées présentant un aspect de surface lisse et une usure abrasive ainsi qu'une teinte beaucoup plus saturée par (18)

fig. 18 : contraste de la blancheur de l'émail avec le rouge à lèvres par site internet [http://fr.freepik.com/photos-libre/bouche-les-levres-sourire\\_619007.htm](http://fr.freepik.com/photos-libre/bouche-les-levres-sourire_619007.htm) (43)

fig. 19 : classification de Boksman et Jordan en 1983 des colorations dues à la tétracycline par (25)

fig. 20a : dents vitales, colorations physiologiques par E. Lanoiselée (42)

fig. 20b : résultat après éclaircissement au gel de peroxyde de carbamide par E. Lanoiselée (42)

fig. 21a : coloration intrinsèque d'une dent non vitale par E. Lanoiselée (42)

fig. 21b : résultat après éclaircissement interne par E. Lanoiselée (42)

fig. 22a: aspect vitreux de la jonction composite/émail naturel par (39)

fig. 22b : le rayon lumineux réfracté est identique dans l'émail naturel que dans le composite HRI par (39)

fig. 22c : le joint composite HRI/émail naturel est invisible par (39)

fig. 23 : couronne en zircone Ice Prettau<sup>R</sup> par E. Lanoiselée (42)

fig. 24 : tableau de synthèse des indications de restaurations esthétiques des différentes situations cliniques par P.Le Pocreau (41)

**LE POCREAU (Pauline).** – Lumière et dent : peut-on mimer le naturel ?

- 73 f. ; ill. ; tabl. ; 40 ref ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2015)

## RESUME

La quête du naturel est omniprésente au sein de la dentisterie moderne, nous prenons conscience de la préservation tissulaire et concourons à des restaurations esthétiques, fonctionnelles et biologiques.

C'est au travers de la lumière que le rendu de la couleur des dents naturelles et ou des restaurations dentaires est possible, ainsi la connaissance de la lumière et de ses effets optiques sur les surfaces dentaires nous permet d'adopter une dentisterie ultra conservatrice et esthétique : on parle alors de biomimétisme.

De plus l'amélioration des techniques et des matériaux permet au praticien de mimer les caractéristiques de la dent naturelle et à l'organe dentaire de retrouver sa fonction, son esthétique et son intégration biologique.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie conservatrice

## MOTS CLES MESH

Dentisterie esthétique - Esthetics, Dental

Lumière - Light

Couleur - Color

Matériaux dentaires - Dental materials

Biomimétique - Biometrics

## JURY

Président : Professeur Weiss P.

Assesseur : Docteur Marion D.

Directeur : Docteur Bodic F.

Assesseur : Docteur Lanoiselée E.

## ADRESSE DE L'AUTEUR

10 rue Flandres Dunkerque – 44000 Nantes

[pauline.lepocreau@gmail.com](mailto:pauline.lepocreau@gmail.com)