

UNIVERSITE DE NANTES  
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2012

N°026

**Les différentes techniques  
d'enregistrement de la teinte en prothèse fixée**

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

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Fabien GIAU**

Née le 15/06/1986

Le 29/03/2012 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Bernard Giumelli

Assesseur : M. le Docteur François Bodic

Assesseur : M. le Docteur Laurent Leguehennec

Directeur de thèse : M. le Docteur Pierre Le Bars

# TABLE DES MATIERES

<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1 : La lumière et la couleur .....</b>	<b>6</b>
1.1 La couleur.....	7
1.1.1 Définition .....	7
1.1.2 Couleurs additives .....	7
1.1.3 Couleurs soustractives .....	8
1.2 La lumière .....	9
1.2.1 Le spectre de la lumière visible .....	9
1.2.2 Les unités de la lumière .....	10
1.2.2.1 La température de couleur .....	10
1.2.2.2 L'indice de rendu des couleurs .....	11
1.2.2.3 Le lux .....	11
1.2.2.4 Le lumen .....	11
1.3 Les différentes dimensions de la couleur.....	11
1.3.1 Luminosité .....	12
1.3.2 Saturation .....	12
1.3.3 Teinte .....	12
1.4 Les différents systèmes pour caractériser une couleur .....	13
1.4.1 Le cercle chromatique de Newton.....	13
1.4.2 Triangle de Maxwell .....	14
1.4.3 Système Munsell.....	15
1.4.4 Système CIE LAB .....	17
1.4.5 Système CIE LCH .....	19
<b>2 : Les déterminants de la couleur dentaire.....</b>	<b>21</b>
2.1 Les autres dimensions de la couleur d'une dent.....	22
2.1.1 Stratification.....	22
2.1.1.1 La pulpe.....	22
2.1.1.2 La dentine.....	22
2.1.1.3 L'émail .....	22
2.2.2 Transparence et translucidité.....	22
2.2.3 Opalescence.....	23
2.2.4 Fluorescence .....	23
2.2.5 L'état de surface .....	23
2.2.6 Les caractérisations .....	23
2.2.7 Les dyschromies extrinsèques .....	24
2.3 Les facteurs extérieurs à la dent, influençant sa couleur .....	24
2.3.1 L'éclairage au cabinet dentaire.....	24
2.3.1.1 La lumière incandescente .....	24
2.3.1.2 La lumière halogène .....	24
2.3.1.3 La lumière fluorescente .....	25
2.3.1.4 L'éclairage artificiel idéal .....	25

2.3.2 Le milieu environnant .....	25
2.2.3 Œil du praticien .....	25
2.2.3.1 Anatomie .....	26
2.2.3.2 Les photorécepteurs.....	27
2.2.3.3 Les dyschromatopsies .....	29
2.2.3.3.1 Les dyschromatopsies héréditaires .....	29
2.2.3.3.2 Les dyschromatopsies acquises .....	29
2.2.3.3.3 Le dépistage .....	29
2.2.3.4 Le métamérisme .....	30

### **3 : Conditions optimales pour le choix de la couleur ..... 31**

3.1 Quel type d'éclairage choisir ?.....	32
3.2 Comment doit-être le patient ? .....	32
3.3 Quand doit-on effectuer le relevé de couleur ? .....	32

### **4 : Les différents systèmes de prise de couleur..... 33**

4.1 Les teintiers .....	34
4.1.1 Le teintier vitapan classical.....	34
4.1.2 Le teintier vita 3D Master .....	36
4.1.2.1 : le Toothguide 3D master .....	36
4.1.2.2 : Le Linearguide-3D Master .....	40
4.1.3 Les autres teintiers.....	42
4.1.4 Les teintiers complémentaires .....	42
4.2 Les systèmes numériques .....	43
4.2.1 Les colorimètres.....	43
4.2.2 Les spectrophotomètres.....	43
4.2.3 Les différents systèmes existant sur le marché.....	43
4.2.3.1 Le système Chromatis, de MHC .....	44
4.2.3.2 Le système Easyshade compact, de Vita.....	45
4.2.3.3 Le système Shade Eye de Shofu.....	46
4.2.3.4 Le système Crystaleye de Olympus .....	47
4.2.3.5 Le système Shadepilot de la société Dégudent .....	49
4.2.3.6 Le système Shadevision, de la société X-Rite .....	51
4.2.4 La fiabilité des systèmes numériques.....	51
4.3 : la photographie numérique.....	52
4.3.1 Les différents types d'appareils photos numériques.....	52
4.3.1.1 Les compacts.....	52
4.3.1.2 Les bridges.....	52
4.3.1.3 Les reflex .....	52
4.3.1.3.1 L'objectif.....	53
4.3.1.3.2 Le flash .....	54
4.3.1.3.3 Le boîtier .....	55
4.3.2 Intérêts de la photographie numérique en pratique odontologique.....	56
4.3.3 Enregistrer la couleur d'une dent à l'aide d'une photographie numérique.....	57
4.4 La caméra intra buccale Sopro 717.....	56

### **5 La transmission des informations au laboratoire ..... 60**

5.1 La fiche de laboratoire.....	61
----------------------------------	----

5.2 La macrophotographie .....	66
5.3 Transmissions des différentes données enregistrées à l'aide de spectrophotomètres et colorimètres couplés à une caméra .....	68
5.4 Le protocole FIDELA .....	69
<b>Conclusion.....</b>	<b>70</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>72</b>

## Introduction

Cette thèse intitulée « les différents systèmes de prise de teinte en prothèse fixée », concerne les chirurgiens dentistes mais aussi les techniciens de laboratoire. Ces deux professions doivent collaborer étroitement et sont confrontés à des difficultés à plusieurs niveaux, l'objectif commun étant d'obtenir la satisfaction du patient.

D'un point de vue terminologique, il ne faudrait pas utiliser le terme « teinte », mais plutôt le terme de « couleur ». La teinte n'est qu'une dimension de celle-ci. La réussite esthétique d'une couronne céramique est dépendante de plusieurs facteurs, la teinte étant l'un des éléments les moins importants. Il serait donc plus exact de parler des différents systèmes de prise de couleur en prothèse fixée.

L'esthétique est une demande de plus en plus courante dans les cabinets dentaires de la part de nos patients. De nombreux facteurs interviennent dans la réussite esthétique d'une restauration en céramique. La prise de la couleur lors de la réalisation d'une prothèse fixée est l'un des éléments clé du succès de la future couronne céramique. D'ailleurs, pour le patient sa prothèse sera considérée comme satisfaisante seulement si elle donne l'illusion du naturel et qu'elle passe inaperçue pour lui et son entourage. Si la mimétisme n'est pas exactement similaire aux dents voisines, le résultat sera donc décevant.

L'idée de cette thèse m'est venue lors de mes vacances cliniques au centre de soins dentaires en TCEO1, alors que j'observais les étudiants enregistrer la couleur de la dent d'un patient. Les protocoles cliniques réalisés par les enseignants de prothèse ne sont malheureusement que trop rarement lus, et cela nous amène à nous retrouver dans des situations plutôt regrettables. Les étudiants ont ainsi dans les mains un teintier dont ils n'ont jamais lu la notice, et passent d'échantillon en échantillon, sans ordre logique pour déterminer la couleur de la dent, et une fois quatre ou cinq échantillons sélectionnés, ils demandent au patient de se placer proche de la fenêtre puis près de la porte pour voir quel échantillon serait le meilleur. Cette méthode m'a parue totalement archaïque en ce début du 21<sup>ème</sup> siècle où le numérique est désormais installé dans nos cabinets. Nous réalisons des empreintes très précise à l'aide de système numérique, il serait donc dommage d'hypothéquer le résultat final en utilisant d'une manière hasardeuse un teintier dont on ne connaît pas le mode d'emploi. Le but de ce travail est donc de s'intéresser aux différents systèmes actuellement sur le marché, permettant d'enregistrer la couleur d'une dent. Avant cela, nous allons voir que ce paramètre et la lumière sont liés, et que ces deux éléments font intervenir de nombreux facteurs. Dans la dernière partie, nous nous intéresserons à la transmission de l'enregistrement de celle-ci au technicien de laboratoire, afin que ce dernier puisse réaliser une couronne céramique qui passe inaperçue dans la bouche du patient.

## **1 : La lumière et la couleur**

## 1.1 La couleur

### 1.1.1 Définition [1] [7]

L'approche la plus ancienne et la plus naturelle consiste à observer simplement la couleur des objets que l'on retrouve autour de nous : l'herbe est verte, le ciel est bleu et les troncs d'arbres sont marron. L'expérience montre que ces objets n'ont pas de couleur propre, mais ils ont une couleur variable en fonction de la lumière qui les éclaire. La couleur naît de l'interaction entre un rayonnement lumineux et la matière. Sans matière ou sans lumière, il n'y a pas de couleur.

Léonard de Vinci en avait déjà fait la remarque : « Si tu prends une lumière et la places dans une lanterne teintée de vert ou de tout autre couleur transparente, tu verras par expérience que les objets qu'elle éclaire semblent emprunter leur couleur à la lanterne. »

Autrement dit, pour envisager la couleur d'un objet, il faut considérer plusieurs aspects :

- La nature du rayonnement qui éclaire l'objet : Rappelons-nous du proverbe « La nuit, tous les chats sont gris ». Ce proverbe s'explique scientifiquement : dans un milieu où il y a peu de lumière, seuls les bâtonnets qui tapissent la rétine de notre œil fonctionnent car ils sont sensibles à une faible intensité lumineuse : on ne peut donc pas voir les couleurs discernables grâce aux cônes qui tapissent eux aussi notre rétine mais qui nécessitent plus de lumière !
- La façon dont l'objet transmet ou diffuse une partie de cette lumière vers notre œil.

### 1.1.2 Couleurs additives [5] [36] [46] [54] [58]

On parle de synthèse additive des couleurs lorsqu'on mélange plusieurs faisceaux de couleurs différentes pour en obtenir une nouvelle.

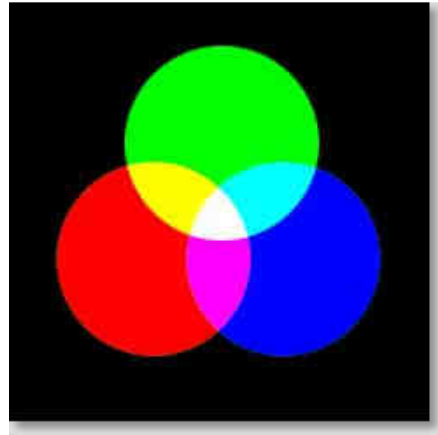
Les différentes couleurs sont obtenues par le mélange de 3 couleurs primaires, le rouge, le vert et le bleu. Ces trois couleurs sont appelées les couleurs primaires additives. Le mélange de deux couleurs primaires additives donne une nouvelle couleur que l'on appelle une couleur secondaire additive.

Le rouge et le vert donnent le jaune, le rouge et le bleu donnent le magenta, et le bleu et le vert donnent le cyan. Si on mélange de façon égale les trois couleurs primaires additives on obtient une couleur blanche. De même, le mélange d'une couleur secondaire additive avec la couleur primaire qui n'a pas été utilisée pour l'obtenir nous permet aussi d'avoir une couleur blanche. Ces deux couleurs sont dites complémentaires.

En synthèse additive, le mélange de deux couleurs donne toujours une couleur plus lumineuse.

Lorsque dans une pièce plongée dans le noir, vous éclairez un mur blanc avec un spot rouge et un spot vert, à l'endroit où les deux faisceaux se coupent, la tache lumineuse sera jaune : c'est le résultat de la synthèse additive de la lumière rouge et de la lumière verte. La syn-

thèse additive est propre aux objets émetteurs de lumière comme par exemple la télévision, l'écran d'un ordinateur, ou les spots lumineux.



*Les couleurs additives [ 46]*

### **1.1.3 Couleurs soustractives [5] [36]**

La synthèse soustractive est l'opération combinant l'effet d'absorption de plusieurs couleurs afin d'en obtenir une nouvelle. On utilise le terme « soustractive » du fait que l'objet éclairé par une lumière va absorber certaines couleurs du spectre lumineux et il va en réfléchir d'autres.

Il y a 3 couleurs primaires soustractives : le jaune, le rouge et le bleu. Le mélange de deux couleurs primaires soustractives en proportion égale permet d'obtenir 3 couleurs secondaires soustractives : l'orangé, le violet et le vert.

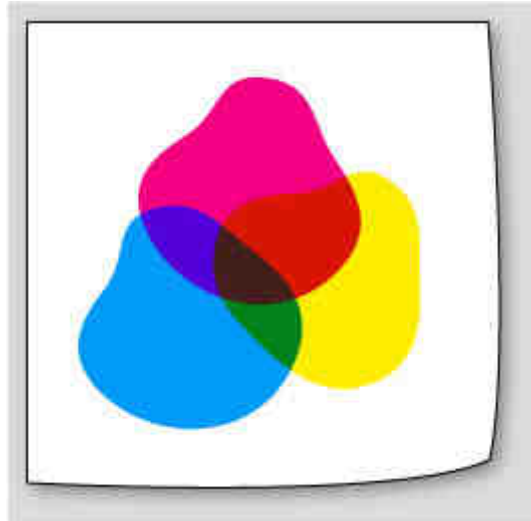
Dans ce système, les couleurs complémentaires s'avivent lorsqu'elles sont côte à côte (couleurs utilisées par les marques de la grande distribution : rouge et vert, bleu et orange...), par contre elle donne un gris noir lorsqu'on les mélange.

La synthèse soustractive s'applique à la couleur de tout objet. La couleur d'un objet dépend de la lumière qu'il reçoit mais aussi de ses propres propriétés (absorption, réflexion de la lumière...). Par exemple, une tomate paraît rouge sous une lumière blanche car elle absorbe toutes les couleurs, sauf le rouge qu'elle réfléchit. Si cette même tomate est éclairée par une lumière bleue, celle-ci paraîtra noire.

La perception de la couleur d'une dent est le résultat de l'interaction de la lumière avec la dent, des phénomènes de réflexion et d'absorption lumineuse. Elle obéit au principe de la synthèse soustractive des couleurs. La couleur des dents est dans les tons jaune orangé.

Les peintres, les imprimeurs, ainsi que les prothésistes dentaires utilisent ce principe.





*Les couleurs soustractives [46]*

## 1.2 La lumière

### 1.2.1 Le spectre de la lumière visible [65] [77]

La lumière est une onde électromagnétique qui se déplace à la vitesse de 300 000 km/s. Le spectre de la lumière visible n'est qu'une petite partie des rayonnements électromagnétiques. La partie correspondant à la lumière visible s'étend entre 380 nm et 780 nm. La décomposition de la lumière en plusieurs parties s'appelle le spectre de la lumière visible. On s'accorde pour dire qu'il n'y aurait que 5 couleurs dans le spectre (rouge, jaune, vert, bleu, violet). Newton, qui est le précurseur de cette découverte en avait répertorié 7.

L'œil est plus sensible dans la zone centrale du spectre, la zone verte (550 nm) puis cette sensibilité décroît de part et d'autre pour disparaître dans le violet (380nm) et dans le rouge (700 nm)

En dessous du seuil des 380 nm, on parle de rayonnement ultraviolet (UV). Ils sont répartis en 3 plages :

Les rayonnements UVA : de 380 à 315 nm

Les rayonnements UVB : de 315 à 280 nm

Les rayonnements UVC : de 280 à 100 nm

Au dessus du seuil des 780 nm, on trouve les rayonnements infrarouges, qui se divisent en 4 groupes :

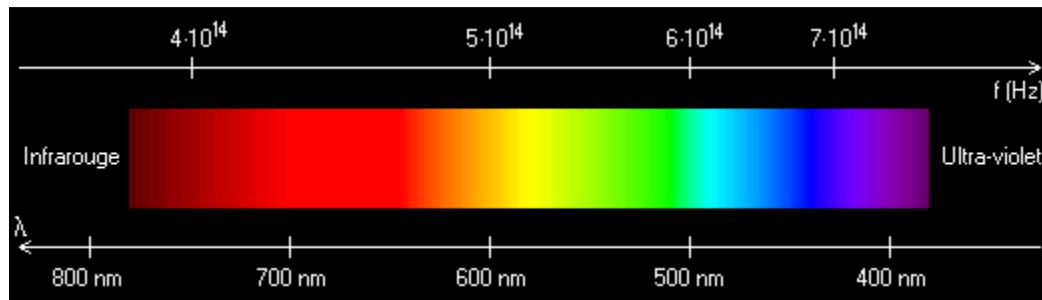
Les rayonnements infrarouges proches : de 780 à 3 000 nm

Les rayonnements infrarouges moyens : de 3 000 à 6 000 nm

Les rayonnements infrarouges éloignés : de 6 000 à 15 000 nm

Les rayonnements infrarouges extrêmes : de 15 000 à 100 000 nm

Les rayons ultraviolets ainsi que les rayons infrarouges ne sont pas visibles par l'œil humain.



*Spectre des ondes lumineuses visible [26]*

## 1.2.2 Les unités de la lumière [6] [8] [46] [74] [76]

### 1.2.2.1 La température de couleur

Lord Kelvin a eu l'idée de comparer les variations de la lumière du jour avec celle d'un corps noir que l'on chauffe à haute température. Celui-ci passe successivement du rouge, au jaune, puis au blanc et enfin au bleu. La température des couleurs s'exprime en degré Kelvin (°K). La température en kelvin est obtenue en ajoutant 273,15 à la température en degré Celsius.

Exemple de température de couleur :

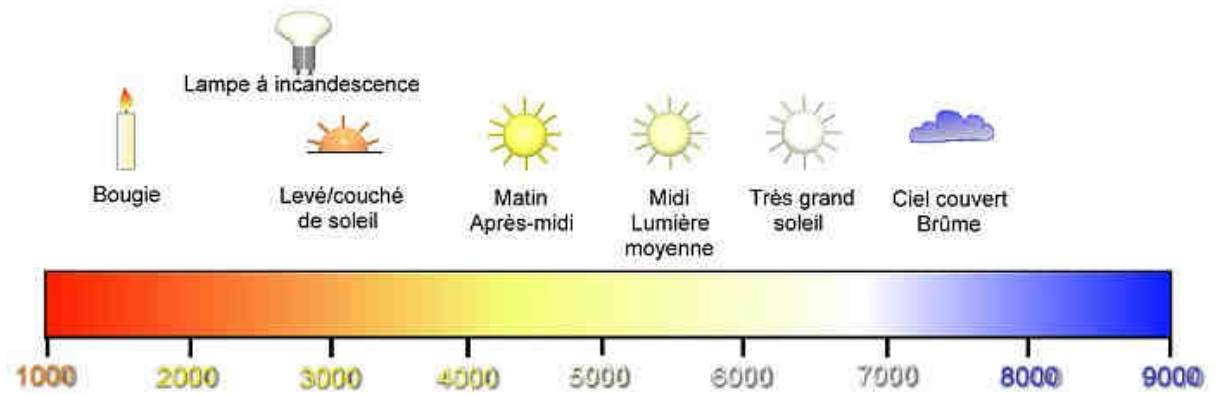
Le rouge : Température inférieure à 1500°K

Le jaune : Température entre 2000 et 4000°K

Le blanc : Température entre 4000 et 7000°K

Le bleu : Température supérieure à 7000°K

La couleur apparente d'une source lumineuse varie du rouge orangé de la flamme d'une bougie (1850 °K) au bleu dans le cas d'un flash électronique (entre 5000 et 6500 °K selon les fabricants). Le ciel bleu quand à lui à une température de 6000°K.



*Les températures de couleurs [21]*

### **1.2.2.2 L'indice de rendu des couleurs**

L'indice de rendu des couleurs (IRC) est la capacité d'une lampe à restituer correctement les couleurs présentes dans l'environnement. L'IRC est compris entre 0 et 100, 100 étant l'IRC de la lumière naturelle qui restitue toutes les nuances de couleur et 0 étant l'absence de couleur reconnaissable. Une différence de 5 est perceptible par l'œil humain.

Les parkings souterrains sont éclairés avec des lumières dont l'IRC est particulièrement bas, de l'ordre de 25, ce qui explique que les couleurs des carrosseries soient moins bien rendues qu'en plein jour.

L'IRC est indépendant de la quantité d'énergie émise par la source lumineuse.

### **1.2.2.3 Le lux**

Le lux est l'unité dans laquelle s'exprime l'éclairement lumineux. 1 lux correspond à l'éclairement d'une surface de 1m<sup>2</sup> soumise à une intensité de 1 lumen.

### **1.2.2.4 Le lumen**

Le lumen est l'unité exprimant un flux lumineux. C'est la quantité de lumière émise par unité de temps par une source de lumière.

## **1.3 Les différentes dimensions de la couleur [19] [38] [40] [58] [60] [61]**

Une couleur se définit par 3 dimensions : la luminosité, la saturation, et la teinte

### **1.3.1 Luminosité**

La luminosité a plusieurs synonymes : clarté, brillance. En anglais, on la traduit par « value ». Elle représente la quantité de lumière réfléchiée par un objet. En photométrie, « elle est définie comme le quotient de l'intensité lumineuse d'une surface par l'aire apparente de cette surface pour un observateur éloigné ». Elle s'exprime en candela par mètre carré. Plus la quantité de lumière transmise augmente, et plus l'objet sera clair. La luminosité représente la quantité de blanc que contient une couleur. Dans les différents systèmes représentant les couleurs, la luminosité est toujours représentée par un axe noir-blanc. L'appréciation de la luminosité se fait uniquement par les bâtonnets que l'on trouve au niveau de la rétine. Pour de nombreux auteurs, le choix de la luminosité est le premier facteur de réussite de l'esthétique d'une dent prothétique.

### **1.3.2 Saturation**

La saturation, qui est traduit par « chroma » en anglais, est la quantité de pigment contenue dans une couleur, elle définit la pureté d'une teinte. Elle correspond à l'intensité de la teinte. Pour une couleur donnée, on peut avoir différentes nuances par addition de blanc. On a alors une désaturation de la couleur, on dilue la couleur dans du blanc. Une lumière totalement désaturée est un gris, c'est-à-dire qu'elle n'est constituée que de lumière blanche. La saturation indique donc si la couleur est terne ou non. La saturation s'exprime en pourcentage de pureté. Par exemple, une couleur dont la saturation est de 80% indique que la couleur étudiée contient 20 % de blanc et 80% de couleur pure.

La saturation et la luminosité sont parfois confondues, pourtant, leur modification n'entraîne pas la même chose. En diminuant la saturation d'une couleur, on se rapproche du gris. En revanche, en diminuant la luminosité, on se rapproche du noir.

### **1.3.3 Teinte**

La teinte, qui est aussi appelée tonalité chromatique, caractérise la longueur d'onde dominante réfléchiée par un objet, et nous permet de distinguer les différentes familles de teinte : jaune, rouge, vert, bleu... Elle se traduit par « hue » en anglais. Les mots teinte et couleur sont souvent confondus, ce qui est une erreur. La teinte est la dimension la moins importante dans la réalisation esthétique d'une prothèse.

## 1.4 Les différents systèmes pour caractériser une couleur

### 1.4.1 Le cercle chromatique de Newton [35] [54] [58]

On peut dire que la colorimétrie moderne débute au 17<sup>ème</sup> siècle, grâce à Isaac Newton.

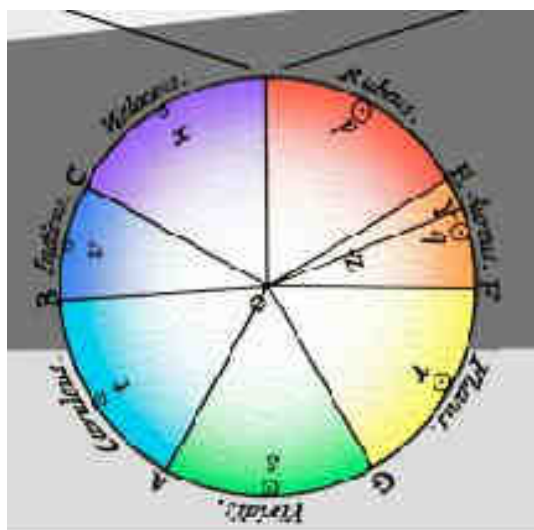
En 1666, la peste touche l'Angleterre. Isaac Newton, âgé de 24 ans, attend la réouverture de Cambridge, où il fait ses études. Celui-ci en profite pour réaliser de multiples expériences, et invente alors le calcul intégral et construit les bases de la théorie de la gravitation. Il s'intéresse aussi aux couleurs, et il découvre ainsi que la lumière blanche est en réalité constituée de plusieurs rayons colorés. Il découvre cela en faisant l'expérience suivante :

« Trin : Collège Cambridge. 6 février 1671

Monsieur, pour tenir la promesse que je vous ai faite, je vous fais part sans cérémonie qu'au début de l'année 1666 (époque à laquelle je m'appliquais à tailler des verres optiques de formes différentes de la sphère), je me procurais un prisme triangulaire en verre pour réaliser les fameux phénomènes des couleurs. Ayant à cet effet obscurci ma chambre et fait un petit trou dans mes volets pour laisser pénétrer une quantité convenable de lumière solaire, je plaçai mon prisme devant l'ouverture de telle sorte qu'elle soit réfractée sur le mur opposé. Ce fut d'abord un divertissement très plaisant de contempler les couleurs vives et intenses ainsi produites, mais au bout d'un moment je me mis à examiner plus soigneusement et fus surpris de leur voir une forme oblongue, que, d'après les lois acceptées de la réfraction, je m'attendais à voir circulaire. » [35]

Newton décrivit ainsi un spectre de forme oblongue contenant sept couleurs : le rouge, l'orange, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet. D'après certains auteurs, Newton choisit 7 couleurs en raison d'une croyance ancienne des philosophes grecs comme quoi il y aurait un lien entre les couleurs, les notes de musique et les jours de la semaine.

Sans justifier pourquoi, Newton rangea les couleurs obtenues sous la forme d'un cercle : c'est ce qu'on appelle le cercle chromatique de Newton.



*Le cercle chromatique de Newton [46]*

### 1.4.2 Triangle de Maxwell [4] [35]

Pour comprendre le triangle de Maxwell, il faut savoir que celui-ci défendait la théorie des trois stimuli de Young

A : la théorie de Young

En 1782, Thomas Young se demande quel mécanisme logé dans la rétine permettait la vision des couleurs. Young estima que la rétine devait disposer d'un mélange de seulement trois types de fibres nerveuses qui nous permettraient de voir toutes les couleurs possibles. Ces fibres nerveuses seraient sensibles au rouge pour les premières, au vert pour les deuxièmes et au bleu pour les troisièmes.

Un point essentiel de sa théorie est que les fibres sensibles au rouge ont leur seuil de sensibilité maximum pour le rouge mais sont aussi légèrement sensibles aux deux autres couleurs. Ce principe est valable pour les deux autres types de fibres. L'excitation égale de toutes les fibres donnerait alors du blanc.

B : Le triangle de Maxwell

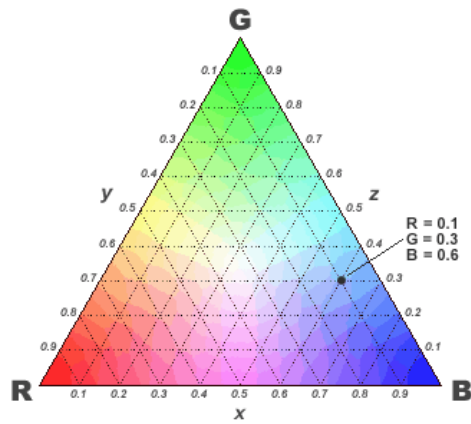
En 1861, James Clerk-Maxwell projeta la première photographie en couleur de l'histoire lors d'une conférence à la Royal Institution of Great Britain, afin de défendre la théorie des trois stimuli.

Citation p 86 :

« Trois photographies d'un ruban de couleur prises respectivement à travers trois solutions colorées furent introduites dans les lanternes magiques donnant séparément des images représentant les parties rouges, vertes et bleues, comme elles pourraient être vues séparément par les trois groupes de nerfs selon Young. Lorsqu'elles furent superposées, on vit une image colorée telle que si le rouge et le vert avaient été aussi complètement photographiés que le bleu, on aurait obtenu une image complètement colorée du ruban. »

Ainsi, si n'importe quelle couleur peut être obtenue en mélangeant seulement trois couleurs dans des proportions différentes, Maxwell eut l'idée de transformer le cercle chromatique de Newton en triangle.

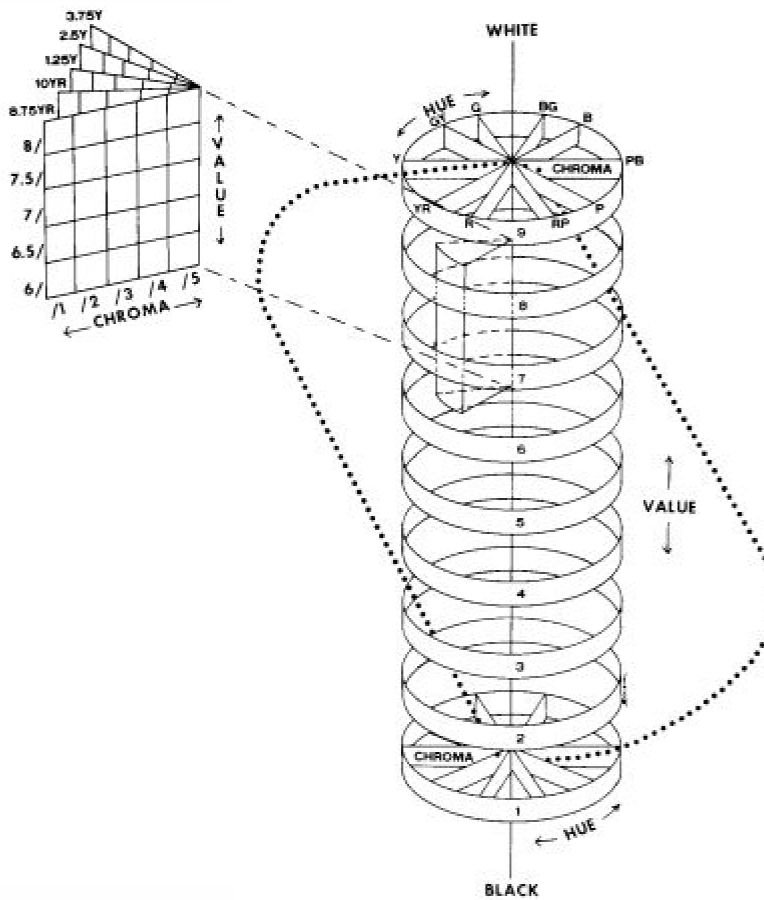
Il imagine alors un triangle équilatéral, où chaque sommet représente une des trois couleurs : rouge, vert ou bleu. Une perpendiculaire est tracée sur chaque côté du triangle en passant par le sommet opposé et est gradué en pourcentage (le sommet correspond à 100% de rouge, de vert ou de bleu). Ainsi, le blanc se trouve où la proportion des trois couleurs est identique. En se déplaçant dans ce triangle, on peut obtenir n'importe quelle couleur.



*Le triangle de Maxwell [46]*

### 1.4.3 Système Munsell [7] [36] [52] [60]

L'atlas des couleurs de Munsell a été inventé par Albert Munsell en 1909. C'est une approche visuelle des couleurs. Il est l'un des premiers à classer la couleur dans un espace tridimensionnel, avec comme attribut la teinte (Hue), la luminosité (Value), et la saturation (Chroma). Habituellement, cet atlas est décrit comme une sphère, mais pour plus de simplicité, nous allons l'expliquer comme si nous avions un cylindre. Ce cylindre peut se décomposer en 3 parties : Un axe principal qui représente la luminosité, un rayon représentant la saturation et enfin une base qui est un cercle représentant la teinte.



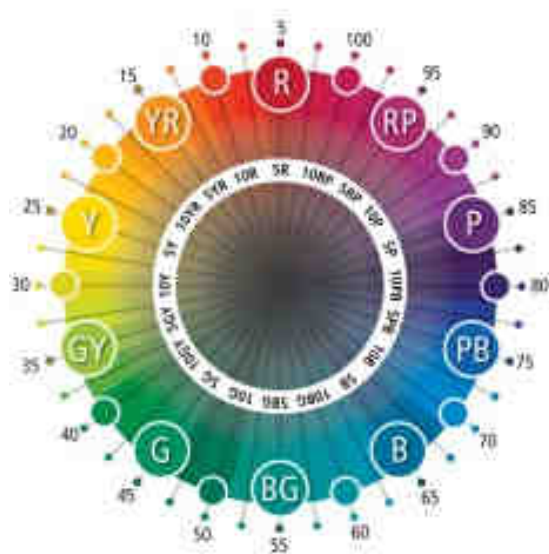
*Pour une meilleure compréhension, l'atlas de Munsell est représenté sous la forme d'un cylindre. Le véritable atlas est en pointillé.[60]*

L'axe central du cylindre représente la luminosité. A l'extrémité inférieure, nous avons une faible luminosité (noir), et à l'extrémité supérieure, une forte luminosité (blanc). Une série de gris permet de passer du noir vers le blanc. Les couleurs lumineuses sont au sommet du cylindre. Le cylindre doit être considéré comme une série de roues empilées les unes sur les autres, et plus on progresse vers le sommet du cylindre, plus les roues sont lumineuses. Les roues sont numérotées de 0 (noir) à 10 (blanc).

Le rayon du cylindre représente la saturation. Les couleurs les plus pures sont à la périphérie du cylindre. La saturation est numérotée de 1 à 5, 1 représentant la saturation maximale.

La base du cylindre qui représente la teinte est un cercle chromatique, où l'on peut distinguer 10 teintes principales. Les couleurs sont disposées de façon à ce que les paires complémentaires (dont le mélange donne un gris neutre) soient diamétralement opposées : ainsi le jaune et le bleu marine, l'orange et le bleu glacier, le rouge et le vert, le violet et le vert tendre. Chaque teinte est représentée par une initiale (R, YR, Y, GY, G, BG, B, PB, P, RP) et chaque teinte est divisée en 10 parties de même largeur.





*R = red, Y= Yellow, G= Green, B= Bleu, P= Purple*

*Cercle chromatique où l'on peut voir l'organisation des teintes. [53]*

Le teintier vitapan lumin vacuum est basé sur ce système. La teinte des dents naturelles se trouve entre 7,5 YR et 2,7 Y, la luminosité va de 5,8 à 8,5 et la saturation de 1,5 à 5,6.

#### 1.4.4 Système CIE LAB [4] [7] [15] [24] [29] [36] [58]

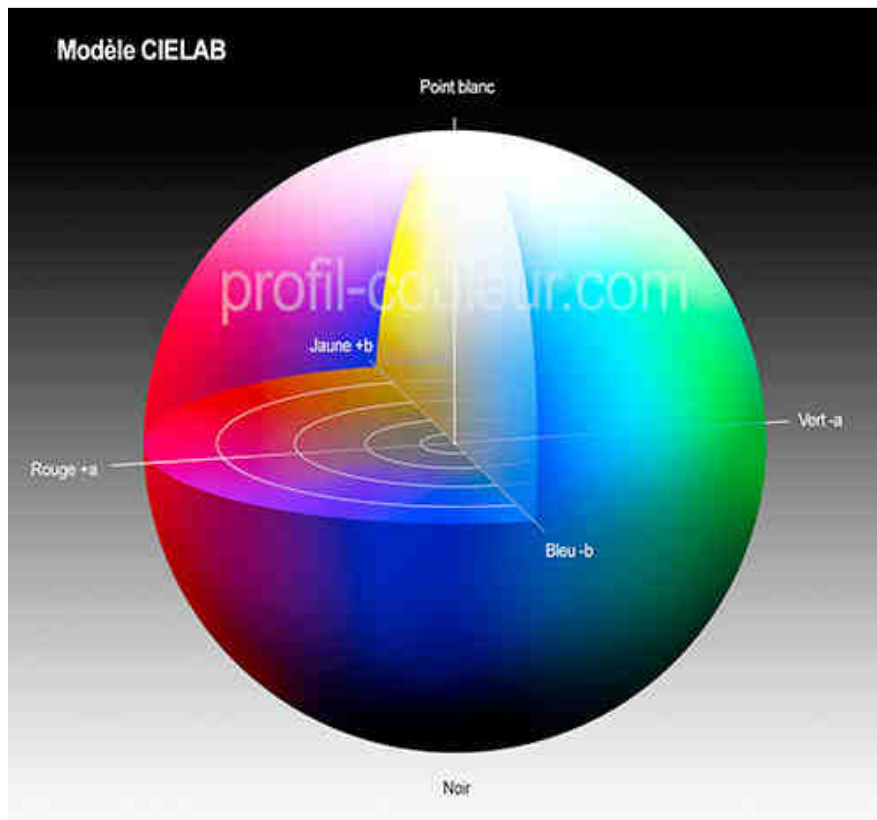
En 1976, la Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) a défini un espace de couleur, le CIE Lab. La problématique était de définir un système de couleur permettant à l'œil humain de définir une couleur, mais aussi à établir une relation mathématique, afin de situer cette couleur dans l'espace de façon objective, et non plus subjective. En effet, jusqu'alors, tous les systèmes qui permettaient de définir une couleur s'appuyaient sur un étalon, et donc, cela restait toujours subjectif. Le système CIE Lab permet ainsi une approche physique de la couleur.

Le CIE Lab a pour support la théorie selon laquelle les cônes au niveau de la rétine ne perçoivent que trois couleurs (le rouge, le vert et le bleu). Le CIE Lab est un espace tridimensionnel. Un axe vertical représente la luminosité (L) : axe noir – blanc. A mi hauteur de cet axe, on a un plan défini par 2 axes :

- un axe  $a^*$  qui représente la nuance de couleur passant du vert au rouge (-a = vert ; +a = rouge)
- un axe  $b^*$  qui représente la nuance de couleur passant du bleu au jaune (-b = bleu ; +b = jaune)

Plus a et b sont proches de zéro, plus on se rapproche de couleur neutre (gris)

Ainsi, pour la première fois, on a pu décrire une couleur par des nombres, et ainsi calculer la différence entre deux couleurs.



*Le système CIE Lab [46]*

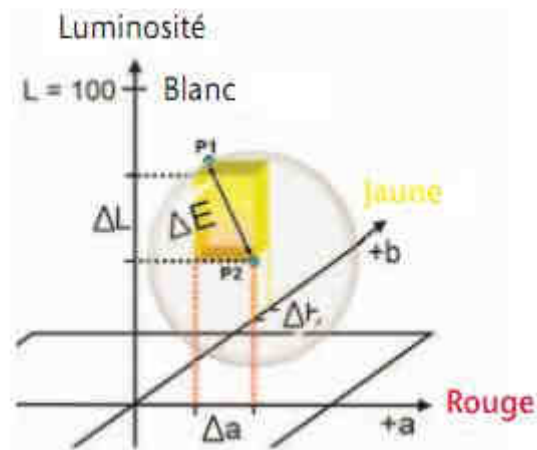
Dans ce système, l'espace représentant la couleur des dents a une forme rhomboïde (une forme de banane). La banane est très allongée dans le sens verticale, il y a donc une variété importante de luminosités différentes. La banane se situe entre +a (tons rougeâtres) et +b (tons jaunâtres).

Si l'on compare les coordonnées de la dent la plus foncée à la dent la plus claire, les valeurs sont (62 ; 6 ; 21) contre (78 ; 1 ; 12). Grâce à ce système CIE Lab, la différence entre la couleur de la dent la plus foncée et la dent la plus claire est représentée par une distance, que l'on désigne par le symbole  $\Delta E$ .

La formule mathématique permettant de trouver la valeur de  $\Delta E$  est une simple application du théorème de Pythagore :

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$$

Pour plus de compréhension, voici un schéma explicatif :



[4]

P1 : Couleur de la dent 1, P2 : Couleur de la dent 2

Coordonnées P1 : (L1 ; a1 ; b1), Coordonnées P2 : (L2 ; a2 ; b2)

$$\Delta L = L1 - L2$$

$$\Delta a = a1 - a2$$

$$\Delta b = b1 - b2$$

Selon la littérature, un  $\Delta E$  inférieur à 1 n'est pas perceptible par l'œil humain. Un  $\Delta E$  compris entre 1 et 3 peut-être perçu par un œil éduqué (peintre, dentiste, prothésiste). Enfin, un  $\Delta E$  supérieur à 3,3 peut-être perçu par n'importe quel œil.

Le système de couleur CIE Lab a ainsi permis le développement des colorimètres et spectrophotomètre, car chaque couleur peut-être définie par une relation mathématique.

Photoshop utilise le système CIE Lab pour définir une couleur.

#### 1.4.5 Système CIE LCH [4]

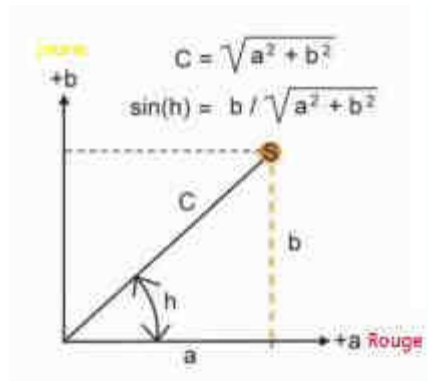
Le système CIE Lab vu précédemment est un système très performant, mais les valeurs a et b ne sont pas très parlantes pour un technicien de laboratoire par exemple. C'est pour cela qu'une conversion du système CIE Lab a été faite pour devenir le système Lch.

L représente toujours la luminosité : hauteur de la couleur sur l'axe L

C représente la saturation : distance entre l'axe L et la couleur

H représente la teinte : angle formé entre l'axe +a et l'emplacement de la couleur.

Les formules mathématiques pour passer du système CIE Lab au système CIE Lch sont les suivantes :



*Doc vita*

L a la même valeur dans les deux systèmes.

$$C = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\sin(h) = b / \sqrt{a^2 + b^2}$$

Pour le praticien, comme le technicien de laboratoire, il est plus facile de définir la couleur d'une dent dans ce système par rapport au système CIE Lab, car ici, on fait appel aux trois dimensions de la couleur.

Le système CIE Lab et CIE Lch représente exactement la même chose, mais dans des unités différentes.

## **2 : Les déterminants de la couleur dentaire**

## **2.1 Les autres dimensions de la couleur d'une dent**

[19] [36] [37] [40] [49] [54] [55] [58] [69] [77]

### **2.1.1 Stratification**

Les dents naturelles sont faites de différentes couches qui sont responsables de variations colorées. L'épaisseur, la structure et la composition de l'émail, de la dentine et de la pulpe interviennent dans la couleur de la dent du fait de leurs propriétés optiques différentes.

#### **2.1.1.1 La pulpe**

Elle se situe au centre de la dent, c'est un tissu conjonctif contenant des nerfs et des vaisseaux sanguins. Elle est de couleur rouge en raison de ces derniers. La cavité pulpaire se réduit avec l'âge, du fait de la formation de dentine tout au long de la vie. La pulpe est donc de moins en moins visible avec le temps.

#### **2.1.1.2 La dentine**

Sa composition est de 70% de minéraux, 20% de substances organiques et 10% d'eau. La dentine entoure la pulpe, et elle est responsable en grande partie de la couleur des dents. Elle est parcourue de canalicules dentinaires qui sont perpendiculaires à la pulpe. Son faible degré de minéralisation par rapport à l'émail et sa forte proportion de substance organique entraînent une dentine opaque. Le noyau dentinaire donne la teinte de la dent.

#### **2.1.1.3 L'émail**

C'est le tissu superficiel de la dent. Il est considéré comme le tissu le plus dur et le plus minéralisé de l'organisme (95 % de substances minérales). L'émail est dit inerte car il n'est ni vascularisé, ni innervé. L'émail est responsable de la luminosité de la dent. La zone du collet étant moins recouverte d'émail, celle-ci est moins lumineuse, mais la teinte y est plus facilement discernable. L'émail est translucide, mais à la radio, c'est le tissu le plus opaque en raison de sa forte minéralisation. Ses propriétés optiques dépendent de son épaisseur.

### **2.2.2 Transparence et translucidité**

La transparence se retrouve très peu au niveau des dents. Un matériau transparent laisse passer la totalité de la lumière. Le contraire de la transparence est l'opalescence. En revanche, les dents ont une certaine translucidité. La translucidité d'un matériau traduit le fait que celui-ci laisse passer seulement une partie de la lumière. La translucidité est un facteur important dans la réussite de la prothèse. Plus une dent est translucide, moins elle est lumi-

neuse, car une grande partie de la lumière pénètre dans la dent. La translucidité d'une dent n'est pas uniforme, en raison des différentes couches qui composent une dent.

L'émail a une translucidité de 70%, il laisse donc passer une grande partie de la lumière incidente (un matériau ayant une translucidité de 100% est transparent). Le bord libre des dents étant composé essentiellement d'émail et de très peu de dentine, c'est la zone la plus translucide de la dent. La dentine, quand à elle, a une translucidité de 40 %, elle est plus opaque que l'émail. La zone du collet étant peu recouverte d'émail par rapport au reste de la couronne, c'est la zone la moins translucide. Avec l'âge, l'émail est de plus en plus minéralisé, ce qui entraîne une augmentation de la translucidité avec l'âge. La dentine est donc plus visible.

### **2.2.3 Opalescence**

L'opalescence est la capacité d'un corps à transmettre et réfléchir les mêmes longueurs d'onde, quelle que soit la source d'éclairage. L'opalescence est due à l'émail. Celle-ci conserve un gris bleuté quelle que soit la source d'éclairage.

### **2.2.4 Fluorescence**

La fluorescence est la capacité d'un corps soumis à un rayonnement ultraviolet d'émettre un rayonnement dont la longueur d'onde se trouve dans le spectre de la lumière visible. Les dents naturelles présentent une fluorescence blanc bleutée. C'est la dentine qui est responsable de ce phénomène. Les dents en céramique doivent reproduire cette fluorescence, pour éviter que lors d'une exposition à une lumière riche en ultraviolet, la dent prothétique ne paraisse noire (par exemple en boîte de nuit, ou sur la plage en plein été)

### **2.2.5 L'état de surface**

L'état de surface (ou texture de surface) des dents naturelles est très variable. Les dents jeunes sont riches en fossettes et en stries horizontales. L'état de surface reste brillant même quand la dent est sèche. Avec le temps, l'usure de l'émail efface ces reliefs. La dent âgée a un aspect lisse.

### **2.2.6 Les caractérisations**

Les caractérisations sont les aspects colorés particuliers et localisés. Ils sont acquis ou structurels. On peut avoir des tâches blanches de déminéralisation, des tâches de fluorose, les sillons colorés des molaires...

### **2.2.7 Les dyschromies extrinsèques**

Ce sont les colorations dentaires superficielles, d'origine diverses qui se sont accumulées au cours du temps. Elles sont variables en fonction des habitudes de vie des patients : tabac, bain de bouche... Le plus souvent ces colorations disparaissent à la suite d'un détartrage, mais réapparaissent très vite si le patient ne change pas ses habitudes de vie.

Parmi ces colorations extrinsèques, on peut citer le biofilm et le tartre, le tabac, la chlorexidine, le vin, le thé et le café....

## **2.3 Les facteurs extérieurs à la dent, influençant sa couleur**

### **2.3.1 L'éclairage au cabinet dentaire [7] [55] [65] [76]**

La lumière optimale pour faire l'enregistrement de la couleur d'une dent est la lumière du jour en pleine journée, avec un ciel peu nuageux aux alentours de 5 500°K. Le CRI est de 100%. La lumière du jour n'est malheureusement pas toujours constante et elle peut varier de 2 000 à 27 000°K (éclairage par la lune). Il est donc conseillé d'utiliser un éclairage artificiel.

Il existe différents types d'éclairages artificiels. Chacun a ses propres propriétés.

#### **2.3.1.1 La lumière incandescente**

C'est la lumière « traditionnelle », que l'on retrouve dans les maisons. La température est de 2 800°K à 3 200°K, avec un CRI de 100%. De plus, le spectre lumineux est très pauvre en bleu et violet. Ces ampoules ne sont donc pas du tout adaptées aux cabinets dentaires, elles créent un environnement rouge orangé. Les ampoules à incandescences, qui sont aussi appelées « ampoules tungstènes » sont amenées progressivement à disparaître, car elles consomment trop d'énergie.

#### **2.3.1.2 La lumière halogène**

La lumière halogène est produite grâce à l'incandescence du gaz halogène qui se trouve dans l'ampoule. La température de couleur est de 3500°K à 4500°K, avec un CRI de 100%. La lumière des phares de voiture ou même de notre turbine est généralement une lumière halogène. De même que les ampoules précédentes, les ampoules à halogène ne sont pas adaptées aux cabinets dentaires.



### **2.3.1.3 La lumière fluorescente**

Les lampes fluorescentes sont aussi appelées les néons, ou encore les lampes fluo compactes. On les retrouve de plus en plus dans nos foyers, en raison de la disparition progressive des lampes à incandescence. Les lumières fluorescentes ont évolué ces dernières années, et l'on arrive à avoir une lumière ayant une température proche de 5500° K avec un CRI de 97%. Ces dernières ampoules coûtent en moyenne 8 fois plus chères que les autres, mais elles sont indispensables pour avoir un rendu de couleur presque parfait. Malheureusement, les lampes néons ont un spectre lumineux dépourvu de rouge.

### **2.3.1.4 L'éclairage artificiel idéal**

Les différents auteurs s'accordent pour dire que l'éclairage artificiel idéal doit contenir l'ensemble des longueurs d'onde du spectre visible (de 380 nm à 780 nm), et doit avoir une température de couleur entre 5500 et 6500°K, avec un CRI supérieur à 90.

Un plafonnier « lumière du jour » à néon donnerait une lumière blanche, mais cette lumière serait pauvre en rouge. Les seuls appareils qui, aujourd'hui, seraient vraiment fiables sont les appareils de Gamain, composés de néons, de tubes tungstènes, ainsi que de tube de lumière noire. La résultante de ces trois lumières donne ainsi une lumière du jour avec un spectre de lumière complet. Ils répondent à la norme D65 (65 pour 6500°K).

L'intensité lumineuse doit être comprise entre 1200 et 1600 lux, afin d'assurer un confort visuel optimal.

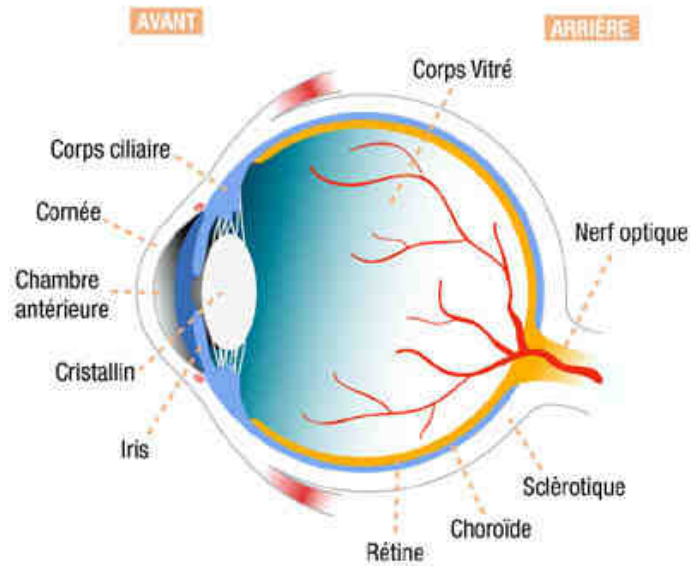
## **2.3.2 Le milieu environnant [19] [31] [55]**

L'ambiance du milieu environnant est importante pour la détermination de la couleur des dents. Les murs du cabinet ne doivent pas avoir une couleur trop proche de celle des dents naturelles, il faut donc éviter les peintures aux tons jaune orangé. La meilleure couleur à choisir est une couleur neutre, comme le gris ou un ton beige.

## **2.2.3 Œil du praticien [45] [73]**

La vision dépend de l'œil. Il contient des photorécepteurs, les cônes et les bâtonnets, qui se localisent dans la rétine et convertissent un signal lumineux en un signal électrique pour qu'il soit transmis au cerveau, via le nerf optique.

### 2.2.3.1 Anatomie



*Anatomie de l'œil [66]*

L'œil est une boule remplie de liquide, recouverte de trois couches et divisée en deux chambres. La couche externe qui donne son aspect blanc à l'œil, est appelée la sclère, qui est une couche résistante de tissus conjonctifs. On peut l'apercevoir au niveau des blancs des yeux. La sclère recouvre la totalité de l'œil, sauf au niveau du pôle antérieur où l'on trouve la cornée, une fenêtre transparente par laquelle passe la lumière. La cornée est continuellement rincée et lubrifiée par des larmes, renouvelées par le clignement des paupières.

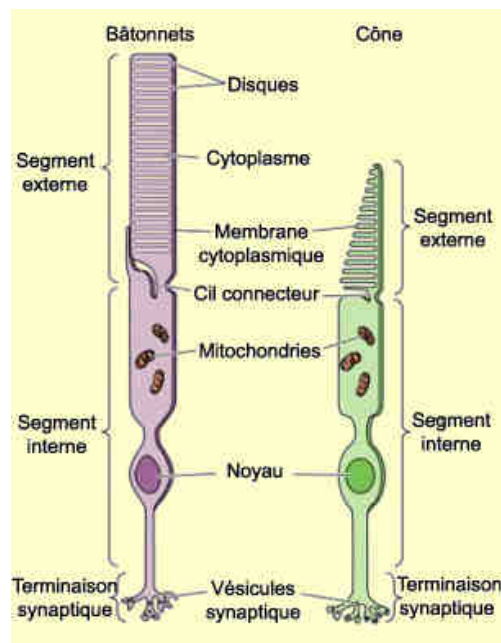
La couche sous-jacente à la sclère est la choroïde. Elle porte un pigment sombre, ce qui permet l'absorption des rayons lumineux en arrière du globe oculaire, alors qu'en avant, elle se spécialise en iris, pour déterminer la couleur des yeux. Les fibres musculaires lisses de l'iris se contractent ou se dilatent en fonction de la lumière reçue, et font ainsi varier le diamètre de la pupille. En arrière de l'iris et de la pupille, on trouve le cristallin. La zone se trouvant entre la cornée et l'iris est appelée la chambre antérieure. Elle est remplie d'humeur aqueuse.

La chambre se trouvant en arrière du cristallin, la chambre postérieure, est remplie d'un liquide gélatineux, l'humeur vitrée. Dans la chambre postérieure, la choroïde est recouverte par la troisième couche recouvrant l'œil : la rétine. La rétine est une extension du cerveau, elle tapisse la surface interne et postérieure de l'œil. Elle contient notamment les photorécepteurs responsables de la vision. On y trouve la macula, une région où l'acuité visuelle est maximale. Son centre est marqué par une petite dépression : la fovéa.

### 2.2.3.2 Les photorécepteurs

Les photorécepteurs sont les cônes et les bâtonnets. Ils sont dirigés vers l'extérieur de l'œil, c'est-à-dire le plus loin du corps vitré. Il faut donc que la lumière traverse toutes les structures plus internes avant d'atteindre ces deux photorécepteurs. La répartition de ces deux photorécepteurs est bien définie. Les cônes sont au nombre de 6 millions, et les bâtonnets, au nombre de 100 millions. Les bâtonnets sont essentiellement situés en périphérie de la macula, et les cônes quant à eux sont essentiellement situés au niveau de la macula. La fovéa ne contient que des cônes.

Ces deux photorécepteurs se distinguent au niveau de leurs fonctions mais aussi de la morphologie de leurs segments externes, composés d'empilements de couches de la membrane cellulaire, les disques. Les disques comportent des substances chimiques, des photopigments, qui réagissent à la lumière. Les cônes et les bâtonnets sont appelés ainsi en raison de la forme de leur segment externe photosensible.



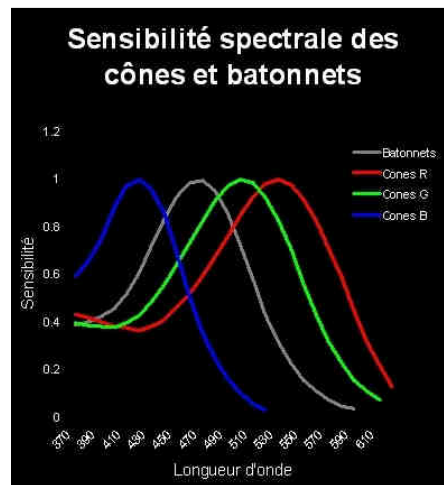
*Anatomie des cônes et des bâtonnets [18]*

Les photopigments absorbent la lumière. Il y en a quatre différents. Au niveau des bâtonnets, on trouve la rhodopsine. Les trois autres photopigments se retrouvent chacun dans un type de cône.

Au niveau fonctionnel, les bâtonnets ne détectent que l'intensité lumineuse, sans aucune information sur la longueur d'onde de la lumière : ils ne détectent donc pas si la lumière est rouge, bleue, verte... Les bâtonnets sont sensibles à de faibles intensités lumineuses, et donnent une image en noir et blanc quand la lumière est trop faible pour activer les cônes. La sensibilité des bâtonnets à de faibles intensités lumineuses s'explique du fait que plusieurs bâtonnets sont reliés à une même cellule. A l'opposé, un cône est relié à une seule cellule. La vision des couleurs est assurée par les cônes.

La vision des couleurs commence par l'activation des photopigments se trouvant dans les cônes. Nous possédons trois types de cônes, qui ont chacun un photopigment précis. Certains répondent de façon optimale à des longueurs d'ondes élevées : ce sont les cônes « rouges ». D'autres répondent à des longueurs d'ondes moyennes : ce sont les cônes « verts ». Enfin, le troisième type de cône est plus sensible aux longueurs d'ondes faibles : les cônes « bleus ».

Chaque type de cônes répond préférentiellement à une certaine longueur d'ondes, mais il répond aussi aux autres. Ainsi, pour une longueur d'ondes donnée, les trois types de cônes sont excités, mais à des degrés différents. Cette théorie trichromatique est à la base de la vision des couleurs.



*Sensibilité des cônes et bâtonnets [11]*

En présence de lumière, la structure des photopigments est modifiée et ce changement de forme induit toute une cascade de réactions chimiques pour finalement arriver à la génération d'une impulsion électrique. Ce signal électrique est capturé par la couche de neurones située au-dessus des photorécepteurs, puis il est conduit vers le nerf optique.

Chaque cône ou bâtonnet est activé par la lumière, il passe ensuite à un état insensible pendant un certain temps, et redevient activable. Ces différents temps sont dus aux réactions photochimiques entre l'énergie lumineuse et les différents photopigments. La durée pendant laquelle le cône (ou bâtonnet) n'est plus sensible à un changement de la lumière est le temps qu'il lui faut pour reconstituer son photopigment. Tant que la concentration de pigment dans la cellule n'a pas atteint un certain seuil, le neurone continue d'être stimulé. C'est une partie de l'explication du phénomène de persistance rétinienne, on « voit » des traces lumineuses alors que la lumière s'est arrêtée. C'est pour cela que lors du choix de la couleur de la dent, il faudra reposer les yeux entre chaque échantillon de couleur.

Avec l'âge, l'acuité visuelle diminue. L'âge de l'opérateur influence donc la prise de la couleur. Il faut alors suppléer cette défaillance avec des appareils.

### **2.2.3.3 Les dyschromatopsies [71]**

Les dyschromatopsies regroupent l'ensemble des défauts de perceptions des couleurs. Elles peuvent être soit héréditaires, soit acquises.

#### *2.2.3.3.1 Les dyschromatopsies héréditaires*

C'est ce que l'on appelle le daltonisme. Le physicien John Dalton a décrit cette anomalie de vision des couleurs il y a deux siècles. Les dyschromatopsies héréditaires sont bilatérales et symétriques, invariables au cours du temps. Elles sont classées en trois catégories :

- La vision trichromatique anormale

C'est une altération partielle de la vision d'un pigment coloré.

- La vision dichromatique

C'est l'absence totale de vision d'un pigment coloré. On parle de protonopie lorsque le déficit concerne le pigment rouge, de deutéranopie pour le pigment vert et de tritanopie pour le pigment bleu.

- La vision monochromatique

C'est un défaut total de perception colorée. On parle aussi d'achromatisme. La vision se fait seulement en noir et blanc, avec des nuances de gris

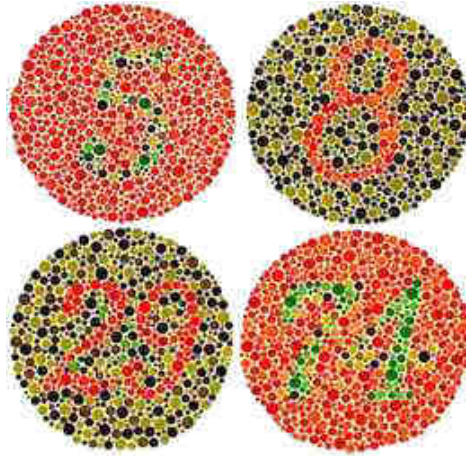
Les déficits de vision des pigments rouges et verts concernent le chromosome X et le déficit de vision des pigments bleus concernent le chromosome n°7. Cela explique que la majorité des dyschromatopsies héréditaires se retrouve chez les hommes.

#### *2.2.3.3.2 Les dyschromatopsies acquises*

Les dyschromatopsies acquises sont secondaires aux maladies de l'œil et au vieillissement. Elles sont le plus souvent bilatérales, asymétriques et évolutives. Les hommes et les femmes sont atteints dans des proportions identiques. Les causes les plus fréquentes sont l'alcool, le diabète, l'administration prolongée de certains médicaments, et l'altération du cristallin lié à l'âge ( la cataracte).

#### *2.2.3.3.3 Le dépistage*

Le dépistage se fait par l'intermédiaire de test de confusion pigmentaire. Le test à l'aide des planches pseudo isochromatiques d'Ishihara est le plus connu. Sur un fond composé de plusieurs couleurs, on présente un chiffre qui est lui aussi composé de plusieurs couleurs différentes de celles du fond. Un individu sain distingue aisément les chiffres, alors qu'un dyschromate ne les distingue pas. Le test est fiable à 98%.



*Quelques planches pseudo isochromatiques d'Ishihara [71]*

#### **2.2.3.4 Le métamérisme [54] [58] [64]**

Le phénomène de métamérie se produit lorsque deux objets placés sous une lumière de spectre identique ont la même couleur. En revanche, si on les place sous une deuxième lumière de spectre différent à la première, leur couleur est alors différente. Ce phénomène peut se produire lorsque nous choisissons la couleur de notre restauration composite sous la lumière du scialytique. La couleur choisie peut être identique à la dent sous cet éclairage, mais à la fin du soin, une fois le scialytique éteint, la couleur de la dent et du composite est différente.

### **3 : Conditions optimales pour le choix de la couleur**

### **3.1 Quel type d'éclairage choisir ?**

On a longtemps pensé que la lumière du jour naturelle était la meilleure source de lumière pour la prise de couleur d'une dent, or ce n'est pas le cas. En effet, l'intensité lumineuse varie au cours de la journée, et les conditions d'éclairage ne sont pas les mêmes tout au long de la journée. Ainsi, la couleur d'une dent à 8h du matin ne sera peut-être pas la même qu'à midi.

Le plafonnier au dessus du fauteuil doit être perpendiculaire à celui-ci et émettre une lumière qui comporte l'ensemble des longueurs d'ondes visibles, c'est-à-dire être compris entre 380 et 780 nm. La température de la couleur doit être le plus proche de 5500° K et un index de rendu des couleurs (IRC) supérieur à 90. Pour rappel, l'IRC, dont la définition est donnée dans la première partie, est la capacité d'une lampe à restituer correctement les couleurs présentent dans l'environnement.

L'intensité lumineuse doit être comprise entre 1 200 et 1 600 lux. Si l'intensité est trop forte, les bâtonnets au niveau de la rétine risquent d'être fatigués, et on risque alors de se tromper dans le choix de la couleur.

Le scialytique doit être éteint, car celui-ci entraîne un éblouissement des bâtonnets (intensité supérieur à 8000 lux.) De plus, la lumière des scialytiques ne comporte pas l'ensemble des rayons lumineux du spectre visible.

### **3.2 Comment doit-être le patient ?**

Le patient doit avoir son dossier relevé et la tête en appuie sur la tête. La bouche du patient doit se trouver à hauteur des yeux du praticien. Si le patient vient avec des vêtements trop colorés, il faut les recouvrir avec un drap de couleur neutre, c'est-à-dire gris. Au cas où nous aurions à faire à une patiente maquillée, le rouge à lèvres doit être complètement enlevé.

### **3.3 Quand doit-on effectuer le relevé de couleur ?**

Il est préférable de réaliser la prise de couleur dès le début de la séance, cela évite d'avoir une dent déshydratée, qui aura alors une couleur différente. Les dents doivent être propre, nettoyée de tout dépôt (plaque, coloration dû au tabac...). Généralement un simple détartrage suffit à enlever toutes les colorations externes. Si un blanchiment est prévu dans le plan de traitement, celui-ci devra être réalisé avant la réalisation des couronnes, car il est impossible de prédire quelle couleur sera obtenue à la suite du blanchiment. La prothèse devrait alors être refaite.

Enfin, concernant les couleurs générales du cabinet, il est préférable d'éviter les couleurs trop flashy, ainsi que les couleurs proches de la couleur des dents (jaune, rouge.)



## **4 : Les différents systèmes de prise de couleur**

## 4.1 Les teintiers

La détermination visuelle de la couleur par comparaison de la dent avec les dents témoins du teintier est la méthode de prise de couleur de la dent la plus répandue dans les cabinets dentaire. La détermination de la couleur est une appréciation subjective du clinicien.

Le teintier doit être positionné sur le même plan que la dent dont on prend la couleur, et le choix doit se faire assez rapidement. Il ne faut pas rester plus de 5 secondes à fixer le même échantillon de couleur, pour ne pas fatiguer les yeux et donc fausser la mesure.

Concernant le choix de la teinte, si l'on a du mal à la déterminer, il ne faut pas hésiter à choisir celle-ci au niveau de la canine. La canine étant la plus saturée, théoriquement c'est sur cette dent que la teinte est la plus apparente.

Il est bon de regarder un environnement neutre, de couleur gris de préférence, entre chaque échantillon de couleur, afin de réinitialiser nos cônes et bâtonnets au niveau de la rétine.

Une fois la couleur déterminée, il faut vérifier celle-ci dans différentes situations lumineuses : patient debout, proche de la fenêtre... Cela évite les risques de métamérisme.

### 4.1.1 Le teintier vitapan classical [19] [39] [52] [55] [57] [69] [72] [77]



*Le teintier Vitapan Classical, Doc Vita*

Le teintier vitapan classical a été créé en 1956 par la société Vita Zahnfabrik, sous le nom de Vita lumin Vacuum. Après 50 ans d'existence et bien qu'il soit désormais dépassé, ce teintier est toujours présent dans les cabinets dentaires, du fait de sa simplicité d'utilisation.

Le teintier est composé de 16 échantillons différents, qui ont une forme d'incisive centrale. Ces 16 échantillons sont divisés en 4 groupes de 4 teintes. On a donc les teintes A, B, C et D.

Les échantillons du groupe A représentent une teinte « brun-rougeâtre »

Les échantillons du groupe B représentent une teinte « jaune-rougeâtre »

Les échantillons du groupe C représentent une teinte « gris »

Les échantillons du groupe D représentent une teinte « gris-rougeâtre »

Pour chaque groupe, un nombre représente la luminosité et la saturation. Quand le nombre augmente, la saturation augmente et la luminosité diminue. La luminosité ne peut donc pas être choisie indépendamment de la saturation. Les chiffres vont de 1 à 4.

On se retrouve ainsi avec 16 couleurs possibles :

A1, A2, A3, A4

B1, B2, B3, B4

C1, C2, C3, C4

D1, D2, D3, D4

A cela, il faut rajouter une couleur : A3,5

La société Vita indique que le classement décroissant de la luminosité des échantillons est le suivant : B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3,5, B4, C3, A4, C4

Méthode d'utilisation :

Il existe différentes méthodes d'utilisation. Nous allons décrire la méthode décrite par Pizaglio.

Le premier paramètre à déterminer est la teinte. Il faut prendre les 4 échantillons de chaque groupe de teinte avec la saturation la plus forte, c'est-à-dire A4, B4, C4 et D4. La saturation étant la plus forte, ces échantillons ont la teinte la plus pure.

Les échantillons sont placés un à un au niveau du collet de la dent pour laquelle on définit la teinte. En effet, le collet est la zone où la saturation est la plus forte, et donc, il est plus facile d'y déterminer la teinte.

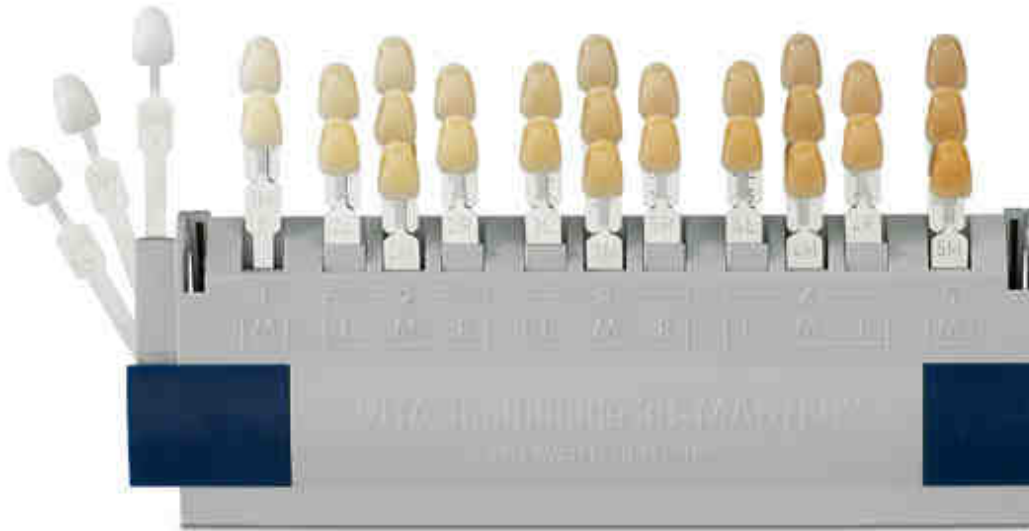
Une fois la teinte choisie, il reste à déterminer la saturation. Pour cela, il faut prendre tous les échantillons du groupe sélectionné, que l'on met dans le teintier par ordre croissant, puis on compare les échantillons un à un, avec la dent dont on détermine la couleur. Cette fois-ci, on se place au niveau du tiers moyen de la dent.

Les teintes les plus souvent choisies sont A2, A3, C2, B2, B3 et C3. Ces six teintes représentent 80% des choix. Le groupe A représente à lui seul 63% des dents naturelles. A2 et A3 sont choisis dans 36% des cas.

Concernant la précision des échantillons du teintier pour déterminer la couleur des dents naturelles, une étude a montré que le teintier Vita Lumin Vacuum représente mal la couleur des dents naturelles.

## 4.1.2 Le teintier vita 3D Master

### 4.1.2.1 : le Toothguide 3D master [4] [7] [10] [69] [72]



*Le Toothguide 3D Master, Doc Vita*

Le Toothguide 3D Master est commercialisé depuis février 1998, par la société Vita Zahnfabrik. Son nom d'origine est le teintier « vita 3D master ». Selon le fabricant, ce teintier contient toutes les teintes possibles des dents naturelles, car celui-ci a été conçu à la suite de mesure spectrophotométrique de dents naturelles.

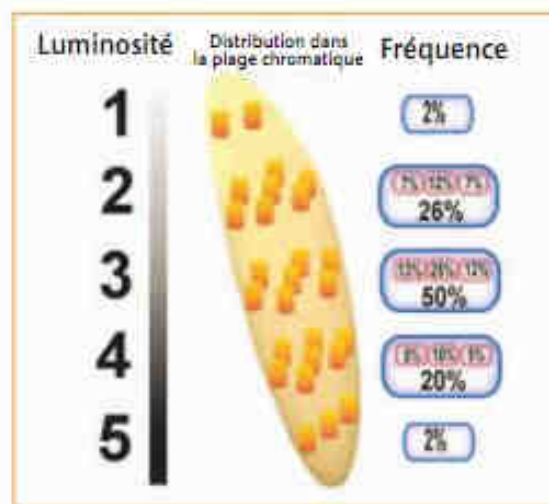
Ce teintier est le premier à se baser réellement sur le concept des 3 dimensions de la couleur. Chaque couleur est ainsi représenté par :

Nombre 1 – Lettre – Nombre 2

Le nombre 1 caractérise la luminosité, le nombre 2 la saturation, et enfin la lettre correspond à la teinte.

1<sup>ère</sup> dimension : La luminosité

Le premier teintier vita 3D Master comportait 26 échantillons de couleur, divisé en 5 groupes en fonction de la luminosité. Le groupe 1 représente la luminosité la plus forte, alors que le groupe 5 représente la luminosité la plus faible. Chaque groupe de luminosité est distant de  $\Delta L=4$  dans l'espace des couleurs. Les dents naturelles ayant une luminosité 1 et 5 sont rares, elles ne représentent que 4% de l'ensemble des dents naturelles. En revanche, la moitié des dents naturelles se trouve dans le groupe de luminosité 3.



[4]

2<sup>ème</sup> dimension : la saturation

Pour chaque luminosité, il y a 3 niveaux de saturations différentes (de 1 à 3), sauf pour la luminosité 1 qui ne comporte que 2 niveau de saturation. De plus, Pour les groupes de luminosité 2, 3 et 4, des saturations intermédiaires (1,5 et 2,5) ont été ajoutées.

3<sup>ème</sup> dimension : la teinte

Les groupes de luminosité 1 et 5 n'ont qu'un niveau de teinte, contrairement aux groupes 2, 3 et 4 qui en ont 3 : M, L et R

M : Middle (teinte moyenne/ teinte orangée)

L : Less red (teinte moins rouge/ teinte à dominante jaune)

R : Redder (teinte plus rouge/ teinte à dominante rouge)

Les groupes de luminosité 1 et 5 n'ont qu'un niveau de teinte, contrairement aux groupes 2, 3 et 4 qui ont les 3 niveaux de teintes.

Au fil des années, un groupe de luminosité a été rajouté, le groupe 0, pour la prise de couleur des dents suite à un blanchiment. Cela porte ainsi le nombre d'échantillons de couleurs à 29.

De plus, un des avantages du teintier vita-3D-Master est que si l'on trouve que la couleur d'une dent est entre 2 échantillons, le laboratoire peut mélanger les 2 poudres de couleur lors de la réalisation de la céramique pour faire une nouvelle couleur. Cela permet ainsi de créer un nombre important de couleurs supplémentaires comme l'illustre le tableau ci après :

1M1	1.5M1	2M1	2.5M1	3M1	3.5M1	4M1	4.5M1	5M1
1M1.5	1.5M1.5	2M1.5	2.5M1.5	3M1.5	3.5M1.5	4M1.5	4.5M1.5	5M1.5
1M2	1.5M2	2M2	2.5M2	3M2	3.5M2	4M2	4.5M2	5M2
	1.5M2.5	2M2.5	2.5M2.5	3M2.5	3.5M2.5	4M2.5	4.5M2.5	5M2.5
		2M3	2.5M3	3M3	3.5M3	4M3	4.5M3	5M3
A partir des 14 teintes principales M, on obtient 23 autres teintes composées exactement définies								
		2R1.5	2.5R1.5	3R1.5	3.5R1.5	4R1.5		
		2.5R2	2.5R2	3R2	3.5R2	4R2		
		2R2.5	2.5R2.5	3R2.5	3.5R2.5	4R2.5		
A partir des 6 teintes principales R, on obtient 9 autres teintes composées exactement définies								
		2L1.5	2.5L1.5	3L1.5	3.5L1.5	4L1.5		
		2L2	2.5L2	3L2	3.5L2	4L2		
		2L2.5	2.5L2.5	3L2.5	3.5L2.5	4L2.5		
A partir des 6 teintes principales L, on obtient 9 autres teintes composées exactement définies								

[4]

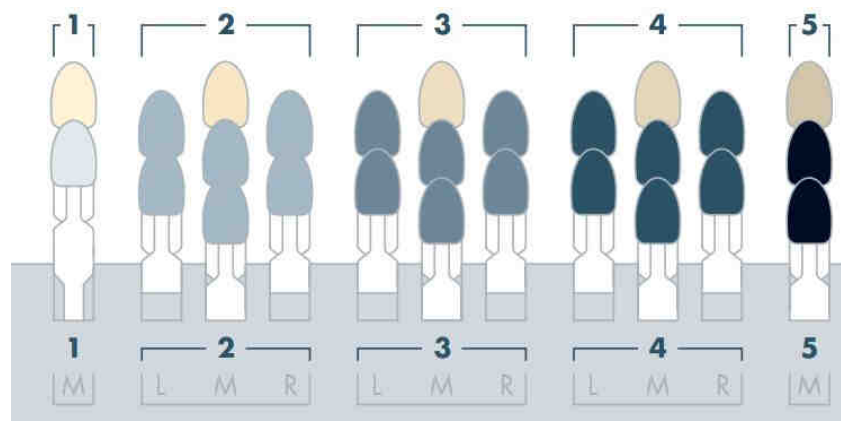
Explication : si l'on met 50% de poudre 1M1 et 50% de poudre 1M2, le résultat final sera du 1M1,5.

### **Méthode d'utilisation du teintier:**

Le choix de la couleur de la dent se fait en 3 étapes. Dans un premier temps, on déterminera la luminosité, puis la saturation, et enfin la teinte.

A : choix de la luminosité

Pour déterminer la luminosité, la société Vita Zahnfabrik nous conseille de prendre les 6 échantillons de couleur ayant la plus faible saturation et la teinte M (échantillons se trouvant au sommet de chaque barrette de teinte médiane), c'est-à-dire 0M1, 1M1, 2M1, 3M1, 4M1, 5M1 : On les appelle la majeure de chaque groupe. On compare alors la dent référence du patient avec les majeures une à une, de la plus claire à la plus foncée. Il faut uniquement se demander si la majeure est plus claire ou plus foncée que la dent du patient. Si notre majeure est plus claire que la dent du patient, il faut passer à la majeure suivante.

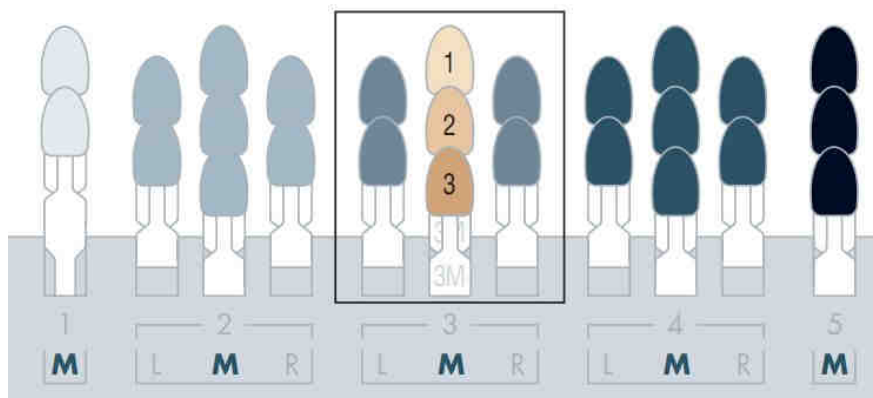


Doc Vita

Contrairement à la société Vita Zahnfabrik, certains auteurs conseillent de prendre l'échantillon M2 de chaque groupe de luminosité. Pour être le plus performant possible, il faut séparer les échantillons M2 des échantillons adjacents. La comparaison avec la dent du patient doit commencer avec l'échantillon central 3M2. Il serait ainsi plus facile de dire si la dent est plus foncée ou plus claire.

### B : Choix de la saturation

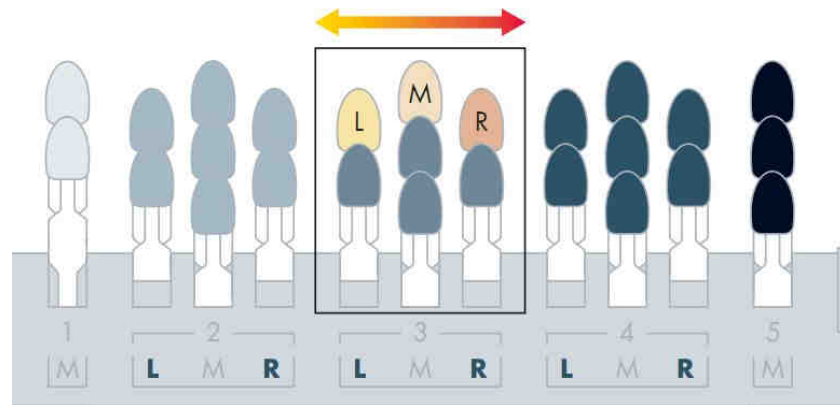
Une fois la luminosité choisie, il faut écarter les barrettes des groupes non sélectionnés. Il faut prendre la barrette de la majeure correspondante. Celle-ci contient 3 échantillons : XM1 (la majeure), XM2 et XM3. On détermine ainsi la saturation la plus proche de la dent du patient. Certains auteurs conseillent de comparer la dent du patient avec l'échantillon XM2, afin de déterminer si la dent du patient est plus pâle (XM1) ou plus foncée (XM3) que l'échantillon. Si l'échantillon XM2 est plus saturé que la dent du patient, alors les échantillons se trouvant dans le demi-cercle inférieur sont retirés. Au contraire, si l'échantillon est plus pâle, les échantillons se trouvant dans le demi-cercle supérieur sont retirés.



*Doc Vita*

### C: Choix de la teinte

Une fois la luminosité et la saturation déterminée, la dernière étape consiste à vérifier si la dent du patient est plus jaune ou plus rouge que notre échantillon sélectionné, qui a une teinte M. Si nous avons une teinte plus jaune ou plus rouge que l'échantillon, il faut alors changer la saturation. Si on avait par exemple choisi 3M2, on a le choix entre 3L1,5, 3L2,5 (pour une teinte plus jaune), 3R1,5 et 3R1,5 (pour une teinte plus rouge). Le choix de la saturation fait à l'étape 2 n'est donc pas définitif.



*Doc Vita*

Malgré le fait que le teintier vita 3D Master couvre en théorie l'ensemble des couleurs d'une dent naturelle, et qu'il se base sur l'espace tridimensionnel de la couleur, ce teintier a eu du mal à s'implanter dans les cabinets dentaires. Beaucoup de praticien n'ont jamais eu d'enseignement sur la couleur et encore moins sur le fait qu'il faut représenter la couleur dans 3 dimensions. Ce teintier est donc incompréhensible pour beaucoup de praticiens.

Pour pallier à ce problème, la société Vita à réorganisé son teintier pour un usage plus facile. Les 29 échantillons sont les mêmes, en revanche, l'organisation du teintier est totalement différente. C'est le Linearguide 3D Master.

#### **4.1.2.2 : Le Linearguide-3D Master [12] [51] [70]**

Le Linearguide 3D Master est exactement le même teintier que le Toothguide 3D Master (à l'exception qu'il ne prend pas en compte la luminosité 0), mais son organisation est totalement différente. En effet, les 26 échantillons de couleurs ne sont pas organisés en un seul teintier, mais en 6 teintiers. Le premier teintier permet de choisir la luminosité, et les 5 autres teintiers (un par luminosité) permettent de définir la saturation et la teinte. L'organisation est différente, mais les étapes permettant le choix d'une couleur restent identiques.

La première étape consiste à choisir la luminosité à l'aide du premier teintier, le « Valueguide 3D Master ». Les 5 échantillons sont classés par luminosité croissante. Contrairement au Toothguide 3D Master, où la luminosité est définie avec l'échantillon M de saturation la plus petite, on utilise ici les échantillons de saturation moyenne. La teinte est toujours la teinte M (on prend donc l'échantillon XM2). Le fait que le choix de la luminosité se fasse avec une saturation moyenne permettrait un meilleur choix de la couleur. De la même manière qu'avec le toothguide 3D Master, on compare la dent référence du patient avec chaque échantillon un à un, du plus clair au plus foncé.





*Doc Vita*

Une fois la luminosité définie, on prend alors le teintier « Hue/Chromaguide 3D Master » correspondant à notre échantillon. Chaque teintier a 3 ou 7 échantillons de couleur différente :

- *Pour la luminosité 1 : 1M1 - 1M2 - 1M3*
- *Pour la luminosité 2 : 2M1 - 2L1,5 - 2R1,5 - 2M2 - 2L2,5 - 2R2,5 - 2M3*
- *Pour la luminosité 3 : 3M1 - 3L1,5 - 3R1,5 - 3M2 - 3L2,5 - 3R2,5 - 3M3*
- *Pour la luminosité 4 : 4M1 - 4L1,5 - 4R1,5 - 4M2 - 4L2,5 - 4R2,5 - 4M3*
- *Pour la luminosité 5 : 5M1 - 5M2 - 5M3*

Il faut alors choisir la saturation avec les 3 échantillons de teinte M

Une fois la saturation choisit, si l'on est dans les Hue/chromaguide 2, 3 ou 4, il faut sélectionner la teinte : la dent du patient est-elle plus jaune ou plus rouge que notre échantillon ?



*Doc Vita*

Différentes études ont été réalisées afin de savoir si le Linearguide-3D-Master permettait aux praticiens de choisir une meilleure couleur. Les études sont contradictoires.

Afin de faciliter l'utilisation de ces teintiers, des logiciels ont été créés pour se familiariser avec ces teintiers : La toothguide training box, qui nous permet de se familiariser avec le teintier d'origine, et le site <http://www.toothguide.de>, qui nous permet de nous adapter au Linear-guide.

#### **4.1.3 Les autres teintiers [7]**

Les teintiers Vita sont les teintiers les plus souvent retrouvés dans les cabinets dentaires, mais il en existe d'autres. Il y a aussi par exemple le teintier Chromascop de la société Vivadent Ivoclar. Celui-ci contient 20 échantillons classés en 5 groupes de teinte, et chaque groupe comporte 4 échantillons ayant une saturation différente. Il existe aussi le teintier de chez Shofu, ou le teintier Biodent de X-rite.

#### **4.1.4 Les teintiers complémentaires [16]**

Les teintiers que l'on vient de voir précédemment permettent d'enregistrer la teinte de base de la dent, qui comme nous l'avons vu se trouve dans un jaune orangé. Mais la dent possède des caractérisations, dont la couleur peut varier du blanc au marron. Pour enregistrer la couleur de ces caractérisations, certains teintiers ont été inventés. On parle de teintiers complémentaires. Ces teintiers comportent des échantillons sous forme de pastilles qui permettent de définir la teinte d'un puits, d'une fissure, ou d'une tache blanche. On retrouve par exemple, le teintier Mosaïc, ou le teintier Akzent de Vita.

## **4.2 Les systèmes numériques [40] [64]**

Depuis quelques années, il existe des instruments de mesure numérique, qui rendent ainsi le choix de la couleur d'une dent objectif, et non subjectif comme peut l'être le choix par l'intermédiaire des teintiers. Cela rendrait donc les erreurs de prise de couleur impossibles.

Il existe deux grandes familles d'instruments de mesure : les colorimètres et les spectrophotomètres. Ces deux types d'instruments émettent une lumière source normalisée, ce qui implique que l'environnement alentour n'interfère pas dans la prise de couleur.

### **4.2.1 Les colorimètres [42] [58] [69]**

Les colorimètres, ou colorimètres à tristimuli, analysent la couleur d'un objet en mesurant la réflexion de la lumière source au travers de trois filtres : un rouge, un bleu et un vert. Ainsi, la couleur est définie par ses coordonnées trichromatiques. Les résultats de la mesure sont le plus souvent indiqués suivant le système de classification des couleurs CIE Lab

L'avantage de ce système est le faible prix, les faibles dimensions, et une grande précision dans la mesure des différences entre les couleurs. Par contre, la reproductibilité est faible.

### **4.2.2 Les spectrophotomètres [7] [69]**

Les spectrophotomètres, ou colorimètres spectraux, produisent une source lumineuse qui est décomposée par un filtre dans ses couleurs spectrales. La quantité d'énergie lumineuse réfléchiée par la dent est ensuite analysée selon sa composition spectrale. Les mesures sont faites en de très nombreux points, à intervalles faibles et réguliers. Les données mesurées sont ensuite analysées et comparées à une base de données pour en déduire la couleur de la dent. Ces appareils sont actuellement les systèmes les plus précis, mais aussi dont le prix est le plus élevé.

### **4.2.3 Les différents systèmes existant sur le marché**

Depuis quelques années, les colorimètres et les spectrophotomètres sont de plus en plus utilisés grâce à l'apport des logiciels et des caméras numériques qui ont simplifié leur utilisation. Aujourd'hui, on retrouve des colorimètres, des spectrophotomètres sans caméra numérique, mais aussi ces deux systèmes couplés à une caméra numérique. Le travail du praticien est ainsi plus ergonomique et plus agréable. Nous allons faire une revue des principaux appareils de mesure actuellement sur le marché.

Pour la plupart de ces appareils, un étalonnage doit être réalisé avant toute prise de couleur. La pièce à main du système numérique que l'on utilise pour faire le relevé de couleur doit être positionnée perpendiculairement par rapport à la dent.

#### 4.2.3.1 Le système Chromatis, de MHC sorti en 2005 [64]



Le système Chromatis [64]

C'est un colorimètre polyvalent qui fonctionne avec tous les types de céramique, car il est muni de petites cartes à puce. A chaque céramique correspond une carte à puce (une carte vita 3D master, une carte shofu...). La mesure de la couleur se fait grâce à une fibre optique par un spot de 3mm.

Utilisation du système Chromatis :

- La carte à puce du teintier choisi est insérée dans l'appareil (ex : carte du vita 3D Master)
- Le capteur est étalonné
- Il faut faire ensuite trois mesures de couleur :
  - o Au niveau du 1/3 moyen (B pour body)
  - o Au niveau du 1/3 cervical (C pour cervical)
  - o Au niveau du 1/3 incisif (I pour incisif)

Les mesures s'affichent alors directement sur l'écran de l'appareil.



Les mesures du système Chromatis[64]

Dans ce cas ci-dessus, le teintier choisi est le vitapan classical. En région cervical, nous avons 84% de B2 et le reste en A3,5 (16%). Le G2 sur l'écran indique que le groupe de luminosité. Avec cet appareil nous pouvons aussi réaliser seulement une seule mesure afin d'avoir la couleur de base de la dent. La mesure doit alors être réalisée au niveau du tiers moyen.

#### **4.2.3.2 Le système Easyshade compact, de Vita [7] [10] [64] [69]**



*L'Easyshade compact, Doc vita*

C'est un spectrophotomètre adapté seulement à la poudre de céramique Vita. Il a été mis sur le marché en 2009, c'est une évolution du spectrophotomètre Easyshade qui a été introduit sur le marché en 2002. La mesure de la couleur se fait grâce à une fibre optique par un spot de 8 mm

Il existe différents mode de prise de couleur :

- « Mode dent unitaire » : on mesure la couleur de base de la dent : ici on réalise une seule mesure pour toute la dent.
- « Mode Zone de dent » : on mesure la couleur de la dent au niveau de 3 régions (tiers cervical, tiers moyen et tiers incisif)
- « Mode Restauration » : ce mode permet de vérifier la concordance des couleurs entre la dent prothétique réalisée par le laboratoire et la couleur demandé. La mesure se fait avant l'essayage dans la bouche du patient.



Enregistrement de la couleur [31]

L'appareil indique la couleur enregistrée en fonction du teintier vitapan Classical ou Vita 3D Master, mais il indique aussi les coordonnées dans les systèmes CIE Lab et Lch.



Les mesures du système Easyshade compact [31]

#### 4.2.3.3 Le système Shade Eye de Shofu [7] [64]



Le Shade Eye, Doc Shofu

Le ShadeEye est un colorimètre. Les résultats donnés par ce colorimètre sont donnés préférentiellement pour les poudres céramiques Shofu, mais il y a une conversion possible vers les teintiers Vita.

Avec ce système, on réalise une seule mesure ponctuelle de 3 mm au niveau de la zone la plus épaisse de la dent, c'est-à-dire à 1,5 mm du collet. On obtient ainsi la couleur de base de la dent et non une cartographie de la dent. En plus de nous donner la couleur de la dent dans les trois dimensions, le ShadeEye imprime un ticket qui nous donne directement les poudres et les quantités de poudre céramique opaque, dentine et émail à utiliser. La recette n'est valable que pour les poudres Shofu.

#### **4.2.3.4 Le système Crystaleye de Olympus [10] [13] [27]**



*Le Crystaleye, Doc Olympus*

Le Crystaleye est un spectrophotomètre qui est associé à une caméra numérique. Les images enregistrées sont directement visible sur un écran LCD. La lumière émise par le Crystaleye est produite par sept LED. L'enregistrement de la couleur de la dent se fait par l'intermédiaire de plusieurs photos.



*Comment réaliser les différentes prises de vue[13]*

Les différentes prises de vues à réaliser sont les suivantes :

- Une photo de la dent préparée permettant au prothésiste de voir la couleur du moignon et ainsi adapter la couleur de la future couronne, pour que le rendu esthétique soit excellent.

- Une photo de la dent dont on prend modèle pour déterminer la couleur de la future couronne
- Une photo des arcades en occlusion
- Une photo avec un sourire non forcé
- Une photo où l'on a tout le visage du patient

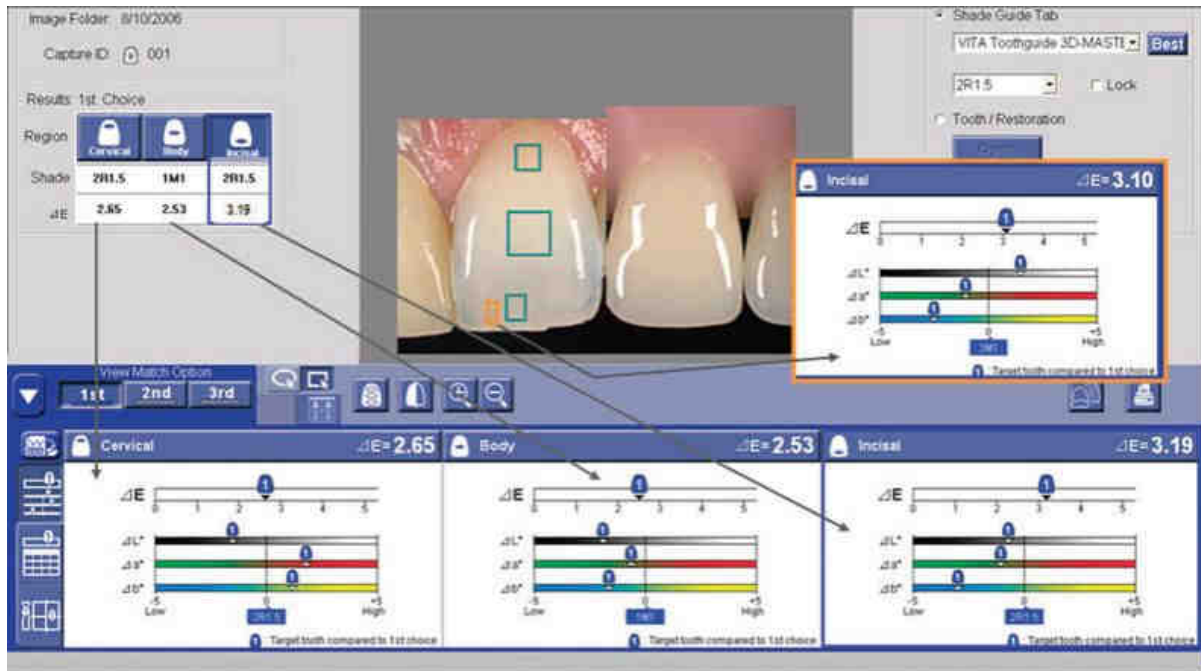
Chaque prise de vue se fait en 0,2 secondes.



*Les différentes prises de vues [10]*

Les données enregistrées sont analysées et les valeurs du spectre de la lumière réfléchie sont transmises vers un logiciel (fourni par le fabricant). La couleur de la dent peut être traduite selon trois teintiers différents : Vita 3D Master, Vita Classical et Chromascop. Une carte des couleurs est automatiquement réalisée, ainsi qu'une carte de la translucidité. Grâce au logiciel, une analyse point par point de la dent peut être réalisée.





*Analyse de la couleur par le logiciel [27]*

L'avantage de ces systèmes combinés à une caméra numérique est que toutes les informations que l'on a dans le logiciel peuvent directement être transmises au laboratoire de prothèse via un e-mail.

#### **4.2.3.5 Le système Shadepilot de la société Dégudent**



*Doc Dégudent*

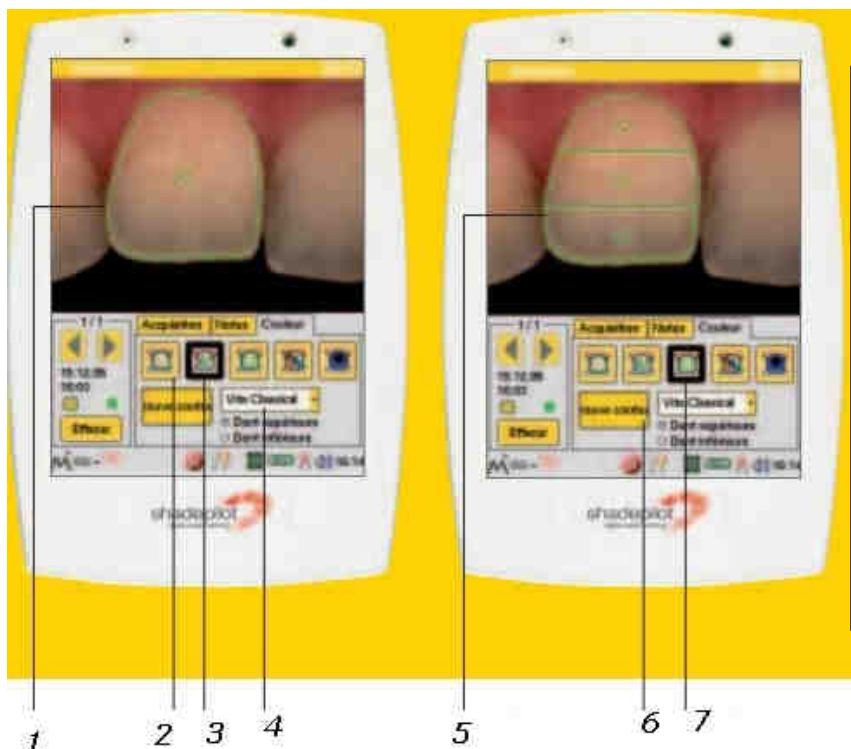
Le Shadepilot est un spectrophotomètre. Comme le Crystaleye, ce spectrophotomètre est couplé à une caméra numérique. Ici, le fabricant ne conseille pas de faire plusieurs prises de vue, mais seulement une seule.



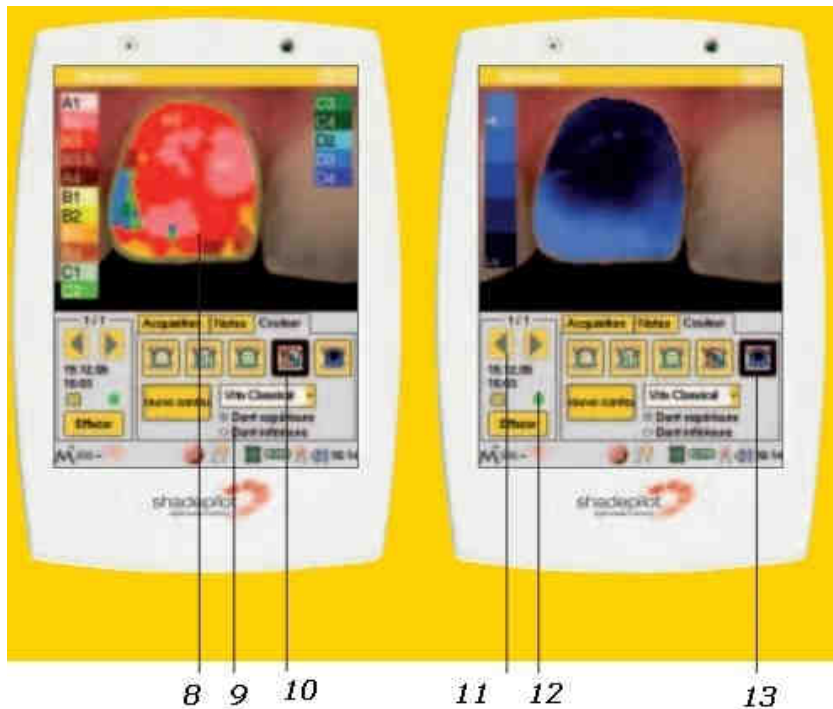
*Doc Dégudent*

L'image enregistrée est visible sur l'écran LCD du système. Directement à partir de cet écran LCD, ou sur un ordinateur via le logiciel fourni par le fabricant, nous pouvons avoir les informations sur la couleur de la dent :

- La couleur de base
- La couleur dans les 3 zones de la dent
- La carte des couleurs
- La translucidité



- 1: Adapter manuellement le contour de la dent avec le crayon
- 2: Fonction "Définition du contour"
- 3: Fonction "Définition de la couleur"
- 4: Choix du teintier de référence
- 5: Valeurs des couleurs des différentes zones
- 6: Remise à zéro
- 7: Fonction "Mesure en 3 zones"



- 8 : Analyse des valeurs des couleurs des différentes zones
- 9 : Choix de la zone à analyser
- 10 : Fonction « Carte des couleurs »
- 11 : Navigation entre plusieurs photos
- 12 : Affichage précis de la mesure
- 13 : Fonction « Translucidité »

Doc Dégudent

**4.2.3.6 Le système Shadevision, de la société X-Rite [7] [10] [31] [64]**



Le système Shadevision [7]

Le Shadevision est un colorimètre associé à une caméra numérique. Une image globale de la dent est enregistrée, et les données transmises à l'ordinateur sont analysées, et l'on peut ainsi avoir une cartographie complète des couleurs de la dent.

**4.2.4 La fiabilité des systèmes numériques [10] [17] [30] [34] [43] [69]**

Les différentes études, que l'on peut trouver dans la littérature, qui analysent la fiabilité des mesures des couleurs dentaire in vivo, à l'aide des teintiers numériques par rapport aux teintiers conventionnels, sont toutes du même avis. Grâce aux systèmes numériques, les différents facteurs tels que l'expérience du praticien, la baisse de l'acuité visuelle avec l'âge, la fatigue, l'environnement n'interfèrent pas dans la prise de la mesure. L'ensemble des mesures réalisées avec les colorimètres et spectrophotomètres sont reproductibles et sont plus fiables que lorsqu'elles sont réalisées avec les teintiers conventionnels.

### **4.3 : la photographie numérique**

La photographie a été inventée par Nicéphore Niepce en 1816. Celui-ci réussit pour la première fois à fixer l'image d'un paysage sur une plaque de chlorure d'argent. La photographie argentique était née. Presque 200 ans plus tard, la photographie argentique a bien vécu, mais elle est remplacée petit à petit par la photographie numérique. On doit l'invention de la photographie numérique à la société Sony, qui présenta le tout premier appareil photo numérique le 25 août 1981, le Mavica. Celui-ci pouvait enregistrer une cinquantaine de photo en couleur sur une minidisquette appelée Mavipak.

#### **4.3.1 Les différents types d'appareils photos numériques [1] [2] [3] [23] [63]**

Aujourd'hui, il existe une multitude d'appareils photos numériques, que l'on peut classer en trois grandes catégories

##### ***4.3.1.1 Les compacts***

Les appareils de type compact sont des appareils « grand public ». La plupart des réglages sont automatiques. Ils ne correspondent pas à une utilisation en odontologie.

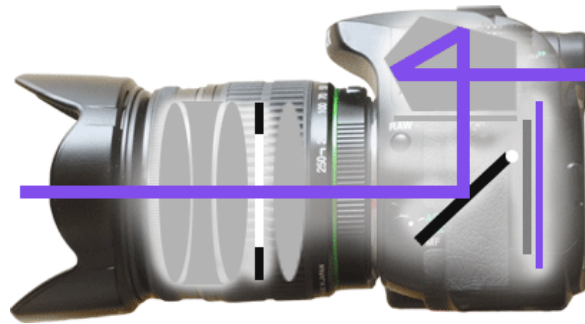
##### ***4.3.1.2 Les bridges***

Les « bridges » sont des appareils photos intermédiaires entre les compacts et les reflex. Leur objectif n'est pas interchangeable. Ils ne sont pas adaptés à la pratique odontologique.

##### ***4.3.1.3 Les reflex***

Les appareils reflex sont plus volumineux, plus chers, et ils offrent une multitude de fonction. Ils sont adaptés à la pratique odontologique. Un appareil photo « reflex » signifie qu'avant la prise de vue, l'image traverse l'objectif et est réfléchi par un miroir incliné à 45° vers un viseur à travers lequel l'utilisateur peut voir à la fois ce qu'il va photographier ainsi que les réglages qu'il a effectués. Cela veut donc dire qu'il n'y a qu'un seul objectif permettant la visée et la prise de la photo, contrairement aux compacts et aux bridges dans lesquels la visée se fait dans un deuxième objectif.

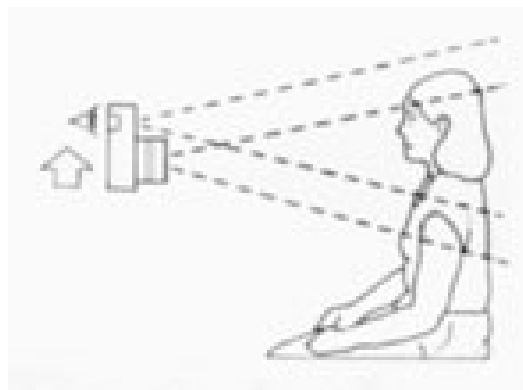
Illustration du trajet de l'image dans un reflex:



[59]

Ce système évite les problèmes de parallaxe. La parallaxe est la différence de cadrage entre l'image donnée par un viseur et l'image passant dans l'objectif de l'appareil photo. Dans un appareil compact ou un bridge, l'image vue dans le viseur n'est pas strictement cadrée de la même façon que la photo enregistrée, à cause du décalage entre le viseur et l'objectif.

Illustration du problème de parallaxe :



[59]

En anglais, ils sont appelés les DSLR : Digital Single Lens Reflex (appareil reflex numérique mono-objectif). Ces appareils de type reflex peuvent se décomposer en trois parties : un boîtier, un objectif, et un flash.

#### 4.3.1.3.1 L'objectif

La photographie dentaire nécessite de réaliser de forts grossissements pour apprécier la qualité des tissus dentaires et gingivaux. L'objectif choisi par le chirurgien dentiste doit lui permettre de réaliser ce type de photo tout en restant à une distance raisonnable du patient. De nombreux objectifs sont capables d'obtenir de forts grossissements, mais seuls les objectifs de types macroscopiques sont capables de capturer une large prise de vue d'une image tout en se focalisant sur un point précis de cette image. On parle de « macrophotographie ». Un objectif macro à focal fixe de 100 à 105 mm est idéal pour obtenir un agrandissement suffisant tout en restant à une distance de travail raisonnable. La qualité de l'objectif est fon-

damentale pour obtenir une image nette, claire et de bonne qualité. Les rapports de grandissement en macrophotographie se situent entre les échelles 1:1 (taille réelle) et 10:1 (dix fois plus gros que la taille réelle). Le rapport 1:1 est très pratique car il permet au prothésiste de mesurer la taille réelle de la dent, et peut donc localiser très précisément une tâche ou une imperfection qu'il doit recréer.

#### 4.3.1.3.2 Le flash

La lumière ambiante éclairant la cavité buccale est souvent insuffisante pour réaliser une photographie de qualité. Il est donc nécessaire d'utiliser un flash pour nos prises de vue. Le flash intégré aux appareils photo numériques est insuffisant lorsqu'il s'agit d'une photo de type macro, et particulièrement lors d'une photo dentaire. Certains ont plusieurs niveaux d'intensité afin de ne pas éblouir le sujet. Mais pour réaliser un cliché de près, de type macro, même le flash intégré le plus doux brûle la photo et laisse une tache blanche en guise de réflexion.

Il existe trois types de flash que l'on peut utiliser en odontologie.

##### A : Le flash annulaire

Le flash annulaire est un flash disposé en anneau tout autour de l'objectif. Il permet ainsi d'avoir un éclairage uniforme sur tout l'objet photographié. En macrophotographie, un flash classique monté sur l'appareil pourrait entraîner une ombre sur l'objet, ce qui entraînerait des erreurs de couleurs. L'avantage du flash annulaire est qu'il réduit au maximum les ombres et donc il donne des résultats très satisfaisants, même pour un chirurgien dentiste peu expérimenté dans les clichés intra-buccaux. C'est le système de choix pour un non initié.



*Le flash annulaire[33]*

##### B : Le flash mono source

Ce flash fournit une source de lumière sur un seul côté de l'objectif. Il faut faire pivoter le flash autour de l'objectif afin de produire une lumière directionnelle et percevoir ainsi différents angles de vue. On peut placer le flash dans trois positions : 12, 9 et 3 heures.

Ce flash permet d'avoir une meilleure définition des contours ainsi qu'une meilleure profondeur de l'image, c'est-à-dire qu'il permet une meilleure représentation des reliefs. L'utilisation de ce flash mono source nécessite un temps opératoire plus long puisqu'il faut effectuer plusieurs prises de vues avec différentes positions du flash pour objectiver tous les détails im-

portants de la photo ainsi qu'une maîtrise pointue de la technique de la part du chirurgien dentiste.

#### C : Le flash double

Il s'agit de deux flashes situés selon deux configurations possibles, de part et d'autre de l'objectif. Il est possible de les situer tout d'abord de manière fixe de chaque côté de l'objectif. La deuxième possibilité consiste à placer les deux flashes sur des bras mobiles que l'on peut ainsi placer de manière à maîtriser complètement l'origine de la lumière et ainsi mettre au mieux en valeur le sujet. Cette dernière solution est plus adaptée à un studio photo qu'à un cabinet dentaire. La maîtrise de ce flash donne de bons résultats en terme de qualité de photo, car il révèle au mieux les détails de surface, les variations de couleur, la transparence et les lignes de fracture.



*Le flash double [33]*

#### 4.3.1.3.3 Le boîtier

Le boîtier n'est rien sans l'objectif, mais il est quand même important car c'est lui qui contient toute la carte mère de l'appareil photo, ainsi que le capteur.

Le boîtier contient l'obturateur (appelé aussi diaphragme) et le capteur numérique qui est exposé à la lumière lors de la prise d'une photo. L'image obtenue est alors traitée par la carte mère de l'appareil photo et enregistrée sur la carte mémoire de l'appareil. De nombreux réglages sont possibles sur les appareils reflex, mais seulement quelques uns sont vraiment importants pour la qualité d'une photographie dentaire, dont le contrôle de l'exposition (quantité de lumière arrivant sur le capteur).

L'exposition d'une photographie dépend de trois facteurs : le flux lumineux traversant l'objectif, le temps pendant lequel la lumière touche le capteur, et la sensibilité du capteur. Ces trois facteurs sont tout à fait réglables sur un réflex, il s'agit de l'ouverture de l'obturateur, du temps de pose, et de la sensibilité du capteur. C'est au niveau du réglage de l'obturateur que l'on détermine la taille de l'ouverture ainsi que le temps d'exposition.

#### A : L'obturateur

L'obturateur est constitué de plusieurs lamelles mobiles, et se trouve au niveau de l'objectif. Un mécanisme fait varier l'ouverture de celui-ci et permet ainsi de régler la quantité de lumière atteignant le capteur numérique. Son réglage est soit automatique, soit manuel. Plus l'obturateur est ouvert, plus la valeur indiquée dans le viseur est petite.

En plus du réglage de l'ouverture de l'obturateur, il faut régler le temps de pose, qui est le temps pendant lequel l'obturateur est ouvert.

L'obturateur permet donc de régler la quantité de lumière atteignant le capteur. Sur les reflex, on retrouve 3 réglages possibles :

- Mode Automatique (P) : Le couple temps de pose/ouverture est en fonction des caractéristiques du fabricant.
- Mode priorité à l'ouverture (A) : L'utilisateur fixe l'ouverture de l'obturateur grâce à la bague qui se trouve sur l'objectif et le calculateur détermine le temps de pose nécessaire pour avoir une illumination correcte. Ce mode est particulièrement indiqué pour les photographies dentaires.
- Mode Priorité vitesse (S) : Le temps d'exposition est choisi par l'utilisateur, et le calculateur détermine l'ouverture de l'obturateur nécessaire pour obtenir une illumination correcte.

**B : Le capteur**

Il existe plusieurs types de capteurs numériques, les capteurs CCD (Charge Couple Device : Dispositif à couplage de charge) et les capteurs CMOS (semi-conducteur à oxyde de métal complémentaire). Les capteurs CCD sont essentiellement utilisés dans les appareils compacts, alors que les CMOS sont retrouvés dans les reflex. En plus de ces deux types de capteurs, un nouveau capteur a fait son entrée sur le marché : le Fovéon.

Le format classique des capteurs pour les appareils photo numériques est le 3/2 (24x36mm). Les capteurs possèdent une couche de silicium semi-conducteur. La lumière reçue par le capteur lors de la prise d'une photographie pénètre dans la couche de silicium par l'intermédiaire de photodiode et provoque ainsi une excitation d'électrons. Le signal numérique obtenu est alors traité par le processeur de l'appareil photo numérique et l'image est alors créée.

#### **4.3.2 Intérêts de la photographie numérique en pratique odontologique [62]**

Dans la pratique odontologique, la photographie numérique est un atout non négligeable. Le coût de la photo est devenu quasi nul par rapport aux photographies argentiques, on n'hésite donc plus à faire plusieurs clichés d'une même dent. Le résultat de la photo est instantané, les retouches sont possibles grâce à de nombreux logiciels (Paint shop pro, Photoshop, Gimp...). Ainsi, la photographie numérique se démocratise dans les cabinets dentaires, et elle devient un excellent outil dans de nombreux domaines de notre profession.

- Outil d'aide à la réalisation de plan de traitement. En plus des moulages, de la radiographie panoramique, la photographie devient un examen complémentaire essentiel. Les photos intra-buccales de nos patients nous permettent d'avoir une vision globale de la situation clinique, et cela même en l'absence du patient. Cela nous permet de confronter notre avis avec des confrères du cabinet, ou même du monde entier via internet.



- Outil médico-légal : Si nous réalisons des photos à chaque étape clé du plan de traitement, on peut montrer au patient d'où il vient, en cas de mécontentement de sa part à la fin du traitement.
- Outil de communication avec le patient : Avec une simple photo, on peut montrer au patient en image ce que sera sa cavité buccale une fois les traitements réalisés (composite, prothèses, inlay-onlay...). Cela peut aider le patient dans ces choix thérapeutiques.
- Outil de communication avec le laboratoire : l'état, la forme et la couleur des tissus durs et des tissus mous est simple à transmettre au technicien de laboratoire, à l'aide d'une photographie. Ce paragraphe sera traité dans la partie 5 « Transmission des informations au laboratoire »

De plus, certains auteurs ont décrit une technique pour enregistrer la couleur d'une dent à l'aide d'une photographie numérique.

#### **4.3.3 Enregistrer la couleur d'une dent à l'aide d'une photographie numérique**

[15] [19] [28] [42] [56]

Certains auteurs ont essayé de décrire un protocole afin d'enregistrer la couleur d'une dent seulement avec un appareil photo numérique et un logiciel de traitement d'image. Malheureusement, ce ne sont actuellement que des études *in vitro*, réalisés sur des échantillons de teintiers du commerce. Les différentes études montrent que l'on peut trouver la couleur d'une dent à l'aide d'une photo de la cavité buccale d'un fantôme et du teintier sur un ordinateur. Les résultats sont même meilleurs que lorsque l'on détermine la couleur de la dent avec un teintier.

Je n'ai trouvé aucune étude testant ce principe dans une cavité buccale. Toutes les études *in vivo* se servent d'un teintier de référence. Cela peut s'expliquer par le fait que si nous voulions réussir à déterminer la couleur d'une dent juste avec une photo et un logiciel de traitement d'image, il faudrait que toutes les photos soient effectuées dans les mêmes conditions de lumière. Or, cela est difficilement réalisable.

La photographie est donc un très bon moyen pour communiquer la teinte au prothésiste, mais elle ne permet pas de déterminer la couleur d'une dent. « La photographie permet de compléter le relevé de couleur, mais en aucun cas elle ne peut le remplacer. »

#### **4.4 La caméra intra buccale Sopro 717 [32] [40] [53]**

La caméra Sopro 717 d'Acteon est une caméra intra et extra buccal. Celle-ci a une forme de pièce à main. Grâce à un embout spécial, le SoproShade, elle permet la prise de couleur dentaire. La caméra est directement reliée à un ordinateur via un câble USB.



*La caméra intra buccale Sopro 717 [40]*

Le choix de la couleur reste visuel et il est comparatif des échantillons des teintiers que l'on utilise au cabinet. Le choix de la couleur n'est pas dépendant de la lumière ambiante du cabinet comme l'est le choix avec les teintiers. En effet, l'éclairage de la dent est assuré par des LED intégrées à la tête de la caméra. La mesure étant comparative, il n'y a aucun étalonnage à réaliser avant son utilisation, contrairement aux spectrophotomètres et colorimètres.

La prise de couleur se fait en 4 étapes :

Avant l'utilisation en bouche, on place l'embout spécial « SoproShade » sur la caméra Sopro717. Cet embout permet d'isoler l'éclairage réalisé par les LED de l'éclairage ambiant du cabinet.

- 1<sup>ère</sup> étape : Il faut mettre la caméra en mode SoproShade. La tête de la caméra est alors placée contre la face vestibulaire de la dent. La tête de la caméra possède une petite encoche où l'on vient positionner le bord incisif de la dent.



*Le relevé de la couleur de la dent [40]*

- 2<sup>ème</sup> étape : Lorsque l'image sur l'écran nous convient, pour enregistrer l'image il suffit d'appuyer sur le bouton « SoproTouch », ou bien sur la pédale. La moitié gauche de la dent est alors mémorisée sur l'écran.



*Mémorisation d'une hémident gauche sur l'écran [40]*

- 3<sup>ème</sup> étape : Cette fois-ci, la caméra est mise en mode SoproShade 2. il faut prendre notre teintier et filmer les échantillons. A l'écran, la comparaison de la couleur se faire au niveau du tiers moyen de l'échantillon et de la dent naturelle.



*Recherche de l'échantillon correspondant du teintier [40]*

- 4<sup>ème</sup> étape : Une fois que l'échantillon le plus proche de la couleur de la dent est sélectionné, il faut appuyer sur le bouton SoproTouch, ou sur la pédale, afin d'enregistrer l'image.

Une étude montre que les résultats obtenus à l'aide de cette caméra sont aussi bons que les mesures recueillies à l'aide des teintiers ou des systèmes numériques. Avec cette caméra intra buccale, n'importe quel teintier peut être utilisé, mais les résultats sembleraient meilleurs avec le teintier vita 3D Master.

L'image obtenue peut ainsi être envoyée au laboratoire. En plus des renseignements sur la couleur, le prothésiste a des informations sur la forme, l'état de surface, ou les caractéristiques à reproduire.

## **5 La transmission des informations au laboratoire**

Une fois la prise de couleur et l’empreinte réalisée, le chirurgien dentiste envoie son travail au prothésiste. La qualité de la couronne réalisée par le prothésiste sera proportionnelle à la qualité des informations que le praticien lui aura envoyées pour réaliser ce travail. La situation idéale serait d’avoir un prothésiste au sein du cabinet dentaire, qui ferait lui-même le relevé de la couleur. Malheureusement, cette situation ne se retrouve que très rarement, et bien souvent, le prothésiste et le chirurgien dentiste ne sont pas dans la même ville. Une bonne communication avec le prothésiste est donc primordiale, afin que ce dernier ne se retrouve pas dans son laboratoire en ne sachant pas vraiment ce qu’il doit réaliser. Le praticien dispose de plusieurs moyens pour transmettre les informations qu’il a enregistrées au fauteuil.

## 5.1 La fiche de laboratoire

A l’heure du « Tout numérique », cette méthode peut paraître totalement dépassée. La fiche de laboratoire, ou fiche de liaison, reste pourtant la technique la plus employée dans la communication entre le chirurgien dentiste et le technicien de laboratoire (61). Cette technique peut tout de même être assez performante si le chirurgien dentiste a noté un nombre suffisant d’informations pour la réalisation de la couronne. La fiche doit contenir plusieurs éléments :

- L’âge du patient : en fonction de l’âge du patient, les dents sont plus ou moins usées, des facettes d’usures apparaissent sur les faces occlusales.
- Le sexe du patient : Les dents des femmes ont souvent des formes douces et arrondies, alors que pour les hommes elles sont plus anguleuses et rectangulaires.
- Le type de couronne voulue
- Le matériau utilisé pour la chape
- L’état de surface : le travail de l’aspect de surface est un élément indispensable dans la réussite de la prothèse. Certaines dents ont un aspect brillant et peuvent présenter de nombreuses fossettes et striations, alors que d’autres dents ont un aspect totalement lisse.
- Le teintier utilisé
- Un schéma explicatif décrivant les couleurs et les caractérisations de la dent. Afin de faciliter la communication avec le prothésiste, Jean-François Lasserre donne 5 conseils pour réaliser un schéma correct :
  - Dessiner une dent de grande taille : Il faut faire une face vestibulaire de 6 à 8 cm afin d’améliorer la lisibilité des annotations que l’on peut mettre.

- Dessiner la forme approchée de la dent avec les orientations mésiales et distales, afin de localiser précisément les effets de couleur. Il faut éviter d'utiliser les schémas standard.
- Faire une vue occlusale pour les dents cuspidées, en plus de la vue vestibulaire. L'esthétique de la face occlusale des molaires mandibulaires est plus importante que la face vestibulaire, qui ne se voit pas.
- Bien séparer les 3 régions de la dent (tiers cervical, moyen et occlusal).
- Rédiger une phrase de synthèse, qui reprend les éléments essentiels pour orienter le travail du prothésiste.

Ainsi, avec toutes les informations obtenues, le prothésiste doit être capable de réaliser une couronne dont le résultat sera irréprochable. Pour cela, le praticien et le prothésiste devront se mettre d'accord sur le vocabulaire utilisé pour décrire les couleurs, les annotations devront être bien écrites... Or, il n'y a pas un langage universel pour décrire les couleurs comme un sommelier décrirait un bon vin quelque soit sa formation. Chacun interprète ce qu'il voit d'une façon différente. Pour exemple, ce dessin de W.H Hill, *Ma femme et ma belle mère*



[25]

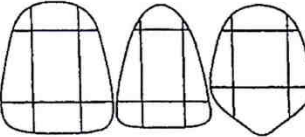
Sur ce dessin, certains voient une jeune fille qui regarde au loin, alors que d'autres voient une vieille femme. On comprend ainsi facilement que chacun interprète ce qu'il voit de façon très personnelle, il n'y a pas de règle précise. La fiche de liaison convient à la réalisation de couronne dont le résultat esthétique importe peu au patient. Aujourd'hui, le patient étant de plus en plus exigeant, la fiche de laboratoire semble insuffisante pour réaliser une incisive

centrale qui passera inaperçue en bouche. Pour cela, le praticien dispose aujourd'hui d'un élément indispensable pour faire de la dentisterie esthétique : l'appareil photo numérique.

*Exemples de différentes fiches de laboratoire, de la plus simpliste à la plus détaillée :*


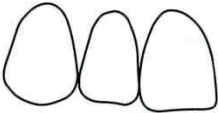
**ATLANTIC LABO**  
**Laboratoire de prothèse dentaire**  
76, rue Léon Jost - 44300 NANTES  
Tél: 02.40.52.11.20 - Mail: atlanticlabo@orange.fr

PRESCRIPTION POUR UN DISPOSITIF MEDICAL SUR MESURE

NOM OU CACHET DU PRATICIEN	Nom ou code du patient: _____ Teinte: _____
DATE: _____ 1er Essayage: _____ 2e Essayage: _____ Finition: _____	
<u>NATURE DU TRAVAIL ET DES MATERIAUX</u>	








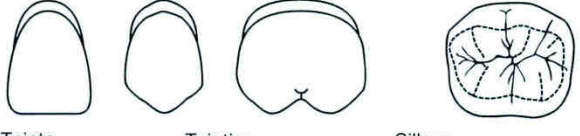
REMARQUES

*Fiche de laboratoire n°1 (Laboratoire Atlantic Labo)*

<p style="text-align: center;">PRATICIEN</p>	<p>Patient : _____</p> <p>Sexe :      Age :      Type : ▾ □</p> <p><input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F      _____      ○ 0</p> <p>Alliage : _____</p>	<div style="text-align: center;">  <p>A.C.L. DENTAIRE _____</p> <p>6, Rue Jean Charcot Z.A. Pôle Sud 44115 BASSE-GOULAINE Tél. : 02 40 34 05 85 - Fax : 02 51 71 07 84</p> </div>
<p>Date d'envoi : _____</p> <p>Descriptif : _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Teinte : </p>	<p>1<sup>er</sup> ess. : _____</p> <p>2<sup>e</sup> ess. : _____</p> <p>3<sup>e</sup> ess. : _____</p> <p>Finition : _____</p>
		<div style="border: 1px solid black; height: 150px; background-color: #e0e0e0; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Communication</p> </div>
	Contrôle Qualité	
		N° B.L.

*Fiche de laboratoire n°2 ( Laboratoire A.C.L. Dentaire)*



 <b>crownceram</b> <small>LABORATOIRE DENTAIRE</small>	CACHET, VISA ET DATE	PATIENT	GAMME
	E-mail : _____	Nom : _____ Sexe : <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F Age : _____ Visage : <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>INNOVATION</b> (fabrication française) <b>N° 396195 - I</b>
PROTHÈSE CONJOINTE		DENTS CONCERNÉES	
<input type="checkbox"/> Couronne Céramo-métal / Armature / Finition _____ → <input type="checkbox"/> Couronne Céramique Zircon / Armature _____ → <input type="checkbox"/> Couronne Céramique IPS Emax / Facette / Inlay _____ → <input type="checkbox"/> Couronne coulée _____ → <input type="checkbox"/> Inlay-Core / Clavette _____ →			
DENTS À SOLIDARISER		POURTOUR CERVICAL	MÉTAL
Haut _____ Bas _____		<input type="checkbox"/>  Bandeau 360° <input type="checkbox"/>  Bandeau lingual * <input type="checkbox"/>  Sans bandeau <input type="checkbox"/>  Face occ. métal <input type="checkbox"/>  Épaulement céramique	<input type="checkbox"/> Non Précieux * Sans Nickel <input type="checkbox"/> Semi Précieux <input type="checkbox"/> Précieux
FORME INTER		EMBRASURE	
	<input type="checkbox"/> Ouverte * <input type="checkbox"/> Fermée		
ESPACE CIMENT	SI MANQUE DE PLACE	TEINTE	
<input type="checkbox"/> Léger <input type="checkbox"/> Moyen * <input type="checkbox"/> Large	<input type="checkbox"/> Retouche Antagoniste <input type="checkbox"/> Retouche Préparation <input type="checkbox"/> Appeler le Docteur *	 Teinte _____ Teintier _____ Sillons _____	
<b>OBSERVATIONS</b> <input type="checkbox"/> Appeler avant de démarrer la réalisation			
<p>* Valeur par défaut si non sélectionné</p> <p>SI TRAVAIL À REFAIRE : FICHE D'ORIGINE N° _____</p>			
ÉLÉMENTS JOINTS AVEC CE BON DE COMMANDE			À livrer le _____ / _____ / 20 _____
<input type="checkbox"/> Nbre. d'empreintes _____ <input type="checkbox"/> Modèle <input type="checkbox"/> Mordu <input type="checkbox"/> Autre _____			
ÉLÉMENTS ENVOYÉS PAR MAIL À NOTRE RESPONSABLE DE LABORATOIRE			FOURNITURES SOUHAITÉES
E-mail : <a href="mailto:labo@crownceram.com">labo@crownceram.com</a> - Merci de mentionner le nom du patient et le n° de la fiche de laboratoire <input type="checkbox"/> Radios <input type="checkbox"/> Photos <input type="checkbox"/> Autre _____			<input type="checkbox"/> Fiches de laboratoire <input type="checkbox"/> Bons de transport <input type="checkbox"/> Autre _____
Avez-vous été satisfait du dernier cas reçu ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			

Merci de conserver le 2ème exemplaire (feuillelet autocopiant)

LABORATOIRE EN ALSACE - 14 RUE DU LUXEMBOURG 68 310 WITTELSHEIM - TÉL. 03 89 57 67 22 - FAX. 03 89 62 07 53 | LABORATOIRE À PARIS - 196 BOULEVARD PÉREIRE 75 017 PARIS - TÉL. 01 42 12 00 82 - FAX. 01 42 12 00 85 | WWW.CROWNCERAM.COM INFO@CROWNCERAM.COM

## 5.2 La macrophotographie

Comme nous l'avons vu dans la partie 4, l'appareil photo numérique de choix est un réflex. La photo numérique ne permet pas seulement de transmettre des informations sur la couleur de la dent. Grâce à la photo, le chirurgien dentiste peut transmettre plusieurs informations au prothésiste :

- La couleur de la dent
- La forme des dents du patient
- La taille et le positionnement des dents restantes
- L'état de surface des dents
- Les caractérisations des dents adjacentes
- L'environnement bucco-facial (gencives, lèvres...)
- La forme du visage du patient.

Pour réaliser les photos, il faut s'aider d'écarteurs afin de repousser les lèvres qui pourraient interférer avec la qualité des photos. Le scialytique doit être éteint.

Les échantillons du teintier sélectionnés doivent être placés sur le même plan que la dent naturelle. Si les échantillons sont trop en avant, ils seront trop éclairés par le flash, et s'ils sont trop en arrière, ils ne le seront pas assez.

Une fois que la couleur de la dent a été sélectionnée à l'aide d'un teintier, plusieurs clichés sont à prendre pour la transmission des informations. Il est conseillé de faire des photos avec un angle de prise de vue de 30°, car cela permet d'éviter de parasiter l'image obtenue avec la lumière réfractée.

Un premier cliché est réalisé avec l'échantillon sélectionné et les deux échantillons les plus proches en luminosité. L'échantillon choisi sera au milieu, le plus lumineux à droite et le moins lumineux à gauche.

Une autre photo est réalisée de la même façon, mais cette fois-ci, on choisit les deux échantillons les plus proches en saturation. Si plusieurs échantillons de couleur ont été sélectionnés pour la dent, il faut répéter ces 2 clichés, et joindre un schéma explicatif au prothésiste.

Une photo de la dent préparée peut être prise avec l'échantillon de couleur sélectionné. Cela permet au prothésiste de voir la couleur du moignon, et ainsi de voir quelle poudre céramique de base utiliser pour compenser la couleur du moignon. Ceci est valable pour les couronnes entièrement en céramique uniquement. Sinon on peut aussi réaliser un moignon céramisé ou maquillé, il faut aussi masquer quelquefois les zones imprégnées de colorants au niveau de la dent.



*Echantillon de couleur et moignon [23]*

Une photo de face dans un rapport  $\frac{1}{2}$  permettra au prothésiste d'adapter la forme des dents du patient à la forme de son visage.

Une photo en noir et blanc avec l'échantillon de couleur permet de juger de la luminosité.

Pour aider l'identification de la translucidité, on peut réaliser un cliché en positionnant un fond noir derrière les incisives. Cela évite à la lumière réfléchie à l'intérieur de la bouche de repénétrer dans l'émail.

Pour les sillons et fissures colorés, il faut prendre une photo avec l'échantillon du teintier accessoire.



*[71]*

Une photo de  $\frac{3}{4}$  profil peut être réalisée afin d'objectiver les profils d'émergence des dents, ou de bien voir les diastèmes entre les incisives latérales et centrales, que l'on ne pourrait pas voir en vue frontale.

A l'essayage du biscuit, on peut réaliser de nouvelles prises de vue afin de rendre compte de la couleur au prothésiste, ainsi qu'une photo en noir et blanc, ce qui permettra au prothésiste de corriger les erreurs éventuelles si cela est possible.



*En Noir et blanc, cela permet de juger de la luminosité[71]*

Ainsi, à l'aide de quelques clichés, la couleur de la dent, le degré de translucidité, les caractérisations peuvent être enregistrés facilement. Les documents obtenus doivent être transmis au laboratoire. Il ne faut pas compresser les documents car on perdrait en qualité d'image. Il faut conserver les photos en format RAW. Les photos peuvent être envoyées par e-mail, ou bien, lorsque l'on donne nos empreintes au prothésiste, on lui donne notre périphérique de stockage (clé USB, carte SD) qu'il nous rendra plus tard.

Les clichés réalisés doivent être très bien rangés dans notre ordinateur. Il est préférable de nommer les photos toujours de la même façon, afin de faciliter le travail du prothésiste et notre archivage. Par exemple, on peut nommer toute les photos de cette façon :

« Nom du praticien – numéro patient – date (format aaaammjj) – numéro cliché »

De cette façon, les photos seront classées dans l'ordre chronologique, ce qui nous permettra de montrer plus facilement les différentes étapes du traitement, dans l'ordre.

### **5.3 Transmissions des différentes données enregistrées à l'aide de spectrophotomètres et colorimètres couplés à une caméra**

Il serait maladroit de rédiger une fiche de liaison alors que l'ordinateur a déjà tout analysé pour nous. On perdrait de précieuses informations. Le meilleur moyen de transmettre les informations au laboratoire de prothèse dans cette situation est l'envoi des données par e-mail ou par carte mémoire (clé USB, carte SD...). Par contre, il faut s'assurer que le prothésiste dispose bien d'un logiciel permettant de lire nos fichiers.

## 5.4 Le protocole FIDELA

Pour faciliter la communication entre le laboratoire et le praticien via l'informatique, la société IPLD, créatrice de logiciel pour laboratoire, et en association avec des éditeurs de logiciels pour cabinet dentaire tel que Julie, a créé en 1999 la norme FIDELA (Fichier Interface DENTiste LAboratoire). L'objectif de cette norme est IPLD propose le logiciel Prodentis.

Le protocole FIDELA respecte les recommandations de la directive européenne 93/42

- Code Adeli du praticien
- Code du patient
- Numéro de prescription ainsi que quatre chiffres chronologiques
- Nature de la prothèse demandée
- Type d'empreinte réalisée
- Dents concernées
- Couleurs choisies
- Date de livraison désirée
- Facultatif : commentaire, photo numérique, tracé du châssis métallique.

Grâce à ces informations, le laboratoire pourra ainsi avoir un descriptif détaillé du travail à effectuer.

## **Conclusion**

Ainsi, nous venons de voir que l'enregistrement de la couleur d'une dent est un processus plus complexe qu'il ne pourrait paraître. En effet, cette étape clé lors d'une réhabilitation prothétique fait intervenir plusieurs facteurs que l'on ne peut pas toujours contrôler. L'enregistrement de la couleur des dents naturelles afin de réaliser des couronnes esthétiques pour nos patients est un acte quotidien pour le chirurgien dentiste. Pour cela, le praticien dispose de plusieurs moyens, qui ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients.

Les principaux critères de choix pour un système en particulier sont la fiabilité des mesures, la facilité d'utilisation ainsi que le coût. Les systèmes numériques se développent de plus en plus aujourd'hui, car ils arrivent maintenant à combiner ses trois critères, et ils sont complètement indépendant des aptitudes de l'utilisateur ou de l'environnement, contrairement aux teintiers.

Les appareils photos numérique de type reflex, ainsi que les caméras, permettent d'enregistrer et de transmettre efficacement la couleur des dents aux techniciens de laboratoire, mais cette méthode nécessite un apprentissage préalable avant d'effectuer des clichés de qualité

Ces derniers donnent surtout des renseignements sur l'aspect de surface des dents. La communication informatique entre la clinique et le laboratoire facilite le dialogue (praticien, patient, technicien) pour la recherche du meilleur rendu esthétique de nos réalisations prothétiques.

## Références bibliographiques



- 1: AHMAD I.**  
Digital dental photography. Part 1: an overview.  
Br Dent J 2009a;**206**(8):403-407.
- 2: AHMAD I.**  
Digital dental photography. Part 2: Purposes and uses.  
Br Dent J 2009b;**206**(9):459-464.
- 3: AHMAD I.**  
Digital dental photography. Part 4: choosing a camera.  
Br Dent J 2009c;**206**(11):575-581.
- 4: BALTERZ A et VANIK KJ.**  
La definition des teintes de dent .  
Quitessenz Zahntechnik 2004;**30**:725-740.
- 5: BLAY M.**  
Lumière sur les couleurs : le regard du physicien.  
Paris: Ellipses, 2001.
- 6: BM SERVICE (Laboratoire).**  
Les températures de couleurs de la lumière.  
<http://www.mister-lumiere.com/conseils/les-temperatures-de-couleurs-de-la-lumiere>
- 7: BREWER JD, WEE A et SEGHI R.**  
Advances in color matching.  
Dent Clin North Am 2004;**48**(2):341-358. Review.
- 8: BRIAND J.**  
Cours de photographie illustré.  
[Http://www.photographiz.com](http://www.photographiz.com)
- 9: CAPA N, MALKONDU O, KAZAZOGLU E et CALIKKOCAOGLU S.**  
Evaluating factors that affect the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople.  
  
J Am Dent Assoc 2010;**141**(1):71-76.
- 10: CHU SJ, TRUSHKOWSKY RD et PARAVINA RD.**  
Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects.  
  
J Dent 2010;**38**(Suppl 2):e2-e16.

**11: COLOR ID**

La théorie de Young-Helmholtz

<http://colorid.pagesperso-orange.fr/YoungHelmholtz.html>

**12: CORCODEL N et RAMMELSBURG P.**

The linear shade guide design of Vita 3D-master performs as well as the original design of the Vita 3D-master.

J Oral Rehabil 2010;**37**(11):860-865.

**13: DA SILVA JD, PARK SE, WEBER HP et ISHIKAWA-NAGAI S.**

Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction.

J Prosthet Dent 2008;**99**(5):361-368.

**14: DAGG H, O'CONNELL B, CLAFFEY N et coll.**

The influence of some different factors on the accuracy of shade selection.

J Oral Rehabil 2004;**31**(9):900-904.

**15: DENISSEN H et DOZIC A.**

Photometric assessment of tooth color using commonly available software.

Eur J Esthet Dent 2010;**5**(2):204-215.

**16: DERBABIAN K, MARZOLA R, DONOVAN TE et ARCIDIACONO A.**

The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part III: precise shade communication.

J Esthet Rest Dent 2001;**13**(3):154-162.

**17: DOZIĆ A, KLEVERLAAN CJ, EL-ZOHAIRY A, FEILZER et coll.**

Performance of five commercially available tooth color-measuring devices.

J Prosthodont 2007;**16**(2):93-100.

**18: DUBUC B.**

Le cerveau à tous les niveaux.

<http://lecerveau.mcgill.ca>

**19: FONDRIEST J.**

Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies.

Int J Periodont Rest Dent 2003;**23**(5):467-479.

**20: FOUQUIER R.**

Teinte sans conscience n'est que ruine de l'art.

Tech Dent 2008;**257**:11-19.

**21: FOXALPHA WEBRING.**

Aeronautical photography and art.

<http://www.foxalpha.com/tech/lumiere.php>

**22: GAMBADE S et LASSERRE JF.**

Enquête auprès de prothésistes dentaires sur la communication cabinet/laboratoire.

Stratégie Prothétique 2006;**01**(6):47-54.

**23: GRIFFIN JD JR.**

Excellence in photography: heightening dentist-ceramist communication.

Dent Today 2009;**28**(7):124-127.

**24: HADDAD HJ, SALAMEH Z, SADIG W, et coll.**

Allocation of color space for different age groups using three-dimensional shade guide systems.

Eur J Esthet Dent 2011;**6**(1):94-102.

**25: HILL WE.**

Ma femme et ma belle mère, 1915.

<http://figuresambigues.free.fr/ArticlesImage/lesautres.html#axzz1lyV4Z83x>

**26: INTERFACE Z**

Séminaire: utilisation des capteurs en art.

[http://www.interface-z.com/publications/dea-p8/coursdea\\_2.htm](http://www.interface-z.com/publications/dea-p8/coursdea_2.htm)

**27: ISHIKAWA-NAGAI S, YOSHIDA A et DA SILVA JD.**

Spectrophotometric analysis of tooth color reproduction on anterior all-ceramic crowns: Part 1: analysis and interpretation of tooth color.

J Esthet Rest Dent 2010;**22**(1):42-52.

**28: JARAD FD, RUSSELL MD et MOSS BW.**

The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry.

Br Dent J 2005;**199**(1):43-49; discussion 33.

**29: JOINER A.**

Tooth colour: a review of the literature.

J Dent 2004;**32**(Suppl 1):3-12.

**30: KARAAGACLIOGLU L, TERZIOGLU H, YILMAZ B et YURDUKORU B.**

In vivo and in vitro assessment of an intraoral dental colorimeter.

J Prosthodont 2010;**19**(4):279-285.

**31: KHURANA R, TREDWIN CJ, WEISBLOOM M et MOLES DR.**

A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices.

Br Dent J 2007;**203**(12):675-680.

**32: KURTZMAN GM.**

Improving shade communication.

Dent Today 2008;**27**(2):132-136.

**33: LABRACHERIE R.**

Focus Numérique - 1er magazine sur la photo et vidéo numérique.

<http://www.focus-numerique.com>

**34: LAGOUVARDOS PE, FOGIA AG, DIAMANTOPOULOU SA et POLYZOIS GL.**

Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color.

J Prosthet Dent 2009;**101**(1):40-45.

**35: LAMOULINE R.**

Voir, nommer et figurer les couleurs.

Méolans-Revel: Atelier Perousseaux, 2006.

**36: LASSERRE JF.**

Les sept dimensions de la couleur des dents naturelles.

Clinic 2007;**28**:417-430.

**37: LASSERRE JF, AMINE M et KOUBI S.**

La fluorescence : une dimension essentielle dans le mimétisme des restaurations céramiques.

Réal Cliniques 2010;**21**(4):281-288.

**38: LASSERRE JF et LAFARGUE H.**

Allégorie de la forme, intégration biologique, couleur et forme. Quel est le critère le plus important dans nos restaurations céramique ?

Réal Cliniques 2010;**21**(4):253-262.

- 39: LASSERRE JF et LERICHE MA.**  
L'illusion du naturel en prothèse fixée.  
Cah Prothèse 1999;**108**:7-21.
- 40: LASSERRE JF et POP IS.**  
La couleur en odontologie 1ère partie: détermination visuelle et instrumentales.  
Cah Prothèse 2006;**135**:25-39.
- 41: LASSERRE JF, SOUS M et LERICHE MA.**  
Les moyens de communication entre praticien, patient et prothésistes.  
Cah Prothèse 1999;**108**:75-82.
- 42: LAUNOIS C et MARECHAL H.**  
La détermination de la couleur et sa communication au laboratoire.  
Clinic 2007;**28**:431-440.
- 43: LEHMANN KM, IGIEL C, SCHMIDTMANN I et SCHELLER H.**  
Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system.  
J Dent 2010;**38**(Suppl 2):e65-e70.
- 44: LLOP DR.**  
Technical analysis of clinical digital photographs.  
J Calif Dent Assoc 2009;**37**(3):199-206.
- 45: MCGEON JG.**  
Physiologie , l'essentiel. Collection Sciences fondamentales.  
Paris : Maloine, 2003:266-70.
- 46: METZ D.**  
Comprendre la couleur et ses profils.  
<http://www.profil-couleur.com/>
- 47: MUNSELL COLOR (Laboratoire)**  
L'atlas des couleurs.  
<http://munsell.com>
- 48: OKUBO SR, KANAWATI A, RICHARDS MW et CHILDRESS S.**  
Evaluation of visual and instrument shade matching.  
J Prosthet Dent 1998;**80**(6):642-648.
- 49: ORTET S et HUMEAU A.**  
Le relevé de couleur: techniques avancées. Partie 1.  
Inf Dent 2005a;**87**(32):1929-1933.

**50: ORTET S et HUMEAU A.**

Le relevé de couleur: techniques avancées. Partie 2.  
Inf Dent 2005b;**87**(33):1995.

**51: PARAVINA RD.**

Performance assessment of dental shade guides.  
J Dent 2009;**37**(Suppl 1):e15-e20.

**52: PIZZAMIGLIO E.**

A color selection technique.  
J Prosthet Dent. 1991;**66**(5):592-596.

**53: POP IS et LASSERRE JF.**

Détermination de la couleur à l'aide de la caméra Sopro 717, 2ème partie : Etude comparative.

Cah Prothèse 2006;**135**:41-49.

**54: REIS M.**

Teinte et prise de teinte.  
Clinic 2001;**22**(6):379-386.

**55: RIGNON-BRET C, RENAULT P et MOINARD M.**

Couleurs, formes et caractérisations des restaurations en céramique.  
Réal Clin 2002;**13**(2):125-153.

**56: SCHROPP L.**

Shade matching assisted by digital photography and computer software.  
J Prosthodont 2009;**18**(3):235-241.

**57: SCHWABACHER WB et GOODKIND RJ.**

Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides.  
J Prosthet Dent 1990;**64**(4):425-431.

**58: SIKRI VK.**

Color: Implications in dentistry.  
J Conserv Dent 2010;**13**(4):249-255.

**59: SITEW.COM**

Comparaison de l'oeil et de la photographie.  
<http://www.tpe-photographie-oeil.sitew.com>

**60: SPROULL RC.**

Color matching in dentistry. Part I. The three-dimensional nature of color.  
J Prosthet Dent 2001a;**86**(5):453-457.

**61: SPROULL RC.**

Color matching in dentistry. Part II. Practical applications of the organization of color.  
J Prosthet Dent 2001b;**86**(5):458-464.

**62: STUMPEL LJ 3RD.**

Simplifying the correction of the digital image in shade communication.  
J Prosthet Dent 2004;**92**(2):202-203.

**63: TERRY DA, SNOW SR et MCLAREN EA.**

Contemporary dental photography: selection and application.  
Compend Contin Educ Dent 2008;**29**(8):432-442.

**64: TERVIL B.**

Le choix de la teinte : apport des dispositifs numériques.

Vidéo issue de la conférence lors de l'ADF

[http://www.adfcongres.com/formation/detail\\_formation.cfm?id=0404/2008&formation=&auteur=TERVIL&discipline=](http://www.adfcongres.com/formation/detail_formation.cfm?id=0404/2008&formation=&auteur=TERVIL&discipline=)

**65: TOLILA Y.**

Comment transmettre la bonne teinte avec photo et colorimétrie.  
Alpha Oméga News 2004;**89**:46-49.

**66: TPE: LA CÉCITÉ**

Les aveugles verront-ils un jour.

<http://tpececite.e-monsite.com/pages/comment-l-oeil-fonctionne-t-il.html>

**67: TUNG OH, LAI YL, HO YC, CHOU et coll.**

Development of digital shade guides for color assessment using a digital camera with ring flashes.

Clin Oral Invest 2011;**15**(1):49-56.

**68: VERMEULEN J.**

La transmission informatique du relevé de couleur : apport du protocole FIDELA.  
Réal Clin 2002;**13**(2):155-162.

**69: VICHI A, LOUCA C, CORCIOLANI G et FERRARI M.**

Color related to ceramic and zirconia restorations: a review.  
Dent Mater 2011;**27**(1):97-108.

**70: VITA ZAHNFABRIK ( Laboratoire)**

Featuring the new linearguide 3D master.

[http://vident.com/files/2009/09/3d-master-brochure\\_linearguide.pdf](http://vident.com/files/2009/09/3d-master-brochure_linearguide.pdf)

**71: VINCENT G, COMTE P, ESCOUROU P, et coll.**

Prise de teinte, des techniques conventionnelles aux techniques électroniques

Paris : Les dossiers de l'ADF, 2010

**72: VOLLMANN M.**

La solution du problème? Vitapan 3D-Master Théorie et pratique.

J Dent Quebec 2000;**37**:353-362.

**73: WIDMAIER EP.**

Physiologie humaine, les mécanismes du fonctionnement de l'organisme.

Paris : Maloine, 2004, 234-243.

**74: WIKIPEDIA**

Wikipédia, l'encyclopédie libre

<http://fr.wikipedia.org>

**75: ZADEH PT.**

Dental office lighting.

Dent Today 2006;**25**(12):90-93.

**76: ZANANIRI C.**

Couleur et lumière.

Paris: Ellipses, 2000.

**77: ZYMAN P et JONAS P.**

Le choix de la teinte... vers un protocole rationnel.

Réal Clin 2003;**14**(4):379-392.



**GIAU (Fabien).** □ Les différentes techniques d'enregistrement de la teinte en prothèse fixée □  
91f. ; ill. ; 76 ref. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2012)

#### RESUME

L'esthétique est une demande de plus en plus courante dans les cabinets dentaires de la part de nos patients. De nombreux facteurs interviennent dans la réussite esthétique d'une restauration en céramique. L'enregistrement de la teinte, ou plus précisément de la couleur, lors de la réalisation d'une prothèse fixée est l'un des éléments clé du succès de la future couronne céramique. Pour le patient, la prothèse sera considérée comme satisfaisante seulement si elle donne l'illusion du naturel et qu'elle passe inaperçue pour lui et son entourage. Si le mimétisme n'est pas exactement similaire aux dents voisines, le résultat sera donc décevant.

Le but de ce travail est de s'intéresser aux différents systèmes actuellement sur le marché, permettant d'enregistrer la couleur d'une dent. Nous allons voir que la lumière et la couleur sont intimement liées. De plus, nous nous intéresserons à la transmission de notre enregistrement au technicien de laboratoire, afin que ce dernier puisse réaliser une couronne céramique qui passe inaperçue dans la bouche du patient.

**RUBRIQUE DE CLASSEMENT :** Prothèse conjointe

#### MOTS CLES MESH

Dentisterie esthétique – Esthetics, Dental

Prothèses dentaires – Dental prothesis

Couleur – Color

Colorimétrie – Colorimetry

#### JURY

Président : Professeur Giumelli B.

Directeur : Docteur Le Bars P.

Assesseur : Docteur Bodic F.

Assesseur : Docteur Leguehennec L.