



**HAL**  
open science

# Ergonomie et lumière(s) : santé et pratiques cliniques en odontologie

Diane Bourret

► **To cite this version:**

Diane Bourret. Ergonomie et lumière(s) : santé et pratiques cliniques en odontologie. Chirurgie. 2021. dumas-03638266

**HAL Id: dumas-03638266**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03638266v1>**

Submitted on 12 Apr 2022

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

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



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

**THESE**

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université  
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire  
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Ergonomie et lumière(s) : santé et pratiques cliniques en  
Odontologie***

Présentée par

**BOURRET Diane**

Né(e) le 3 janvier 1992

A Massy

Thèse soutenue le **Lundi 5 juillet 2021**

Devant le jury composé de

Président : Professeur RUQUET Michel

Assesseurs : Docteur LABORDE Gilles

Professeur RASKIN Anne

Docteur DRAUSSIN Thierry



**THESE**

***POUR OBTENIR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE***

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université  
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales  
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

**Ecole de Médecine Dentaire**  
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Ergonomie et lumière(s) : santé et pratiques cliniques en  
Odontologie***

Présentée par

**BOURRET Diane**

Né(e) le 3 janvier 1992

A Massy

Thèse soutenue le **Lundi 5 juillet 2021**

Devant le jury composé de

**Président : Professeur RUQUET Michel**

**Assesseurs : Docteur LABORDE Gilles**

**Professeur RASKIN Anne**

**Docteur DRAUSSIN Thierry**

## ADMINISTRATION

### **Doyens Honoraires**

Professeur	Raymond SANGIUOLO†
Professeur	Henry ZATTARA
Professeur	André SALVADORI
Professeur	Jacques DEJOU

### **Doyen**

Professeur	Bruno FOTI
------------	------------

### **Assesseurs**

Professeur	Michel RUQUET
Professeur	Anne RASKIN

### **Directeurs de Départements**

Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET

### **Charges de missions**

Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'études spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN

### **Responsable des Services Administratifs et Techniques**

Madame Katia LEONI

## **LISTE DES ENSEIGNANTS**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

BUKIET Frédéric (58-01)  
FOTI Bruno (56-02)  
LE GALL Michel (56-01)  
MONNET-CORTI Virginie (57-01)  
ORTHLIEB Jean-Daniel (58-01)  
RASKIN Anne (58-01)  
RUQUET Michel (58-01)  
TARDIEU Corinne (56-01)  
TARDIVO Delphine (56-02)  
TASSERY Hervé (58-01)

### **PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ABOUT Imad (65)

### **PROFESSEURS EMERITES** DEJOU Jacques

HUE Olivier

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD**

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	LAURENT Patrick (57-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MAILLE Gérald (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)	TAVITIAN Patrick (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)	TERRER Elodie (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)	TOSELLO Alain (58-01)

### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES**

BALLESTER Benoît (58-01)  
BLANCHET Isabelle (56-01)  
MENSE Chloé (58-01)  
SILVESTRI Frédéric (58-01)

## **ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES**

AL AZAWI Hala (56-01)	HAHN-GOLETTI Larissa (58-01)
ANTEZACK Angeline (57-01)	LIOTARD Alicia (58-01)
ARNIER Canelle (56-01)	MANSUY Charlotte (58-01)
BACHET-DORISON Damienne (56-01)	MARTIN William (56-01)
CAMBON Isabelle (56-01)	MATTERA Rémi (56-01)
CASAZZA Estelle (56-01)	MELLOUL Sébastien (57-01)
CASTRO Romain (57-01)	PARFU Anne (58-01)
DAVID Laura (56-01)	PASCHEL Laura (58-01)
DEVICTOR Alix (58-01)	PILLIOL Virginie (58-01)
DODDS Méline (58-01)	REPETTO Andréa (58-01)
DRAUSSIN Thierry (56-02)	ROMANET Yvan (57-01)
DUMAS Cathy (57-01)	SANTUNIONE Charlotte (58-01)
HADJ-SAID Mehdi (57-01)	VINAÏ Michael (56-01)

## **ASSISTANTS DES UNIVERSITES ASSOCIES**

GRINE Ghilès (57-01)  
HOUVENAEGHEL Brice (57-01)

Intitulés des sections CNU :

- 56ème section : *Développement, croissance et prévention*
  - 56-01 *Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale*
  - 56-02 : *Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale*
- 57ème section : *Chirurgie orale ; Parodontologie ; Biologie Orale*
  - 57-01 : *Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale*
- 58ème section : *Réhabilitation orale*
  - 58-01 : *Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses – Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux*

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers.

## DEDICACES AU JURY

### **A notre président de jury**

#### **Monsieur Le Professeur Michel RUQUET**

*Vous nous faites l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.*

*Votre pédagogie et votre bienveillance nous ont permis d'avancer plus sereinement tout au long de ces années d'études.*

*Veillez recevoir par cet ouvrage l'expression de ma plus haute estime, pour vos valeurs et vos enseignements.*



## **A notre juge et directeur de thèse**

### **Monsieur Le Docteur Gilles LABORDE**

*Vous nous faites l'immense honneur de diriger et de juger cette thèse.*

*Merci pour votre aide précieuse et votre patience, ainsi que pour la sympathie dont vous faites preuve depuis de longues années.*

*Nous vous sommes également reconnaissants pour vos enseignements qui ont toujours été d'un grand intérêt.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre plus grande gratitude.*

**A notre juge**

**Le Professeur Anne RASKIN**

*Vous nous faites l'honneur d'accepter de juger cette thèse.*

*Nous vous remercions grandement pour votre accompagnement dans l'exercice du métier et vos enseignements. Votre bonne humeur et votre amour du partage nous ont permis d'élargir nos connaissances. Malgré les circonstances, cette année aura été riche en apprentissages grâce à vous.*

*Veillez recevoir par ce travail, l'expression de notre sincère gratitude.*

**A notre juge**

**Monsieur Le Docteur Thierry DRAUSSIN**

*Vous nous faites l'honneur d'accepter de juger cette thèse.*

*Un grand merci pour vos enseignements et votre sympathie, ainsi que pour la bienveillance dont vous faites preuve auprès de tous vos étudiants.*

*Puissiez-vous trouver ici l'expression de notre plus profonde reconnaissance.*

# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1. GENERALITES</b> .....	<b>2</b>
1.1. LUMIERE.....	2
1.1.1. Définitions (1).....	2
1.1.2. Les grandeurs photométriques.....	2
1.2. VISION.....	5
1.2.1. Anatomie de l'œil.....	5
1.2.2. Mécanisme de la vue(3,7).....	6
1.2.3. Acuité visuelle (8–10).....	7
1.2.4. L'adaptation(1,7).....	7
<b>2. ERGONOMIE ET BIEN-ETRE AU TRAVAIL</b> .....	<b>8</b>
2.1. EFFETS DE LA LUMIERE SUR LE BIEN-ETRE ET LA QUALITE DE VIE.....	8
2.1.1. Lumière et rythmes biologiques(11,12).....	8
2.1.2. Manque de lumière : impact physique et psychologique(11).....	9
2.2. QUALITE DU TRAVAIL CONDITIONNEE PAR LA VISIBILITE.....	9
2.2.1. Quantité de lumière.....	9
2.2.2. Qualité de la lumière.....	10
2.3. IMPORTANCE DU RENDU DES COULEURS(3,15,16).....	11
2.4. LUMIERES UTILISEES AU CABINET DENTAIRE.....	14
2.4.1. Plafonnier et scialytique(1,18).....	14
2.4.1.1. Plafonnier.....	14
2.4.1.2. Scialytique et éclairage opératoire (25,26).....	18
2.4.2. Autres sources de lumières.....	19
2.4.2.1. Lampe à photo polymériser (27).....	19
2.4.2.2. Instruments fibrés.....	20
2.4.2.3. Lampes hors salle de soin.....	20
<b>3. RISQUES LIES A LA LUMIERE EN ODONTOLOGIE</b> .....	<b>20</b>
3.1. DIMENSIONS NEFASTES DE LA LUMIERE.....	20
3.1.1. Lumière bleu(24,28–32).....	20
3.1.2. Contrastes (1,3).....	21
3.1.3. Eblouissement(1,3,9,10).....	21
3.1.4. Sous éclairage(1,10).....	22
3.1.5. Spectre déséquilibré (33–35).....	23
3.1.6. Phénomène de papillonnement(36).....	23
3.2. EFFETS SUR L'ŒIL.....	25
3.2.1. Direct : fatigue oculaire, stress, mémoire, dérèglement du rythme circadien(11).....	25
3.2.2. Risques cumulatifs : DMLA, cataracte, vieillissement prématuré de l'œil(37–39).....	25
3.3. POUR LA QUALITE DU TRAVAIL.....	26
3.3.1. Spectre lumineux et perception des couleurs(3,19).....	26
3.3.2. Eclairage et ambiance lumineuse(1,9).....	27
<b>4. BONNES PRATIQUES ET CONFORT VISUEL</b> .....	<b>27</b>
4.1. LES NORMES(1,3,40–42).....	27
4.2. LUMIERE DANS LA SALLE DE SOIN(1,3,43–46).....	29
4.2.1. Lumière naturelle.....	29
4.2.2. Lumières artificielles.....	29
4.2.2.1. Plafonnier.....	29
4.2.2.2. Scialytique.....	30
4.2.2.3. Eclairage frontaux et instruments fibrés.....	31
4.2.2.4. Lampes à photopolymériser(27).....	31
4.3. PARTICULARITE DU CHAMP OPERATOIRE, CONTRASTE ET EBLouisSEMENT(1,34).....	31

4.4.	COULEURS DE LA SALLE DE SOIN(1,3,9).....	32
4.5.	EXEMPLES D'INSTALLATION LUMINEUSE.....	33
4.5.1.	<i>Exemple de projet d'installation lumineuse</i> .....	33
4.5.2.	<i>Exemple d'installation n°1</i> .....	36
4.5.3.	<i>Exemple d'installation n°2</i> .....	37
4.5.4.	<i>Exemple d'installation n°3</i> .....	38
<b>CONCLUSION</b> .....		<b>39</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....		<b>I</b>

## INTRODUCTION

L'exercice de la chirurgie-dentaire impose des actes d'une grande précision au sein d'un champ d'intervention extrêmement contraint, la cavité buccale. Il est essentiel que l'ambiance lumineuse, offerte au praticien, lui permette d'avoir une vision optimale de cet espace bien que difficile à éclairer en raison de sa taille, de ses zones d'ombres et des contrastes de couleurs de ses éléments anatomiques.

La majorité des chirurgiens-dentistes méconnaissent les impacts d'un mauvais éclairage dans leur pratique quotidienne. La lumière influe, non seulement sur le résultat de l'intervention, mais également sur le bien-être des praticiens comme des patients. Il existe des « bonnes » et des « mauvaises » lumières qui jouent un rôle sur la perception des formes, des couleurs ainsi que sur l'ambiance lumineuse dans les différentes zones du cabinet dentaire.

Le but de cette thèse est de réunir les informations nécessaires à une installation lumineuse optimale du cabinet dentaire.

La première partie expose des notions fondamentales de physique de la lumière et de physiologie de la vision.

Le chapitre « ergonomie et bien-être au travail » décrit le rôle de la lumière au quotidien, son impact sur la santé ainsi que sur la qualité du travail réalisé. Ce dernier dépend notamment des différentes lumières présentes dans un cabinet dentaire qui sont présentées à la fin de cette partie.

L'exposé précédent amène à considérer le « risque lié à la lumière en odontologie » au travers de ses dimensions néfastes sur la santé et sur l'œil avec un résultat pouvant aboutir à une piètre qualité de l'intervention dentaire.

Afin de se soustraire à ces difficultés, l'installation lumineuse d'un cabinet dentaire, des différents locaux comme du champ opératoire, est régie par des normes, des recommandations et des règles de bonnes pratiques qui sont synthétisées dans ce chapitre.

Enfin, sur la base des éléments exposés, nous proposerons une analyse critique sur quelques exemples d'installation de salles de soins afin de déceler les éventuelles erreurs commises dans la pratique quotidienne en chirurgie-dentaire.

# 1. Généralités

## 1.1. Lumière

### 1.1.1. Définitions (1)

La lumière est décrite par deux théories combinées que les physiciens appellent dualité onde-corpuscule :

#### Théorie ondulatoire de De Broglie

La lumière est un ensemble de radiations électromagnétiques qui se propagent selon un mouvement ondulatoire. Chaque radiation est caractérisée et classée selon la longueur d'onde  $\lambda$ , exprimée en mètres. Le domaine visible étant compris entre 0,4  $\mu\text{m}$  (ultra-violet) et 0,8  $\mu\text{m}$  (infra rouge). A cette définition il faut associer la notion d'énergie :

#### Théorie de Planck et Einstein

La lumière est constituée d'un flux de paquets d'énergie ou photons, dont la vitesse de propagation dans le vide est de 300 000  $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### 1.1.2. Les grandeurs photométriques

#### Le flux lumineux :

C'est la quantité de lumière émise par unité de temps par une source. Il s'exprime en Lumen (lm) et son symbole est **F**.

#### L'intensité lumineuse :

C'est la grandeur qui définit l'importance du flux lumineux émis dans une direction donnée par une source ponctuelle. Elle s'exprime en Candela (cd) et son symbole est **I**.

#### L'éclairement lumineux :

C'est le quotient du flux lumineux reçu par un élément d'une surface par l'aire de cet élément. Il s'exprime en Lux (**lx**) et son symbole est **E**. Il est utilisé notamment pour préciser les valeurs exigées dans les différentes pièces d'un bâtiment par les normes d'éclairage intérieur.






#### La luminance :

C'est la grandeur qui détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source, dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité. Elle s'exprime en Candela par mètre carré ( **$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}$** ) et son symbole est **L**. C'est la seule grandeur perceptible par l'œil. Elle est utilisée par exemple pour évaluer l'éblouissement.

### L'Indice de Rendu des Couleurs (IRC) : (2,3)

C'est un chiffre compris entre 0 et 100, qui compare le niveau d'aptitude d'une source de lumière à restituer les couleurs d'un objet par rapport à celles produites avec une source de référence.

Il s'exprime en pourcentage, 0% correspondant à une source monochromatique et 100% à une source restituant le même spectre que la lumière du jour de référence. On recherchera un IRC le plus élevé possible. Pour le choix de couleur des dents, il est recommandé que celui-ci soit supérieur à 90%.

IRC typique	Sources lumineuses	
100	Lumière du jour	
100	Lampe à incandescence	
65-95	LED	
60-90	Tubes fluorescents	
20-25	Sodium basse et haute pression	

Tab. 1. - Exemple de valeurs d'indice de rendu des couleurs pour quelques sources lumineuses.

### La température d'une couleur :

Elle correspond à la température à laquelle il faudrait chauffer un corps noir pour qu'il émette une lumière ayant la même couleur que celle que l'on veut référencer. On l'exprime en degré Kelvin. On peut l'illustrer par un tisonnier que l'on chauffe, avec l'augmentation de température, le métal change de couleur en passant par le rouge, le jaune, puis le blanc avec des reflets bleutés.



A chaque couleur visible par l'œil humain est associée une température :

rouge = 4000°K ; jaune = 5000°K ;  
vert = 5700°K ; bleu = 6000°K ;  
violet = 7000°K.

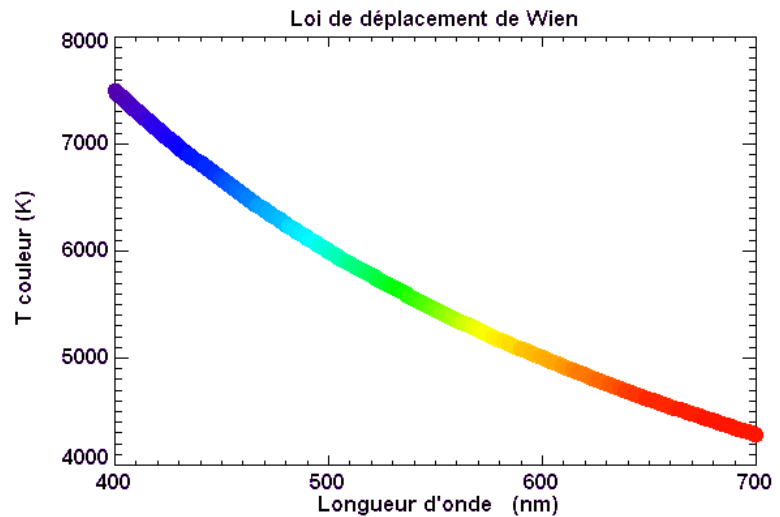


Fig.1 : Représentation graphique de la température en fonction de la correspondance couleur - longueur d'onde.(3,4)

Cela permet de classer les illuminants naturels et artificiels. Par exemple, la lumière moyenne du soleil à midi a une température de couleur de 4880 °K, et le ciel couvert au Nord correspond à 6470 °K. A 5500°K, un corps noir émet à peu près la même quantité d'énergie dans toutes les longueurs d'onde. C'est à cette température que les couleurs nous semblent naturelles.

#### Spectres de lumière :

Plusieurs spectres de lumière aident à comprendre les bases de l'éclairage :

- Le spectre électromagnétique qui contient la petite région de lumière visible, il est mesuré en nanomètres,
- Le spectre des températures de couleurs, c'est un spectre visuel mesuré en degrés Kelvin,
- Le troisième affiche les attributs de couleur des lampes courantes actuelles.

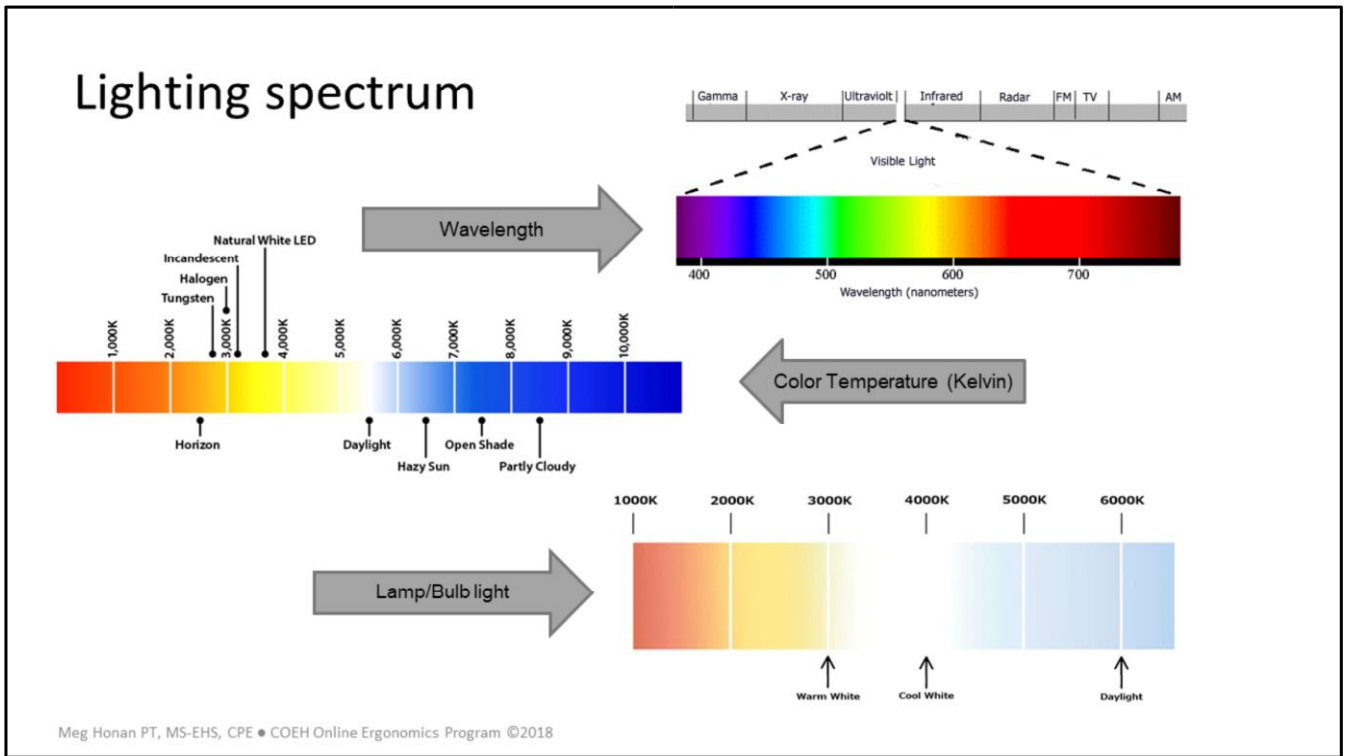


Fig. 2. – Les différents spectres de lumières(5)

## 1.2. Vision

### 1.2.1. Anatomie de l'œil

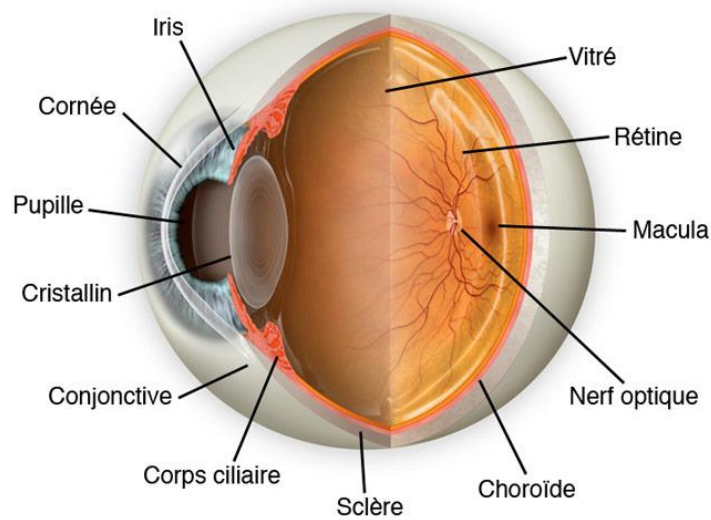


Fig.3. - anatomie simplifiée d'un œil humain(6)

### 1.2.2. Mécanisme de la vue(3,7)

L'œil est l'organe permettant la transformation d'un signal lumineux optique en signal sensoriel, secondairement analysé par le cerveau qui interprète l'image sur les perspectives, les ombres et reliefs, la texture, les transparences et les mouvements. Cet organe est comparable à un système photographique permettant l'accommodation, la focalisation de la lumière en un point précis ainsi que la régulation du flux lumineux entrant.

Le signal lumineux traverse les parties transparentes de l'œil : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée jusqu'à la rétine qui est constituée de photorécepteurs. Les cônes et les bâtonnets sont concentrés surtout au niveau de la macula qui se trouve face à la pupille.

L'iris est le muscle contrôlant la taille de la pupille ; il varie en fonction de la lumière reçue par les photorécepteurs. Quand la luminance augmente, le diamètre pupillaire se réduit (myosis), quand elle diminue, le diamètre augmente (mydriase).

Le cristallin est une lentille biconvexe. Sa plasticité permet au corps ciliaire d'en modifier les courbures pour l'accommodation. Après l'avoir traversé, le signal lumineux est focalisé sur la rétine.

Le cristallin nous empêche de percevoir les ultraviolets, car il n'est pas assez transparent pour laisser passer ces radiations.

En ce qui concerne les infrarouges, l'onde parvient bien jusqu'à nos photorécepteurs, mais ceux-ci ne possèdent pas de pigments visuels sensibles à ces longueurs d'onde.

La partie antérieure de la membrane interne de l'œil est constituée en majorité de cellules pigmentaires empêchant la lumière de diffuser à l'intérieur de l'œil. Cela fonctionne comme une chambre noire.

Sur la rétine, particulièrement au niveau de la macula, se trouvent les cellules photoréceptrices :

- Au centre, les cônes servent à la vision diurne et colorée ainsi qu'à la vision des détails. Il en existe 3 familles en fonction de leur sensibilité spectrale : les cellules S captent les longueurs d'ondes courtes correspondant à la couleur bleue, les cellules M perçoivent les longueurs d'ondes correspondant au vert et les cellules L captent celles correspondant au rouge.
- En périphérie, les bâtonnets plus sensibles à la lumière servent à la vision nocturne et ne perçoivent pas la couleur. Ils sont aussi utiles à la vision des mouvements et des contours.

A partir des trois informations de quantité de rouge, de vert et de bleu fournies par les trois types de cônes et des informations de variation de luminosité fournies par les bâtonnets, le cerveau va synthétiser une impression colorée.

Quand le diamètre pupillaire rétrécit, la profondeur du champ augmente, et il y a moins d'imperfection au niveau de l'image perçue. Ceci est dû au fait que les bâtonnets, qui sont situés en périphérie et qui sont moins sensibles aux détails, sont moins sollicités.

### **1.2.3. Acuité visuelle (8–10)**

Elle est définie par CHEVALERAUD, « comme le degré d'aptitude de l'œil à discriminer les détails spatiaux ; ceux-ci sont mesurés par l'angle sous lequel ils sont vus ».

On parle ainsi de pouvoir séparateur de l'œil ou encore de sa capacité à distinguer deux points très proches l'un de l'autre.

Les variables qui affectent l'acuité visuelle sont de trois types :

- Physiologique : c'est-à-dire dépendant de la qualité de l'œil,
- Psychophysique : dépendant de la participation cognitive de l'observateur,
- Physique : indépendant de l'observateur.
  - La luminance : dans un environnement obscur, l'acuité visuelle augmente avec la luminance de fond (seul l'objet est éclairé) jusqu'à un certain point, puis il y a un phénomène d'éblouissement à cause de la vision scotopique (nocturne) assurée par les bâtonnets qui sont plus sensibles. Elle atteint sa valeur maximale quand la luminance environnante est entre 25% supérieure et 10% inférieure à celle de fond.
  - Le contraste : pour un éclairage donné l'acuité visuelle augmente avec le contraste. Pour un contraste réduit il faut augmenter l'illumination pour améliorer l'acuité.
  - Longueur d'onde : l'acuité visuelle ne serait maximale qu'en lumière blanche.

### **1.2.4. L'adaptation(1,7)**

Le terme adaptation est utilisé pour définir les modifications de la sensibilité du système visuel aux variations d'intensité de la lumière et plus particulièrement l'augmentation de la sensibilité de la rétine dans l'obscurité et sa diminution dans un environnement éclairé.

Ce processus permet aussi de niveler les différences d'éclairage et de contraste du domaine photopique (diurne). Ce mécanisme permet selon SARAUX et BIAIS, qu'un mur blanc un jour d'été

et un jour d'hiver ait à peu près le même éclat bien que l'éclairement soit très différent, grâce à l'adaptation rétinienne.

Cette adaptation se fait par la variation du diamètre pupillaire (très rapide) et par la variation de la sensibilité moyenne de la rétine (plus lente).

## **2. Ergonomie et bien-être au travail**

### **2.1. Effets de la lumière sur le bien-être et la qualité de vie**

#### **2.1.1. Lumière et rythmes biologiques(11,12)**

Notre existence est intimement liée à la lumière. Elle fait partie de notre quotidien et nous impacte sur le plan physiologique et psychologique. La lumière perçue par nos yeux ne sert pas uniquement à la vision mais a également un rôle de régulateur de l'horloge biologique du corps.

Les rythmes biologiques circadiens (24h) contrôlent évidemment l'alternance veille-sommeil, mais aussi la température corporelle, la pression artérielle, le rythme respiratoire... Ils ont un caractère héréditaire, mais sont aussi influencés par l'environnement, comme par exemple la distribution temporelle des périodes de repos et de travail ou bien l'alternance lumière-obscurité qui est le synchronisateur le plus puissant.

Notre horloge « centrale » est située dans les noyaux supra chiasmatiques de l'hypothalamus juste au-dessus du chiasma optique.

L'information lumineuse reçue par la rétine est véhiculée par deux différentes voies nerveuses : une visuelle avec les cônes et les bâtonnets et une non visuelle avec les cellules ganglionnaires. Ces cellules vont capter l'intensité lumineuse disponible et la transmettre d'abord au noyau supra chiasmatique de l'hypothalamus qui enverra le message à l'épiphyse (ou glande pinéale). L'épiphyse est le système effecteur de l'horloge biologique, elle produit une hormone, la mélatonine, qui envoie l'information sur l'alternance lumière-obscurité à l'ensemble du corps.

Celle-ci élabore et stocke la sérotonine puis, lorsque la luminosité baisse, elle la transforme en mélatonine qui va induire le sommeil, la baisse de la température corporelle... Chez l'homme, la sécrétion de mélatonine est maximale la nuit avec un pic entre 3h et 5h. Lorsque les yeux sont exposés à la lumière, la transformation de la sérotonine en mélatonine est inhibée et la production de mélatonine fortement réduite.

### 2.1.2. Manque de lumière : impact physique et psychologique(11)

Depuis quelques années, la littérature médicale fait état d'un syndrome dépressif qui apparaît pendant l'hiver. Il est appelé Seasonal Affective Disorders (SAD) et se manifeste par :

- une diminution accentuée de l'énergie physique et de la résistance à l'effort,
- une dépression émotionnelle,
- une sensation de désespoir,
- une somnolence accrue et un besoin de sommeil,
- une augmentation de l'appétit (surtout pour des hydrocarbonates),
- un évitement du contact social, etc.

Dans le traitement du SAD, des réponses thérapeutiques évidentes ont été obtenues au moyen d'une exposition à 2 500 Lux pendant 2 à 4 heures et à 25 000 Lux pendant 30 minutes. Il semble donc que l'exposition à une lumière suffisamment vive quotidiennement améliore notre qualité de vie.

## 2.2. Qualité du travail conditionnée par la visibilité

### 2.2.1. Quantité de lumière

Le travail du chirurgien-dentiste est très visuel et de haute précision. L'acuité visuelle et le bon éclairage vont conditionner la qualité du travail du chirurgien-dentiste et on a vu que l'acuité visuelle varie en fonction de la luminance.

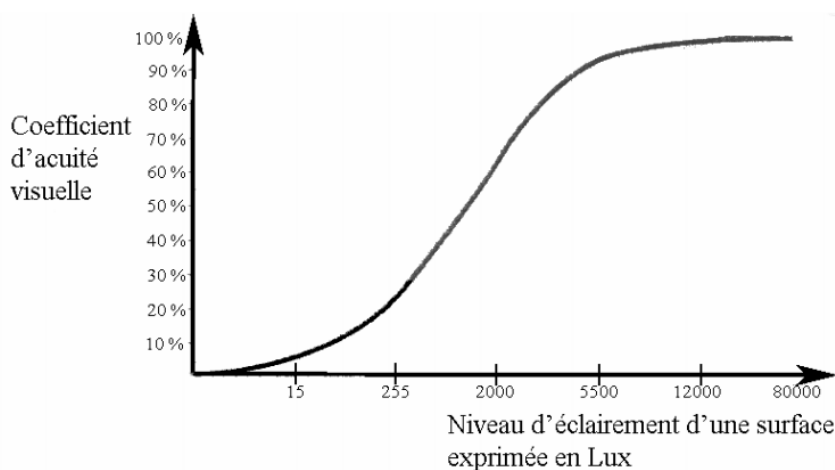


Fig.4. - Acuité visuelle en fonction de l'éclairage selon KUBLER(1)

L'IES (Illuminating Engineering Society) a produit 10 éditions d'un manuel d'éclairage depuis 1942. Dans ce dernier on trouve un tableau où sont expliqués les niveaux d'éclairage recommandés en fonction de la tâche.

Le travail en bouche est une activité de type I qui demande une luminance située entre 10 000 et 20 000 Lux.

Table 1: Illuminance Categories				
Illuminance Category	Activity Type	Foot-candle Range	Lux	Workplace Reference
A	Public Space, dark surroundings	2-3-5	20-50	General lighting throughout space
B	Simple orientation, short temporary visit	5-7.5-10	50-100	"
C	Visual tasks only occasionally performed	10/15/20/18	100-150	"
D	High contrast or large tasks	20-30-50	200-500	Illuminance on task
E	Medium contrast or small tasks	50-75-100	500-1000	"
F	Low contrast or very small tasks	100-150-200	1000-2000	"
G	Low contrast or very small tasks for a prolonged period	200-300-500	2000-5000	Illuminance on task, both general and supplementary components
H	Very prolonged and exacting tasks	500-750-1000	5000-10000	"
I	Extremely low contrast and small very special tasks	1000-1500-2000	10000-20000	"

Fig.5. – tableau de recommandations des niveaux d'éclairage d'après « the lightning handbook »(5)

### 2.2.2. Qualité de la lumière

Les sources lumineuses sont aussi mesurées par leur température de couleur (en degré Kelvin).

Les lampes courantes varient de 1000°K à 6500°K.

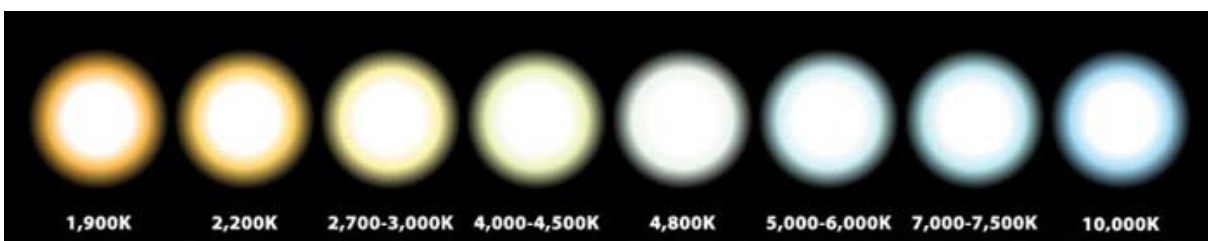


Fig.6. - températures de couleurs des éclairages(13)

Les températures de couleurs utilisées seront différentes selon la fonction du lieu éclairé.

La lumière froide est préférée pour les tâches visuelles détaillées car elle produit un contraste plus élevé que la lumière chaude.

La lumière chaude est préférée pour les espaces de vie car elle est douce et plus conviviale.

Selon la règle de Kruithof, l'ambiance lumineuse varie en fonction de la température de couleur et du niveau d'éclairage.

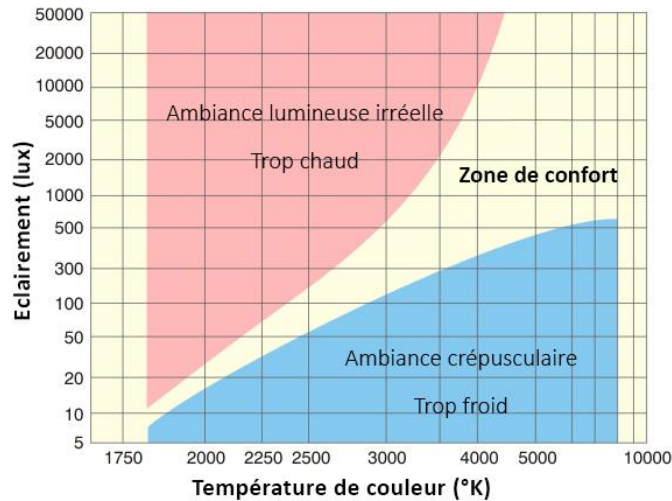


Fig.7. - Diagramme de Kruithof(14)

Ainsi l'ambiance lumineuse d'une salle de soin peut engendrer des sensations de confort ou d'inconfort. Par exemple un plafonnier d'un blanc froid et vif sera une source de stress supplémentaire pour le patient et deviendra vite fatiguant pour le praticien et son personnel, tandis qu'une lumière chaude et feutrée conduira à une sensation de confinement désagréable.(1,9)

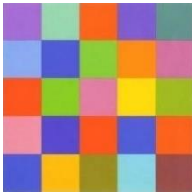
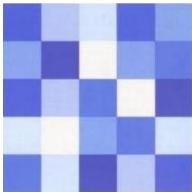
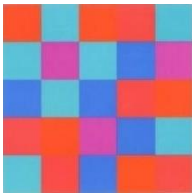
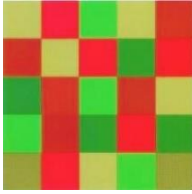
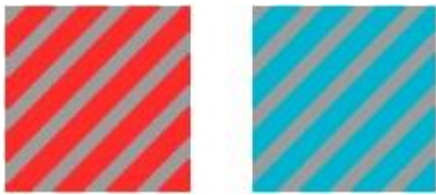
### 2.3. Importance du rendu des couleurs(3,15,16)

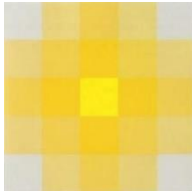
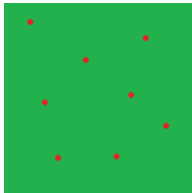
En dentisterie, le rendu des couleurs est primordial pour l'esthétique particulièrement en prothèse et en restauration. Pour comprendre et éviter les erreurs, il faut prendre en considération les mécanismes d'interactions qui altèrent la perception des couleurs.

Chaque couleur a une réalité propre définie par sa longueur d'onde et ses coordonnées trichromatiques. Mais la perception de ces couleurs dépend de plusieurs facteurs comme : leur environnement immédiat, la forme, l'état de surface, l'éclairage et l'œil. L'environnement influence fortement notre vision. Notre perception des couleurs est toujours erronée car lorsque l'on regarde un objet, l'œil va estimer sa couleur en fonction de ce qui l'entoure : tout est lié aux contrastes.



Ces mécanismes sont expliqués par sept contrastes principaux décrits par Johannes ITTEN :

<p><b>Le contraste de la couleur en soi</b></p> <p>des couleurs différentes juxtaposées s'intensifient mutuellement, et plus celles-ci sont opposées, plus c'est accentué.</p>	
<p><b>Le contraste clair/obscur ou de valeur</b></p> <p>apprécié par les bâtonnets de la rétine, ce contraste repose sur les différences de luminosité ou de brillance entre des couleurs juxtaposées.</p>	
<p><b>Le contraste chaud/froid</b></p> <p>Les tons chauds regroupent les couleurs à longueur d'onde longue (jaune, orange, rouge), les tons froids les couleurs à longueur d'onde courte (vert, bleu, violet). Lorsque l'on rapproche des tons chauds et froids, la brillance est accentuée. Ces tons apportent aussi une perspective : les tons chauds avancent, les tons froids reculent.</p>	
<p><b>Le contraste des complémentaires</b></p> <p>la juxtaposition de deux couleurs parfaitement opposées dans le cercle de J. Itten (rouge et vert par exemple), qui additionnées donnent du gris, relève leur brillance et donne une sensation d'équilibre.</p>	
<p><b>Le contraste simultané</b></p> <p>C'est le phénomène qui fait que notre œil, pour une couleur donnée, exige en même temps sa complémentaire et qu'il la crée lui-même si elle n'est pas donnée.</p>	

<p><b>Le contraste de qualité (ou saturation)</b></p> <p>Il correspond à la pureté d'une couleur et à sa saturation en pigments purs.</p>	
<p><b>Le contraste de quantité</b></p> <p>les « grains de beauté des dents », c'est-à-dire leurs caractérisations colorées, sont mises en valeur par leur propre finesse.</p>	

Tab.2. – les 7 contrastes selon Johannes ITTEN(15,16)

Ce tableau nous montre que notre œil perçoit toujours une couleur par rapport à une autre dans une recherche d'équilibre.

Par exemple, face à un stimulus coloré donné, nos cônes rétiniens sécrètent simultanément la complémentaire biochimique, comme pour rechercher l'équilibre au gris. Un assemblage de couleurs paraîtra harmonieux lorsque leur mélange donne du gris neutre qui crée dans l'œil et le cerveau un état d'équilibre parfait.

Ce phénomène est aussi responsable de l'illusion de persistance visuelle de la couleur complémentaire après avoir visualisé une couleur vive :

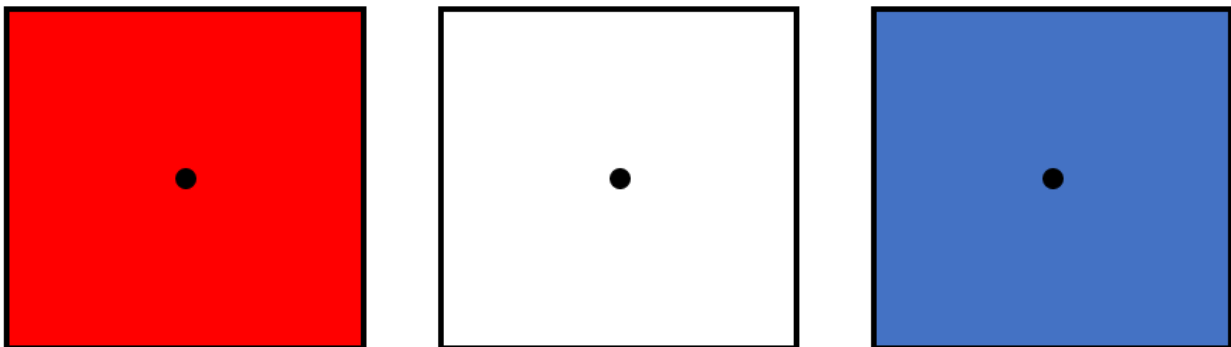


Fig.8. – illustration de la persistance rétinienne(17)

Après avoir fixé assez longtemps le point au centre d'un des carrés de couleur, sa couleur complémentaire apparaît dans le carré blanc.

Ce phénomène explique aussi comment l'analyse de la couleur par le praticien peut être perturbée par un rouge à lèvres par exemple. La blancheur des dents sera accentuée et leur couleur tendra vers la complémentaire du rouge. La couleur de la dent observée sera le résultat de la combinaison de la couleur réelle de la dent et de l'image rétinienne persistante liée à la

zone adjacente. De même, face ou à côté d'une dent absente, les dents présentes peuvent paraître plus blanches à cause de l'effet de contraste lié à la cavité buccale sombre.

L'éclairage joue un rôle tout aussi important dans le rendu des couleurs. En effet, une lumière artificielle ne contient pas toujours toutes les longueurs d'ondes visibles contrairement à la lumière blanche (lumière du soleil).

La perception de la couleur ne sera pas la même suivant la source de lumière incidente.



Fig.9. - Perception de mêmes échantillons de couleurs sous différentes sources d'éclairage.

Pour la reproduction des couleurs, il est recommandé de choisir à la lumière du jour, au Nord, par une journée d'ensoleillement moyen. Ces conditions ne pouvant pas être toujours réunies, il nous faut trouver un éclairage dont le spectre lumineux se rapproche le plus possible de la lumière du jour pour un IRC maximal (>90%).

## **2.4. Lumières utilisées au cabinet dentaire**

### **2.4.1. Plafonnier et scialytique(1,18)**

Le plafonnier et le scialytique sont complémentaires et indissociables dans le cabinet dentaire. Le plafonnier éclaire toute la salle de soin et le scialytique éclaire le champ opératoire.

#### **2.4.1.1. Plafonnier**

Son rôle est d'éclairer suffisamment la salle de soins afin d'éviter d'être ébloui quand notre regard passe du champ opératoire à une autre zone mais aussi de se rapprocher d'une lumière du jour pour avoir un rendu de couleur le plus fidèle possible.

On en trouve de différents types et de différentes formes. Ils peuvent être encastrés ou suspendus, avec ou sans écran multimédia intégré. L'éclairage peut être seulement direct ou direct/indirect, ce qui permet en éclairant le plafond et les murs d'avoir une pièce sans contraste lumineux.

La lumière peut être émise par différentes sortes d'ampoules, les plus courantes sont :(19–21)

### - Les ampoules à incandescence standard,



Il s'agit d'un filament de tungstène qui chauffe au passage d'un courant électrique et émet ainsi une lumière blanche. Pour éviter qu'il se consume avec l'oxygène, il est emprisonné dans une ampoule en verre dans laquelle on a soit fait le vide, soit introduit un gaz inerte (krypton ou argon). Le filament finit quand même par se rompre ou se vaporiser.

Elles ont été retirées du marché en France en 2012 à cause de leur très mauvaise efficacité énergétique. En effet seul 5% de l'électricité consommée est transformé en lumière, et 95% en chaleur.

Elles produisent une lumière chaude de 2700K.

Elles ont un IRC très bon (100) mais une durée de vie faible (environ 1000h).

### - Les ampoules incandescentes halogènes :



Il s'agit d'une variante améliorée de l'éclairage incandescent classique, un filament de tungstène est traversé par un courant électrique et pour éviter que le filament ne se détruise rapidement, l'ampoule, en verre de quartz, contient un gaz sous pression avec du brome et de l'iode (des atomes halogènes) qui aident le tungstène perdu à se redéposer sur le filament.

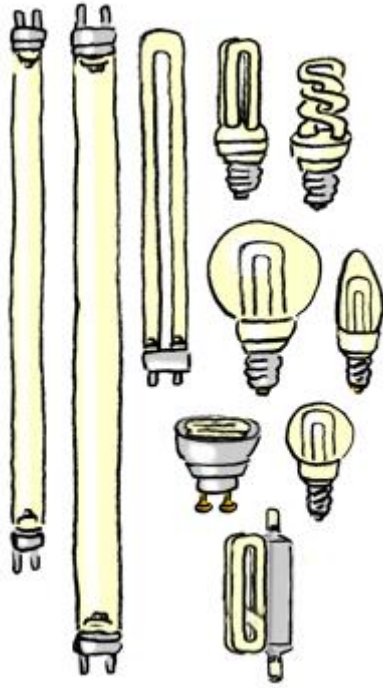
Ces lampes dégagent aussi beaucoup de chaleur.

Les ampoules halogènes de classes énergétiques C et D ont aussi été retirées du marché pour leur mauvais rendement énergétique.

Elles produisent une lumière plus blanche allant de 2500 à 3400K.

Elles ont un très bon IRC proche de 100 mais une durée de vie assez faible de 2000 à 3000 heures.

## - Les tubes fluorescents :



Du mercure à l'état gazeux est emprisonné dans un tube en verre dont la paroi est recouverte de poudre fluorescente. Soumis à un courant électrique oscillant, le mercure émet une succession rapide de décharges de lumière ultra-violette qui est absorbée par la poudre. La poudre réémet l'énergie sous forme de lumière blanche.

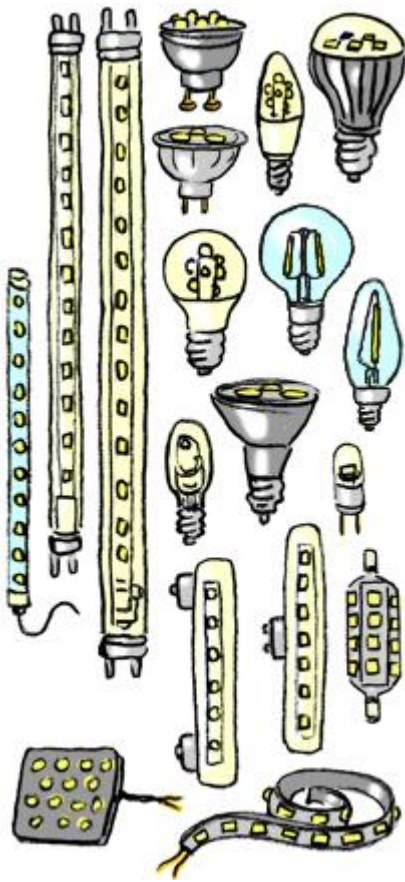
Les tubes fluorescents fins ont un très bon rendement lumineux et dégagent peu de chaleur mais ils sont sensibles au froid et ne donnent pas toute leur puissance lumineuse dès l'allumage.

Leurs principaux défauts sont qu'ils émettent un fort champ électromagnétique et peuvent avoir des fuites de rayonnement UV. De plus, ils sont difficiles à recycler à cause

de la présence de mercure dans les tubes.

Leur IRC est très variable mais il en existe de très performant avec un IRC >90. Ils peuvent avoir différentes températures de couleurs allant de 2700 à 5500K. Leur durée de vie est de 7000 à 8000h.

- Les LED : (14,19,22,23)



LED est un acronyme de Light-Emitting Diode (diode électroluminescente). La lumière est produite par le passage de l'électricité dans un matériau semi-conducteur. La lumière blanche est surtout produite de 2 façons :

- La LED émet de la lumière bleue. Elle est recouverte d'une fine couche de phosphores qui absorbent une partie du bleu et réémettent l'énergie sous forme d'autres couleurs lumineuses qui donnent à nos yeux l'aspect de la lumière blanche. C'est le fonctionnement de la grande majorité des LED d'éclairage.

- Trois LED généralement rouge, verte et bleue émettent simultanément leur lumière. Nos yeux perçoivent le mélange des trois comme du blanc. Une variation dans l'intensité des trois LED permet de simuler à nos yeux toutes les teintes de la lumière.

Encore en développement technologique, les lampes LED peuvent avoir un très bon rendement lumineux (> 100 lumens par watt), un très bon IRC (jusqu'à 95) et une très longue durée de vie (plus de 20 ans). Elles s'allument presque sans délai, offrent immédiatement leur pleine puissance lumineuse, supportent très bien les cycles d'allumage/extinction, fonctionnent bien dans le froid, n'émettent pas de lumière ultra-violette et peuvent être utilisées sous de nombreuses formes qui révolutionnent l'éclairage : en ruban, en plaque, en tube souple...

Ces différentes sortes de lampes diffèrent aussi par leur spectre d'émission :

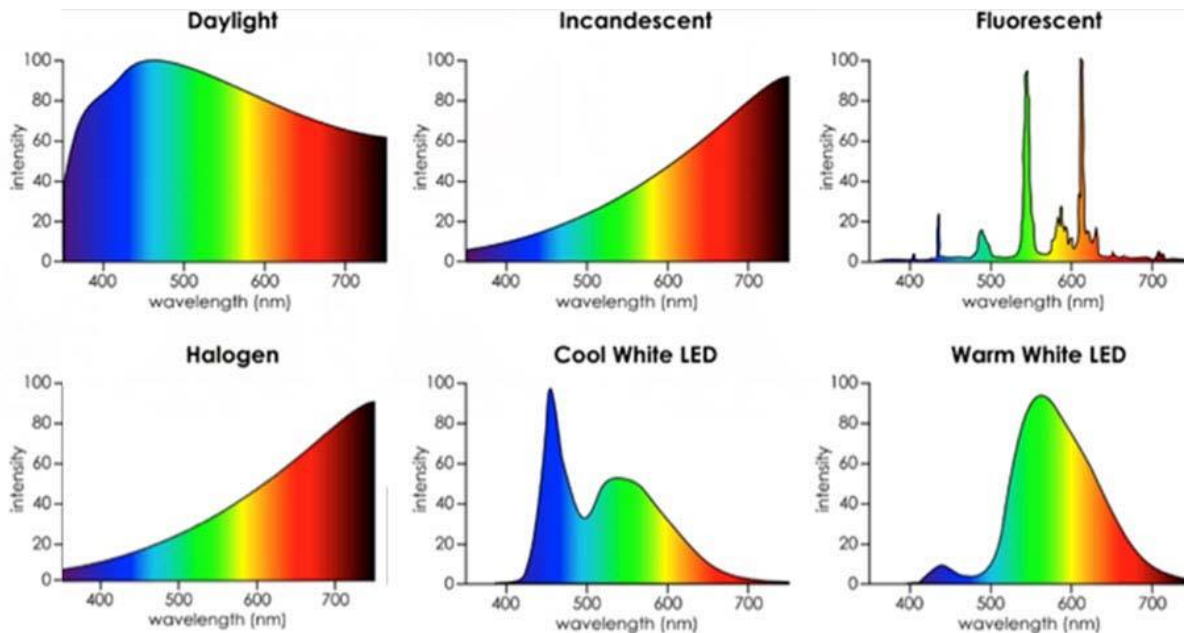


Fig.10. – spectres d'émissions de différentes sources de lumières(24)

De nouvelles technologies LED arrivent sur le marché avec des spectres d'émission plus continus pour les LED blanc froid avec une correction du défaut de cyan.

Actuellement les plafonniers les plus utilisés en cabinet dentaire sont munis de tubes fluorescents ou de LED.

#### 2.4.1.2. Scialytique et éclairage opératoire (25,26)

Leur rôle est d'éclairer suffisamment la zone opératoire pour une acuité visuelle maximale tout en minimisant les ombres portées des mains et instruments du praticien.

Ils sont composés d'un bras amovible permettant d'orienter le faisceau lumineux dans l'espace et peuvent être de différentes formes et tailles, plus ou moins encombrants et maniables.

Certains sont composés d'une ampoule halogène dont la lumière est réfléchiée par des miroirs circulaires concaves. Pour avoir un éclairage suffisant l'ampoule demande une puissance électrique forte ce qui produit beaucoup de chaleur. Ils sont donc souvent équipés d'un ventilateur et d'une vitre de protection. Ils peuvent parfois être réglables en intensité lumineuse.

D'autres se composent de plusieurs spots LED beaucoup moins consommateurs d'énergie et qui chauffent peu ou pas. Certains sont réglables en intensité lumineuse et peuvent proposer différents programmes pour changer la couleur de l'éclairage.

## 2.4.2. Autres sources de lumières

### 2.4.2.1. Lampe à photo polymériser (27)

La photo polymérisation s'effectue lorsque les photo-initiateurs, présents dans le matériau photo polymérisable, sont activés par des photons. Chaque photo-initiateur a un pic d'absorption qui lui est propre. De plus, les photo-initiateurs présents dans nos matériaux sont très rarement spécifiés. Pour être efficace le spectre d'irradiation émis par la lampe à photopolymériser doit donc aller de 380 à 510 nm.

A ce jour nous trouvons quatre sortes de lampes à photopolymériser sur le marché :

- **Les lampes quartz tungstène halogène**

Ce type de lampe émet beaucoup de chaleur et doit être équipé d'un ventilateur. Elle émet une lumière blanche qui passe dans un filtre pour ne garder que les longueurs d'ondes comprises entre 400 et 500nm ; donc seulement 0,5% du rayonnement produit est utilisé. Sa durée de vie est de 40 à 100 heures de fonctionnement.

- **Les lampes à arc plasma**

Ces lampes émettent un puissant rayonnement ultraviolet qui sera converti en onde visible par le revêtement de l'ampoule. Son spectre d'émission ira alors de 380 à 500 nm. Sa durée de vie est d'environ 24 à 36 mois et ces lampes sont très onéreuses donc peu utilisées par les dentistes.

- **Les lasers**

Il en existe deux sortes :

- Le laser argon, il émet à une longueur d'onde de 488 nm et à une puissance très élevée, il produit donc beaucoup de chaleur et consomme beaucoup d'énergie. Ce dispositif impose aussi un délai de 30s entre l'allumage et le début d'émission. Etant également très onéreux, il est très peu utilisé en pratique quotidienne.
- Le laser diode, il émet à une longueur d'onde de 473 nm avec une puissance moindre que le laser argon, il dégage donc peu de chaleur. Il est aussi moins encombrant, peu onéreux et émet instantanément à l'allumage.

L'inconvénient principal des lampes laser est leur émission à une longueur d'onde unique ne permettant l'activation que d'une sorte de photoinitiateur.

- **Les lampes à photopolymériser LED.**

Elles sont les plus utilisées à ce jour. Elles sont peu encombrantes, dégagent peu de chaleur, consomment peu d'énergie et peuvent fonctionner avec des batteries. Il en existe 3 sortes :



- Les premières générations : elles sont de faible puissance et ont un spectre d'émission étroit centré sur 470 nm. Elles ne peuvent donc activer qu'un seul type de photoinitiateur.
- Les secondes générations : elles ont le même spectre d'émission que les premières générations mais sont plus puissantes.
- Les troisièmes générations : elles utilisent plusieurs LED pour un spectre d'émission global plus large avec un pic à 470 nm et un à 400 nm.

#### **2.4.2.2. Instruments fibrés**

Il s'agit d'une petite ampoule intégrée à chaque moteur de l'unité sur lequel viennent se brancher nos instruments. La lumière est diffusée jusqu'à la tête de l'instrument par une fibre optique, ce qui permet d'éclairer ponctuellement l'endroit où l'instrument travaille. Cet éclairage permet une meilleure visibilité des zones les plus difficiles à éclairer de la cavité buccale. Les ampoules qui étaient surtout de types incandescentes classiques ou halogènes sont remplacées peu à peu par des LED.

#### **2.4.2.3. Lampes hors salle de soin**

Elles ont pour rôle de rendre les lieux agréables et fonctionnels pour les praticiens, leurs employés et leurs patients.

On en trouve de toutes formes. On peut avoir des appliques murales, des lustres, des dalles ou spots intégrés au plafond, des lampes de bureau...

La lumière diffusée sera plus ou moins intense et plus ou moins chaude selon la fonction de la zone éclairée et de l'ambiance souhaitée que l'on détaillera plus loin.

### **3. Risques liés à la lumière en odontologie**

#### **3.1. Dimensions néfastes de la lumière**

##### **3.1.1. Lumière bleue(24,28–32)**

D'après les données actuelles, la lumière bleue située entre 380 et 450 nm induit une dégénérescence cellulaire des cellules photoréceptrices et pigmentaires de l'œil et leur apoptose.

Des études ont été réalisées sur des animaux avec des intensités de lumière fortes et continues sur de courtes durées. Elles ont mis en évidence la toxicité de la lumière bleue mais aucune publication ne rapporte les résultats d'une exposition quotidienne à des intensités moindres chez l'homme. Les données actuelles ne permettent ni de donner de valeur seuil de la toxicité de la lumière bleue ni de montrer s'il existe un risque cumulatif. Cependant on ne peut pas l'écarter.

On a vu que la lumière agit aussi sur notre horloge biologique et notamment la lumière bleue située entre 460 et 500 nm qui correspond au cyan. Elle active 100 fois plus les cellules ganglionnaires qui transmettent le message à notre horloge biologique. De ce fait une exposition tardive à une lumière bleue retardera l'arrivée du sommeil mais inversement l'exposition à une lumière pauvre en bleu pourra induire un état de fatigue.

Le chirurgien-dentiste est particulièrement exposé à la lumière bleue à des intensités de lumière élevées nécessaires à la qualité du travail, notamment depuis l'arrivée des LED blanc froid dont le spectre lumineux présente un pic de lumière bleue et par l'utilisation des lampes à photopolymériser.

### **3.1.2. Contrastes (1,3)**

On parlera ici de contraste lumineux, il fait référence aux différences de luminance qui apparaissent dans notre champ de vision. Il peut s'agir de celle entre le champ opératoire (fortement éclairé) et la zone autour, si elle n'est pas assez éclairée, ou bien à l'intérieur même de la bouche du patient ou les dents antérieures reflètent fortement la lumière alors que les zones postérieures sont dans l'ombre. Cela dépend aussi du coefficient de réflexion des différentes couleurs présentes dans le champ de vision. Si les écarts de luminance arrivant dans le champ visuel ou s'y succédant sont trop importants, ils pourront provoquer un éblouissement. Cependant certains contrastes de couleurs seront utiles pour faire ressortir des objets, par exemple un coton sur un plan de travail coloré sera plus visible que sur une surface blanche.

### **3.1.3. Eblouissement(1,3,9,10)**

Il existe 2 sortes d'éblouissement en fonction de leur effet : l'éblouissement perturbateur qui va entraîner une baisse de la performance visuelle par une incapacité momentanée à saisir les contrastes et l'éblouissement inconfortable qui ne modifiera pas la vision. Les deux pourront provoquer une fatigue oculaire.

On distingue aussi l'éblouissement direct et indirect.

L'éblouissement direct est provoqué par une source lumineuse intense située dans l'axe de vision. La luminance maximale acceptable en observation directe est de 7500 cd/m. Ce type d'éblouissement se produit lorsque la source lumineuse se situe dans un angle de 45° par rapport à l'axe de vision de l'observateur et dépend aussi de la durée d'exposition. Il intéresse le praticien et le patient. Il faudra faire attention aux positions du scialytique et du plafonnier.

L'éblouissement indirect est provoqué par la réflexion de la lumière sur une surface ayant un facteur de réflexion élevé. Il peut s'agir

- De réflexion spéculaire de la lumière dans une seule direction, comme sur des surfaces métalliques ou laquées par exemple,
- De réflexion diffuse par des surfaces mates de couleurs très lumineuses entourées de couleurs sombres au facteur de réflexion bas.

C'est l'éblouissement par contraste.

Le chirurgien-dentiste y est soumis en permanence lorsqu'il travaille en bouche ; les différences de contraste lumineux y sont très élevées.

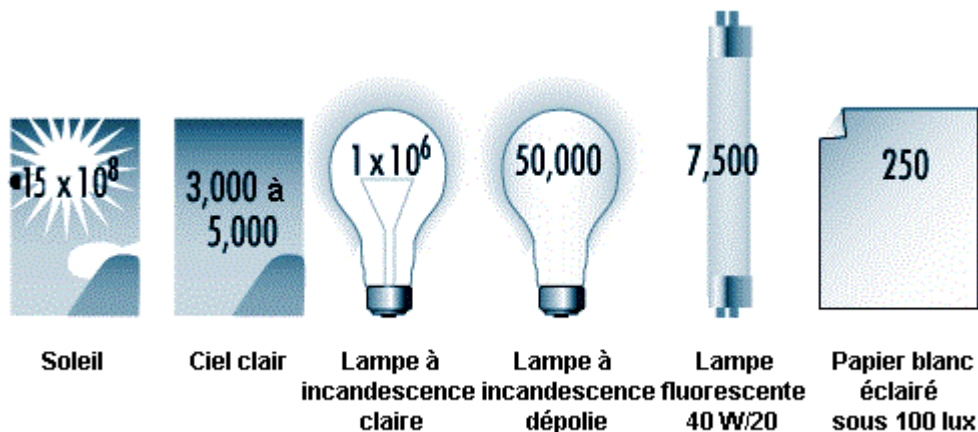


Fig.11. – Exemples de valeurs approximatives de luminances (cd/m²)(9)

### 3.1.4. Sous éclairage(1,10)

On a vu que l'acuité visuelle augmente avec l'éclairage, elle est de 100% pour un éclairage de 15 000 Lux et de 95% à 8 000 Lux, ce qui reste très acceptable. En revanche, à 1 600 Lux elle est de 90%, ce qui est inadapté à un soin en bouche.

Pour pallier au sous éclairage, le praticien va diminuer la distance œil-tâche, il en résulte un effort d'accommodation et d'adaptation qui sollicite plusieurs muscles oculaires notamment

ceux de l'iris et du cristallin si le regard change souvent de distance. Ces efforts répétés entraineront une forte fatigue visuelle.

### 3.1.5. Spectre déséquilibré (33–35)

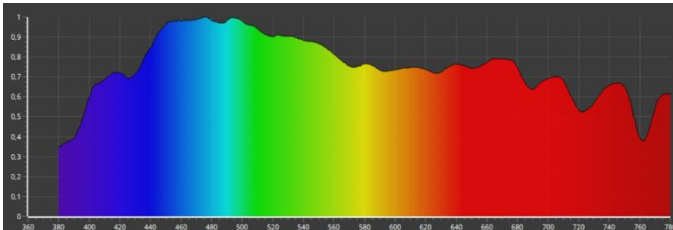


Fig.12. – spectre lumière D65

La vision des couleurs dépend notamment de la composition spectrale de la lumière. La référence est la lumière blanche qui comprend toutes les ondes lumineuses visibles, possède un rendu de couleurs de 100% et une température de couleur de 6500°K, elle est appelée D65.

Mais certains spectres de lumières artificielles sont déséquilibrés comme, par exemple, celui des halogènes et des LED froides. Ces déséquilibres entraînent non seulement une mauvaise perception des couleurs mais peuvent aussi être néfastes.

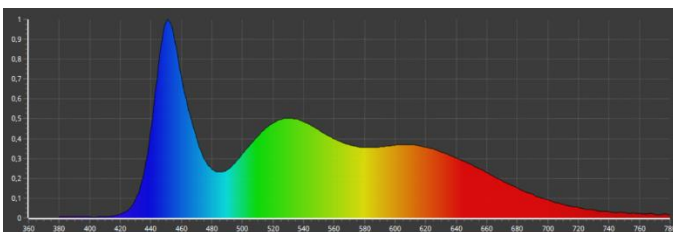


Fig.13. – spectre lumière LED 6500K

Par exemple les LED 6 500°K présentent un pic de lumière bleue « toxique » et un défaut dans les cyans. Ceci entraîne un éblouissement par un mauvais réflexe pupillaire qui devrait être induit par le cyan et un inconfort visuel. De plus, le cyan permet la régulation de l'horloge biologique.

### 3.1.6. Phénomène de papillonnement(36)

La plupart des lumières ne dégagent pas un flux lumineux régulier, on parle de papillonnement lumineux, scintillement ou flicker en anglais.

On ne le perçoit pas forcément mais, selon sa fréquence et son intensité, il peut être la source d'inconfort, baisse de performance visuelle, fatigue visuelle et migraine. Il peut même déclencher chez certaines personnes une crise d'épilepsie.

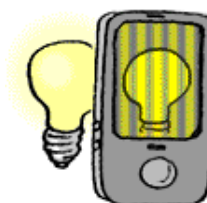
A partir d'une certaine fréquence d'allumage-extinction, nous avons l'impression que la lampe reste allumée sans discontinuité à cause de la persistance de l'image sur la rétine. Pour la plupart des gens, le seuil se situe à 60 hertz (60 allumage-extinction par seconde). Cependant un flicker de 1000 hertz pourra être gênant si l'observateur se déplace car il sera perçu par les bâtonnets plus sensibles aux différences de luminosité.

Les ampoules à incandescence traditionnelles et halogènes ont un flicker car elles sont soumises à un courant alternatif. Cette alternance est très rapide et conduit un flicker de 100 hertz. A cette fréquence, le fil de l'ampoule n'a pas le temps de refroidir, l'intensité baisse seulement de 5 à 15%.

Pour l'éclairage fluorescent, le papillonnement dépend du mécanisme (appelé ballast) qui peut être magnétique ou électronique, car la cadence des décharges électriques dans la vapeur de mercure du tube est différente. Pour un ballast magnétique, le flicker est de 100 Hz mais la variation d'intensité lumineuse est bien plus élevée que pour les ampoules à incandescence, elle est de 40%. Alors que pour un ballast électronique, on n'a quasiment pas de flicker car la cadence des décharges est très rapide, de 5 000 à 40 000 Hz. Il arrive cependant que l'effet de papillonnement y soit nettement visible en raison du vieillissement de l'alimentation ou du tube.

Les bonnes ampoules LED ne présentent presque pas de flicker, mais certaines, plus bas de gamme, peuvent en avoir de très importants. Ces lumières réagissent très vite au courant électrique, elles s'allument aussi vite qu'elles s'éteignent au passage et à l'arrêt du courant. Elles fonctionnent en courant dit « continu » qui nécessite un adaptateur électrique (souvent situé dans le culot) qui va transformer le courant alternatif en courant continu. Cet adaptateur va abaisser la tension électrique et « redresser » le courant pour qu'il ne circule que dans un sens, il va aussi « lisser » le courant pour qu'il soit régulier. C'est ce « lissage » qui est parfois imparfait et peut engendrer un flicker gênant car la perte d'intensité lumineuse est de 100%.

Pour détecter un flicker, on peut soit utiliser un flicker-mètre, qui nous donnera sa fréquence et son intensité, soit un smartphone. Il faut pour cela choisir le mode « photo/caméra » et l'approcher de la lampe jusqu'à ce que le réglage automatique de la luminosité assombrisse l'image. S'il y a un flicker, on voit apparaître sur l'écran des bandes alternées claires et sombres.



## 3.2. Effets sur l'œil

### 3.2.1. Direct : fatigue oculaire, stress, mémoire, dérèglement du rythme circadien(11)

Le chirurgien-dentiste est très sujet à la « fatigue oculaire » à cause de la précision du travail et des mauvaises conditions de visibilité. Elle est réversible mais peut persister plusieurs heures. Elle se traduit par une gêne, un inconfort, résultant d'une sollicitation excessive des muscles oculaires et de la rétine. Les muscles servant à l'accommodation et à l'ajustement du diamètre pupillaire fatiguent après des efforts prolongés comme tous muscles. Un long effort visuel, sans pause, à des variations fréquentes d'intensité de lumière avec des contrastes très forts, engendre des temps d'adaptation et de récupération augmentés. On observera aussi une baisse de la performance visuelle : cela peut se traduire par des difficultés à distinguer les faibles contrastes, la vision peut se troubler et/ou on peut avoir une persistance anormale d'images consécutives. Les symptômes ressentis seront des picotements, une sensation de tension du globe oculaire, les yeux rouges, une sécheresse de l'œil, une lourdeur des paupières, des sensations de brûlure ou de démangeaison, une douleur à la pression, ou encore des maux de tête, nausées ou algies cervicales.

Dans notre pratique, la fatigue oculaire est une grande source d'erreurs. Lors du travail prolongé sur une dent, s'aménager des temps de pause, en regardant au loin, reposera la vue.

Le dérèglement du rythme circadien peut être causé par la lumière artificielle en cas de sous-éclairage pendant la journée, de sur-éclairage le soir mais aussi lorsque le spectre lumineux est déséquilibré. Les symptômes au quotidien peuvent être :

- Des troubles du sommeil,
- Un état de fatigue chronique et une somnolence durant la journée,
- Des troubles de l'appétit avec des envies d'aliments sucrés et de féculents,
- Une baisse des capacités cognitives avec des difficultés à se concentrer,
- Des troubles de l'humeur.

### 3.2.2. Risques cumulatifs : DMLA, cataracte, vieillissement prématuré de l'œil(37–39)

La **DMLA** ou « dégénérescence maculaire liée à l'âge » correspond à une dégradation d'une partie de la rétine (la macula), pouvant mener à la perte de la vision centrale. Elle est la première cause de handicap visuel chez les plus de 50 ans et sa fréquence augmente avec l'âge. Bien que très invalidante, la DMLA ne rend jamais totalement aveugle puisque la partie périphérique de la

rétine reste intacte. Les facteurs de risques avérés sont : l'âge, la susceptibilité génétique à la maladie, le tabac, l'obésité et l'alimentation. Le risque lié à une exposition excessive à une lumière bleue comprise entre 380 et 450 nm est encore discuté mais pourrait favoriser l'apparition de la DMLA.

La **cataracte** est une affection oculaire définie par l'opacification totale ou partielle du cristallin responsable d'une baisse de la performance visuelle. Les facteurs de risque de la cataracte sont : l'âge, la susceptibilité génétique, le diabète, une prise prolongée de corticoïdes, le tabagisme, une blessure importante à l'œil ou une contusion violente ainsi qu'une exposition solaire répétée et prolongée sans protection aux UV.

Le **vieillessement prématuré de l'œil** correspond à l'apparition précoce de maladies oculaires liées à l'âge. Il peut être induit par un surmenage de l'œil entraînant une fatigue oculaire qui devient chronique. Une exposition excessive au soleil est dangereuse pour le cristallin et la rétine mais une exposition lumineuse trop faible quotidiennement est également nocive pour l'œil.

### **3.3. Pour la qualité du travail**

#### **3.3.1. Spectre lumineux et perception des couleurs(3,19)**

La perception des couleurs est liée au phénomène d'absorption de la lumière par le matériau. Lorsque la lumière arrive sur un matériau une partie des radiations est absorbée et transformée en chaleur. Les rayonnements absorbés sont soustraits de la couleur perçue, ce sont alors les rayons non absorbés qui définiront la couleur de l'objet. Par exemple, un matériau rouge absorbe les longueurs d'ondes jaunes, oranges, vertes, bleues, violettes et ne réfléchit que les rouges.

Les spectres lumineux ne possédant pas toutes les longueurs d'onde du visible ne pourront pas donner un rendu fidèle des couleurs. Par exemple, un objet rouge éclairé par une LED bleue apparaîtra noir.

La capacité d'un illuminant à restituer toutes les longueurs d'onde du spectre visible pour un rendu de couleur fidèle à la réalité est défini par son IRC. Il est souvent indiqué sur les lampes à l'aide d'un code de trois chiffres qui combine l'IRC et la température de couleur. Seul le premier chiffre concerne l'IRC. Par exemple, les lampes fluorescentes portant les codes 930 ou 940 offrent un excellent rendu des couleurs (90%).

### **3.3.2. Eclairage et ambiance lumineuse(1,9)**

Dans chaque pièce d'un cabinet dentaire, la température de couleur et l'intensité lumineuse vont créer l'ambiance lumineuse.

Les intensités lumineuses en milieu professionnel sont encadrées par des normes. Chaque pièce ayant une fonction différente aura une intensité lumineuse recommandée différente.

On a vu dans le diagramme de Kruithof (fig.7.) que la température de couleur en fonction du niveau d'éclairage crée des sensations différentes. Ainsi, il faudra veiller à rester dans la zone de confort pour l'éclairage du cabinet dentaire, pour le bien être des soignants et des patients.

## **4. Bonnes pratiques et confort visuel**

### **4.1. Les normes(1,3,40–42)**

L'éclairage en milieu professionnel est régi par des normes certifiées par des organismes de normalisation tels que :

- ISO (International Organization for standardization),
- le CEN (Comité Européen de Normalisation)
- et l'AFNOR (Association Française de Normalisation).

Ses normes sont rédigées par des organismes spécialisés comme :

- l'AFE (Association Française de l'Eclairage)
- et la CIE (Commission Internationale de l'éclairage).

Les normes nous concernant sont :

- NF EN 12464-1 : éclairage sur les lieux de travail.
- NF EN ISO 9680 : spécifique à l'éclairage au cabinet dentaire.

Concernant l'éclairage général des différentes pièces de passage du cabinet dentaire les niveaux d'éclairage moyen recommandés sont les suivants :

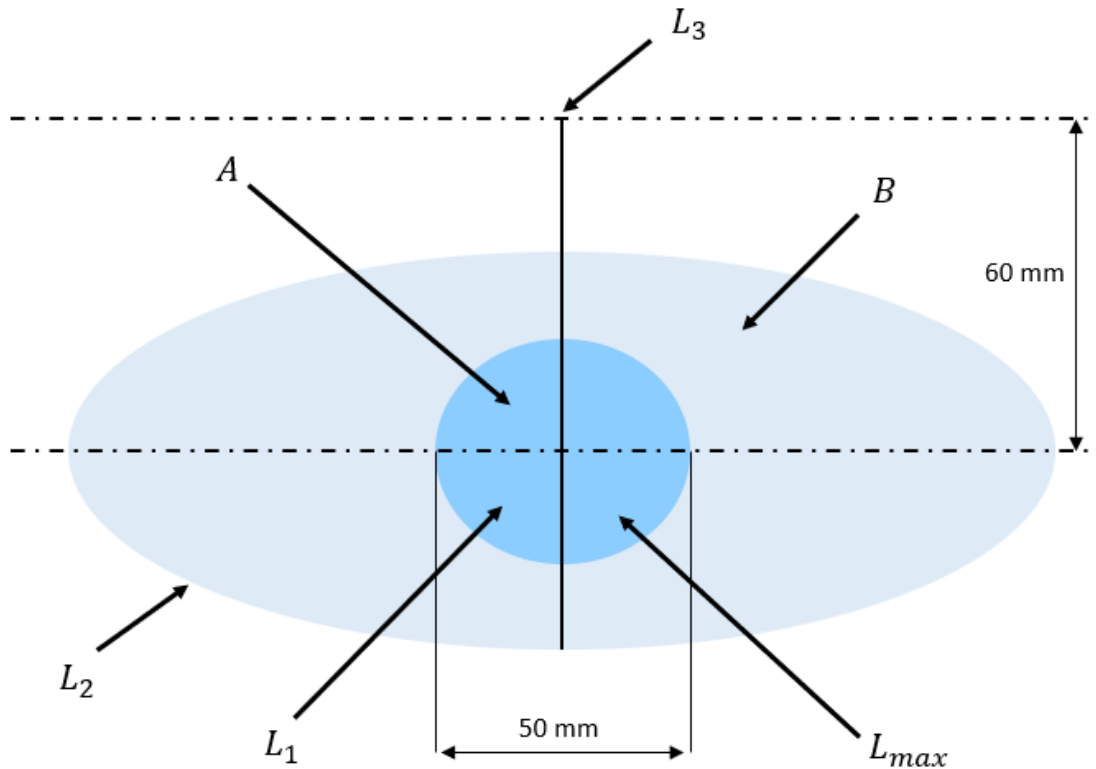
Zone d'accueil	200 lux
Couloir	50 lux
Salle d'attente	200 lux
Vestiaires et sanitaires	120 lux
Salle de détente du personnel	300 lux



Pour les salles de travail l'éclairage recommandé est le suivant :

Salle de stérilisation	300 lux
Zone de bureau	500 lux
Zone de travail	1000 lux

A cela il faut ajouter la particularité de la zone opératoire éclairée par le scialytique et le plafonnier :



A-Lmax	Eclairage maximum	15 000 - 8 000 lux
A-L1	Eclairage minimum	11 250 - 6 000 lux
B-L2	Eclairage limite zone	7 500 - 4 000 LUX
L3	Yeux du patient	1 200 lux max

Fig.14.- Résumé de la norme d'éclairage de la salle de soins ISO 9680 d'après R. ESNAULT(1)

Concernant le rendu des couleurs, il doit être supérieur à 90 dans la zone de soin et supérieur à 85 dans la zone éclairée par le scialytique.

Pour les températures de couleurs, il est recommandé d'utiliser des blancs chauds dans la zone d'accueil et la salle d'attente (2 700 à 4 000°K) et un blanc neutre reproduisant la lumière du jour, avec un spectre de lumière le plus équilibré possible pour la salle de soin (4 500 à 5 000°K).

## **4.2. Lumière dans la salle de soin(1,3,43–46)**

### **4.2.1. Lumière naturelle**

En théorie, la lumière naturelle n'est pas indispensable dans notre salle de soin, cependant elle favorise notre équilibre physiologique et psychologique en nous évitant l'impression de confinement.

Du fait de ses évolutions photométriques, dans une journée et selon les saisons, elle n'est pas exploitable en tant qu'éclairage en salle de soin.

Des fenêtres orientées au Nord donnent une meilleure stabilité de l'éclairement au cours d'une journée.

Une autre orientation pourra engendrer des éblouissements lorsque la salle reçoit directement la lumière du soleil, les ouvertures devront être équipées de stores afin de doser l'entrée de la lumière naturelle dans la salle de soin et il est recommandé au praticien de travailler dos à la fenêtre.

### **4.2.2. Lumières artificielles**

#### **4.2.2.1. Plafonnier**

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte dans le choix de notre plafonnier :

- La forme : il s'agit en fait de la diffusion et de la répartition de l'éclairage qui doit être le plus uniforme possible sur toutes les surfaces de la salle de soins. Des zones sombres ou trop peu éclairées, dans notre champ visuel, créent un contraste lumineux obligeant une adaptation visuelle répétée. Pour cela, on choisira un plafonnier avec un éclairage majoritairement indirect afin que la réflexion de la lumière sur le plafond et les murs assurent une pièce sans contraste.
- L'éclairement : il doit être d'environ 1 000 lux.
- La température de couleur : il est recommandé qu'elle soit d'au moins 4 500°K (blanc neutre), mais pour le choix des couleurs en odontologie, il a été défini que le spectre de lumière imitant le plus la lumière naturelle du jour a une température de couleur de 6 500°K.
- Un spectre d'émission équilibré est primordial pour la qualité de notre travail et notre santé. La référence normative proposée par la CIE est l'illuminant D65 qui doit posséder 2

critères indissociables : une température de couleur de 6 500°K et une répartition spectrale imitant la courbe spectrale de la lumière du jour.

- L'IRC : il doit être d'au moins 90. Les illuminants D65 ont un IRC supérieur à 98.

Les pièges à éviter :

- Les dalles encastrées qui fournissent une lumière directe uniquement et entraînent donc un contraste d'éclairement important entre les parties supérieure et inférieure de la pièce.
- Les illuminants dit « lumière du jour » qui ne sont pas certifiés D65 ont, en général, une température de couleur de 6 500°K mais un spectre très déséquilibré avec une pointe de bleu et ont donc un mauvais IRC.

#### **4.2.2.2. Scialytique**

Le scialytique s'utilise accompagné de la lumière du plafonnier, jamais seul, cela engendrerait de trop forts contrastes néfastes pour les yeux.

Il doit être positionné à 70cm à la verticale de la bouche du patient, hors du champ de vision. La lumière émise doit être uniforme et couvrir l'ensemble de la zone d'intérêt soit environ 75 mm du haut vers le bas de la bouche et 180 mm en latéral.

Le niveau d'éclairement doit être réglable de 8 000 à 20 000 lux. Selon la précision des travaux à effectuer et l'âge du praticien, on travaillera avec plus ou moins d'éclairement. En effet, la puissance maximale d'éclairement ne doit être utilisée que pour des travaux ponctuels de haute précision, il faut ensuite revenir à un éclairement de 10 000 à 15 000 lux pour des travaux courants afin de ne pas affecter notre vue.

Pour la température de couleur, on essaiera toujours de se rapprocher d'une lumière naturelle mais le plus important sera d'avoir un spectre de lumière équilibré.

Les pièges à éviter :

- Mal positionner le scialytique : l'éblouissement nous force à modifier notre position souvent en inclinant la tête ce qui déséquilibre toute la colonne vertébrale.
- La couleur et l'intensité de la tache lumineuse non homogène : pour vérifier ses paramètres, on peut positionner une feuille blanche à 70 cm du spot.
- Tête d'éclairage : elle doit être fermée afin d'être étanche à la poussière et facilement nettoyable en surface.

#### **4.2.2.3. Eclairage frontaux et instruments fibrés**

Ils peuvent être utiles pour des soins de haute précision ou concernant des zones d'ombre telles que la face linguale des incisives ou la face distale des molaires. Ils doivent toujours être utilisés en complément du scialytique. Ils ont un éclairage puissant et doivent être utilisés ponctuellement.

#### **4.2.2.4. Lampes à photopolymériser(27)**

Les longueurs d'ondes émises par ce type de lampe sont dangereuses pour l'œil, il convient donc de se munir de système de protection lors de leur utilisation.

Ce sont des dispositifs transparents en verre, plexiglas ou caoutchouc contenant des pigments absorbant les faibles longueurs d'ondes du visible ainsi que les UVA. Ils ont de ce fait un aspect jaune orange.

Il existe trois sortes de protections oculaires :

- L'embout en caoutchouc : il se place à l'extrémité de la fibre optique, il permet de filtrer une partie seulement des rayons réfléchis du fait de sa petite taille, il est conseillé de l'utiliser accompagné d'un autre dispositif de protection.
- L'écran orientable en plexiglas : il a un diamètre d'environ 4 à 5 cm, il se fixe à la lampe et va permettre, lorsqu'il est bien orienté, de filtrer la plus grande partie des rayons réfléchis. Cependant, ce dispositif ne protège que le praticien.
- Les lunettes de protection : utilisées par le praticien et son personnel, elles sont le seul moyen de protection garantissant un filtrage optimal des rayons incidents et réfléchis.

### **4.3. Particularité du champ opératoire, contraste et éblouissement(1,34)**

Le champ opératoire présente beaucoup de contraintes visuelles par :

- La précision des soins effectués qui demande une grande acuité visuelle,
- Les contrastes présents entre la muqueuse, qui a un coefficient de réflexion très bas, et les dents,
- La cavité buccale en elle-même et sa taille,
- L'ouverture buccale,
- Les éléments anatomiques voisins, langue, joues, lèvres,
- Le secteur soigné qui parfois n'est pas accessible en vision directe et ne reçoit pas de lumière,

- Le matériel utilisé pour les soins dentaires.

La lumière réfléchiée par les dents antérieures est d'environ 80%. Elle peut être la source d'éblouissement notamment à cause du contraste créé par le reste de la cavité buccale moins éclairée et les muqueuses moins réfléchissantes.

Pour la qualité de notre travail, le confort et la sécurité, il est important de suivre les normes recommandées.

Un éclairage trop puissant créera un éblouissement nous empêchant de distinguer correctement les formes et couleurs.

Une température de couleur et un IRC inadaptés rendront impossibles les prises de teintes au fauteuil.

#### **4.4. Couleurs de la salle de soin(1,3,9)**

Tout d'abord afin d'éviter tout éblouissement par réflexion toutes les surfaces présentes doivent être mates ou dépolies. Cela vaut aussi pour les instruments en métal.

Il faut aussi éviter les blancs trop clairs et réfléchissants dans notre champ de vision. Il est recommandé d'avoir des pourcentages de réflexion :

- Supérieur ou égal à 70% pour le plafond,
- Supérieur ou égal à 50% pour les murs,
- Inférieur ou égal à 25% pour le sol et les meubles.

On choisira donc plutôt un blanc mat pour le plafond et les murs ne se situant pas dans notre champ de vision, un gris clair pour les murs visibles lorsque l'on travaille en bouche et un sol foncé.

Il est aussi préférable de ne pas utiliser des gants et des cotons salivaires blancs.

On évitera les couleurs qui ont une complémentaire pour ne pas avoir d'effets de contraste et de persistance rétinienne. On choisira des nuances de gris ou de brun pour ne pas affecter notre perception des couleurs notamment lors d'une prise de teinte.

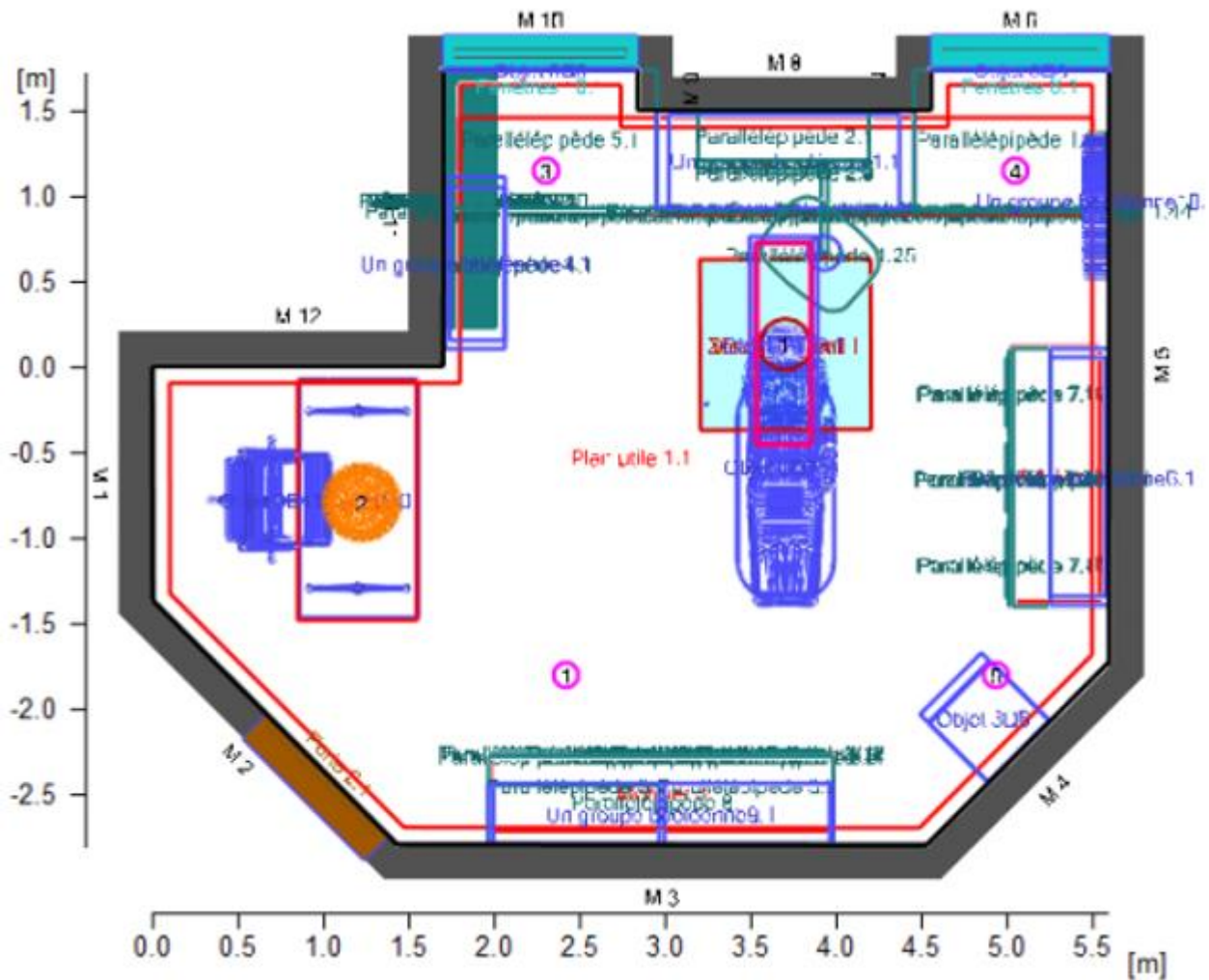
On peut bien sûr s'accorder des touches de couleurs qui égayeront notre humeur en dehors du champ de vision au fauteuil.

## 4.5. Exemples d'installation lumineuse

### 4.5.1. Exemple de projet d'installation lumineuse



## Eclairage de la zone de soin



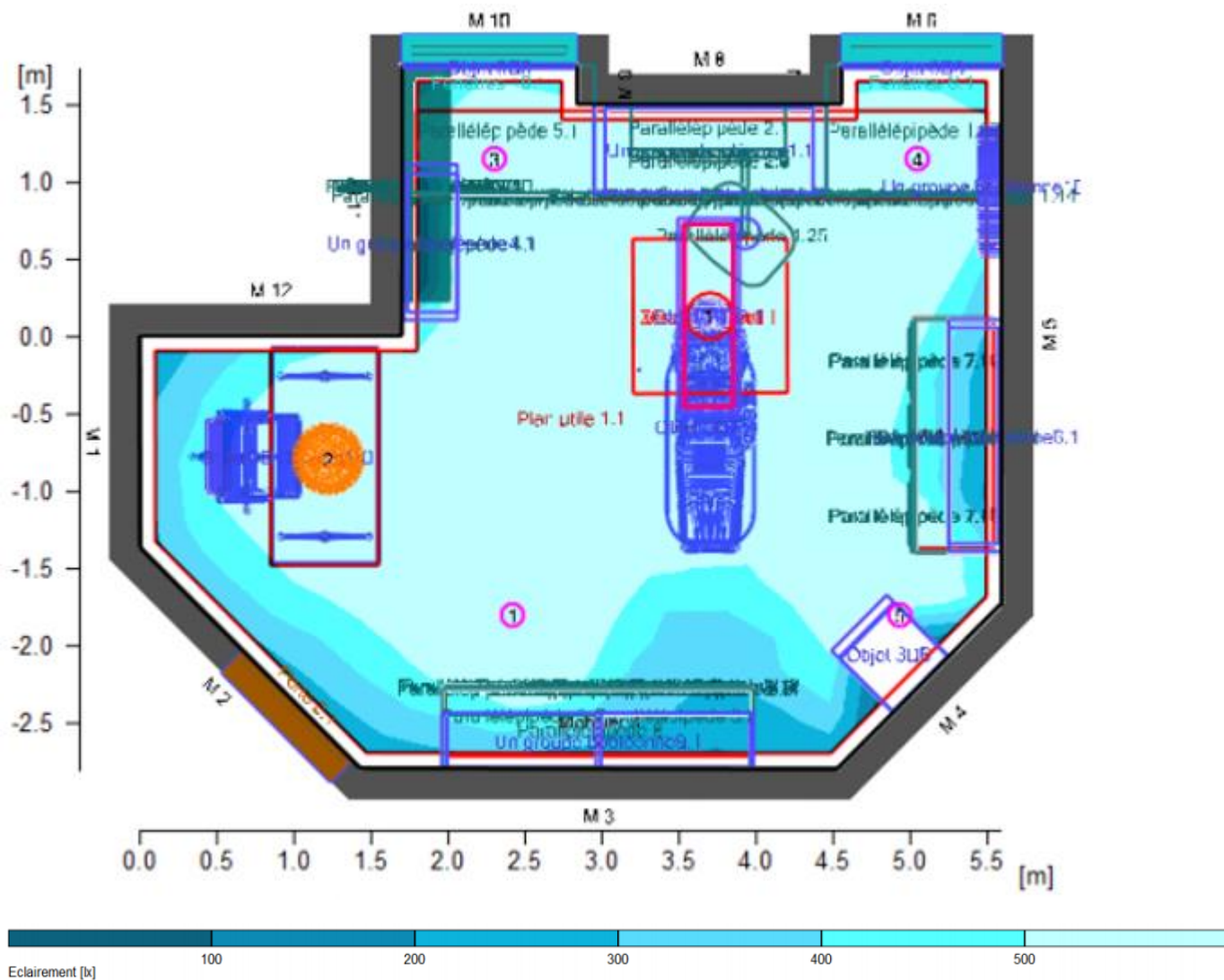
### Généralités

Algorithme de calcul utilisé	part indirecte importante
Hauteur de la surface de mesure	0.90 m
Facteur de maintenance	0.80
Flux lumineux de l'ensemble des lampes	19384 lm
Puissance globale	327 W
Puissance globale par surface(20.49 m <sup>2</sup> )	15.96 W/m <sup>2</sup>

### Eclairagements

Eclairage moyen	Em	1640 lx
Eclairage minimal	Emin	1200 lx
Eclairage maximal	Emax	2100 lx
Uniformité Uo	Emin/Em	1:1.37 (0.73)

## Eclairage général



### Généralités

Algorithme de calcul utilisé  
Facteur de maintenance

part indirecte importante  
0.80

Flux lumineux de l'ensemble des lampes  
Puissance globale  
Puissance globale par surface(20.49 m<sup>2</sup>)

19384 lm  
327.0 W  
15.96 W/m<sup>2</sup> (2.14 W/m<sup>2</sup>/100lx)

### Zone d'évaluation 1

### Plan utile 1.1

Em  
Emin  
Emin/Em (Uo)  
Position

horizontale  
744 lx  
290 lx  
0.39  
0.75 m

Fig.15.- Projet d'installation lumineuse d'un cabinet dentaire (source : Degré K)



Dans ce cabinet, nous avons initialement des contrastes d'éclairage sur les différentes surfaces de la salle de soins ; cela est dû notamment à un éclairage uniquement direct par des dalles encastrées.

Le but du projet réalisé par l'entreprise Degré K a donc été d'uniformiser l'éclairage afin d'augmenter le confort visuel.

Dans la zone de soin, on voit que le facteur d'uniformité générale d'éclairage ( $U_0$ ) est de 0.73. C'est le rapport de l'éclairage minimal à l'éclairage moyen dans une zone considérée. D'après la Norme NF EN 12464-1, ce facteur doit être supérieur ou égal à 0.7.

Cependant l'éclairage moyen dans la zone de soin est de 1640 lux. Cette valeur est un peu élevée, il est recommandé dans la norme ISO 9680 un éclairage de 1200 lux maximum au niveau des yeux du patient.

Pour obtenir un meilleur éclairage les lumières utilisés sont :

- Un plafonnier Albédo LEDd65 dont l'émission est principalement indirecte, ce qui favorise l'uniformité de l'éclairage. C'est un illuminant certifié D65, il se rapproche donc de la lumière du jour et a un très bon IRC ( $\approx 98$ ).
- Un scialytique LOLé 4 qui produit une grande tache d'éclairage continu et uniforme et possède un IRC supérieur à 90.
- Quelques lumières annexes afin d'éviter les zones d'ombres dans la pièce ainsi que l'éclairage du bureau qui doit être de 500 lux.

#### 4.5.2. Exemple d'installation n°1



Fig.16. – exemple de cabinet dentaire n°1

Le principal défaut est l'entrée de la lumière naturelle qui va créer un éblouissement. Pour corriger cela, il faudrait mettre des stores à la fenêtre et changer l'orientation du fauteuil pour que le praticien soit dos à la fenêtre. On voit également qu'il n'y a pas de plafonnier au-dessus de la zone de soin. Le scialytique utilisé sans l'éclairage du plafonnier crée un éblouissement par contraste d'intensité lumineuse ainsi que des efforts répétés d'adaptations entraînant une fatigue oculaire.

#### 4.5.3. Exemple d'installation n°2



Fig.17. – exemple de cabinet dentaire n°2

Ici aussi l'orientation du fauteuil n'est pas idéale, de plus le sol est trop clair et la couleur du fauteuil trop vive ce qui peut engendrer des problèmes de contraste simultané ou de persistance visuelle. Il faut préférer des couleurs pastel pour le fauteuil.

#### 4.5.4. Exemple d'installation n°3



Fig.18. – exemple de cabinet dentaire n°3

Dans ce cabinet le plafonnier est sous forme de dalles encastrées ce qui n'est pas recommandé car cela ne permet pas un éclairage uniforme du sol au plafond. De plus le champ opératoire orange est trop vif.

## CONCLUSION

Il est admis par tous les praticiens en chirurgie-dentaire que la performance visuelle est un facteur clé de la qualité des soins. Cette performance est le résultat de la combinaison de nombreux éléments à comprendre et prendre en compte.

Les concepts de physique de la lumière et de physiologie de l'œil posent les fondements de la compréhension de l'impact du premier sur le second. Les efforts d'adaptation et d'accommodation intenses et répétés au cours d'une journée de travail du chirurgien-dentiste conduisent à rechercher le couple optimum de ces deux éléments. Les yeux du dentiste sont soumis à une intensité lumineuse très forte, reflétée à 80 % directement par les dents à 25 cm de distance.

Une revue de littérature nous a permis de rassembler l'ensemble des éléments utiles pour comprendre l'importance des lumières dans notre travail et leurs impacts positifs ou négatifs sur notre organisme.

Le cabinet dentaire, lieu d'exercice dans lequel des soins sont prodigués, doit, à cet égard, appliquer les normes afin d'encadrer les risques et d'identifier les équipements lumineux adaptés à mettre œuvre. Les précautions de base doivent vérifier que les fondamentaux du bon éclairage professionnel sont respectés.

Le but de cette thèse est de fournir les données nécessaires à une installation idéale. Ces données peuvent aussi nous aider à déceler les erreurs que l'on a commises dans notre installation afin de l'améliorer.

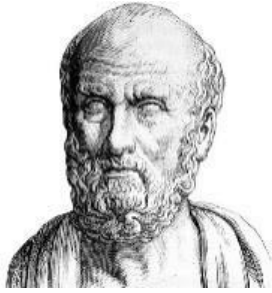
Une analyse critique des équipements doit conduire à des choix du matériel d'éclairage adapté à chacune des pièces et des activités. Cela doit aboutir à une proposition objective de la disposition des éléments du cabinet dentaire : choix du matériel, position des éclairages, installation du fauteuil.

## Bibliographie

1. Ronan E. Analyse de la contrainte visuelle du chirurgien-dentiste : approche ergonomique. [Nantes]: Université de Nantes -- Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie; 2006.
2. IRC – Indice de rendu des couleurs – energie-environnement.ch [Internet]. Disponible sur: <https://www.energie-environnement.ch/maison/eclairage-et-piles/ampoules-et-lampes/201>
3. Daries C. Relevé de la couleur au cabinet dentaire : connaissances et moyens d'optimisation actuels. [Toulouse]: Toulouse III - Paul Sabatier; 2013.
4. Température et couleur : Page pour l'impression [Internet]. Disponible sur: [https://media4.obsprm.fr/public/ressources\\_lu/pages\\_corps-noir/temperature-couleur\\_impression.html](https://media4.obsprm.fr/public/ressources_lu/pages_corps-noir/temperature-couleur_impression.html)
5. Honan M. Environmental factors that affect risk. COEH Online Ergonomics Program; 2018.
6. Oeil humain [Internet]. Disponible sur: <https://tpepremieres2017-00.webself.net/blog>
7. König C. Anatomie, fonctionnement et physiologie de l'œil [Internet]. Futura. Disponible sur: <https://www.futura-sciences.com/sante/dossiers/medecine-oeil-vision-dela-vision-667/page/4/>
8. Risse J-F. Acuité visuelle. In: Exploration de la fonction visuelle. MASSON. Paris; 1999. p. 99-128.
9. Forster R. Chapitre 46 - L'éclairage [Internet]. [cité 25 avr 2021]. Disponible sur: <http://www.ilocis.org/fr/documents/ilo046.htm>
10. Floru R. Eclairage et vision. Notes Sci Tech L'INRS NS 149 Inst Natl Rech Sécurité INRS. 1996;
11. Couwenbergh J-P. La luminothérapie: Toutes les techniques pour profiter des bienfaits thérapeutique de la lumière. Editions Eyrolles; 2014. 184 p.
12. Vandewalle G. La lumière comme stimulant de l'activité cognitive cérébrale. médecine/sciences. oct 2014;30(10):902-9.
13. Ampoule LED et lanterne [Internet]. MEF. Disponible sur: <https://www.mef-sarl.com/eclairage/96-ampoule-led-avec-lanterne.html>
14. Rayonnements optiques. Éclairage à LED - Risques - INRS [Internet]. Disponible sur: <https://www.inrs.fr/risques/rayonnements-optiques/eclairage-led.html>
15. Langlois P. Les 7 contrastes de la couleurs [Internet]. 2012. Disponible sur: <https://fr.slideserve.com/omer/les-7-contrastes-de-la-couleurs>
16. Masri dorra. les 7 contrastes de couleur d'après johannes Itten. 2018.
17. Boisclair G. Persistance rétinienne et vision trichromatique [Internet]. Le monde en images. 2016. Disponible sur: <http://monde.ccdmd.qc.ca/ressource/?id=104078&demande=desc>
18. Kubler J-M. Plafonniers et scialytiques on vous éclaire ! [Internet]. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2017. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/plafonniers-et-scialytiques-on-vous-eclaire/>
19. Ampoules et lampes – energie-environnement.ch [Internet]. Disponible sur: <https://www.energie-environnement.ch/maison/eclairage-et-piles/ampoules-et-lampes>

20. Verrax F. L'ampoule sous tension. Tech Cult Rev Semest D'anthropologie Tech [Internet]. 31 oct 2016; Disponible sur: <http://journals.openedition.org/tc/7842>
21. Ferrini R. Les enjeux du remplacement des lampes à incandescence. Des lampes «économiques», mais quelle qualité d'éclairage? Bull Electrosuisse SEVAES. juin 2010;6:37.
22. Massol L. Les LED pour l'éclairage - 2e éd.: Fonctionnement et performances. Dunod; 2015. 316 p.
23. Comment fonctionne une LED ? - Couleur-Science [Internet]. 2014. Disponible sur: <https://couleur-science.eu/?d=5a2369--comment-fonctionne-une-led>
24. Jaillant R. L'ophtalmologie à l'heure des écrans : Verres, filtres et lumière bleue [Internet]. Centre Ophtalmologique Paris 17 - SOS ŒIL. 2019. Disponible sur: <https://centreophta.com/oeil-et-ecrans/>
25. Dreyer F. Histoire de l'hôpital. L'éclairage des salles d'opération aux XIXe et XXe siècles : l'apparition du scialytique. Situ Rev Patrim [Internet]. 19 mai 2009;(10). Disponible sur: <http://journals.openedition.org/insitu/3997>
26. Blanc G. Eclairage sur le cabinet dentaire [Internet]. Le fil dentaire. 2010. Disponible sur: <https://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/eclairage-sur-le-cabinet-dentaire/>
27. Douhay jean-raphaël. le risque oculaire lors de la photopolymérisation en chirurgie dentaire. 25 nov 2016;76.
28. Bonnin S. Impact de la lumière bleue sur la rétine. Cah Ophtalmol. août 2020;(238):49-51.
29. Renard G, Leid J. Les dangers de la lumière bleue : la vérité ! J Fr Ophtalmol. 1 mai 2016;39(5):483-8.
30. Comment la lumière bleue impacte notre santé : tout comprendre en 5 minutes. [Internet]. Degré K. 2020. Disponible sur: <https://degrek.com/lumiere-bleue-en-5-minutes/>
31. Blue Light Compliance | Q-Optics [Internet]. Disponible sur: <https://www.q-optics.com/lights/blue-light-compliance#main-content>
32. Les LED, pas si inoffensives que ça... [Internet]. Inserm - La science pour la santé. 2017. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/actualites-et-evenements/actualites/led-pas-si-inoffensives-ca>
33. Plafonniers LED : quelle solution choisir ? [Internet]. Degré K. 2016. Disponible sur: <https://degrek.com/plafonniers-led-quelle-solution-choisir/>
34. Kubler J-M. Eclairage LED en médecine dentaire: normes et bonnes pratiques. Inf Dent. 5 juill 2017;(27):66.
35. Kubler J-M, David T. Conditions de sécurité photobiologique d'acuité visuelle maximum en médecine bucco-dentaire. 15 mai 2020;7.
36. Flicker (scintillement ou papillotement lumineux) – energie-environnement.ch [Internet]. Disponible sur: <https://www.energie-environnement.ch/maison/eclairage-et-piles/ampoules-et-lampes/1417>
37. Sennlaub F. Dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) [Internet]. Inserm - La science pour la santé. 2014. Disponible sur: <https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/degenerescence-maculaire-liee-age-dmla>
38. Benkhedda MA. Cataracte. [Algérie]: médecine; 2015.
39. Rétinite pigmentaire [Internet]. <https://www.ophtalmique.ch/>. 2020. Disponible sur: <https://www.ophtalmique.ch/hopital/maladies-de-la-vue/retinite-pigmentaire/>

40. Eclairage public, lieu de travail, stade. LUX Rev Léclairage. mai 2004;(228).
41. Prescriptions relatives à l'éclairage en milieu hospitalier [Internet]. Energie Plus Le Site. 2007. Disponible sur: <https://energieplus-lesite.be/donnees/eclairage4/prescriptions-par-usage/prescriptions-relatives-a-l-eclairage-en-milieu-hospitalier/>
42. Comprendre les références des Normes [Internet]. Qualitiso. 2014. Disponible sur: <https://www.qualitiso.com/normes-nom-abreviations/>
43. Exit les scialytiques puissants ! Dent Trib Édition Fr [Internet]. 16 janv 2019;10(11). Disponible sur: <https://fr.dental-tribune.com/news/exit-les-scialytiques-puissants/>
44. La Lumière Dentaire, les pièges à éviter. Dent Trib Édition Fr [Internet]. 20 sept 2011; Disponible sur: <https://fr.dental-tribune.com/clinical/la-lumiere-dentaire-les-pieges-a-eviter/>
45. Ergonomie & Éclairage dentaire. Dent Trib Édition Fr [Internet]. oct 2012; Disponible sur: [http://www.degrek.com/wp-content/uploads/file/Presse\\_DTF\\_1210\\_ergonomie-eclairage-dentaire.pdf](http://www.degrek.com/wp-content/uploads/file/Presse_DTF_1210_ergonomie-eclairage-dentaire.pdf)
46. Kubler J-M. Technologie LED : comment s'y retrouver ? [Internet]. Degré K. 2017. Disponible sur: <https://degrek.com/led-comment-ca-marche/>



## SERMENT MEDICAL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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





Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix –Marseille Université : 2021

Rubrique de classement : discipline odontologique de la thèse

Résumé :

Peu de chirurgien-dentiste connaissent les facteurs à prendre en compte pour une bonne installation lumineuse du cabinet dentaire.

A travers cette revue de littérature nous exposons les liens entre lumière, santé et qualité de travail.

Pour cela nous présentons les mécanismes de la lumière et de la vision. Puis sont décrit les bienfaits de la lumière sur notre organisme ainsi que les effets délétères que peuvent apporter un mauvais éclairage.

Nous expliquons ensuite l'utilité des différentes lumières utilisés au cabinets dentaires et comment bien les choisir et les positionner en nous appuyant sur un ensemble de normes et de recommandations.

Pour aller un peu plus loin nous présentons aussi l'impact des couleurs dans le cabinet dentaire.

Mots clés : cabinet dentaire, lumière, ambiance lumineuse, plafonnier, scialytique.

**BOURRET Diane** – Ergonomics and light(s): effect on health and clinical practice in dentistry

Abstract:

Few dentists are aware of the factors that need to be taken into account for a good light installation in the dental office.

This literature review presents the link between lighting, health and quality of work. For this purpose, the mechanisms of light and vision are introduced. The benefits of light for our bodies and the harmful effects of poorly adapted lighting are also presented.

We then explain the purpose of the different lights used in a dental practice and how to properly select and position them based on a set of standards and recommendations.

To go a step further we also present the impact of colours in the dental office.

Key words: dental office, lights, lighting ambience, ceiling light, scialytic