

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2016

THESE N° 2016 LYO 1D 018

T H E S E
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 07 juillet 2016

par

MAYRAS Robin

Né le 21 janvier 1990, à Aubenas (07)

Les aides optiques à la disposition
du Chirurgien-dentiste

JURY

Madame la Professeure Dominique SEUX
Madame le Docteur Sarah CHAUTY
Monsieur le Docteur Bruno COMTE
Madame le Docteur Anaïs CHABANNE

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2016

THESE N° 2016 LYO 1D 018

T H E S E
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 07 juillet 2016

par

MAYRAS Robin

Né le 21 janvier 1990, à Aubenas (07)

Les aides optiques à la disposition
du Chirurgien-dentiste

JURY

Madame la Professeure Dominique SEUX
Madame le Docteur Sarah CHAUTY
Monsieur le Docteur Bruno COMTE
Madame le Docteur Anaïs CHABANNE

Président
Assesseur
Assesseur
Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Président de l'Université

M. le Professeur F. FLEURY

Président du Conseil Académique

M. le Professeur H.

BEN HADID

Vice-Président du Conseil d'Administration

M. le Professeur D.

REVEL

Vice-Président de la Commission Recherche
du Conseil Académique

M. F. VALLEE

Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire
P. CHEVALIER
du Conseil Académique

M. le Professeur

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est
ETIENNE

Directeur : M. le Professeur. J.

Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud
BURILLON
Charles Mérieux

Directeur : Mme la Professeure C.

Faculté d'Odontologie
BOURGEOIS

Directeur : M. le Professeur D.

Institut des Sciences Pharmaceutiques et
Biologiques
VINCIGUERRA

Directrice : Mme la Professeure C.

Institut des Sciences et Techniques de la
Conférences
Réadaptation

Directeur : M. X. PERROT, Maître de

Département de Formation et Centre de
Professeure A.M. SCHOTT
Recherche en Biologie Humaine

Directrice : Mme la

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

Faculté des Sciences et Technologies

Directeur : M. F. DE MARCHI, Maître

de Conférences

UFR des Sciences et Techniques des
Professeur Agrégé
Activités Physiques et Sportives

Directeur : M. Y. VANPOULLE,

Institut Universitaire de Technologie Lyon 1
VITON

Directeur : M. le Professeur C.

Ecole Polytechnique Universitaire
de l'Université Lyon 1

Directeur : M. E. PERRIN

Institut de Science Financière et d'Assurances
de Conférences

Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître

Ecole Supérieure du Professorat et de l'Education
MOUGNIOTTE
(ESPE)

Directeur : M. le Professeur A.

Observatoire de Lyon

Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL

Ecole Supérieure de Chimie Physique Electronique Directeur : M. G. PIGNAULT

FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyen : M. Denis BOURGEOIS, Professeur des Universités

Vice-Doyen : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

Vice-Doyen : M. Stéphane VIENNOT, Maître de Conférences

Vice-Doyen : Mlle DARNE Juliette

SOUS-SECTION 56-01: **PÉDODONTIE**

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maître de Conférences : M. Jean-Pierre DUPREZ

SOUS-SECTION 56-02 : **ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

Maîtres de Conférences : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,

SOUS-SECTION 56-03 : **PRÉVENTION - EPIDÉMIOLOGIE ECONOMIE DE LA SANTÉ - ODONTOLOGIE LÉGALE**

Professeur des Universités : M. Denis BOURGEOIS
Professeur des Universités Associé : M. Juan Carlos LLODRA CALVO
Maître de Conférences : M. Bruno COMTE

SOUS-SECTION 57-01 : **PARODONTOLOGIE**

Maîtres de Conférences : Mme Kerstin GRITSCH, M. Philippe RODIER,

SOUS-SECTION 57-02 : **CHIRURGIE BUCCALE - PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION**

Maîtres de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX-BODARD, M. Thomas FORTIN,
M. Jean-Pierre FUSARI, M. Arnaud LAFON

SOUS-SECTION 57-03 : **SCIENCES BIOLOGIQUES**

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES
Maîtres de Conférences : Mme Béatrice RICHARD, Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE,

M. François VIRARD

SOUS-SECTION 58-01 :

ODONTOLOGIE CONSERVATRICE - ENDODONTIE

Professeurs des Universités :
Mme Dominique SEUX
Maîtres de Conférences :
VILLAT

M. Pierre FARGE, M. Jean-Christophe MAURIN,
Mme Marion LUCCHINI, M. Thierry SELLI, M. Cyril

SOUS-SECTION 58-02 :

PROTHÈSE

Professeurs des Universités :
MILLET
Maîtres de Conférences :
Gilbert VIGUIE,

M. Guillaume MALQUARTI, Mme Catherine
M. Christophe JEANNIN, M. Renaud NOHARET, M.
M. Stéphane VIENNOT

SOUS-SECTION 58-03 :

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

Professeurs des Universités :
Maîtres de Conférences :
GOULET

Mme Brigitte GROSGOGEAT, M. Olivier ROBIN
M. Patrick EXBRAYAT, Mme Sophie VEYRE-

**SECTION 87 :
ET CLINIQUES**

Maître de Conférences

SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES

Mme Florence CARROUEL

REMERCIEMENTS

A Madame la Professeure Dominique SEUX, Présidente du Jury.

Professeure des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Habilitée à Diriger des Recherches

Vice-Doyen à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Pour l'honneur que vous nous faites de présider notre thèse.

*Tout au long de ces années vous avez eu la patience
de nous faire partager votre expérience
ainsi que votre passion en odontologie conservatrice – endodontie.*

Nous sommes fiers d'avoir pu suivre votre enseignement.

*Merci d'avoir toujours été présente,
et ce, jusqu'à la fin de notre cursus.
Merci d'avoir toujours pris le temps de répondre à nos questions.*

*Nous vous prions d'agréer l'expression de notre immense respect,
et de croire en notre profonde reconnaissance.*

A Madame le docteur Sarah CHAUTY.

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Spécialiste qualifié en ODF

*Nous vous remercions du plaisir que vous nous faites en
siégeant parmi nos juges.*

*Merci pour votre aide, votre disponibilité et vos conseils
dans l'élaboration de notre travail.*

*Nous vous témoignons notre reconnaissance pour la
qualité et la rigueur de votre enseignement en orthodontie.*

*Veuillez trouver ici l'expression de notre profonde
reconnaissance et de nos respectueux remerciements.*

A Monsieur le Docteur Bruno COMTE.

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Lyon I

Responsable de la sous-section Prévention

Pour avoir accepté de diriger ce travail

*Je vous remercie de votre disponibilité,
et de votre patience, vous qui avez su répondre à mes nombreuses questions.*

Vous avez su me faire partager votre passion, ainsi que votre rigueur.

*Je vous remercie d'avoir traversé cette épreuve avec moi,
et de m'avoir aidé tout au long de ce travail.*

Vous avez été une grande source d'inspiration.

Je vous remercie sincèrement.

A Madame le Docteur CHABANNE Anaïs.

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Docteur en Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions du plaisir que vous nous faites en siégeant parmi nos juges.

*Merci d'avoir été présente et disponible,
en prenant de votre temps personnel pour nous guider dans ce travail*

*Veuillez trouver dans ce travail l'expression de notre profond respect,
et de notre grande reconnaissance*

Plan

Introduction.....	17
I- Notions de bases.....	18
I.1-L'œil humain.....	20
I.2-Les différentes aides optiques en odontologie.....	20
I.2.1 Les loupes binoculaires.....	20
I.2.2 Le microscope opératoire.....	22
II- Utilisation des aides optiques selon la discipline.....	24
II.1-Endodontie et chirurgie endodontique apicale.....	24
II.1.1 Diagnostique.....	24
II.1.2 Traitement orthograde de première intention.....	25
II.1.3 Traitement orthograde de seconde intention.....	26
II.1.4 Chirurgie apicale.....	26
II.2-Odontologie conservatrice restauratrice.....	27
II.3-Pédodontie.....	27
II.4-Prothèse.....	28
II.5-Parodontologie.....	29
II.5.1-Diagnostic.....	29
II.5.2-Traitement parodontal classique.....	29
II.5.3-Chirurgie parodontale.....	29
II.6-Chirurgie.....	30
III- Impact de l'utilisation des systèmes optiques en pratique clinique.....	32
III.1-Performance clinique.....	32
III.2-Modification de l'espace de travaillant.....	35
III.2.1 Ergonomie de travail.....	35
III.2.1.1 Réglage du microscope et des loupes binoculaires.....	35
III.2.1.2 Le champ opératoire et notion d'instrumentation.....	35
III.2.1.3 Organisation de la salle de soin.....	37
III.2.1.4 Travail à deux, quatre ou six mains.....	38
III.2.2 Posturologie et santé de travail.....	40
III.2.2.1 La posture sous aides optiques.....	40
III.2.2.1.1 La prévention de troubles musculo-squelettiques.....	40
III.2.2.1.2 Influence des aides optiques sur la posture.....	42
III.2.2.2 Contraintes physiques liées aux aides optiques.....	43
III.2.2.3 Santé du praticien.....	44
III.3- Communication et image du praticien.....	44
IV- Faire son choix d'aides optiques.....	45
IV.1-Microscope ou loupes binoculaires.....	45
IV.1.1 Le microscope.....	45
IV.1.2 Les loupes binoculaires.....	46
IV.1.3 Tableau récapitulatif.....	47

IV.2-Quelles types de loupes binoculaires? Grossissement, réglages, montures, éclairage.....	48
IV.2.1 Quel grossissement choisir.....	48
IV.2.2 Quels réglages ? Focale, angle de déclinaison, distance pupillaire.....	48
IV.2.3 Système TTL ou Flip up.....	49
IV.2.4 La monture.....	49
IV.2.5 L'éclairage.....	50
Conclusion.....	51

Table des illustrations

Fig.1:l'œil humain.....	17
Fig 2 : Convergence du cristallin.....	18
Fig.3 : Myopie et hypermétropie.....	19
Fig.4 : L'accommodation de l'œil emmétrope.....	20
Fig.5 :Système Galiléen ttl ou flip up.....	20
Fig.6 :Système Képlérien ZEISS®(lunette et casque).....	21
Fig.7 :Stéréo-microscope de type "Galiléen" et "Greenough".....	22
Fig.8 :Microscope opératoire et son support Zeiss®.....	22
Fig.9 :Fêlure corono-radulaire mésio-distale.....	24
Fig.10 :Cavité d'accès d'une seconde molaire maxillaire, vue sous microscope.....	25
Fig.11 :Vue sous microscope d'une lésion péri-apicale d'origine endodontique débridée et obturation rétrograde de la dent causale.....	27
Fig.12 :Joint prothétique contrôle sous microscope.....	29
Fig.13 : Assainissement parodontal au laser sous contrôle visuel au microscope [42].....	30
Fig.14 :Condition clinique des tests d'acuité visuelle.....	32
Fig.15 : Différentes tailles de miroir.....	36
Fig.16 : Lame MJK n°3 de micro-chirurgie.....	37
Fig.17 : Travail à quatre mains.....	39
Fig.18 : Mauvaise position de travail: antéflexion et rotation-inclinaison latérale du buste.....	41
Fig.19 : Position de Beach, vue latérale et frontale.....	41
Fig.20 : Position de travail idéale avec le microscope opératoire.....	42

Tab.1 : Amélioration de la performance visuelle dans différentes conditions cliniques.....	33
Tab.2 : Variation de la performance visuelle selon l'âge du sujet.....	34
Tab.3 : Profondeur de champ selon le système des télé-loupes.....	46

Introduction

L'odontologie actuelle devient un art minutieux et exigeant, une spécialité de micro chirurgie à part entière. Le praticien va opérer sur des structures de petites tailles (la dent et son support) qui nécessitent une instrumentation en rapport avec celles-ci.

Les aides optiques grossissantes sont des outils qui se situent entre l'œil du praticien et le site opératoire. Elles permettent de grossir le champ d'observation pour accéder à des détails invisibles à l'œil nu et de faciliter l'acte. De plus, elles apportent un confort de travail (posture, ergonomie...) qui impactera la vie professionnelle et personnelle du chirurgien-dentiste.

Les premières publications sur l'intérêt des aides optiques en per-opératoire apparaissent en 1922, elles sont écrites par deux otologistes : Gunnar Grenelle et Carl Olaf Nylén (son assistant). C'est à un Français, Maurice Sourdille à qui l'on doit la première description d'un véritable microscope opératoire permettant de réaliser toute une intervention à une distance de travail de 25 cm.

Dans les années 1960, aux Etats Unis et en Europe, le microscope opératoire est préconisé lors des chirurgies ophtalmiques (Harms et Mackensen, 1967). En odontologie, il est également proposé dès cette époque en France par les Docteurs Boussens et Ducamin de l'Université de Bordeaux.

Ce n'est réellement qu'à la fin des années 1980 que le Docteur Carr accompagné du Docteur Tanaka découvre l'intérêt du microscope opératoire lors de dissection de l'articulation temporo-mandibulaire. Il en déduit que cet outil, associé à un éclairage vertical serait un atout important pour l'odontologie endodontique et particulièrement pour l'amélioration du succès des chirurgies endodontiques apicales (Carr, 1992 et 1993).

Enfin, au cours des années 90, le microscope opératoire s'est généralisé pour les traitements endodontiques grâce aux endodontistes tels que Ruddle (1994 et 1997), Buchanan, Arens, Stropko et Kim.

Aujourd'hui les systèmes optiques se sont démocratisés, le chirurgien-dentiste a le choix entre plusieurs systèmes.

Cette thèse n'a pas pour but de dévaloriser un système par rapport à un autre, bien au contraire elle expose leurs qualités afin que les praticiens prennent conscience de leurs utilités dans notre métier. Elle doit apporter au chirurgien-dentiste quelques notions de bases sur les différents systèmes qui peuvent augmenter la qualité des soins et améliorer la pratique quotidienne. Elle doit permettre aux praticiens débutants et confirmés d'avoir une première approche afin de choisir quel serait le système le plus adapté. On verra les différents intérêts et limites au cours des différentes parties. [1-2-3-4]

La première partie rappellera les notions de bases nécessaire à la compréhension du sujet traité.

La seconde partie évoquera les différents systèmes qui existent selon les disciplines de notre profession: l'endodontie, l'odontologie conservatrice, la prothèse, la chirurgie, la parodontologie et la pédodontie.

La troisième partie abordera le retentissement des aides optiques sur la vie professionnelle et la santé du chirurgien-dentiste.

Enfin, la quatrième partie l'aiguillera afin de choisir son propre système.

I- Notions de bases

I.1 L'œil Humain

Connaître l'œil Humain et avoir quelques notions d'optiques physiologiques sont nécessaires pour comprendre le fonctionnement des différentes aides optiques.

L'œil est l'organe de la vision. Il est maintenu dans l'orbite par six muscles moteurs et connecté au cerveau grâce au nerf optique. Ce dernier va traiter plus de 80% des informations sensorielles reçues par le cerveau.

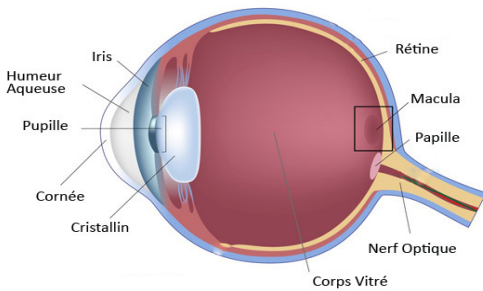


Fig.1:l'œil humain [32]

La formation d'une image est créée par le passage successif de la lumière à travers la cornée (premier dioptre), l'iris (rôle de diaphragme permettant de s'adapter aux variations d'intensités de la lumière) et le cristallin, lentille biconvexe et second dioptre. L'œil comporte donc deux lentilles convergentes, la cornée qui baigne dans l'humeur aqueuse (fluide), et le cristallin qui est dans dans le corps vitré (gélatineux). (Fig.1)

Ceci aboutit à la convergence des différents faisceaux lumineux sur les cellules photoréceptrices de la rétine (Fig.2). Ainsi un influx nerveux est créé, et transmis au cerveau par le biais du nerf. C'est l'association des différentes informations des deux yeux (vision binoculaire) qui va permettre d'apprécier une distance et un relief. La notion de relief diminue au fur et à mesure de l'éloignement de l'objet car les faisceaux lumineux arrivent de plus en plus parallèles.

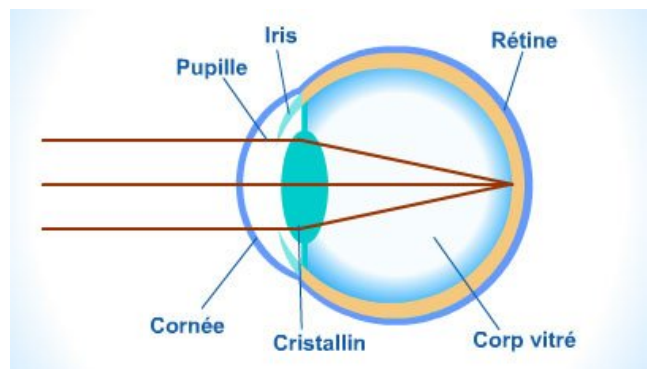


Fig 2 : Convergence du cristallin [33]

Une image focalisée sur la rétine sera nette. Si elle est trop en avant donc trop convergente (myopie) (Fig.3 A) ou en arrière donc trop divergente (hypermétropie)(Fig.3 B), l'image sera floue. La presbytie est un manque de convergence par perte d'élasticité des structures, un défaut d'accommodation pour la vision de près.

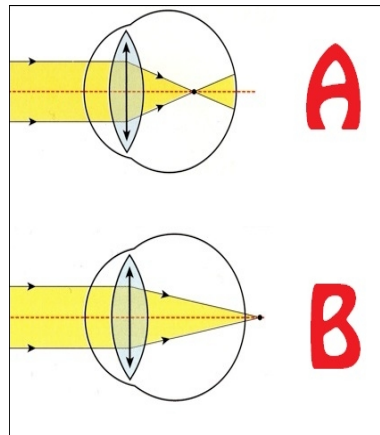


Fig.3 : Myopie et hypermétropie [34]

Le champ de vision est la superficie de la zone de netteté. Elle est composée d'une vision centrale et d'une vision périphérique. Il est plus important dans le sens horizontal que vertical et forme un angle de 40° sans effort et 80° avec accommodation.

La profondeur de champ est la distance qui sépare les parties extrêmes de l'objet qui sont vues nettement, sans variation de mise au point ou d'accommodation visuelle par l'opérateur. On distingue le point le plus éloigné de l'œil vu nettement sans accommodation: le punctum remotum (distance D en mètre). Le point le plus proche vu nettement grâce à l'accommodation du cristallin est le punctum proximum (distance d en mètre). L'inverse de D et d est exprimé en dioptries ($1/D$ et $1/d$). Le rapport $1/d - 1/D$ est l'amplitude dioptrique d'accommodation, valeur importante à connaître pour régler convenablement les objectifs des appareils optiques. Chez une personne jeune et sans défaut visuel, le punctum remotum est à l'infini et le punctum proximum est à moins de 25 cm du cristallin.

L'accommodation est la capacité du cristallin à modifier son rayon de courbure (plus ou moins étiré) afin d'avoir une focalisation en un seul point sur la rétine pour obtenir une vision rapprochée nette (fig.4), sans accommodation la focale serait en arrière de la rétine. Ce cristallin se déforme grâce aux muscles circulaires ciliaires. Le pouvoir d'accommodation dépend de la fatigue.

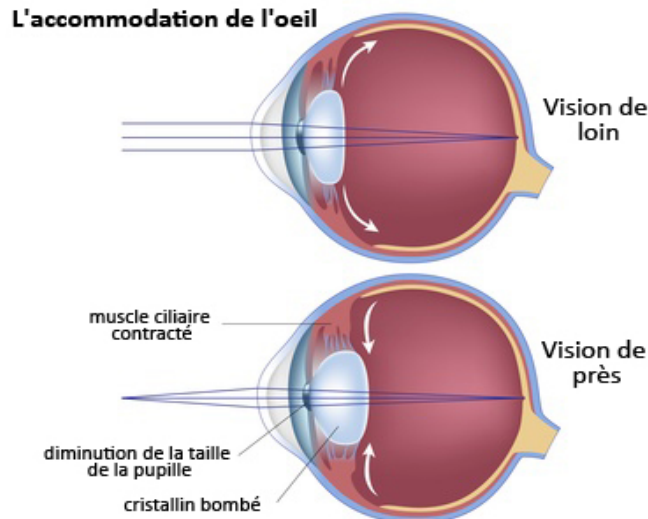


Fig.4 : L'accommodation de l'œil emmétrope [35]

L'acuité visuelle (exprimée en dixième) correspond à la capacité à séparer deux points distincts rapprochés. Elle détermine la qualité de la vue. Elle varie notamment avec l'âge du sujet et les conditions d'éclairage. [4-5-7-32-33-34-35]

I.2 Les différents systèmes optiques utilisés en odontologie

Il existe trois catégories d'aides optiques: les loupes simples, les loupes binoculaires et le microscope opératoire.

La loupe simple est le système de grossissement le plus simple. Elle ne présente qu'un seul élément grossissant pour les deux yeux qui peut aller de $\times 0,7$ à $\times 2$, sa distance focale est courte donc la distance de travail l'est aussi (environ 12,5 cm en $\times 2$), ce qui en plus de la vision monoculaire, n'est pas compatible avec notre exercice (donc non traité dans cette thèse).

I.2.1 Les loupes binoculaires

La loupe binoculaire ou télé-loupe conjugue le principe de la loupe et du télescope. La loupe a pour rôle de reproduire l'image observée dans le plan de netteté du télescope, ce qui va grossir l'image. Le but est d'augmenter les distances de travail et de les rendre compatible avec notre métier. Elle fournit une vision en trois dimensions (binoculaire).

Il existe deux principes de loupes binoculaires :

- Le système Galiléen :

Système simple, composé d'un objectif (avec une lentille convergente qui est tourné vers l'objet que l'on veut voir) : il produit une image intermédiaire réelle, inversée dans le rapport de



Fig.5 :Système Galiléen ttl ou flip up [36]

reproduction qui lui est propre ; et d'un oculaire avec lentille divergente (partie placée côté œil qui examine l'image fournie par l'objectif. Il va l'amplifier et la rendre plus plane et plus nette). Le pouvoir grossissant est faible, il va de $\times 2$ à $\times 3$ maximum. Ce système ne possède pas de diaphragme, ce qui engendre des aberrations et des modifications de couleur sur les parties périphériques de l'image perçue, ceci augmentant avec le grossissement. De plus, une augmentation du grossissement demande de réduire la distance focale et donc la distance de travail.

- Le système Képlérien :

Ce système est composé d'un objectif, d'un diaphragme (il diminue les aberrations périphériques), d'un prisme (il redresse l'image et permet le choix du grossissement ainsi que la focale) et enfin d'un oculaire. Grâce au diaphragme et au prisme, le grossissement va de $\times 3,2$ à $\times 8$ et les distances de travail vont de 20 cm à 45 cm.



Fig.6 :Système Képlérien ZEISS®(lunette et casque) [37]

Il existe deux types de support pour soutenir ces systèmes. Les lunettes d'une part, plus légères, plus pratiques mais d'une stabilité moyenne. Le casque d'autre part, plus stable, avec une meilleure répartition des forces mais plus lourd. Ce dernier sera plus indiqué pour les loupes képlériennes qui sont plus imposantes et lourdes que leurs cousines galiléennes (Fig.6).

Le système de fixation des loupes au support est variable (Fig.5). Il y en a deux types: «le TTL»(through-the-lens), qui comme son nom l'indique traverse la lunette, il a pour avantage de positionner l'oculaire plus proche de l'œil, ce qui augmente le champ de vision. L'autre type de fixation est le « flip up », système avec charnières qui permet certains réglages (angle d'inclinaison, distance inter-pupillaire, distance oculaire-œil) et d'être relevé quand on ne l'utilise pas. Son principal inconvénient est son dérèglement fréquent.

L'éclairage peut être ajouté au dispositif, il n'est pas obligatoire à faible grossissement (type galiléen par exemple). Le fait de grossir une image diminue la luminosité et donc joue sur l'acuité visuelle, donc à fort grossissement l'éclairage devient indispensable. Il doit être fixé sur l'armature afin d'émettre une lumière coaxiale aux loupes. [4-5-6-7-36-37]

Le microscope opératoire à usage dentaire est un stéréomicroscope de type galiléen (principe différent des loupes). Contrairement au « Greenough » qui est l'association de deux microscopes côte à côte qui convergent vers l'objet (Fig.7 B), le type galiléen (Fig.7 A) est la réunion d'une loupe (objectif), de l'assemblage de prismes et d'un système binoculaire (l'oculaire).

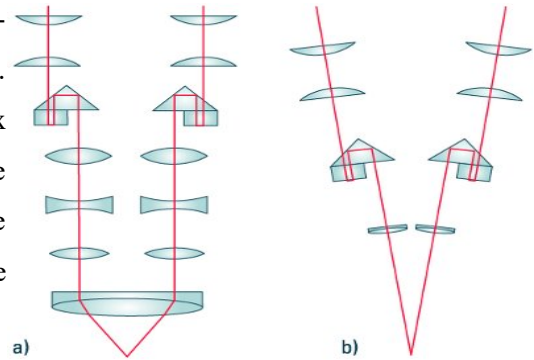


Fig.7 :Stéréo-microscope de type "Galiléen" et "Greenough" [38]

Les différents faisceaux lumineux vont traverser l'objectif contenu dans le tube, ce qui va former une image intermédiaire agrandie. Ensuite une série de prisme vont répartir ces faisceaux en deux parties égales dirigées vers les manchons porte-oculaires sur un axe de vision parallèle. L'observateur regarde donc une image située à l'infini, ainsi il n'y a pas de convergence et par conséquent il n'y a pas d'accommodation du cristallin.

Le microscope accepte des profondeurs de champ considérables.

Les focales de l'objectif déterminant la distance de travail séparent le microscope du champ observé. Des objectifs interchangeables échelonnés de 25 mm en 25 mm sont disponibles pour des distances de travail variant de 100 mm à 400 mm.

Des modifications d'agrandissement de l'image sont possibles grâce aux prismes (3,5 à x 24 ou x 40). Soit la modification se fait par paliers (3 ou 5) en changeant les jeux de prismes grâce à une molette latérale, soit de façon continue en faisant varier électroniquement la position du prisme dans le système.

L'éclairage est coaxial à la visée, ne créant aucune ombre ou éblouissement pour le praticien.



Fig.8 :Microscope opératoire et son support Zeiss® [39]

Ainsi l'éclairage est parfait. Les faisceaux sont parallèles entre eux pour éclairer un objet situé à l'infini. La lumière peut être produite par des ampoules halogènes, à quartz, à xénon, et depuis peu par des LED. Elle doit être croissante avec le grossissement.

Le support du microscope est un bras articulé pantographique qui doit permettre une mobilité fluide dans

tout les sens de l'espace quand le praticien le met en place. Il doit rester stable et immobile pendant le soin. La fixation du bras peut être au sol (par exemple sur des roulettes), murale, sur une colonne centrale regroupant plusieurs appareils (radio, scialytique...) ou enfin fixée au plafond (qui est ergonomiquement une bonne solution). Le bon choix du support est important pour une bonne manipulation de l'outil et une organisation agréable (Fig.8).

Il est possible d'adapter au microscope une camera HD, un appareil photo ou un oculaire supplémentaire pour un assistant. [4--5-6-7-38-39]

II- Utilisation des aides optiques selon la discipline

II.1 L'endodontie

L'endodontie est une spécialité dentaire dont l'objectif est de traiter toutes les pathologies relatives à l'endodonte. Discipline minutieuse, les traitements endodontiques étaient habituellement fondés sur le sens tactile, la représentation virtuelle tridimensionnelle, l'interprétation des clichés radiologiques et l'expérience personnelle. Les systèmes optiques apportent une nouvelle notion d'une grande importance: la vision. Les télé-loupes apportent une aide précieuse en **agrandissant** l'image jusqu'à 8 fois. elles présentent donc un atout considérable. Cependant la réputation du microscope opératoire en endodontie n'est plus à faire. En effet, des grossissements plus importants et variables, l'éclairage vertical focalisé (éliminant toutes les zones d'ombres), la posture optimale pour des traitements longs et l'amélioration des performances de l'aide opératoire (grâce à la vidéo) induisent une grande précision dans la conduite des instruments et la réalisation du travail. [6]

II.1.1 Diagnostic

Les aides visuelles grossissantes permettent un bien meilleur diagnostic des fêlures ou fractures coronaires et/ou radiculaires. Elles permettent non seulement de confirmer leur existence, mais aussi d'en préciser leur étendue et leurs limites anatomiques afin d'en tirer une décision thérapeutique (Fig.9).

La matérialisation par du bleu de méthylène et l'affichage sur l'écran vidéo d'une fêlure ou fracture améliorera la communication chirurgien-patient. [4-7-40]



Fig.9 :Fêlure corono-radriculaire mésio-distale
[40]

II.1.2 Traitement orthograde de première intention

L'accès aux canaux est l'une des étapes cruciales du traitement endodontique. En effet, avoir une cavité d'accès parfaite conditionnera le reste du traitement (Fig.10).

Les aides optiques grossissantes ne serviront pas ou peu jusqu'à l'accroche d'une corne pulpaire. Elles seront d'une importance évidente pour avoir un accès complet à la pulpe camérale : éviter les interférences coronaires et conserver l'anatomie dentaire originale afin d'avoir une éviction camérale parfaite.

Le grossissement et l'éclairage obtenus par le microscope opératoire vont permettre l'examen et l'analyse de la chambre et du plancher pulpaire. Il est ainsi beaucoup plus aisé d'apprécier les couleurs nacrées du plancher, les différentes teintes dentinaires (secondaires ou réactionnelles) et les volumes pour en déduire les différentes émergences et isthmes canalaire (S.Bal 2003). Les teintes observables sous binoculaires (du tissu canalaire hémorragique au sillon inter-canalaire brun en passant par le pulpolithe blanc crayeux) vont permettre d'établir une carte topographique du plancher, afin d'avoir un accès optimal au réseau canalaire. Ainsi le repérage du deuxième canal mésio-vestibulaire sur le traitement endodontique d'une molaire maxillaire est plus facile sous télé-loupes et microscope (Ting et Nga, 1992).

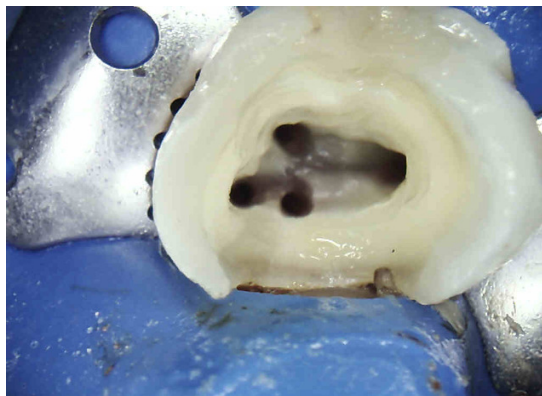


Fig.10 :Cavité d'accès d'une seconde molaire maxillaire, vue sous microscope

Pour un canal rectiligne il est possible de voir son anatomie jusqu'à l'apex, pour un canal courbe, on va pouvoir apprécier sa forme et son trajet jusqu'à la première courbure.

Durant le parage canalaire le microscope a aussi son utilité. Il permet le contrôle de l'évacuation des débris pulpo-dentinaires créés par le passage successif des instruments manuels et rotatifs. Il améliore la visualisation et l'éviction de la boue dentinaire.

L'obturation canalaire par condensation verticale à chaud est facilitée avec l'aide de systèmes optiques grâce au contrôle visuel de chaque étape.

Les difficultés tels que les calcifications, les pulpolithes, les surplombs ou les débuts de perforation peuvent être plus facilement identifiés et solutionnés si la visibilité est augmentée.

De même, il sera plus facile d'éliminer tout l'hydroxyde de calcium après une phase de temporisation.

[4-8-41]

II.1.3 Traitement orthograde de seconde intention

Le retraitement endodontique est plus efficace sous aides visuelles. C'est la mise en évidence des causes d'échecs du traitement de premier intention qui va nous permettre d'améliorer celui de seconde intention.

La dépose des reconstitutions corono-radiculaires foulées ou coulées est plus évidente car la visibilité des limites est améliorée et l'opérateur peut travailler au dépend de la pièce prothétique (économie tissulaire). De même l'élimination délicate d'un tenon ou screw-post® évitera des fractures.

L'accès aux canaux en idéalisant la cavité d'accès est l'une des principales causes de succès, donc retrouver les critères idéaux est indispensable pour la relocalisation et la fluidité d'accès canalaire.

L'élimination de toute trace de matériau d'obturation de première intention est simplifiée.

Enfin la dépose d'instrument fracturé dans un canal est plus confortable avec un microscope. Une bonne lecture des relations entre parois dentaire et matériel fracturé permet une grande précision de travail autour de l'instrument facilitant ainsi sa désinsertion. [4-7-8]

II.1.4 Chirurgie apicale

La chirurgie apicale est le débridement d'une lésion d'origine endodontique et l'obturation du réseau canalaire par voie rétrograde. La modernisation et l'amélioration des techniques de chirurgie apicale endodontique a été autorisée grâce à l'apparition des systèmes grossissants et particulièrement du microscope opératoire. La qualité du parage canalaire et l'obturation rétrograde ont été améliorés grâce au contrôle visuel.

Si les premières étapes de l'intervention peuvent se faire à l'œil nu (jusqu'à l'accès à la lésion endodontique par un lambeau d'épaisseur total et une décharge verticale latérale permettant une vision claire du site opératoire), le microscope paraît indispensable pour la suite de la chirurgie. Il va permettre d'avoir un accès suffisant au tiers apical de la dent infectée à travers la corticale osseuse. Le débridement de la lésion se fait avec un grossissement moyen (x10), il doit être parfait et contrôlé à fort grossissement (x15). Cette étape est cruciale afin d'obtenir une hémostase parfaite. La résection apicale doit se faire sur 3mm afin d'éliminer la majorité des complexités anatomiques du réseau canalaire, d'individualiser l'ensemble des canaux et de faciliter le curetage de toute la cavité (Fig.11). Le résection est angulée afin de pouvoir examiner l'ensemble des canaux. Le parage canalaire rétrograde est réalisé sous fort grossissement (x15) avec l'aide d'instruments ultrasonores à pointes diamantées et d'instruments manuels spécifiques de tailles adaptées. La qualité de l'obturation est directement liée à la qualité de la préparation. Les matériaux habituellement utilisés sont l'IRM, le MTA et l'EBA. Sous contrôle visuel, le matériau est foulé avec un fouloir adapté. Le site opératoire est ensuite refermé de manière étanche avec ou sans comblement osseux. [9-10]

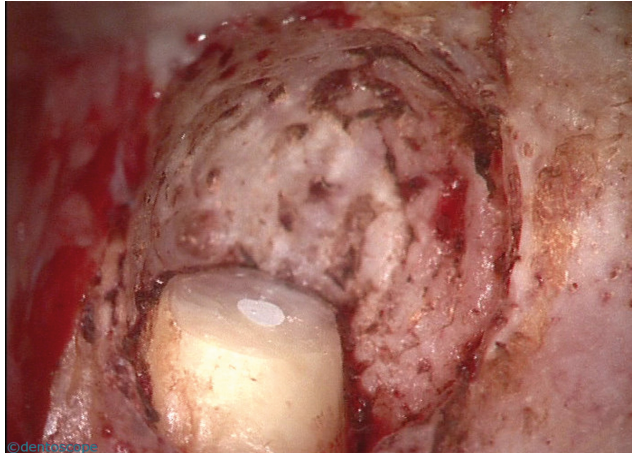


Fig.11 :Vue sous microscope d'une lésion péri-apicale d'origine endodontique débriée et obturation rétrograde de la dent causale [9]

II.2 Odontologie conservatrice restauratrice

Tout tissu sain fraisé est définitivement perdu. L'amélioration des techniques adhésives de collage de matériaux composites a permis de faire naître le concept de dentisterie restauratrice à minima. Ce concept est largement facilité avec la popularisation des systèmes optiques grossissants.

Le premier point sur lequel les aides optiques vont être bénéfiques est le diagnostic. Ainsi, le praticien va pouvoir faire uniquement l'éviction d'un émail blanc crayeux et d'une dentine infectée. La préparation cavitaire à minima est plus efficace.

Les préparations, faites sous digue, vont pouvoir être minimales et situées dans des zones inaccessibles (sous le point de contact par exemple) toujours dans un souci d'économie tissulaire.

L'obturation des cavités sera aussi améliorée, l'utilisation de composite «flow» en liner et d'un composite normo-chargé pourra être réalisé sans l'incorporation de micro-bulles grâce au contrôle visuel. Pendant la modélisation du composite, un filtre orange sera mis en place pour éviter toute polymérisation prématurée.

Enfin le contrôle des finitions à fort grossissement permettra d'éviter les irrégularités de surface et éliminer les excès afin d'éviter les défauts inesthétiques. [4-6-7-11]

II.3 Pédodontie

L'omnipraticien est amené à soigner des enfants. Bien qu'il n'y pense pas immédiatement, les aides optiques sont de précieuses alliées.

Elles sont un formidable élément de communication. Les télé-loupes vont attirer l'attention du jeune patient, « à quoi servent elles ? Comment ça marche ? Puis-je essayer ? » Autant d'occasions que le praticien pourra saisir pour créer une bonne relation patient-praticien. Le microscope peut au premier abord faire peur : « quelle est cette masse inconnue au-dessus de ma tête ? » mais si le praticien prend le temps de lui expliquer, l'enfant acceptera. De plus, il sera captivé en suivant le traitement grâce à l'effet miroir de l'objectif. Donc, le suivi direct ou indirect (écran vidéo) permettra de dédramatiser le traitement.

Du fait du grossissement la distance de travail pourra être éloignée. Le praticien, dans une meilleure posture, ne sera plus penché sur l'enfant donc ce dernier ne se sentira pas oppressé.

Il y a beaucoup d'actes réalisés sur les dents lactéales, qui sont de plus petite taille que les définitives. De ce fait, l'apport des systèmes grossissants permet de voir ces structures agrandies et donc, rend la mise en œuvre des soins plus aisée.

Par exemple, l'apexification n'est pas un acte facile. L'aide apportée par un microscope ou des loupes permettent la simplification et le bon contrôle des soins. [6]

II.4 Prothèse

Comme dans toutes les autres disciplines, l'amélioration de l'acuité visuelle ne peut qu'accroître la qualité du travail et le simplifier.

En prothèse amovible, les systèmes amplifiant l'image ne sont pas aussi utiles que pour l'endodontie, mais peuvent servir dans quelques cas : contrôle de l'adaptation d'un crochet, adaptation d'un appui occlusal, adaptation des systèmes d'attachement, gestion fine de l'occlusion statique et dynamique, contrôle d'empreinte d'édenté partiel...

En prothèse fixe, ils ont déjà plus d'utilité. Par exemple, l'agrandissement visuel d'un moignon ou faux-moignon va permettre d'avoir une taille et un polissage parfait (Fig.12). Le microscope permet la taille à faible grossissement (x4, pour ne pas perdre les axes) et le contrôle à fort grossissement (x10 et plus). Aussi l'évaluation de la qualité de l'empreinte, la vérification des joints prothétiques (couronne, inlay/onlay...) et la gestion de l'occlusion va être simplifiée. [6-12]



Fig.12 :Joint prothétique contrôlé sous microscope [12]

II.5 Parodontologie

II.5.1 Diagnostic

Pour le diagnostic, l'utilisation de système de grossissement peut être un atout. Il permet la mise en évidence de la plaque dentaire, de tartre supra et sous gingival.

Le microscope avec la vidéo, peut être un outil de communication pour montrer au patient les zones rétentives de plaque dentaire. L'apprentissage des techniques d'hygiène devient plus ludique et compréhensible pour le patient. Ainsi, il sera plus impliqué dans son traitement. [6]

II.5.2 Traitement parodontal non chirurgical

Les détartrages classiques et les détartrages et surfaçages radiculaires (dsr) sont les armes non chirurgicales des parodontologues. Ces soins permettent d'éliminer le tartre et de polir les surfaces dentaires coronaires et radiculaires. Par le grossissement, l'utilisation de loupes binoculaires ou d'un microscope augmente considérablement l'efficacité de ces soins en éliminant avec précision les spicules tartriques et en minimisant le traumatisme des tissus. [13]

II.5.3 Chirurgie parodontale

L'approche micro-chirurgicale parodontale semble bonifier les résultats thérapeutiques tant pour les chirurgies parodontales que pour les chirurgies muco-gingivales. Choisir la bonne technique et être le moins traumatique possible sont les clefs du succès. Les aides optiques grossissantes vont donc permettre de minimiser ces traumatismes.

Les incisions vont être plus fines et ultra-précises afin d'avoir un repositionnement parfait des tissus. De la gingivectomie à biseau interne au lambeau de Widman en passant par l'assainissement chirurgical sans lambeau du Dr Baudet (Fig.13), la précision de l'incision va conditionner le succès du traitement.

Le surfaçage et polissage des surfaces dentaires sera plus efficace sous contrôle visuel. Les techniques de

transplant de tissus conjonctifs vont être plus précises. Les greffons vont être plus réguliers, avec moins de risque de perforations et un meilleur contrôle visuel du toilettage... De même que la mise en place de matériaux de comblement, l'utilisation d'emdogain® ou le positionnement d'une membrane se feront plus soigneusement. Des sutures ultra-fines vont pouvoir être réalisées. Un contact berge à berge aboutissant à une cicatrisation de première intention sera primordial pour avoir un résultat optimal. Le grossissement visuel va permettre l'utilisation d'aiguille et de fils de sutures de très petite taille (aiguille de 6,6mm et fils 6.0 à 10.0 allant jusqu'à 20 µm de diamètre). Ceux-ci seront moins traumatiques et autoriseront une meilleure vascularisation.

Cette vision microscopique de la chirurgie sert à diminuer la mort cellulaire créée par le traumatisme et à améliorer la vascularisation afin d'accélérer la cicatrisation. Les résultats tant sur le plan fonctionnel qu'esthétique (cicatrice) seront meilleurs avec l'utilisation d'aides visuelles. [15-42]



Fig.13 : Assainissement parodontal au laser sous contrôle visuel au microscope [42]

II.6 Odontologie chirurgicale

Au même titre que la microchirurgie parodontale, une vision agrandie pour la chirurgie classique apportera un confort de travail, et une augmentation de la précision des gestes. Elle améliorera donc la qualité du soin apporté. Il n'y a pas de gain de temps direct.

En effet, nombreuses sont les situations où le contrôle visuel serait un atout ajouté à la perception tactile. Et ce, du diagnostic (de lésions suspectes par exemple) au geste purement chirurgical comme la visualisation d'un apex fracturé, la localisation du nerf mentonnier, le décollement de la membrane de Schneider lors d'un comblement sinusien ...

Une des limites de l'utilisation per-opératoire des systèmes grossissants peut être mise en évidence en implantologie. Lors du forage et de la mise en place de plusieurs implants en vue d'une réhabilitation plurale,

la réduction du champ visuel peut faire fausser le parallélisme des axes implantaires. Ce qui peut vite devenir problématique en prothèse transvissée.

Quelque soit la discipline pratiquée, l'utilisation de loupes binoculaires ou d'un microscope opératoire va avoir des répercussions sur le quotidien du professionnel qui les utilise.

III- Impact de l'utilisation des systèmes optiques en pratique clinique

III.1 Performance clinique

Mieux voir pour mieux soigner semble être l'intérêt premier des aides optiques. L'utilisation d'aides optiques pour améliorer la précision manuelle a longtemps été une tradition dans de nombreuses professions médicales. La dentisterie est donc l'environnement idéal pour l'utilisation de loupes et de microscopes.

« Visual acuity of dentists under simulated clinical conditions » de « Martina Eichenberger & Philippe Perrin & Klaus W. Neuhaus & Ueli Bringolf & Adrian Lussi » est une étude menée sur plus de 40 dentistes issus de l'Université de Berne. Il est question de tester la performance visuelle de sujets âgés de 25 à 65 ans. Le but est de voir un E optotype (un optotype est une figure avec un caractère permettant de mesurer l'acuité visuelle) et les quatre barres qui le compose de façon distincte. Afin de se mettre dans des conditions cliniques, la lettre est placée dans des cavités de préparations dentaires au niveau des deuxièmes pré-molaires et premières molaires maxillaires (Fig.14).



Fig.14 :Condition clinique des tests d'acuité visuelle [16]

La visualisation se fera de six manières différentes :

- 1- Sans dispositif de grossissement avec une distance de travail de 300 mm.
- 2- Sans dispositif de grossissement avec une distance de travail libre pour le praticien
- 3- Utilisation de loupes Galiléennes avec un grossissement XXL et une distance de travail de 380 mm.
- 4- Utilisation de loupes Képlériennes avec un grossissement x4,3 et une distance de travail de 400 mm.
- 5- Utilisation d'un microscope opératoire avec un grossissement x4 et une distance de travail de 250 mm avec lumière intégrée.
- 6- Utilisation d'un microscope opératoire avec un grossissement x6,4 et une distance de travail de 250 mm avec lumière intégrée.

Les dentistes peuvent porter des lunettes de vue correctrices, seul le grossissement et l'apport de lumière rentrent en jeu.

C'est la plus petite ligne du test visuel qui peut être lue sans erreur qui est validée.

Les résultats de cette étude nous montre :

Mode de visualisation (condition)	Amélioration de la performance visuelle en %. (si 1= 100%)
1	100,00%
2	180,00%
3	250,00%
4	379,00%
5	679,00%
6	961,00%

Tab.1 : Amélioration de la performance visuelle dans différentes conditions cliniques [16] :

On peut voir que l'amélioration de la performance visuelle avec un grossissement varie de 250% (avec des loupes galiléennes) à 961% (avec le microscope opératoire de grossissement $\times 6,4$) par rapport à l'acuité visuelle naturelle. Elle peut donc être considérablement améliorée par l'utilisation de dispositifs de grossissement, ceci indépendamment de l'âge et de l'acuité visuelle naturelle.

Lors de l'utilisation de loupes de Kepler, les dentistes ont obtenu une acuité visuelle significativement plus élevée qu'avec des loupes binoculaires de Galilée. Ceci peut être expliqué en raison du facteur de grossissement supérieur.

La grande différence d'amélioration de l'acuité entre le microscope et les systèmes de loupes, même avec des facteurs de grossissement comparables (condition 4 et 5), était inattendue. L'amélioration du pourcentage de l'acuité visuelle avec l'utilisation de microscope pourrait être due à la différence de sa construction. Le fait d'avoir une incidence parallèle des faisceaux dans les deux oculaires, donc la vision à l'infini (en gardant l'effet grossissant), supprime l'effort d'accommodation du cristallin. Cela augmenterait l'acuité visuelle. Une autre raison, peut-être encore plus importante, pourrait être la position statique du microscope, ce qui compense les perturbations causées par les mouvements de la tête (la tête bouge mais pas l'image).

Il faut noter la disparité entre les sujets, certains ont une meilleure acuité visuelle sans aides optiques que d'autres avec des loupes binoculaires Galiléennes.

La presbytie (perte du logement par manque de convergence) débute vers l'âge de 40 ans et est combinée avec d'autres changements dans l'œil, tels que la diminution de la sensibilité au contraste, sensibilité croissante à l'éblouissement, et une performance visuelle globalement diminuée. Un autre aspect de cette étude est de montrer la diminution de l'acuité visuelle en fonction de l'âge notamment avec l'apparition de la

presbytie. Le groupe de dentiste-sujet a été scindé en deux groupes: les moins de 40 ans (groupe A)et leurs aînés (groupe B).

Mode de visualisation (condition)	Variation de la performance visuelle en pourcentage du groupe âgé par rapport au groupe jeune (si performance groupe A =100%)
1	-69,00%
2	-72,00%
3	-28,20%
4	-20,30%
5	-13,30%
6	-13,90%

Tab.2 : Variation de la performance visuelle selon l'âge du sujet [16] :

On peut voir que dans le groupe âgé d'au moins 40 ans, la performance visuelle sans loupe et avec distance de travail imposée (condition n°1) est inférieur de 69%. En condition 2 elle diminue de 72%. Ceci s'explique par le fait que le sujet presbyte verra flou à la distance imposée. Il se recule pour voir clair mais la distinction du E diminue.

La diminution de la différence d'acuité visuelle en condition 3 et 4 (lunettes galiléenne et képlérienne) peut s'expliquer par le fait que ces lunettes reculent et agrandissent l'image virtuelle (créée par les lentilles).

Les conditions 5 et 6 (différence dans le grossissement du microscope utilisé) sont sensiblement les mêmes car le sujet regarde à l'infini. Il ne doit pas faire accommoder son cristallin (problématique de la presbytie).

Grâce au premier volet de l'étude, on conclut à l'utilité des aides optiques sur l'augmentation de l'acuité visuelle pour un même praticien. Les premiers grossissements disponibles vont doubler les performances visuelles en augmentant la distance de travail (condition 1 par rapport a la 3), le microscope les multiplie quasiment par 10.

Le second volet nous montre la diminution physiologique de la vue à courte distance et les possibilités de la compenser. Un praticien presbyte pourra combler sa diminution d'acuité visuelle en faisant le choix de travailler sous aide optique.

Illustrée dans la **Partie I**, l'amélioration de la performance visuelle aura inévitablement des conséquences positives sur la prise en charge du patient, du diagnostic au traitement thérapeutique. [16-17-18-19-20-43]

III.2 Modifications de l'espace de travail

III.2.1 Ergonomie de travail

L'ergonomie consiste à adapter le travail, les outils et l'environnement à l'Homme (et non l'inverse).

III.2.1.1 Réglage du microscope et des loupes binoculaires

Lors de la prise en main d'un appareil d'aide visuelle, microscope opératoire ou loupes, quelques réglages sont impératifs pour réaliser un acte opératoire (Friedman et Landesman, 1998).

Tout d'abord la distance interoculaire doit être ajustée afin d'avoir une seule et même image : les images à droite et à gauche doivent se confondre et former un seul cercle.

Ensuite, il faut régler la dioptrie œil par œil, c'est à dire qu'il faut avoir une vision nette en fermant l'œil droit puis l'œil gauche. Elle peut être ajustée par l'ophtalmologiste ou réglée soi-même. Pour l'utilisation du microscope ou de loupes en flip-up, il est plus judicieux de porter des verres correcteurs.

Le réglage suivant est le choix de la focale, ce qui correspond à la distance de travail. Elle est modifiable pour le microscope, pas pour les loupes. Il existe différentes focales pour un même grossissement proposé par le commercial. D'où l'intérêt d'avoir une période importante d'essai avant l'achat définitif.

Une fois en position opératoire, le microscope est verrouillé pour éviter qu'il ne bouge pendant l'acte.

Selon Perrin et al. (2000), la mise en place du patient sous microscope opératoire doit se dérouler de la manière suivante :

- le patient est installé dans une position horizontale fixée à l'avance, le dossier du fauteuil se trouvant juste au-dessus des genoux du praticien ;
- le patient est informé qu'il devra légèrement incliner la tête en fonction des besoins du traitement ;
- le microscope opératoire est amené en position telle que le praticien puisse adopter une position confortable, dos droit ;
- la hauteur du fauteuil et la position de la tête sont modifiées de façon à ce que la zone souhaitée se définisse avec précision ;
- l'unit est amené dans une position accessible à l'aveugle, sans détournement du regard du praticien. [4-5-21-22]

III.2.1.2 Champ opératoire et notion d'instrumentation

Obligatoire avec l'aide d'un microscope, la pose d'une digue est un confort supplémentaire avec l'utilisation de loupes binoculaires. Elle permet l'asepsie opératoire en isolant hermétiquement la dent causale de l'environnement buccal, évitant la contamination du milieu opératoire par la salive. Permettant l'irrigation

endodontique à l'hypochlorite de façon confortable, elle évite l'ingestion d'instrument, la formation de buée sur l'objectif et le miroir, et permet de centraliser le regard sur l'objectif thérapeutique.

L'instrumentation utilisée avec l'apport de grossissement est adaptée. Trois impératifs doivent être respectés : la dimension de la partie travaillante est adaptée au grossissement, son utilisation n'interfère pas avec le champ de vision (que le manche ne cache pas la partie travaillante par exemple), le matériel est de qualité et en parfait état. En effet avec une vision agrandie, on ne pourra pas tolérer un instrument usé, rayé, émoussé... La vision directe est toujours plus confortable, et doit être utilisée à chaque fois que cela est possible (en faisant tourner latéralement la tête du patient par exemple). C'est grâce aux miroirs adaptés que la vision indirecte est possible (Fig.15).



Fig.15 : Différentes tailles de miroir [44]

Ainsi, à fort grossissement l'instrumentation sera plus petite. Les sondes traditionnelles DG16 ou 17 peuvent être remplacées par des micro-sondes ophtalmologiques. Les fraises seront préférentiellement à col long et de petits diamètres. Les inserts ultra-sonores diamantés de formes et de tailles variés ainsi que des inserts non diamantés sont très utilisés en endodontie car ils dégagent le champ visuel. La préhension des instruments endodontiques est aussi réalisée par une instrumentation spécifique éloignée du champ visuel qui permet de ne pas occulter la vision. De même que l'aspiration sera faite par des micro-canules, notamment lors des chirurgies.

En chirurgie, les instruments micro-chirurgicaux s'adaptent aussi. Les lames des bistouris sont plus petites et plus fines (Fig.16). Leurs manches sont préférentiellement ronds pour imprimer de fins mouvements de rotation contrôlés. Une longueur de 18 cm semble permettre une bonne assise sur l'ensellure située entre le pouce et l'index. La couleur doit éviter l'éblouissement (une couleur mate par exemple) et le poids ne doit pas dépasser 15 à 20 grammes pour éviter toute fatigue musculaire. Le porte-aiguille doit être muni d'un verrouillage de précision entraînant une force de 50 grammes. Des forces de fermeture supérieures entraînent un tremblement, et des forces inférieures diminuent le contrôle tactile du mouvement. [4-5-44-45]



Fig.16 : Lame MJK n°3 de micro-chirurgie [45]

III.2.1.3 Organisation de la salle de soin

Pour faciliter la compréhension de l'organisation dimensionnelle du cabinet, il suffit d'imaginer une vue aérienne avec un quadrant horaire centré sur le fauteuil du patient. La tête du patient signifie 12 heures, les pieds 6 heures et sa droite 9 heures.

Sans aides optiques, l'omnipraticien va en moyenne travailler 85% du temps assis contre 15 % debout. Sa position horaire varie entre 12h30 à 11h30 et 9 heures. La position entre 11h30 et 9 heures n'est pas possible car elle implique une flexion et une rotation du buste néfaste pour le dos.

Avec le port de télé-loupes, il n'y a pas de différence.

Avec un microscope opératoire, la position à 12 heures est idéale. La position à 9 heures est à proscrire. Au microscope comme avec les télé-loupes, le travail debout devient quasiment impossible avec l'apport de grossissement : le corps est moins stable, la posture moins bonne et le champ visuel bouge beaucoup plus.

Quatre concepts d'organisation de l'espace de travail sont décrits par Bleicher : Schön, Kilpatrick, Barker, et Beach. Ils se différencient par la position du fauteuil, du patient, du praticien, de son unit, de la tablette et de l'assistante.

Le concept de Barker (l'unit se situe à 12 heures séparé du fauteuil derrière le patient) ne semble pas être compatible avec l'utilisation d'aides optiques car il ne permet pas le travail à 12 heures.

Le concept de Schön comprend l'unit sur un kart, séparé du fauteuil, placé sur la droite du praticien qui est situé à 12 heures du patient. L'assistant(e) se situe à 3 heures. Ce concept est donc compatible avec les aides optiques. Avec cette disposition, le patient a un accès facile au fauteuil et n'est pas oppressé par la vision d'instrument situé sur un kart éloigné (donc plus hygiénique). En revanche, l'assistant(e) n'a pas accès au élément du praticien donc restreint son implication. Le praticien doit quitter son champ de vision pour prendre les instruments de son unit. La position debout n'est pas aisée car l'unit ne suit pas le fauteuil. La position à 9 heure n'est pas pratique car le praticien tourne le dos à son unit.

Le concept de Kilpatrick comprend un unit et une tablette trans-thoracique. Le praticien peut évoluer de 9 à 12 heures et l'assistant(e) est situé à 3 heures et a accès aux matériels rotatifs. Cette disposition permet donc le travail à 4 mains (avec l'aide d'un(e) assistant(e)). Ce concept occupe peu de place, mais est psychologiquement plus agressif pour le patient et l'unit risque d'être facilement contaminé par les sprays. Il est adapté pour les loupes mais plus difficilement pour le microscope, car les instruments vont être

difficilement accessibles.

Le concept de Beach se caractérise par les éléments du praticien et de l'assistant(e) placés dans le dossier du fauteuil du patient. Il permet une bonne posture du praticien (« Balanced Home Operating Position ») en position 12 heures, un faible encombrement, un chemin de préhension des instruments ultracourts et une vision non traumatisante pour le patient. En revanche, le carquois se situe proche des cheveux du patient et l'assistant(e) n'a pas accès au carquois qui lui est opposé. De plus, cette disposition nécessite une tablette pectorale ou latérale. Elle peut être compatible avec l'utilisation du microscope ou de loupes.

Le praticien devra choisir la disposition qui convient le mieux à sa pratique afin que son environnement s'adapte à son travail. [4-5-22]

III.2.1.4 Travail à deux, quatre ou six mains

Le travail à deux mains signifie que le chirurgien-dentiste travaille seul pour un acte donné. Le travail à quatre mains signifie qu'il a un(e) assistant(e). Et le travail à six mains signifie qu'il en a deux.

Le travail à quatre mains est une coopération entre le praticien et l'assistant(e) pour réaliser certaines tâches (Fig.17A). Celui-ci assis à côté du praticien doit, d'une part, veiller à maintenir un champ opératoire clair en écartant les tissus mous (lèvres, langue, joues et éventuellement des lambeaux) et en aspirant les liquides. Et d'autre part, il doit faire passer efficacement les instruments et les matériaux au praticien. Il peut aussi être directement actif lors du soin dans certain cas comme pour la polymérisation des composites.

Ce rôle exige :

1. De connaître parfaitement le déroulement de chaque acte
2. Une attention constante
3. Une grande dextérité manuelle
4. Une anticipation des gestes du praticien
5. Des réflexes rapides et une grande adaptabilité
6. Une surveillance des réactions du patient.

Ce mode de fonctionnement demande une grande cohésion et coordination entre le praticien et son assistant(e).

Cette méthode de travail permet d'être plus efficace et facilite le travail. Le dentiste ne fera pas de geste parasite improductif (spatuler par exemple) et sera donc concentré sur le travail en bouche.

Tout en réduisant le stress, on note une augmentation de productivité. L'étude « Comparison of Student Productivity in Four-Handed Clinic and Regular Unassisted Clinic », montre des étudiants américains en 4^{ème} année de chirurgie dentaire travaillant à quatre mains. On note une augmentation de la productivité de 75% par rapport au travail à deux mains. Si cette pratique est difficile et délicate pour des débutants, et encore plus dans une école dentaire, elle apporte de réels avantages avec une pratique quotidienne rodée.

Si être assisté est un confort de travail important, c'est encore plus vrai avec l'utilisation d'aides optiques.

Sous microscope opératoire, la présence d'une assistante semble indispensable : pour la bonne vision du champ opératoire (la grande proximité œil-oculaire masque le champ visuel environnemental, ainsi le praticien devra changer de position et tourner la tête pour voir le plateau technique), pour le contrôle de la buée sur le miroir, pour le transfert des instruments et matériaux, pour éviter que le praticien ne se déconcentre, pour augmenter le temps efficace de travail.

Sous loupes binoculaires, facultatif à faible grossissement pour des actes simples, l'aide opératoire devient recommandée à fort grossissement. De même qu'avec le microscope, l'utilisation de loupe ne permet pas d'avoir une très bonne vision de l'environnement autour du champ opératoire : en ttl ou flip up le système de loupes masque légèrement le champ de vision sans grossissement. Également, le cristallin doit accommoder dès que le regard quitte les loupes car les images créées par les loupes et l'image d'un objet réel (IRM à spatuler) ne sont pas forcément à la même distance, ce qui de façon répétée entraîne des fatigues oculaires.

Le travail à six mains est utile pour les actes complexes comme des chirurgies (Fig.17B). En plus, de l'aide opératoire classique à nos côtés, un second assistant dit « instrumentiste » est présent. L'assistant principal va déléguer une partie de son travail : le transfert des instruments, afin de toujours avoir le regard porté sur la zone opératoire. Celui-ci peut être amené à participer aux actes, comme tenir des lambeaux, évacuer un apport d'os d'une curette tenue par le praticien... L'instrumentaliste va faire passer les instruments au praticien et organiser la table opératoire. Vêtu en stérile, l'instrumentaliste peut être amené à quitter ses gants chirurgicaux pour sortir matériels et matériaux imprévus demandés par le praticien. [22-23-24-25-27-28]



fig.17A : Travail à quatre mains (Dr Brunaud)
[28]



Fig.17B : Travail à six mains (Dr Brunaud)
[28]

II.2.2 III.2.2 Posturologie et santé du praticien

III.2.2.1 La posture sous aide optique

III.2.2.1.1 La prévention des troubles musculo-squelettiques

Les troubles musculo-squelettiques (TMS) regroupent des affections touchant les muscles, les tendons, les nerfs, les articulations (cartilages, ménisques...) et les os. Les parties du corps les plus fréquemment touchées sont : la colonne vertébrale, les membres supérieurs (épaule, coude, poignet) et les genoux.

Les affections les plus fréquentes sont les lombalgies, les cervicalgies, les douleurs articulaires, les tendinites (coiffe des rotateurs à l'épaule, épicondylite au coude...) et le syndrome du canal carpien.

Les professionnels de la santé et particulièrement les chirurgiens-dentistes constituent une population particulièrement exposée aux pathologies du rachis lombaire.

Une enquête (Ginisty,1993) réalisée auprès de 1193 praticiens français en 1993 et réactualisée en 2000 a

montré que : -54% souffrent de douleurs cervicales,

-38% souffrent de douleurs dorsales,

-65% souffrent de douleurs lombaires.

Cette enquête a aussi montré que les praticiens travaillant en vision indirecte (grâce au miroir) font chuter ces proportions de 20%, ils souffrent moins de douleurs dorsales. Ces douleurs sont en réalité une sonnette d'alarme, elles préviennent d'une fatigue et d'un déséquilibre musculo-squelettique dues corps avant l'apparition et l'installation de troubles musculo-squelettiques. Elles sont principalement dues au fait que 87% des chirurgiens-dentistes pratiquent quasi exclusivement la vision directe, qui suppose une anté-flexion du buste du praticien et une rotation-inclinaison latérale du tronc et du rachis cervical (Fig.18).

La prévention de ces maladies passe par trois points :

- Avoir une bonne hygiène de vie (professionnelle et personnelle) : organisation de travail, organisation de l'agenda, surveillance du poids...
- Faire des activités physiques et sportives régulières et non traumatisantes
- Avoir une bonne posture de travail.

La position idéale de travail a été décrite dans les années 50 par le Dr Beach (Fig.19 A et B). Elle permet

d'adopter une posture neutre, sans tension musculaire, tendineuse, ligamentaire ou squelettique qui ne créeront aucune inflammation à l'origine des douleurs. [29-16-31]

La voici :

- Le sujet est assis, se tenant droit , symétrique et stable dans le siège
- La tête est légèrement penchée en avant pour voir le champ opératoire, avec un angle par rapport au tronc de 20° à 25° maximum
- La distance yeux-champ opératoire est de 35 à 45 cm
- Les épaules sont basses, les bras près du corps (avec un angle de 10°) et portés vers l'avant
- Les avant-bras sont légèrement levés (10° à 25° par rapport à l'horizontale)
- Le tronc et les cuisses forment un angle de 105° à 110°
- L'angle formé par les jambes et les tibias est de 110°
- Les jambes sont légèrement écartées.
- Les pieds sont à plat et si possible de manière symétrique à l'aplomb des mains pour avoir un maximum de stabilité.

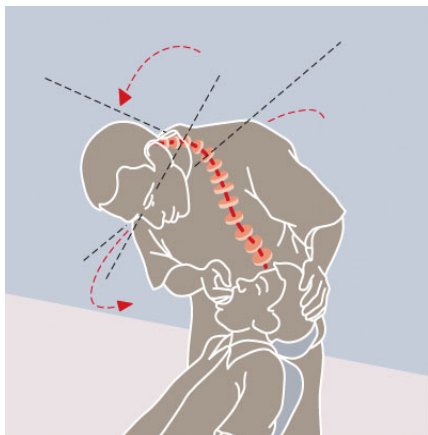


Fig.18 : Mauvaise position de travail: antéflexion et rotation-inclinaison latérale du buste [46]



Fig.19 A : Position de Beach, vue latérale [31]



Fig.19 B : Position de Beach, vue frontale [31]

III.2.2.1.2 L'influence des aides optiques sur la posture

Les loupes binoculaires n'améliorent pas la posture d'un praticien. En revanche, elles permettent de maintenir cette bonne position de travail en évitant que le praticien se voûte sur son patient pour aller chercher le détail dont il a besoin.

Les loupes permettent d'agrandir une image en fonction de leur grossissement. La focale ou distance de travail peut être différente pour un même grossissement. Elle est choisie par le commercial en fonction de la distance œil-champ opératoire que le praticien aura calculé préalablement. C'est à dire que le praticien doit donner cette distance dans une position de travail idéale : la position de Beach.

Si la position n'est pas bonne, le port de lunette grossissante l'obligera à garder cette mauvaise posture pour voir avec la bonne distance de focale, donc voir net.

Tout en gardant la tête droite, l'angle de déclinaison est l'angle formé par l'horizontal et l'angle de vue quand on baisse les yeux. Les loupes doivent être placées dans l'angle le plus important sans effort. Ainsi plus l'angle de déclinaison est important, plus la tête du praticien peut rester dans l'axe vertébral.

Avant, les montures en flip up permettaient une inclinaison de 20° de la tête par rapport au tronc inférieur. Les montures TTL ne permettaient qu'un angle de 30°, ce qui avantageait les montures « flip up » (pour rappel, l'angle maximum est de 20 à 25° selon Beach). Maintenant, avec une prise en charge personnalisée, il est possible de confectionner des loupes binoculaires sur monture TTL qui soient compatibles avec une position idéale. Ceci grâce à l'incorporation de prismes de redressement dans les loupes.

Pour conclure, elles permettent de mieux voir tout en gardant une bonne distance de travail.

Avec l'utilisation de microscope, le praticien a une position totalement neutre (Fig.20). Elle est idéale.

Il se tient droit avec la tête inclinée de 0 à 5° pour regarder à travers les oculaires (fig.24). C'est aussi grâce aux grandes distances de travail qu'offrent le microscope que cet équilibre musculo-squelettique peut être obtenu. [4-5-21]

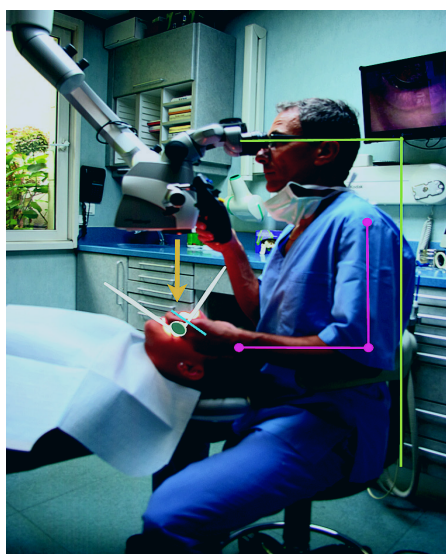


Fig.20 :Position de travail idéale avec le microscope opératoire [4]

III.2.2.2 Contraintes physiques liées aux aides optiques

Les auteurs et les praticiens, sans études prouvées, admettent que des contraintes et des inconvénients, comme l'inconfort, peuvent être liés aux systèmes optiques.

Une position statique avec une posture verrouillée est le premier désagrément. Le fait de rester quasiment immobile peut engendrer des douleurs. Il est donc important de varier les actes opératoires au cours de la journée (soins-empreinte- endodontie-plan de traitement...). On peut passer du microscope aux loupes pour varier et changer les positions de travail.

La deuxième contrainte est spécifique à l'utilisation du microscope. Il ne faut pas se fatiguer quand on le manipule. Il faut qu'il reste à portée du praticien, les articulations du bras doivent être parfaitement réglée (ni trop souple, ni trop rigide). Le microscope et les loupes doivent être réglés parfaitement, sinon ils peuvent être à l'origine de troubles physiques (vision, TMS...).

Enfin, inconvénient spécifique aux loupes, leurs poids doit être le plus faible possible. Il faut qu'il y ait une bonne répartition des masses (qu'elles soient bien équilibrées), notamment à fort grossissement avec l'utilisation de système Képlérien (plus lourd et moins centré sur le crâne). Ce point sera développé dans la troisième partie (III.2.4).

III.2.2.3 Santé du praticien

Il n'y a aucune étude qui montre la répercussion des aides optiques sur la santé du praticien. Mais il existe un impact psychologique bénéfique à les utiliser. Adopter une position ergonomique de travail réduit l'apparition des douleurs rachidiennes et donc diminue les répercussions psychologiques négatives qui en découlent.

La diminution ou l'absence d'accommodation qu'entraîne l'utilisation des loupes binoculaires ou du microscope réduisent la fatigue visuelle et ses conséquences (maux de tête, picotements, éblouissement, vision trouble...) engendrées par le travail.

La facilitation de l'acte opératoire par l'augmentation de l'acuité visuelle tend à diminuer le stress. Il est plus aisé pour le praticien de diagnostiquer et de traiter les lésions dont souffrent son patient. Il sera plus sûr de son geste et va gagner en confiance. Sa patientèle n'en sera que rassurée. Il va accéder à un niveau de soins inégalé en repoussant ses propres limites et ainsi redécouvrir son exercice .

Enfin l'utilisation d'aides optiques peut favoriser la cohésion de l'équipe soignante par la participation des assistantes: elles sont directement impliquées dans les soins. [30]

III.3 Communication et image du praticien

Les aides optiques améliorent l'image du praticien et du cabinet. En effet, la plupart des patients voient les aides optiques comme des technologies nouvelles qui donnent l'image d'un praticien soigneux, contentieux et méticuleux. Le patient va sentir que le praticien est engagé dans les soins qu'il a entrepris, ce qui ne fera qu'accroître son implication et sa confiance.

Le cabinet va aussi bénéficier d'une image positive, jeune et moderne à la pointe de la technologie. On l'a vu précédemment, le microscope avec la camera apporte un moyen de communication important. Le praticien va pouvoir montrer et expliquer au patient les lésions et traitements sur l'écran vidéo. Sans le culpabiliser, il va jouer sur le côté émotif pour le rallier à sa cause et l'impliquer dans son traitement.

IV- Faire son choix d'aides optiques

On l'a vu, nombreux sont les avantages à utiliser des aides optiques grossissantes. Choisir ses propres aides optiques n'est pas chose facile. Se décider à investir et changer ses habitudes de travail demandent de peser le pour et le contre des différents systèmes existants. Les parties I et II ont montré quelques avantages du microscope et des loupes binoculaires (acuité visuelle augmentée, meilleure posture ...). La troisième partie va apporter des critères de sélection supplémentaires afin d'orienter le choix d'un praticien sur le produit qui lui est le plus adapté.

IV.1 Microscope ou loupes binoculaires

Les loupes binoculaires ou le microscope sont deux systèmes bien différents qui peuvent être utilisés en omnipratique. Ils ont tous deux des avantages et inconvénients que le futur acquéreur doit connaître pour affiner son choix. [4-5-6-43]

IV.1.1 Le microscope

L'un des plus gros avantages du microscope est l'accès à un niveau de grossissement très important et variable: de x4 à x24, tout en ayant un éclairage centré vertical. Ce qui permettra d'avoir un niveau de précision supérieur aux loupes binoculaires.

La position idéale adoptée avec un dos vertical et un regard horizontal situé à l'infini permettrait de réduire les troubles musculo-squelettiques du chirurgien dentiste.

L'adaptation à l'utilisation des systèmes grossissants est un point important à prendre en compte : la courbe d'apprentissage est différente suivant l'outil. La période nécessaire pour s'adapter au microscope est plus longue que celle des loupes : entre un et trois mois. Le fort pouvoir grossissant et la réduction du champ visuel entraîne une perte totale des repères qui va bouleverser les habitudes du praticien. Il va devoir adopter une nouvelle position de travail (regard loin devant) et modifier ses protocoles de travail (apprentissage du travail à quatre mains par exemple). Cette courbe d'apprentissage peut être fortement réduite chez un praticien organisé dans un environnement ergonomique.

Quand doit-t-on débiter avec des aides optiques ? Il semblerait que le plus tôt soit le mieux (Maillet, Millar et Coll 2008). Ceci permet d'éviter l'installation de mauvaises habitudes de travail (posture, placement). De plus, un praticien avec de mauvaises positions aura plus de mal à se reprogrammer pour utiliser les aides optiques qu'un praticien débutant. Enfin il n'y a aucune raison de ne pas rapidement profiter de l'amélioration des performances qu'offrent les aides optiques.

Du point de vue financier, le microscope est un outil assez onéreux : de 14 500 euros en entrée de gamme à 120 000 euros pour les modèles les plus poussés. A cela, il faut rajouter les modifications éventuelles de

l'espace de travail, l'instrumentation adaptée et le coût du travail à 4 mains. Pour ce qui est de la rentabilité, peu d'études en parlent. Le travail à quatre mains augmente la productivité de façon indéniable (une étude de Holmes, Squire et Coll en 2009 montre qu'un étudiant est 75% plus productif quand il travaille à 4 mains). En revanche, il semblerait que l'augmentation du grossissement tend à légèrement ralentir le praticien (Bowers, Glickman et Coll en 2009). Ceci est encore plus vrai en phase d'apprentissage. On peut facilement penser qu'un praticien expérimenté utilisant des aides optiques dans un cadre ergonomique pourrait, grâce à l'augmentation de la précision de son geste gagner du temps en évitant certaines erreurs et accroître le succès de ses traitements initiaux (coiffages directs, traitements endodontiques...).

IV.1.2 Les loupes binoculaires

Les loupes binoculaires permettent d'augmenter la précision du geste du praticien en grossissant l'image perçue de x2 à x8. Il est impossible de faire varier le niveau de grossissement comme sur un microscope opératoire. L'éclairage, en option, doit être fixée au support entre les deux yeux pour que le faisceau soit le plus axial possible.

Si les loupes sont bien adaptées, permettant une vision nette à une bonne distance de travail (idéalement de 42 cm), le praticien aura une amélioration significative de sa posture par rapport au travail sans aide optique. Les loupes binoculaires sont plus intuitives, plus faciles à prendre en main. Il faut en moyenne une quinzaine de jours pour s'y adapter. Cette période est variable car il existe beaucoup de loupes différentes : grossissement x2 au x8, des montures « lunette » ou casque, flip up ou ttl... Il est évident qu'un débutant aura plus de facilité à se familiariser avec des loupes galiléennes à faible grossissement que des loupes képlériennes à fort grossissement. En effet, à fort grossissement le champ et la profondeur de l'image nette sont réduites (voir exemple « orasoptic® » ci dessous), ce qui peut désorienter un praticien inexpérimenté par la perte des repères, et dans les premiers temps entraîner une maladresse à magner avec précision des instruments plus petits.

Lunettes Binoculaires	Profondeur de champ (cm)	Largeur du champ visuel (cm)
Lunette galiléenne HR2.8 (x2.77)	12.2 cm	14 cm
Lunette képlérienne HRplus5.0 (x5,0)	6 cm	6 cm

Tab.3 : Profondeur de champ selon le système des télé-loupes [43]:

Pour les mêmes raisons qu'avec le microscope, il est conseillé d'utiliser au plus vite les loupes binoculaires. D'un point de vue financier, les loupes sont moins onéreuses que les microscopes opératoires : de 700 euros à 5500 euros. Elles sont aussi moins contraignantes vis-à-vis de l'organisation du cabinet.

IV.1.3 Tableau récapitulatif

	Loupes Binoculaires	Microscope
Vision	- Acuité visuelle augmentée - Vision en 3D - Grossissement maximum x8 - Légère accommodation si bien réglées - Eclairage quasiment co-axial (5°)	- Acuité visuelle augmentée++ - Vision en 3D - Profondeur (+100%) et largeur de champ (+40%) augmentés pour un même grossissement - Grossissement maximum x40 - Pas d'accommodation (vision à l'infini) - Eclairage co-axial centré
Posturologie	- Bénéfique si bien réglées (bonne distance de travail) - Tension au niveau des cervicales si angle de déclinaison pas suffisant (augmenté par le poids et l'éclairage). - Position debout possible	- Amélioration importante - Position idéale - Position assise uniquement
Fatigue engendrée	- Oui : quand le poids est important et quand le centre de gravité des loupes est trop éloigné de celui du crâne (loupes képlériennes +) - Fatigue visuelle largement réduite - Fatigue due à la concentration importante sur les actes longs	- Non (peu de tension posturale) - Fatigue visuelle inexistante - Fatigue due à la concentration importante sur les actes longs
Ergonomie	- S'adaptent facilement à l'environnement du cabinet - Travail à quatre mains préférable - Position à 9h et de 11h à 12H30 possible - Instrumentation miniature préférable	- Demande une adaptation ergonomique du cabinet - Travail à quatre mains obligatoire - Position à 12h obligatoire (donc vision indirecte importante) - Instrumentation miniature indispensable
Communication	- Image d'un praticien impliqué et à la pointe de la technologie	- Image d'un praticien impliqué et à la pointe de la technologie - Explications possibles grâce à la caméra
Aspect financier	- Abordable (environ 5500 euros maximum)	- Plus onéreux (14 500 à 120 000 euros)
Adaptation	- Environ 15 jours (dépendant du type de loupes)	- Entre 1 et 3 mois pour s'y habituer
Acquisition	- Le plus tôt possible	- Le plus tôt possible
Apport psychologique	- Exercice facilité et ludique - Gain de confiance - Equipe plus impliquée et donc soudée - Nouvelle approche de travail	- Exercice facilité et ludique - Gain de confiance - Equipe plus impliquée et donc soudée - Nouvelle approche de travail

Au final le choix entre des loupes binoculaires ou le microscope doit être personnel. Nombreux sont les paramètres qui rentrent en jeu et chaque praticien y accordera plus ou moins d'importance. La pratique quotidienne du chirurgien dentiste conditionne beaucoup son choix. Un endodontiste se tournera plus vers le microscope alors qu'un implantologue exclusif sera plus attiré par les loupes. En omnipratique, très peu de

chirurgien-dentistes ont un microscope opératoire au cabinet. Pourtant il est le système optique grossissant ayant le plus de qualités. Malheureusement il reste cher, difficile à prendre en main et demande un réel investissement personnel pour l'adopter.

IV.2 Quelles types de loupes? Montures, systèmes, grossissement, éclairage

Il existe beaucoup de télé-loupes différentes proposées par les fabricants : différents grossissements, système galiléen, Képlérien, TTL, flip up, montures ... le praticien qui veut s'orienter vers l'achat de loupes binoculaires va devoir se poser quelques questions afin d'affiner son choix.

IV.2.1 Quel grossissement choisir

C'est un point important lors de son choix car, contrairement au microscope le grossissement de l'image avec des loupes binoculaires ne peut pas être modifié (ou rarement). On l'a vu, le grossissement va dépendre de la pratique et de l'acte réalisé. En augmentant le grossissement, on augmente l'acuité visuelle et donc la précision du geste opératoire. En revanche on diminue la largeur et la profondeur du champ opératoire ainsi que l'éclairage de la zone. Il faudra donc apporter plus de lumière.

Les faibles grossissements ($\times 2$ à $\times 3,5$) seront conseillés pour les actes courants et n'exigeant pas une extrême précision : contrôle, scellement de couronne ... Ils seront aussi recommandés pour les praticiens débutant avec des aides optiques. En effet, la faible réduction du champ visuel entraîne peu de perte de repères ; ainsi, le praticien sera moins déstabilisé. Le grossissement $\times 2,8$ à $\times 3$ semble être un bon compromis pour les actes courants.

Les forts grossissements ($\times 3,5$ à $\times 8$) seront conseillés pour les actes plus poussés dans lesquels une grande précision sera demandée : endodontie, micro-chirurgie, taille de moignon... Il y aura une grande perte des repères du praticien. Il faut donc qu'il soit déjà expérimenté avec des loupes ou qu'il accepte d'avoir un temps d'adaptation plus long.

IV.2.2 Quels réglages ? Focale, angle de déclinaison, distance pupillaire

Le choix de la focale est très importante Elle va directement jouer sur la distance de travail. La focale est choisie par le fabricant avant l'achat, d'où l'intérêt de lui transmettre ses bonnes distances de travail. Pour la calculer, il suffit de se mettre en position idéale de travail, et de faire mesurer la distance entre l'œil du praticien et un point sur lequel on travail (bord incisif par exemple). Afin d'avoir une bonne position de travail et un champ visuel le plus grand possible, la distance idéale est approximativement de 42 cm. Il est important de se mettre dans une bonne position pour prendre cette mesure, sinon la focale choisie (trop faible) ne ferait qu'entretenir une mauvaise position de travail. Malheureusement pour la majorité des ventes, la focale choisie est de 34 cm car le changement de posture engendré modifie trop les habitudes du praticien

qui préfère éviter un temps d'adaptation plus long. Ceci est encore plus vrai quand il s'agit d'un praticien avec des années d'expériences.

L'angle de déclinaison est l'angle formé par l'axe du regard et celui de la tête. Dans une position idéale, la tête doit être penchée en avant avec un angle de 25° maximum avec le dos. L'axe du regard doit être le plus bas possible sans forcer, donc l'angle de déclinaison doit être le plus important possible. Autrement dit, plus le regard est bas, moins la tête est penchée et moins il y aura de tension au niveau des cervicales. Pour les modèles flip up, c'est le praticien qui doit gérer son angle de déclinaison. En revanche, sur les modèles TTL c'est au fabricant de s'en occuper dès la conception, d'où l'importance de choisir un bon fabricant.

La position des loupes par rapport aux montures est un point important. Elles doivent être le plus bas possible sur les lunettes afin qu'elles soient traversées par le regard avec un angle de déclinaison le plus important. Il faut donc des montures larges et basses.

La distance inter-pupillaire doit être réglée afin de n'avoir qu'une seule et même image. Sur les modèles TTL cette distance n'est pas modifiable. Seul, sur les modèles flip up cette distance peut être modifiée et doit donc être vérifiée à chaque utilisation.

IV.2.3 Système TTL ou Flip up

Pour rappel le système Trought-the-lens (ttl) est un système où l'optique grossissante (Galiléen ou Képlérien) est définitivement trans-fixée aux lunettes par le fabricant. Le modèle flip up est un système où l'optique est mis en place devant les lunettes grâce à plusieurs charnières, les réglages sont modifiables à chaque utilisation.

Le choix entre un système TTL ou flip est une question de goût personnel. Le système TTL est très confortable par le fait qu'il n'y a aucun réglage à faire et surtout la distance œil-loupe est plus courte qu'en Flip up. Cette courte distance augmente le confort de la vision et rapproche le centre de gravité des loupes sur celui du crâne, ce qui les rend plus agréables à porter. En revanche plusieurs praticiens peuvent difficilement utiliser la même paire de loupes binoculaire TTL. Il est possible d'inclure certaines corrections dans la monture et dans la loupe.

Le Flip up reste très confortable. Le prêt des loupes entre plusieurs praticiens est possible. Le fabricant peut facilement inclure des corrections dans la lunette (facilement changeable si variation de la vision). C'est un peu moins coûteux à l'achat et le praticien n'est pas obligé d'enlever les montures quand il n'en a plus besoin. En revanche les désavantages des modèles Flip up sont un poids légèrement plus important, un centre de gravité décalé en avant, des dérèglages intempestifs possibles (position des loupes, distance inter-pupillaire, angle de déclinaison) et une maintenance un peu plus soutenue (due aux axes charnières). [36]

IV.2.4 La monture

Il y a deux types de montures : les lunettes et le casque (fig.6). Les lunettes sont plus légères et plus simples

d'utilisation : elles s'enlèvent et se remettent plus aisément. L'appui nasal doit être large et en silicone pour pas avoir de douleur après une longue séance d'utilisation. Le casque est plus imposant et encombrant mais permet une meilleure répartition du poids sur la tête, ce qu'il le rend plus stable. Un paramètre important dans le choix de la monture est le poids du système grossissant. Si le praticien s'oriente vers un système à fort grossissement type Képlérien, le système sera lourd avec un centre de gravité situé en avant. Il sera donc judicieux d'utiliser un casque pour avoir un maintien maximal. En revanche si le praticien choisit un système plus léger et de faible grossissement, type galiléen, le casque aura peu d'intérêt. [37]

IV.2.5 L'éclairage

Sur la plupart des modèles proposés il est possible d'ajouter un système d'éclairage nouvelle génération à diodes électroluminescentes (LED). Ainsi le site opératoire sera éclairé pendant toute la durée du travail afin d'éviter au maximum les zones d'ombres.

A faible grossissement, la lumière va apporter à l'utilisateur un grand confort. Elle peut même remplacer le scialytique dentaire dans quelque cas. Plus le grossissement augmente et plus l'image deviendra pauvre en lumière. A fort grossissement l'apport lumineux coaxial deviendra indispensable. L'apport lumineux, en plus d'accroître l'acuité visuelle, permet d'augmenter légèrement la profondeur de champ. En effet quand le praticien travaille sans lumière, sa pupille se dilate à cause du manque de lumière, réduisant ainsi la profondeur de son champ visuel.

Les éclairages à LED sont des dispositifs légers qui ont une consommation limitée. La lumière émise doit être la plus blanche possible et d'intensité suffisante (avec plusieurs niveaux d'intensité). Un filtre orange peut être mis en place pour éviter la prise précoce des résines photo-polymérisables. Le dispositif d'éclairage doit donc être le plus léger et équilibré possible : le plus centré sur la tête possible. La batterie est souvent reliée au dispositif par un câble longeant l'armature des lunettes, elle est portée dans une poche ou est accrochée à la blouse du praticien. Sur certains modèles les batteries sont incorporées aux branches des lunettes. Il est aussi important de noter le temps de chargement de l'appareil d'éclairage, le temps de travail alloué une fois chargée, ainsi que la possibilité de pouvoir l'utiliser pendant le chargement. [7]

CONCLUSION

Aujourd'hui, l'utilisation d'aides optiques grossissantes est un atout majeur pour les différentes spécialités de l'odontologie.

Que ce soit les loupes binoculaires ou le microscope électronique, elles vont apporter au praticien un gain d'acuité visuelle qui va inévitablement avoir un retentissement positif sur ses performances cliniques. Elles vont sécuriser son geste et sa pratique en général.

Le praticien va devoir travailler dans un environnement organisé et assisté, ce qui va accroître son efficacité. Elles vont amener un confort visuel et postural qui amélioreront le quotidien du chirurgien-dentiste en réduisant le stress et indirectement les troubles musculo-squelettiques.

Toutes les aides optiques à la disposition du chirurgien-dentiste ont des avantages et des inconvénients.

Le microscope opératoire est le plus performant dans le domaine de l'aide visuelle: la posture est idéale et le gain de perception visuelle est supérieur à celui des loupes binoculaires. En revanche, il demande un important investissement financier et personnel (changement considérable des habitudes de travail et temps d'apprentissage conséquent).

Les loupes binoculaires du chirurgien-dentiste sont des outils plus polyvalents et faciles d'accès. Elles permettent un niveau d'acuité visuel nettement supérieur à l'œil nu tout en maintenant une bonne position de travail.

Le choix d'un système optique grossissant est propre à chaque omnipraticien, il doit être personnel et réfléchi. Chaque praticien a des critères de sélection différents qui l'amèneront in fine à choisir le système le plus adapté à sa pratique.

Aujourd'hui, on observe une démocratisation des aides optiques, en espérant qu'elles deviendront un outil indispensable dans le futur.

Bibliographie:

1. Legent F. Le microscope opératoire et Maurice Sourdille. Annales Françaises d'Oto-Rhino-Laryngologie et de pathologie cervico-faciale. 2000;117(4):210-5.
2. Legent F, Boulanger J. Maurice Sourdille, otologiste nantais, célèbre et inconnu. Hist Sci Med. 2009;43(1):125-36.
3. Zuhr O, Hürzeler M. La microchirurgie : une nouvelle dimension. 2.2, Les exigences techniques. In: Chirurgie plastique et esthétique en parodontie et implantologie: une approche microchirurgicale. Paris, France: Quintessence international; 2013 :43-59.
4. Mallet J, Deveaux E. Aides visuelles en endodontie. In: Endodontie. Rueil-Malmaison, France: Editions CdP. 2012 :463-81.
5. Curet M. Les aides optiques: impacts sur l'organisation du travail et sur la santé du Chirurgien-dentiste [Thèse d'exercice]. Nantes, France: Université de Nantes. Unité de Formation et de Recherche d'Odontologie; 2013.
6. Perrin P, Hotz P, Jacky D. Le microscope opératoire au cabinet dentaire généraliste. Rev Mens Suisse Odontostomato. 2000;110:955-60.
7. Maillet J-P. Microdentisterie et systèmes optiques. Rev Odont Stoma. 2002;31(2):83-107.
8. Arbona L. Le MV2 de la première molaire maxillaire. ID Inf Dent. 2011;(31):1-6.
9. Jouanny G, Khayat B. La chirurgie endodontique. Le Fil Dentaire. 2010;(56):26-8.
10. Von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. Saudi Dent J. 2011;23(1):9-15.
11. Perrin P, Jacky D, Hotz P. Le microscope opératoire en médecine dentaire : obturations très peu invasives. Rev Mens Suisse Odontostomato. 2002;110:722-32.
12. Suerinck E. Photographie Suerinck. 2015.
13. Charon J, Joachim F. Le «détartrage» revisité. Le Fil Dentaire. 2010;(58):12-5.
14. Moura JR Jr . Operating microscopes in restorative dentistry: The pursuit of excellence. Journal of Minimum Intervention in Dentistry. 2009;2(4):241-247.
15. Burkhardt R. Orientations nouvelles en chirurgie plastique parodontale. Rev Mens Suisse Odontostomato. 1999;109:650-5.
16. Eichenberger M, Perrin P, Neuhaus KW, Bringolf U, Lussi A. Visual acuity of dentists under simulated clinical conditions. Clin Oral Investig. 2013;17(3):725-9.
17. Eichenberger M, Perrin P, Neuhaus KW, Bringolf U, Lussi A. Influence of loupes and age on the near visual acuity of practicing dentists. J Biomed Opt. 2011;16(3):035-003.
18. Maggio MP, Villegas H, Blatz MB. The effect of magnification loupes on the performance of preclinical dental students. Quintessence Int. 2011;42(1):45-55.
19. Sunell S, Rucker L. Selecting Surgical Telescopes for Dental Hygiene Practice. CJDH. 2005;39(2):54-66.

20. Maillet JP, Millar AM, Burke JM, Maillet MA, Maillet WA, Neish NR. Effect of magnification loupes on dental hygiene student posture. *J Dent Educ.* 2008;72(1):33-44.
21. Ginisty J. Des loupes aux microscopes opératoires. *ID Inf Dent.* 2009;91(23):1249-54.
22. Comte B. Ergonomie : Cours de la faculté d'odontologie de Lyon 1 : D3. Faculté d'Odontologie; 2014.
23. Binhas E. Dossier simplification du travail au cabinet dentaire. Volet 3, Le concept de bacs et cassettes et le travail à 4 mains. 2010;(50):54-5.
24. Singh N, Jain A, Sinha N, Chauhan A, Rehman R. Application of four-handed dentistry in clinical practice: a review. *Int J Dent Med Res.* 2014;1(1):8-13.
25. Holmes DC, Squire LJ, Arneson SK, Doering JV. Comparison of student productivity in four-handed clinic and regular unassisted clinic. *J Dent Educ.* 2009;73(9):1083-9.
26. Branson B, Simmer-Beck M. Visual Acuity Without Injury. Dimensions of dental hygiene. 2009;7(9):46-9.
27. Binhas E. Le bien-être du praticien et de l'équipe. In: La gestion globale du cabinet dentaire Volume 2, Organisation interne, management et ergonomie. Paris, France: CdP; 2013 :113-56.
28. Mayras R. Photographie du Docteur Brunaud P. Travail à quatre et six mains. 2016.
29. Proteau R-A. Douleurs associées au travail des assistantes dentaires : causes et solutions. *ACAD.* 2008;49(2):7-8.
30. Salsi S, Cail F. La fatigue visuelle. *Notes Sci Tech INRS.* 1992;(92):1-58.
31. Heuze C. Position de Beach : cours de la faculté d'odontologie de lyon : D3. 2014

Sites Web :

32. Schéma de l'oeil [Internet]. Guide-vue.fr. 2015 [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.guide-vue.fr/la-sante-de-vos-yeux/shemas-de-l-%C5%93il>
33. Bernon M. L'oeil [Internet]. Physique-Chimie M.Bernon. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.universcience.tv/player-preview-8ed5b19a255904481a1cdf49392355b2.html?source=facebook>
34. Tutin C. Hypermétropie et astigmatisme : des défauts de vision fréquents [Internet]. Doctissimo. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: http://www.doctissimo.fr/html/sante/bien_voir/sa_4945_hypermetropie.htm
35. L'accommodation de l'oeil émmétrope [Internet]. Guide-vue.fr. 2015 [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.guide-vue.fr/la-sante-de-vos-yeux/shemas-de-l-%C5%93il>
36. Magnification loupes and Lighting for professionals buying guide [Internet]. Examvision. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.evimed.uk.com/loupe-buying-guide>
37. Loupes binoculaires Zeiss EyeMag à usage médical [Internet]. Ryf AG. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <https://ryfag.ch/fr/produits/articles-epuises/loupes-binoculaires-zeiss-eyemag-usage-medical>
38. Scoffin K. Stereomicroscope Technology [Internet]. Labcompare. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.labcompare.com/10-Featured-Articles/137647-Stereomicroscope-Technology/>

39. Produits et équipements médicaux zeiss® [Internet]. Zeiss. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: http://www.zeiss.fr/meditec/fr_fr/wbc/produits-equipements.html
40. Endodontie. Traitement canalaire [Internet]. Excellence in dentistry. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.eid-paris.com/endodontie/endodontie-4a.htm>
41. Traitement des secondes molaires maxillaires [Internet]. Eugenol. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.eugenol.com/sujets/413210-difficulte-pour-les-endo-molaires-17-27?page=1>
42. Baudot F. La microchirurgie parodontale d'assainissement, une nouvelle approche avec le laser erbium-yag [Internet]. Le Fil Dentaire. 2014 [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/endodontie/la-microchirurgie-parodontale-d-assainissement/>
43. Eye-resolution. Aides optiques dentaires et loupes binoculaires [Internet]. [cité 25 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.eye-resolution.fr/3-dentaire>
44. Comparaison de la taille d'un micro-miroir et d'un miroir classique [Internet]. Edp dentaire. 2013 [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.edp-dentaire.fr/clinique/endodontie/960-choisir-la-chirurgie-endodontique?start=1>
45. Lame de bistouri mjk n°3 et 4 [Internet]. E-dental market. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://www.e-dentalmarket.fr/shop/134-bistouris>
46. Blanc D. Ergonomie du poste de travail de chirurgien dentiste [Internet]. Dentiste-osteopathe.perso.sfr.fr. [cité 26 mai 2016]. Disponible sur: <http://dentiste-osteopathe.perso.sfr.fr/dentiste-osteopathe/Ergonomie.html>

MAYRAS Robin - Les aides optiques à la disposition du Chirurgien-dentiste

L'odontologie actuelle devient un art minutieux et exigeant, une spécialité de micro-chirurgie à part entière. Les aides optiques grossissantes, le microscope et les loupes binoculaires, se situent entre l'œil du praticien et le site opératoire. Elles permettent d'agrandir l'image perçue. Aujourd'hui, les systèmes optiques grossissants sont largement utilisés dans le domaine de l'endodontie et de la micro-chirurgie. Dans toutes les autres disciplines pratiquées en dentisterie, l'utilisation de loupes binoculaires ou d'un microscope opératoire va avoir des répercussions sur le quotidien du professionnel. Elles vont permettre au praticien d'accroître sa performance visuelle en gardant une bonne position de travail. Inévitablement, l'amélioration de l'acuité visuelle dans un environnement ergonomique strict aura des conséquences positives sur la prise en charge du patient, du diagnostic au traitement thérapeutique. De plus, le maintien d'une position idéale de travail va améliorer la vie professionnelle du praticien et aura des répercussions dans sa vie personnelle. De surcroît, le choix des aides optiques nécessite une connaissance accrue des différents systèmes optiques. En effet, la sélection d'un des systèmes grossissants n'est pas aisée sans documentation précise.

Mots clés :

- Microscope
- Loupes binoculaires
- systèmes optiques grossissants
- aides optiques

Jury:

Président :
Assesseur :

Madame la Professeure Dominique SEUX
Madame le Docteur Sarah CHAUTY
Monsieur le Docteur Bruno COMTE
Madame le Docteur Anaïs CHABANNE

Adresse de l'auteur :

MAYRAS Robin
83 route de Vals
07200 Ucel