

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – PAUL SABATIER  
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

---

ANNEE 2015

Thèse n° 2015-TOU3-3055

**THESE**

POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

**SENOUSSI Iskander**

Le 22 septembre 2015

---

**INTERETS DES AIDES OPTIQUES EN  
CHIRURGIE DENTAIRE : ANALYSE D'UN  
QUESTIONNAIRE**

---

**Directrice de thèse : Dr GURGEL-GEORGELIN Marie**

**JURY :**

|                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| Président :                 | Pr DIEMER Franck          |
| 1 <sup>er</sup> assesseur:  | Dr GURGEL-GEORGELIN Marie |
| 2 <sup>ème</sup> assesseur: | Dr VERGNES Jean-Noël      |
| 3 <sup>ème</sup> assesseur: | Dr DALICIEUX Thomas       |



◆◆◆  
**Faculté de Chirurgie Dentaire**



➔ **DIRECTION**

**DOYEN**

Mr Philippe POMAR

**ASSESEUR DU DOYEN**

Mme Sabine JONIOT

**CHARGÉS DE MISSION**

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN

**PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE**

Mme Anne-Marie GRIMOUD

**RESPONSABLE ADMINISTRATIF**

Mme Marie-Christine MORICE

➔ **HONORARIAT**

**DOYENS HONORAIRES**

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ **ÉMÉRITAT**

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ **PERSONNEL ENSEIGNANT**

**56.01 PÉDODONTIE**

***Chef de la sous-section :***

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

***Mr VAYSSE***

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mme DARIES, Mr MARTY

Mr DOMINÉ

**56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE**

***Chef de la sous-section :***

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Assistant Associé

Chargés d'Enseignement :

***Mr BARON***

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

Mr TOURÉ

Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

**56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE**

***Chef de la sous-section :***

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

***Mr HAMEL***

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Mlle BARON

Mr DURAND, Mr PARAYRE

**57.01 PARODONTOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** ***Mr BARTHET***

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL

Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

**57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION*****Chef de la sous-section :*** ***Mr CAMPAN***

Professeur d'Université : Mr DURAN

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

**57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)*****Chef de la sous-section :*** ***Mr KÉMOUN***

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE

Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

**58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE*****Chef de la sous-section :*** ***Mr GUIGNES***

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr ARCAUTE, Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

**58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)*****Chef de la sous-section :*** ***Mr CHAMPION***

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS

Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA

Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

**58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** ***Mme JONJOT***

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mme GARNIER, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mr ETIENNE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

-----

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.  
(Délibération en date du 12 Mai 1891).*

*Mise à jour au 1<sup>er</sup> Juillet 2015*

**Cette thèse est dédiée à Jérémie Ziouche**, mon « khuya » de la promotion. On aura passé de bien belles années ensemble, les quelques points communs qu'on partageait n'y étant sûrement pas pour rien.

Ton souvenir restera toujours auprès de moi.

À notre Président de Jury,

***Monsieur le professeur DIEMER Franck***

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Etude Approfondies en Education, Formation et Insertion Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier,

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté la présidence de ce jury.*

*Nous vous remercions de votre implication durant les stages cliniques ainsi que dans vos cours. Vous nous avez permis d'apprendre la rigueur et d'adopter le bon sens clinique.*

*Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect*

À notre jury de thèse,

***Madame le docteur GURGEL-GEORGELIN Marie***

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Doctorat d'Université – Université d'Auvergne-Clermont I,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- D.E.A. MASS Lyon III,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

*Nous sommes honorés que vous ayez accepté de diriger cette thèse.*

*Nous vous remercions pour l'implication et la sympathie dont vous avez fait preuve dans la direction de ce travail ainsi que dans l'enseignement que vous nous avez dispensé tout au long de notre cursus.*

*Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect et de notre estime.*

À notre jury de thèse,

***Monsieur le docteur VERGNES Jean-Noël***

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Epidémiologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Professeur associé, Oral Health and Society Division, Université McGill –Montréal, Québec – Canada,
- Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales,
- Master2 Recherche – Epidémiologie clinique,
- Diplôme d'Université de Recherche Clinique Odontologique,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de siéger dans ce jury de thèse.*

*Vous avez contribué à enrichir nos années d'études par votre sens pédagogique,*

*votre disponibilité et votre confiance.*

*Nous vous prions d'accepter nos considérations les plus distinguées.*

À notre Jury de thèse,

***Monsieur le docteur DALICIEUX Thomas***

- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- DU d' Endodontie (Toulouse)

*Nous sommes très honorés que vous ayez accepté de siéger dans de ce jury de thèse.*

*Vous m'avez guidé dans mon travail et m'avez accueilli chaleureusement  
dans votre cabinet pour y faire mes observations.*

*Nous vous prions de trouver ici toute notre gratitude et notre respect le plus profond.*

# TABLE DES MATIERES:

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCTION.....</b>                                      | <b>16</b> |
| <b>1. PHYSIOLOGIE ET PHYSIQUE DE L'OPTIQUE.....</b>           | <b>17</b> |
| 1.1. Quelques définitions d'optique.....                      | 17        |
| 1.2. Anatomie de l'oeil.....                                  | 18        |
| 1.3. Optique physiologique.....                               | 19        |
| 1.4. Optique géométrique.....                                 | 20        |
| 1.4.1. Les différents modèles et théories sur la lumière..... | 20        |
| 1.4.2. Rayon lumineux et propagation rectiligne.....          | 21        |
| 1.4.3. Milieu Isotropes Homogènes et Transparents.....        | 21        |
| <b>2. LES AIDES OPTIQUES.....</b>                             | <b>23</b> |
| 2.1. Apparition en médecine.....                              | 23        |
| 2.2. Apparition en chirurgie dentaire.....                    | 24        |
| 2.3. Les différentes aides optiques et leurs principes.....   | 25        |
| 2.3.1. Grossissement réel et commercial.....                  | 25        |
| 2.3.2. Lunettes loupes.....                                   | 26        |
| 2.3.3. Lunettes téléloupes.....                               | 26        |
| 2.3.3.1. Partie optique.....                                  | 27        |
| 2.3.3.1.1 Système de Galilée.....                             | 27        |
| 2.3.3.1.2. Système de Kepler.....                             | 27        |
| 2.3.3.2. Partie mécanique.....                                | 28        |
| 2.3.3.2.1. Support.....                                       | 28        |
| 2.3.3.2.1.1. Casque.....                                      | 28        |
| 2.3.3.2.1.2. Lunettes.....                                    | 29        |
| 2.3.3.2.1.2.1 Systèmes relevables à charnière.....            | 29        |
| 2.3.3.2.1.2.2. Système incorporés.....                        | 30        |
| 2.3.3.2.2. Eclairage.....                                     | 31        |
| 2.3.3.2.2.1. Source halogène.....                             | 31        |
| 2.3.3.2.2.1. Source LED.....                                  | 31        |
| 2.3.4. Les microscopes opératoires.....                       | 32        |
| 2.3.4.1. Les principes généraux.....                          | 32        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.3.4.1.1. Stéréoscopie de type Greenough.....  | 33        |
| 2.3.4.1.2. Stéréoscopie de type Galilée .....   | 33        |
| 2.3.4.2. Partie optique.....  | 33        |
| 2.3.4.2.1. L'objectif.....  | 34        |
| 2.3.4.2.2. La mise au point fine .....  | 34        |
| 2.3.4.2.3. Les prismes de grossissement.....  | 35        |
| 2.3.4.2.4. Tête binoculaire .....   | 36        |
| 2.3.4.3. La Partie mécanique .....  | 37        |
| 2.3.4.3.1. Le bras pantographique .....   | 37        |
| 2.3.4.3.2. Le statif.....   | 38        |
| 2.3.4.3.2.1. Statif de sol .....  | 38        |
| 2.3.4.3.2.2. Statif mural .....   | 38        |
| 2.3.4.3.2.3. Statif plafonnier .....  | 39        |
| 2.3.4.3.2.4. Statif colonne .....   | 39        |
| 2.3.4.4. L'éclairage .....  | 39        |
| 2.3.4.5. Accessoires .....  | 40        |
| 2.3.4.5.1. Diviseur optique .....   | 40        |
| 2.3.4.5.1.1 Oculaire de co-observation .....  | 41        |
| 2.3.4.5.1.2. Appareil photo ou vidéo et écran.....  | 41        |
| 2.3.4.5.2. Croix de visée .....   | 42        |
| 2.3.4.5.3. Filtres de couleurs.....   | 42        |
| 2.3.4.6. Hygiène et entretien .....   | 42        |
| 2.3.4.7. Organisation de travail .....  | 43        |
| <b>3. Intérêts des aides optiques : analyse d'un questionnaire.....</b>                   | <b>45</b> |
| 3.1 Introduction .....  | 45        |
| 3.1.1. Milieu .....   | 45        |
| 3.1.2. Matériel et méthodes.....  | 46        |
| 3.1.2.1. Population .....   | 46        |
| 3.1.2.2. Échantillon.....   | 46        |
| 3.1.2.2. Méthodologie.....  | 47        |
| 3.2 Le questionnaire : .....  | 48        |
| 3.3 Les résultats .....   | 54        |
| 3.3.1. Répartition des praticiens selon le type d'exercice .....                          | 54        |
| 3.3.2. Répartition des praticiens en fonction de leur possession de loupes .....          | 54        |
| 3.3.3. Répartition des praticiens en fonction de leur souhait d'acquérir des loupes ..... | 55        |
| 3.3.4. Répartition des praticiens ne souhaitant pas acquérir de loupes .....              | 55        |

|   |    |
|---|----|
| 3.3.5. Répartition des praticiens en fonction du grossissement de leurs loupes.....   | 56 |
| 3.3.6. Répartition des praticiens en fonction du support de leurs loupes.....   | 57 |
| 3.3.7. Répartition des praticiens en fonction de leur possession d'éclairage adjoint aux loupes.....  | 57 |
| 3.3.8. Répartition des praticiens en fonction de leur moyen de connaissance des loupes.....   | 58 |
| 3.3.9. Répartition des praticiens en fonction de leur motif d'intérêt pour les loupes.....  | 59 |
| 3.3.10. Répartition des praticiens en fonction de leur utilisation des loupes dans les différentes disciplines.....   | 59 |
| 3.3.11. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leurs loupes.....  | 60 |
| 3.3.12. Répartition des critères d'insatisfaction pour les loupes.....  | 61 |
| 3.3.13. Répartition des praticiens en fonction de leur possession de microscope opératoire.....   | 61 |
| 3.3.14. Répartition des praticiens en fonction de leur souhait d'acquérir un microscope opératoire.....   | 62 |
| 3.3.15. Répartition des microscopes opératoires de l'échantillon en fonction de leur fabricant.....   | 63 |
| 3.3.16. Répartition des praticiens en fonction de leur moyen de connaissance des microscopes opératoires.....   | 63 |
| 3.3.17. Répartition des praticiens en fonction de leur(s) motif(s) d'intérêt pour le microscope opératoire.....   | 64 |
| 3.3.18. Répartition des praticiens en fonction de leur utilisation du microscope dans les différentes disciplines.....  | 65 |
| 3.3.19. Comparaison de la répartition en pourcentage des utilisateurs d'aides optiques sur l'échantillon de possesseurs de l'aide optique donnée, dans les différentes disciplines..... | 66 |
| 3.3.20. Répartition des praticiens en fonction du type de support du microscope opératoire.....   | 66 |
| 3.3.21. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction du type de support du microscope opératoire.....  | 67 |
| 3.3.22. Répartition des praticiens en fonction de leur domaine d'insatisfaction pour le microscope opératoire.....  | 68 |
| 3.3.23. Comparaison de la quantité de critères d'insatisfaction par aide optique sur l'échantillon de possesseurs de l'aide optique donnée.....   | 68 |
| 3.3.24. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leur microscope opératoire.....  | 69 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.4 Discussion .....  | 70        |
| 3.4.1. Un échantillon majoritairement constitué de « polypraticiens ».....          | 70        |
| 3.4.2. Un grand nombre de possesseurs de loupes.....                                | 70        |
| 3.4.3. Un besoin en loupes exprimé par les praticiens .....                         | 71        |
| 3.4.4. Un besoin en loupes diminué par la possession de microscope opératoire ..... | 71        |
| 3.4.5. Des valeurs de grossissement standards.....                                  | 71        |
| 3.4.6. Les montures type lunettes préférées aux casques.....                        | 72        |
| 3.4.7. Les loupes connues après la formation initiale.....                          | 72        |
| 3.4.8. Loupes : des praticiens au service de la qualité de soin .....               | 72        |
| 3.4.9. Une utilité avérée dans de nombreuses disciplines .....                      | 73        |
| 3.4.10. Satisfaction des loupes .....   | 73        |
| 3.4.11. Les limites techniques des loupes .....                                     | 74        |
| 3.4.12. Un besoin en microscope opératoire non négligeable.....                     | 74        |
| 3.4.13. Les marques de microscopes opératoires des praticiens.....                  | 74        |
| 3.4.14. Le microscope opératoire connu après la formation initiale.....             | 75        |
| 3.4.15. Microscope : qualité de soin, ergonomie et nouvelles compétences .....      | 75        |
| 3.4.16. Une utilisation du microscope opératoire moins polyvalente .....            | 75        |
| 3.4.17. Satisfaction des types de support de microscope opératoire .....            | 76        |
| 3.4.18. Le microscope moins critiqué que les loupes .....                           | 76        |
| 3.4.19. Une satisfaction importante du microscope opératoire .....                  | 77        |
| <b>CONCLUSION.....</b>  | <b>78</b> |
| <b>TABLE DES FIGURES.....</b>   | <b>79</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>  | <b>80</b> |

# INTRODUCTION

La chirurgie dentaire est une spécialité médicale étudiant la physiologie, la pathologie et la thérapeutique des dents, ainsi que de leurs tissus de soutien. Il est à noter que les dents connaissent un développement embryonnaire complexe et d'origine mixte, source d'une association essentielle avec plusieurs autres tissus biologiques dont les trois principaux sont l'os, le desmodonte et la gencive. Les dents possèdent une vascularisation et une innervation propre, une anatomie externe et interne particulière et largement variable. Ces particularités ainsi que d'autres spécificités liées aux fonctions et pathologies associées ont entraîné l'apparition de plusieurs disciplines au sein de la chirurgie dentaire: l'endodontie, la prothèse, l'orthopédie-dento-faciale, l'occlusodontie, ou encore l'implantologie pour n'en citer que quelques-unes.

Par ailleurs, les dents comptent parmi les organes les plus petits du corps humain. A titre d'exemple la taille d'une chambre pulpaire minéralisée de molaire peut être de l'ordre du  $\text{mm}^3(1)$ , avec généralement 3 à 4 canaux à identifier et à instrumenter. Compte tenu de la petite taille du champ opératoire, et des difficultés d'accès visuel à celui-ci, le plateau technique mis à disposition n'a cessé d'évoluer pour apporter toujours plus de précision et de finesse à l'œil et à la main du praticien.

Les télé-loupes et les microscopes opératoires sont des outils d'aide optique bien connus aujourd'hui et dont l'usage se démocratise, notamment dans certaines disciplines comme l'endodontie, dont les sociétés savantes recommandent l'utilisation.

Dans cette thèse, nous nous intéresserons en premier lieu aux différentes aides optiques utilisables dans notre profession, après avoir établi les bases de l'optique physiologique et géométrique. Nous chercherons ensuite à faire un état des lieux de leur utilisation en France grâce à l'analyse d'un questionnaire, et enfin de connaître les avantages et inconvénients de tels équipements au cabinet dentaire, selon les utilisateurs.

# 1. PHYSIOLOGIE ET PHYSIQUE DE L'OPTIQUE

## 1.1. Quelques définitions d'optique

- **absorption** : constitue le phénomène par lequel un matériau non totalement transparent atténue toute onde électromagnétique le traversant.

- **accommodation** : c'est la capacité de l'œil à augmenter son pouvoir dioptrique de manière à donner l'image la plus nette possible d'un objet situé plus proche que son punctum remotum. (2)

- **diffraction** : modification des propriétés d'une onde lorsqu'on limite sa propagation par un obstacle (fente étroite par exemple).

- **dioptre** : c'est l'ensemble de deux milieux transparents, homogènes et isotropes, d'indices différents et séparés par une surface parfaitement lisse. (3)

- **distance focale image** : la distance en mètres entre le plan principal image et le foyer image. Cette distance caractérise le système optique de l'œil et peut varier grâce à l'accommodation du cristallin afin que l'image se forme toujours sur la rétine (car la distance à cette dernière ne varie pas).

- **lentille convergente** : transforme un ensemble de rayons parallèles en un ensemble de rayons convergeant en un point situé après la lentille.

- **lentille divergente** : transforme un ensemble de rayons parallèles en un ensemble de rayons divergents depuis un point situé avant la lentille. (4)

- **objectif** : c'est un système optique constitué d'un ensemble de lentilles optiques simples ou composées (doublets ou triplets) en verre minéral ou organique qui forment une succession de dioptries sphériques, asphériques ou plans qui caractérise le premier élément de l'instrument d'optique qui reçoit les rayons lumineux émanant de l'« objet ».

- **oculaire** : nom donné au dernier élément des instruments d'optique qui transforme une image intermédiaire formée par un objectif, en une image virtuelle agrandie et nette observable à l'œil.

- **punctum proximum**: c'est le point à partir duquel un objet ne peut plus être vu nettement malgré une accommodation maximale du cristallin. Cette distance varie individuellement et augmente avec l'âge.

- **punctum remotum** : c'est le point à partir duquel un objet peut-être vu nettement sans accommodation, on confond alors celui-ci avec l'infini.

- **réflexion**: c'est la capacité que possède une surface lisse à réfléchir une partie des rayons lumineux avec un angle égal à l'angle d'incidence. (5)

- **réfraction** : c'est la capacité que possède un milieu matériel isotrope homogène et transparent à dévier le trajet des rayons lumineux.

## 1.2. Anatomie de l'oeil

L'œil est l'organe de la vision. Implanté dans les fosses orbitaires du massif facial, le globe oculaire communique avec l'endocrâne au travers de nerfs crâniens.

C'est un organe globalement sphérique d'un diamètre moyen de 24mm.

Le globe oculaire est composé de trois tuniques :

- il est délimité en dehors par une tunique fibreuse composée de deux parties sphériques dont les diamètres sont différents. La partie antérieure, transparente, recouvre l'œil. C'est la cornée. La partie postérieure est opaque et son rayon est plus grand : c'est la sclère ou sclérotique.

- la tunique médiane est désignée sous le terme d'uvée. C'est une tunique vasculaire double : la choroïde est postérieure et la partie antérieure comporte le corps ciliaire et l'iris. En avant de l'iris on trouve l'humeur aqueuse, et en arrière le cristallin.

- la tunique interne (ou rétine) joue un rôle essentiel dans la vision car elle contient les cellules qui réagissent à la lumière.

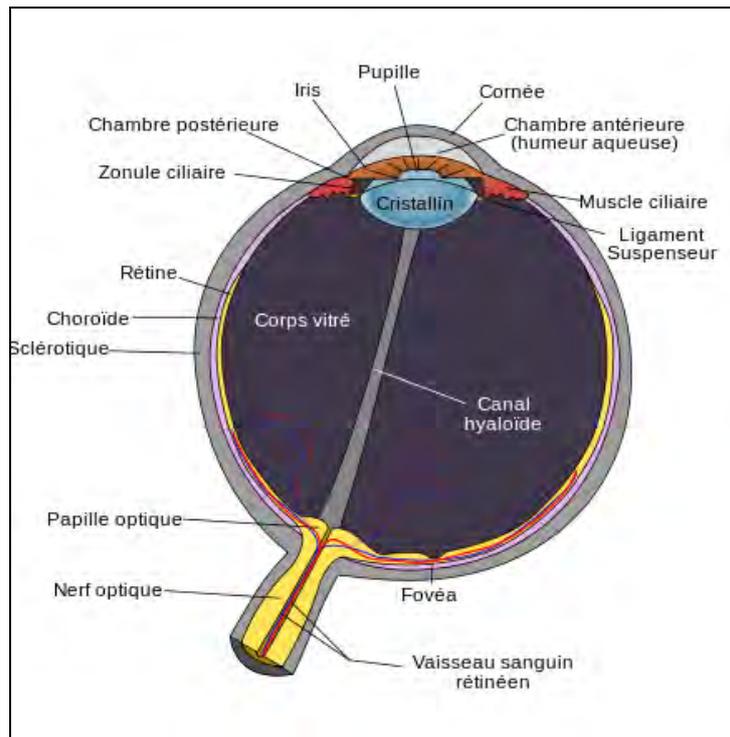


Figure 1 : Schéma anatomique de l'œil humain (6)

La rétine tapisse le fond de l'œil à partir de l'orifice pupillaire. Seule la partie située en arrière du bord ciliaire est fonctionnelle, c'est à dire capable de transformer un stimulus lumineux en une impulsion nerveuse. On objective :

La **papille** ou tache aveugle correspond au point où le nerf optique quitte le globe oculaire. A l'observation, elle forme un petit disque blanchâtre de 1,5 mm de diamètre dans lequel on peut remarquer le passage de l'artère centrale et de la veine centrale.

La **macula** située à 4 mm en dehors de la papille. De couleur jaunâtre, légèrement en bourrelet, elle a une forme elliptique. En son centre, on remarque une dépression: la **fovéa**. Au centre de la fovéa se trouve une partie plus amincie encore : la **fovéola** .

### 1.3. Optique physiologique

La vision est le phénomène par lequel l'être vivant intègre les informations venues du système visuel pour répondre à ses besoins. (7)

L'œil a pour rôle de capter les rayons lumineux, de les focaliser et enfin de projeter l'image sur la rétine qu'il renferme.

Les milieux franchis par la lumière, avant d'atteindre la rétine, sont dans l'ordre : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le vitré. Ainsi sont traversés un certain nombre de dioptries. On peut énumérer d'avant en arrière: le dioptre cornéen antérieur, la face antérieure de la cornée et les dioptries cristalliniens antérieur et postérieur. L'œil est donc assimilable à une lentille convergente située à une distance fixe d'un écran (rétine) mais dont la distance focale peut varier par le jeu de l'accommodation. Cette dernière est rendue possible par l'action des muscles du corps ciliaire qui vont modifier l'épaisseur du cristallin en se contractant, et par là même la distance focale dont nous parlions précédemment. (8)

Une fois qu'elle a traversé cette succession d'interfaces, la lumière focalisée arrive au niveau de la macula. En son centre, la fovéa qui est une zone extrêmement riche en photorécepteurs, va traiter la grande majorité de l'information visuelle, c'est la zone d'acuité maximale de l'œil. Le reste de la rétine participe à la vision périphérique ou nocturne.

## 1.4. Optique géométrique

L'optique est la science de la lumière. L'optique géométrique étudie la propagation de la lumière et la formation des images en utilisant la notion de rayons lumineux et les lois empiriques de propagation rectiligne, de réflexion et de réfraction. (9)

### 1.4.1. Les différents modèles et théories sur la lumière

La conception mécaniste Newtonnienne du 17<sup>ème</sup> siècle suppose que la lumière est constituée de particules très légères et de très grande vitesse. C'est le modèle corpusculaire de la lumière. L'idée que la lumière est ondulatoire apparaît plus tard, suite aux travaux de Maxwell et aux expérimentations de Hertz, la lumière est reconnue comme une onde possédant un champ électrique et un champ magnétique, appartenant donc au spectre des ondes électromagnétiques avec des longueurs d'ondes (pour le domaine visible) comprises approximativement entre 400 et 800nm.

Au 20ème siècle, les travaux de Planck, Einstein et Bohr entre autres, ont supposé l'existence de *quanta*, appelés plus tard *photons* : la lumière n'est pas un écoulement continu, mais un flux d'un nombre très important de photons. On dit que la lumière est quantifiée. Actuellement on admet la dualité onde-corpuscule de la lumière. Ces deux théories ne sont pas contradictoires, elles sont complémentaires (9).

#### 1.4.2. Rayon lumineux et propagation rectiligne

La notion de base de l'optique géométrique est le rayon lumineux. C'est la ligne suivant laquelle l'énergie lumineuse se propage. C'est une abstraction géométrique plus qu'une réalité physique de par la diffraction importante que subit le rayon lumineux en dessous d'une certaine valeur de confinement.

Pour faciliter les travaux en optique géométrique, on considère qu'un rayon lumineux de source ponctuelle adopte un trajet rectiligne.

De plus, quand un objet de taille finie se trouve à « l'infini », les rayons lumineux qui parviennent au système optique sont considérés comme parallèles. (10)

#### 1.4.3. Milieu Isotropes Homogènes et Transparents

L'optique géométrique étudie particulièrement l'interaction de la lumière avec les Milieux Isotropes Homogènes et Transparents (MIHT). Les dioptries de l'oeil sont considérés comme des MIHT, au même titre que les lentilles et oculaires présents dans un microscope optique.

Lorsqu'un rayon lumineux atteint un milieu matériel, on décrit les phénomènes de réfraction et d'absorption:

- la lumière peut-être déviée dans le milieu qu'elle traverse par le phénomène de **réfraction**. L'angle formé entre l'axe du rayon réfracté et l'axe du rayon incident est conditionnée par la ou les longueurs d'onde du rayon incident, et l'indice de réfraction du MIHT. Ce dernier permet donc de caractériser la réfringence du milieu.

Pour exemple celui de l'air est de 1,000293 et celui du diamant est de 2,4175, à une longueur d'onde donnée. La famille des verres comporte autant d'indices qu'il existe de verres différents, mais ils sont globalement compris entre 1,4 et 1,6. (11)

- l'intensité lumineuse décroît lors de la propagation de la lumière dans le MIHT par le phénomène d'**absorption**. La décroissance suit en général une fonction exponentielle de la distance parcourue et dépend également de la longueur d'onde. L'énergie alors absorbée est convertie en chaleur par *effet Joule*. Cette notion est primordiale car le passage par les différents MIHT d'un microscope diminuera la quantité de lumière finale formant l'image virtuelle au niveau de l'oculaire, et échauffera le microscope. L'éclairage de l'objet et la ventilation du système optique devra donc tenir compte de ce paramètre.

Il faut noter également qu'une partie de la lumière est perdue à chaque passage de dioptre par le phénomène de réflexion.

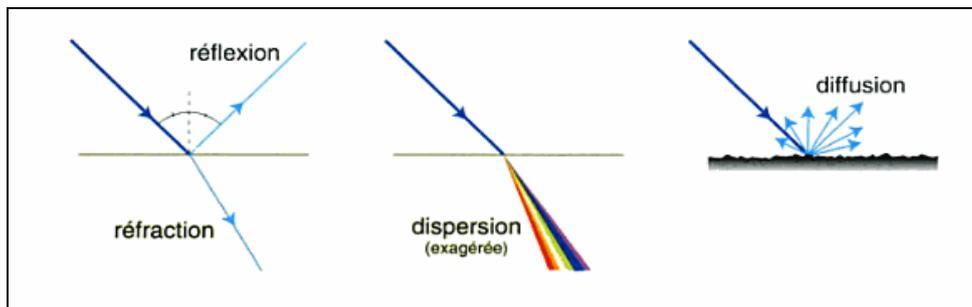


Figure 2 : Schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière

## 2. LES AIDES OPTIQUES

### 2.1. Apparition en médecine (12)

En 1922, la microchirurgie connut ses débuts grâce à Carl Nylén de l'Université de Stockholm qui utilisa un microscope monoculaire de faible grossissement pour la chirurgie de l'oreille. (13)

Néanmoins, durant les 30 années suivantes, le travail de pionnier de Nylén fut peu exploité. Pendant cette période, les loupes binoculaires ou montés sur des lunettes furent utilisées pour diverses interventions chirurgicales. Des grossissements de seulement 2x ou 3x étaient alors disponibles car tout grossissement supérieur diminuait la distance de travail à un niveau inconfortable de moins de 8 centimètres.

En 1953, la Société Carl Zeiss d'Allemagne de l'Ouest commercialisa le premier microscope opératoire binoculaire. Ce microscope et les instruments de microchirurgie qui ont été développés avec lui ont permis le développement de la chirurgie otologique moderne dans les années 1950.

Les chirurgiens otologiques utilisaient des grossissements de 6x à 10x, ce qui s'est avéré confortable pour travailler sur le tympan (les dimensions de la membrane du tympan, 9,5 x 9,5mm, sont assez semblables à celles d'une dent,).

En 1962, Geza J. Jako utilisa le microscope opératoire dans des procédures orales, et notamment la microchirurgie endoscopique du larynx, la chirurgie du canal parotidien et celle du carcinome de la langue. (14)

## 2.2. Apparition en chirurgie dentaire

En chirurgie dentaire, J. BOUSSENS et J. P. DUCAMIN de l'Université de Bordeaux II posèrent en 1960 les bases d'une utilisation en clinique odontologique du microscope opératoire. (15)

En 1978, le Dr Apotheker et le Dr Jako introduisirent le concept de *grossissement extrême*, sous la forme d'un microscope opératoire en chirurgie dentaire. Ils postulèrent que les améliorations considérables de l'acuité visuelle, rendues possible grâce à l'utilisation du microscope opératoire, serait bénéfique en endodontie.

En 1981, le premier microscope opératoire à visée dentaire, nommé *Dentiscope* fut introduit par Chayes-Virginia Incorporation (Evansville, IN) mais il était mal configuré et peu ergonomique.

À la fin des années 1980, l'endodontiste Gary Carr conclu que l'incroyable grossissement et l'éclairage rendus possibles par le microscope pourraient être bénéfique pour les endodontistes et il a commencé à promouvoir son utilisation comme une pièce essentielle de l'arsenal thérapeutique dans l'amélioration des résultats de chirurgies apicales endodontiques. (16)

En 1986, Howard S Selden publia un article sur l'utilisation du microscope dans le traitement conventionnel d'une dent, et non plus uniquement dans les thérapeutiques chirurgicales.

En 1995, l'AAE (American Association of Endodontists) recommanda à la commission d'accréditation de l'ADA (American Dental Association) que l'utilisation du microscope opératoire soit au programme de la formation initiale des endodontistes. Ce pré-requis pour l'accréditation des programmes de spécialité en endodontie fût appliqué en Janvier 1997. (17)

## 2.3. Les différentes aides optiques et leurs principes

Comme nous l'avons vu précédemment, les dimensions correspondant à la zone de travail pour les chirurgiens-dentistes approchent 1 centimètre carré. Pour mieux discerner les détails, on rapproche nos yeux jusqu'au punctum proximum. Mais même à cette distance minimale d'environ 25cm, le pouvoir séparateur de l'œil ne suffit pas à discriminer assez finement les différents éléments contenus dans le champ opératoire.

Des instruments optiques permettent d'augmenter le diamètre apparent de l'objet observé, et donc d'augmenter artificiellement le pouvoir séparateur, comme si l'objet était vu avec un angle très important : c'est le cas des loupes et du microscope.

### 2.3.1. Grossissement réel et commercial

Le grossissement de référence est le grossissement commercial  $G_c$ , il est obtenu par une formule mathématique arbitraire prenant uniquement en compte la puissance  $P$  de la loupe en dioptries :

$$G_c = (P/4)+1$$

Le grossissement réel  $G_r$  est le quotient du diamètre apparent  $\emptyset'$  de l'image à travers l'instrument, sur le diamètre apparent  $\emptyset$  de l'objet tel qu'il le percevrait à l'œil nu à même distance, selon la formule suivante :

$$G_r = \emptyset' / \emptyset$$

D'autre part, Le grossissement réel de la loupe dépend de plusieurs facteurs optiques :

- la puissance de la loupe
- la conception de la loupe
- la distance entre la loupe et le texte
- la distance entre les yeux de l'utilisateur et la loupe

### 2.3.2. Lunettes loupes

Les loupes classiques sont des systèmes optiques grossissant très simples, elles sont constituées d'une seule lentille convergente, et d'une monture.



Figure 3: Loupes à monture type lunettes (18)

La distance focale peu élevée des loupes ne fournit que des grossissements assez limités, et procure une distance de travail non conforme aux exigences ergonomiques. Afin de disposer d'une distance de travail convenable, on adjoint aux loupes des télescopes, ce qui a donné naissance aux téléloupes. (15)

### 2.3.3. Lunettes téléloupes

Également appelées lunettes télescopiques, ces loupes sont conçues avec des systèmes de Galilée ou de Kepler.

### 2.3.3.1. Partie optique

#### 2.3.3.1.1 Système de Galilée (19)

Ce sont les systèmes les plus simples, elles sont constituées d'un doublet de lentilles minces : la lentille côté objet est convexe et donc convergente, et celle côté observateur est concave et donc divergente.

Elles permettent un grossissement assez faible ( $\times 2$ ) et le champ de vision obtenu subit un fort rétrécissement. Leur défaut réside dans leur astigmatisme : les rayons ne sont pas diffractés avec le même angle et se coupent en une zone et non en un point, l'image ne sera pas parfaitement relayée et comportera alors des aberrations géométriques et chromatiques. De plus elles ne sont utilisables de façon binoculaire que pour de faibles grossissements.

A noter que le grossissement commercial est inversement proportionnel à la distance de travail dans ce système.

#### 2.3.3.1.2. Système de Kepler (19)

Une lunette de Kepler simplifiée comprend deux lentilles convergentes, et peut-être munie d'un diaphragme ce qui permet de supprimer les rayons périphériques déformés. À la différence de la lunette de Galilée, elle donne une image instrumentale qui est perçue renversée par l'observateur. L'utilisation comme téléloupe nécessite donc un redresseur, et comme la longueur de l'instrument doit être réduite, c'est un système de prisme compact qui est choisi. Cela permet une vision stéréoscopique de grossissements compris entre  $\times 3,2$  et  $\times 8$  à des distances de travail de 190 mm à 350 mm. (15)

### 2.3.3.2. Partie mécanique

#### 2.3.3.2.1. Support

Puisque les mains du praticien doivent être libérées, les loupes vont être supportées par la tête afin qu'elles suivent son regard. Deux types de support sont communément retrouvés :

##### 2.3.3.2.1.1. Casque

Les supports casques à appui crânien sont plus encombrants mais ont l'avantage de mieux répartir le poids du système optique et d'accessoires comme l'éclairage.



Figure 4: Téléloupes à monture type casque (20)

### 2.3.3.2.1.2. Lunettes

Support à appui auriculaire et nasal, à l'instar des montures de lunettes classiques. Elles ont l'avantage d'être peu encombrantes, et légères si elles ne sont pas équipées d'accessoires.



Figure 5: Téléloupes à monture type lunettes (21)

Plusieurs systèmes de fixation du système optique peuvent être utilisés :

#### 2.3.3.2.1.2.1 Systèmes relevables à charnière

Les verres de protection sont classiques, le système optique est fixé sur la monture au niveau de l'appui nasal. Ils sont qualifiés par les anglo-saxons de systèmes « flip-up », le partie optique pouvant être relevée grâce à une ou plusieurs charnières, permettant ainsi une vision à l'œil nu sans déposer la monture.

La dissociation entre les deux parties du système permet le changement de la partie optique (changement de grossissement par exemple) ou le changement des verres (évolution de la correction par exemple) indépendamment du reste de l'instrument.

Grâce aux charnières le positionnement des optiques est réglable par l'utilisateur, en fonction des modèles. Cependant ces réglages doivent être vérifiés régulièrement pour éviter un mésusage.

La partie mécanique alourdit le dispositif, et peut rendre inconfortable le système au niveau du nez, surtout si un éclairage y est adjoint.

Un exemple de ce type de conception peut être visible sur la Figure 4

#### 2.3.3.2.1.2.2. Système incorporés

Également appelée TTL (Through The Lens). Le système optique traverse le verre de protection des lunettes, d'où leur appellation anglo-saxonne. Les différents paramètres seront choisis lors de la conception du système :

- hauteur du système
- inclinaison du système
- distance oculaire-œil
- convergence du système
- écart inter-pupillaire.

Ces paramètres ne seront dès lors pas réglables par l'utilisateur. Il n'y aura donc pas de dérèglement au cours du temps, mais cela empêche son utilisation par d'autres personnes.

A noter que le verre de protection peut-être correcteur de vision, ce qui est un avantage en soi mais peut devenir un inconvénient en cas d'évolution du déficit de vision, car il faudra alors changer l'aide optique ou du moins la faire modifier.

Enfin, dans ce système la distance oculaire-œil est minimisée ce qui augmente notablement le champ de vision.

Un exemple de ce type de conception peut être visible sur la Figure 5.

### 2.3.3.2.2. Eclairage

Comme nous l'avons vu précédemment, le phénomène d'absorption de la lumière par le système optique peut nécessiter l'ajout d'une source de lumière. Afin de bénéficier d'un éclairage sur le site observé, certains systèmes se munissent d'une source halogène ou LED fixée sur la monture. Le but étant de confondre au maximum l'axe optique et le faisceau lumineux.

#### 2.3.3.2.2.1. Source halogène (22)

Elle est obtenue par la dissociation d'un composé gazeux de tungstène et d'halogène (iode ou brome) à la surface du filament. Le spectre d'émission de cette réaction se situe essentiellement dans le domaine visible, et comporte donc un rayonnement infrarouge diminué. Ainsi dotées d'un rendement énergétique supérieur aux ampoules à incandescence classiques, les lampes halogènes ont été particulièrement utilisées en tant qu'éclairage d'appoint des aides optiques. Cependant de nouvelles technologies moins gourmandes en énergie ouvrent des possibilités concernant l'autonomie en alimentation électrique.

#### 2.3.3.2.2.1. Source LED

Une LED (Light Emitting Diode) est une diode électroluminescente qui émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant continu. La lumière provient d'un rayonnement électromagnétique causé par la recombinaison d'un électron avec un trou dans un semi-conducteur. Le rendement lumineux des LED blanches de dernière génération est supérieur à celui des lampes à incandescence (comprenant les lampes halogènes) mais aussi à celui des lampes fluocompactes ou encore de certains modèles de lampes à décharge. Le spectre de la lumière émise est presque intégralement contenu dans le domaine du visible (les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nm et 700 nm). Contrairement aux lampes à incandescence et aux lampes à décharge, les diodes électroluminescentes n'émettent quasiment pas d'infrarouge. Pour toutes ces raisons, la source LED est une technologie d'avenir pour l'éclairage coaxiale des téléloupes, mais aussi des microscopes.

### 2.3.4. Les microscopes opératoires

#### 2.3.4.1. Les principes généraux

Le microscope opératoire en chirurgie dentaire est constitué d'une partie optique, d'une partie mécanique comportant le bras et le statif, et d'une source lumineuse.



Figure 6: Microscope opératoire avec bras et statif (23)

La partie optique comporte un objectif qui produit une image réelle et renversée (image intermédiaire) et réalise le grossissement. Par la suite les deux oculaires fournissent chacun une image virtuelle encore grossie et renversée. Cela signifie que l'image finale est redressée, est qu'elle est observable à l'œil puisque l'image se forme avant le dioptre externe de l'oculaire.

Les microscopes opératoires, ou stéréomicroscopes, sont basés sur la stéréoscopie: c'est à dire qu'ils fournissent une image à chaque œil à l'aide de la tête binoculaire, puis le cerveau les assemble afin d'en obtenir une seule. Ce mécanisme de "fusion binoculaire" procure une perception de relief.

La stéréomicroscopie peut être obtenue de deux façons:

#### 2.3.4.1.1. Stéréomicroscopie de type Greenough

La stéréomicroscopie de type Greenough : deux microscopes sont disposés côte à côte, inclinés de telle sorte que les deux objectifs convergent sur l'objet.

#### 2.3.4.1.2. Stéréomicroscopie de type Galilée

La stéréo microscopie de type Galiléen : Fondée sur l'association d'un microscope et d'un système optique binoculaire, les images observées œil par œil sont redressées par un assemblage de prismes entre l'objectif et les oculaires afin de les positionner en un axe de vision parallèle. L'avantage de ce système est qu'il procure une image à l'infini avec perception de relief, sans nécessité de convergence donc sans fatigue oculaire excessive. C'est ce système qui est utilisé exclusivement en odontologie aujourd'hui.

#### 2.3.4.2. Partie optique

L'image qui parvient à nos yeux est passé successivement par l'objectif, différents jeux de prismes de grossissement, et enfin les oculaires. Nous allons détailler ces différentes parties, dans le sens du trajet de la lumière:

### 2.3.4.2.1. L'objectif

Les objectifs sont facilement interchangeables à l'aide d'une vis de serrage. Leur choix est important car il conditionne la distance de travail de l'opérateur.



Figure 7: Objectif de Microscope opératoire de focale 200mm

Les longueurs focales des objectifs s'étendent de 100 à 400 mm, avec des gradations tous les 25 mm. Néanmoins les longueurs focales les plus couramment retrouvées sont 200, 250, 300 mm. A noter que plus la longueur focale augmente, moins le grossissement réalisé par l'objectif sera important.

La distance de travail "opérateur-champ opératoire" n'est cependant pas assimilable à la distance focale objet du microscope, puisque la distance "objectif-oculaire" du microscope sera également à prendre en compte. Pour choisir l'objectif adapté à son exercice, il sera donc judicieux de demander les distances de travail pour chaque focale au distributeur, et si possible d'essayer différents objectifs avant de valider son choix.

### 2.3.4.2.2. La mise au point fine

La mise au point se fait bien entendu grâce au positionnement du microscope par rapport au champ opératoire, mais une mise au point fine est possible pour éviter d'avoir à mobiliser le microscope. Elle se réalise par une molette située sur l'objectif ou de préférence sur le corps du microscope car elle évite le passage de la main dans le champ de vision du microscope.



Figure 8: Molette de mise au point fine sur Microscope OPMI de Zeiss®

#### 2.3.4.2.3. Les prismes de grossissement

Après le passage par l'objectif, la lumière arrive au niveau des prismes. Ces prismes vont, comme l'objectif et les oculaires, réaliser une part du grossissement du microscope. Deux solutions sont alors possibles:

- Les prismes sont montés sur une tourelle qui présente intrinsèquement 3 niveaux ( x8 x10 x16 ) ou 5 niveaux ( x3.5 x8 x10 x16 x24 ) de grossissement, auxquels on accède par l'intermédiaire d'une molette crantée sur le corps du microscope.

Il faut prendre en compte que le changement manuel de prisme au moyen de cette molette occasionne parfois une perte de la mise au point et du cadrage de l'image.

- Le variateur de grossissement motorisé, ou "zoom électrique", le système optique est monté sur un axe vertical, ce qui permet de faire varier le grossissement sans effet de pallier.

#### 2.3.4.2.4. Tête binoculaire

Comme son nom l'indique, la tête binoculaire est composée de deux oculaires. Elle est reliée au corps du microscope par des charnières articulées conférant un ou plusieurs degrés de liberté selon la complexité du système.

La tête binoculaire présente une angulation entre l'axe optique d'entrée (dans le sens du parcours de la lumière), et l'axe optique de sortie. Ce dernier définit l'axe de déclinaison du regard de l'opérateur. La plupart des microscopes intègre une tête binoculaire à angle d'inclinaison variable, avec une large plage d'angulations. D'un point de vue ergonomique, pour une personne travaillant sous microscope opératoire, la tête est idéalement droite (flexion des cervicales de  $0^{\circ}$  à  $5^{\circ}$ ) l'angle de déclinaison du regard, au repos, est de  $15^{\circ}$  vers le bas par rapport à l'axe horizontal, il peut être plus important mais ne permet une observation optimale que jusqu'à  $30^{\circ}$  comme le montre la figure 9, au-delà une fatigue oculaire peut apparaître. Il faudra donc anguler la tête binoculaire de manière à se rapprocher de ces valeurs de repos musculaire et oculaire.

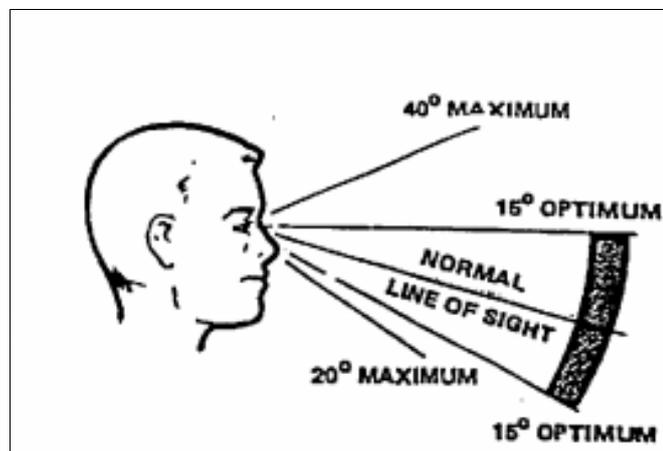


Figure 9: Schéma du champ de vision vertical humain (24)

Les oculaires sont des lentilles convergentes. Ils peuvent présenter des puissances de -8 à 8 dioptries, et permettent donc de corriger certains troubles de la vision. Cependant seuls les problèmes de convergence de l'oeil seront pris en charge, ainsi une correction d'astigmatisme (anomalie de courbure de la cornée) par les oculaires ne sera pas possible.

- Le grossissement qu'ils réalisent peut être de x10, x12,5, x16 ou x20, les deux premiers étant les plus utilisés. Attention car plus le grossissement sera important, plus le champ de vision sera étroit.

- Leur distance focale est de 100 à 125 mm.

- La distance inter-oculaire est réglée manuellement ou par une molette graduée, dans le deuxième cas cela permet de noter et retrouver la valeur de distance inter-oculaire de confort, en cas de dérèglement accidentel.

- Une bonnette rétractable en caoutchouc fixée sur l'oculaire permet une observation plus aisée avec des lunettes correctrices ou de protection. (15)

### 2.3.4.3. La Partie mécanique

La partie mécanique a pour but de supporter le microscope, et de permettre aisément sa mise en place et son retrait de la zone de travail. Elle est constituée d'un statif qui est l'ancrage du microscope, et d'un bras pantographique qui fait le lien entre les deux.

#### 2.3.4.3.1. Le bras pantographique

Fixé sur le microscope et sur le statif, c'est l'élément qui confèrera tous les degrés de libertés du microscope, mais permettra de le rendre complètement immobile lors de l'acte opératoire.

Il est constitué d'un premier bras rotatif au niveau du statif, qui est articulé à un deuxième bras en ciseau, lui-même fixé au microscope opératoire.

Les freins contenus au niveau de chaque articulation du bras devront être réglés précisément en fonction du poids du microscope opératoire ainsi que des divers accessoires qui peuvent y avoir été adjoints. Aujourd'hui des freins électromagnétiques permettent par un simple relâchement du bouton, de verrouiller les différentes articulations du bras, afin d'éviter une perte du cadrage de l'image lors de l'acte opératoire.

C'est un élément très important dans le choix d'un microscope opératoire car un bras pantographique de mauvaise qualité ou mal réglé pourra décourager et finir par désintéresser le praticien de cet outil.

#### 2.3.4.3.2. Le statif

Le statif peut avoir différents supports:

##### 2.3.4.3.2.1. Statif de sol

Il s'agit d'un pied, faisant contrepoids, porté par plusieurs roulettes qui permettront son déplacement dans une autre salle de soins du cabinet par exemple.

Son installation aisée et sa mobilité sont des avantages, cependant le microscope opératoire est assez fragile et certaines pièces optiques ou mécaniques peuvent être endommagées par des déplacements répétés. D'autre part, les vibrations du sol ou les mouvements du pied mobile peuvent engendrer une perte de l'image ou tout du moins une perturbation de la vision du champ opératoire. Enfin le pied peut s'avérer encombrant selon l'agencement et la surface de la salle de soins.

Il existe également des pieds fixés au sol, qui ont l'avantage de supprimer les problèmes d'observation liés aux mouvements involontaires du pied mobile, par contre l'avantage de la mobilité est perdu.

##### 2.3.4.3.2.2. Statif mural

Le statif est fixé à un mur positionné assez proche de la zone de travail. Il faudra alors prendre en compte que la circulation et l'accès aux instruments/matériels seront rendus difficiles voire impossibles du côté où le bras pantographique sera tendu.

#### 2.3.4.3.2.3. Statif plafonnier

Cette solution ancre le statif au niveau du plafond de la salle de soin. Il impose une hauteur sous plafond limitée, mais à l'avantage de ne pas encombrer la place au sol, ni d'empêcher la circulation d'un côté comme dans le cas d'un statif mural.

#### 2.3.4.3.2.4. Statif colonne

Une colonne centrale permet de regrouper divers éléments: radio, scialytique, écran, unit, et donc microscope opératoire. Cependant leur nombre sur la colonne est limité par l'encombrement des bras dans la zone de travail, et qui peuvent gêner le déplacement de l'un par rapport à l'autre.



Figure 10: Différents supports pour microscopes opératoires (25)

*De gauche à droite sur la figure 7 : pied mobile, support plafonnier, support mural, et pied fixe.*

#### 2.3.4.4. L'éclairage

L'éclairage est de type coaxial à la visée ce qui signifie que la lumière est focalisée et répartie entre les oculaires afin que le praticien puisse voir à l'intérieur du site avec une absence totale d'ombre et d'éblouissement. Cet avantage est rendu possible grâce aux optiques galiléennes qui focalisent à l'infini et envoient des faisceaux parallèles à chaque œil. La lumière est concentrée à travers une suite de prismes et traverse l'objectif pour illuminer le site opératoire. Elle se réfléchit ensuite pour traverser l'objectif, les lentilles de grossissement, et sort divisée en deux faisceaux lumineux au niveau des oculaires.

Deux sortes de sources lumineuses sont utilisées actuellement :

- une ampoule halogène au xénon refroidie par un ventilateur. La lumière procurée par celle-ci est brillante et élève la température sur le site opératoire.

- une ampoule halogène à quartz, où la lumière est transmise par un système de fibres optiques. Le câblage par fibre optique absorbe la lumière et tend à diminuer l'intensité du faisceau mais l'intensité lumineuse initiale peut être plus puissante que pour une ampoule halogène au xénon.

La source LED semble encore peu utilisée par les constructeurs, ce qui est en partie dû au recul encore insuffisant dont ils disposent. Certains utilisateurs rapportent une « couleur » trop froide de l'éclairage, et lui préfèrent donc d'autres sources de lumière.

Comme nous l'avons vu précédemment dans le paragraphe 1.4.3, le passage par les différents dioptries diminue la quantité de lumière finale par le phénomène d'absorption et de réflexion. Un éclairage plus important sera donc nécessaire à plus fort grossissement. Un obturateur, ou diaphragme, permet de faire varier l'intensité lumineuse selon le besoin, sans en faire varier la longueur d'onde et donc la couleur de la lumière fournie, comme le ferait un variateur de voltage. (15)

#### 2.3.4.5. Accessoires

##### 2.3.4.5.1. Diviseur optique

Un diviseur optique permet de séparer le faisceau lumineux en deux, et donc de doubler les sorties optiques. Les systèmes à prisme réduisent l'intensité lumineuse de façon non négligeable, l'éclairage devra donc être ajusté. Il existe également des diviseurs optiques virtuels qui ont l'avantage de moins réduire l'intensité lumineuse.

On obtient donc une sortie optique classique pour l'opérateur, et une sortie disponible pour une autre utilisation : un oculaire de co-observation ou bien un appareil photographique ou caméra.



Figure 11 : Diviseur optique à prisme

#### 2.3.4.5.1.1 Oculaire de co-observation

Un oculaire d'observation auxiliaire peut être adjoint, et permettre à l'assistante de suivre l'avancement de l'acte opératoire. Par contre cela implique des changements fréquents de son champ de vision, ce qui peut la rendre moins disponible pour fournir l'instrumentation au praticien.

#### 2.3.4.5.1.2. Appareil numérique et écran

On pourra fixer sur la sortie du diviseur optique un appareil photographique ou une caméra, afin que l'assistante mais également le patient puisse voir des images du soin grâce à un écran. A noter qu'une caméra vidéo peut être directement intégrée au système optique du microscope, permettant de réduire de manière moins importante l'intensité lumineuse.



Figure 12: Microscope opératoire avec acquisition d'image par caméra intégrée(26)

#### 2.3.4.5.2. Croix de visée

Une croix de visée peut-être fixée au niveau d'un oculaire, dans le but de centrer l'image d'un appareil photo ou d'une caméra.

#### 2.3.4.5.3. Filtres de couleurs

Des filtres de couleur peuvent être interposés entre la source d'éclairage et la cible.

- Un filtre orange évitera le durcissement précoce des résines photopolymérisables.
- Un filtre vert permet d'augmenter le contraste des structures vasculaires. Cependant cet apport n'aura que peu d'intérêt en Chirurgie Dentaire.



Figure 13: Filtre orange de microscope opératoire

#### 2.3.4.6. Hygiène et entretien

Chaque outil ou instrumentation mis à disposition des praticiens doit répondre au principe d'asepsie, or le microscope opératoire est un outil complexe et de grande taille présentant de nombreuses surfaces difficiles à nettoyer, ainsi que des surfaces très sensibles qui nécessitent une attention toute particulière.

Malgré une ventilation efficace, l'atmosphère du cabinet est remplie de poussières et d'aérosols. Ces résidus vont se déposer, à l'instar de toutes les surfaces en présence, sur le microscope opératoire. Plusieurs possibilités existent pour s'en débarrasser et permettre une désinfection de ces surfaces:

- Entourer la majeure partie du microscope dans des sacs en plastique. Certains fabricants proposent des housses jetables conçues sur-mesure.
- Utiliser des lingettes désinfectantes

Les poignées de préhension du microscope peuvent être recouvertes de "sur-poignées" amovibles et stérilisables, ou jetables. Il en va de même pour les molettes de réglage.

Les objectifs et oculaires sont des surfaces très fragiles. Trois types de "salissures" peuvent s'y retrouver: (27)

- poussières sèches
- résidus hydrosolubles (sang, solutions d'irrigation et autres)
- résidus non hydrosolubles (graisses, empreintes digitales)

Il est recommandé d'en faire l'entretien tout d'abord avec un jet d'air (poire à air, aérosol à air comprimé) pour éliminer les poussières. Ensuite une brosse fine en coton, ou une brosse à poils fins et souples pourra être utilisée, imbibée d'une solution nettoyante appropriée, en suivant une trajectoire centrifuge. A noter que des bonnettes de protection transparentes peuvent se fixer sur les éléments optiques afin de protéger ces derniers d'éventuelles rayures. La fibre optique du système d'éclairage pourra être nettoyée avec un coton sec et propre.

#### 2.3.4.7. Organisation de travail

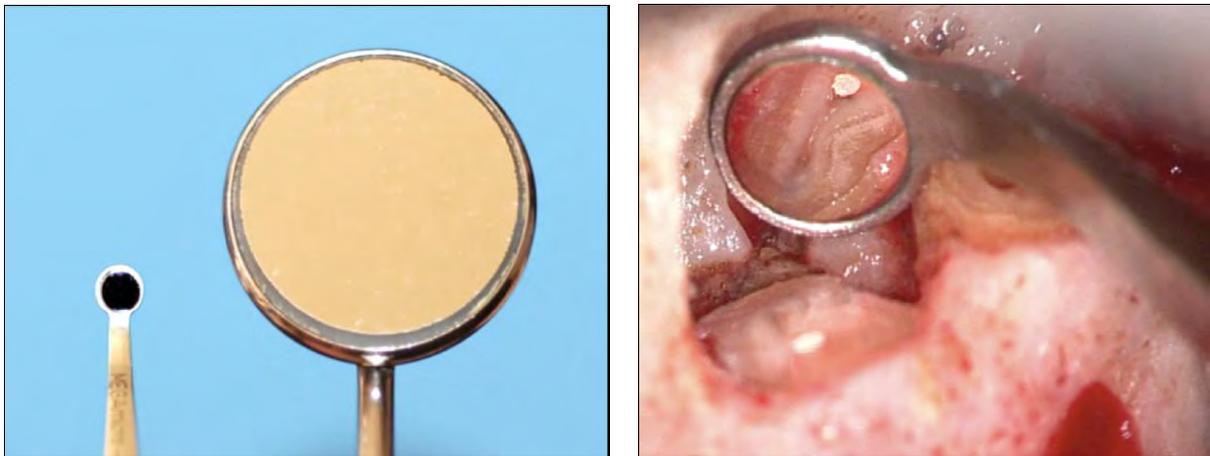
La pratique sous microscope implique une organisation de travail spécifique et rigoureuse. Pour commencer, le plan occlusal du patient est classiquement positionné à la verticale afin de permettre une observation aisée au miroir du maxillaire et de la mandibule. Cela implique une position allongée du patient, voire un mouvement d'extension des cervicales. A noter que des « tables » dentaires se développent afin de répondre à cette nécessité, car certains fauteuils ne permettent pas cette position.

D'autre part, la pratique sous microscope implique un travail à 4 mains, voire à 6 mains pour certains auteurs. En effet, le travail en vision indirecte implique une assistance pour garantir la propreté du miroir malgré la buée, les gouttes et débris qui peuvent le recouvrir. D'autre part, les instruments doivent être changés dans la main du praticien, afin que celui-ci n'ait pas à quitter son champ de vision, ce qui causerait le cas échéant une fatigue oculaire et une perte de temps importante.

Ces considérations impliquent une réorganisation des ressources humaines (28):

- formation du personnel pour mettre en place cette organisation
- optimisation des activités du personnel afin de dégager du temps de travail pour cette assistance au fauteuil
- recrutement d'un ou une assistante, si nécessaire

Pour finir, une instrumentation spécifique sera nécessaire, comme des micro-miroirs qui s'adapteront à la taille du champ opératoire. Il en sera de même pour les canules d'irrigation et d'aspiration, fraises, inserts ultra-sonores et autres instruments.



**Figure 14 : Instrumentation pour microscope opératoire(29)**

*A gauche : micro-miroir et miroir conventionnel, à droite : vision à l'aide micro-miroir sous microscope opératoire lors d'une endodontie rétrograde*

## 3. Intérêts des aides optiques : analyse d'un questionnaire

### 3.1 Introduction

« Bien voir », c'est à dire avoir une bonne visibilité du champ opératoire, est un des grands principes chirurgicaux modernes. On comprend aisément que les aides optiques sont des outils très avantageux en chirurgie-dentaire, qui est une spécialité médicale opératoire intéressant des structures petites et d'accès difficile.

Leur intérêt dans notre profession ne fait plus aucun doute, mais cet outil présentant certaines contraintes peut-il avoir sa place dans une pratique généraliste ou doit-il être réservé à certains praticiens ou types d'exercices ? Quelles appréciations donnent les praticiens possédant des aides optiques ?

Quelle utilisation en est faite actuellement, et quelle pourrait en être l'évolution dans le futur ?

L'objectif de ce travail est de tenter de répondre à ces questions, à l'aide d'un questionnaire dont nous avons recueilli les réponses et traité les résultats.

#### 3.1.1. Milieu

La diffusion et le recueil du questionnaire se sont effectués sur internet, le milieu est donc virtuel, il n'y a pas de limite géographique. Cependant on peut considérer que le milieu s'apparente au territoire français compte tenu de la population cible de l'enquête.

### 3.1.2. Matériel et méthodes

#### 3.1.2.1. Population

La population d'enquête est déterminée dans ce passage de l'introduction du formulaire de questionnaire :

« Ce questionnaire anonyme s'adresse aux Chirurgiens-Dentistes français possédant, ayant possédé ou ne possédant pas d'aides optiques. »

La population ciblée comprend donc l'ensemble des chirurgiens dentistes français, indépendamment de leur possession d'aides optiques, ayant accès à un ordinateur et à internet.

#### 3.1.2.2. Échantillon

Une liste d'adresses électroniques a été obtenue avec l'aimable contribution du Diplôme Universitaire d'Implantologie de la Faculté Dentaire de Toulouse, le lien internet du questionnaire a été joint dans un courrier électronique à en-tête du Dr Marie Georgelin-Gurgel et moi-même, introduit par un texte expliquant les tenants et aboutissants de ce travail et leur demandant de remplir ce questionnaire sur la base du volontariat.

Le lien internet du questionnaire a également été transmis à l'aide d'un texte explicatif, au travers de groupes de chirurgiens-dentistes sur le réseau social Facebook®.

Enfin le lien du questionnaire a été transmis à nos deux cercles de connaissance respectifs.

Ont été inclus dans l'échantillon les personnes ayant répondu au questionnaire, et ayant validé leur réponse afin qu'elle soit prise en compte par le logiciel en ligne Google Drive® permettant de recueillir les formulaires de réponses.

Les critères de non inclusion ont été :

- les doublons
- les réponses hors des dates d'ouverture du questionnaire

Au terme de la sélection des réponses exploitables pour l'étude selon les critères d'inclusion et de non inclusion, 4 réponses ont été écartées et 175 réponses ont été retenues.

On peut noter que l'échantillonnage est non-représentatif, puisque :

- Les pages/groupes destinés à la Chirurgie-Dentaire sur les réseaux sociaux sont rejoints par un échantillon non-représentatif des praticiens. En effet il s'agira d'une tranche d'âge moyen plus jeune que la population nationale des praticiens.

- Les adresses de courriers électroniques, issus d'une liste du Diplôme Universitaire d'Implantologie de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse, impliquent un intérêt et/ou une pratique de l'implantologie. Bien que de plus en plus exercée dans les cabinets d'omnipratique, on ne peut pas rapporter cet échantillon à l'ensemble des praticiens.

- Enfin il est probable que les praticiens ne possédant pas d'aides optiques aient statistiquement répondu en moins grand nombre que les praticiens en possédant. En effet, ils ont pu se sentir non concernés par le questionnaire compte tenu de la thématique.

### 3.1.2.2. Méthodologie

- Le questionnaire en ligne a été ouvert du 6 Février 2015 au 21 Avril 2015 sur la plateforme Google Drive®.

- Il est constitué d'un préambule expliquant les tenants et aboutissants de ce travail, puis de la méthode à suivre pour remplir et envoyer ce questionnaire.

- Le questionnaire est constitué de 21 questions, certaines à choix multiples.

- Les questions 4 à 11 concernent uniquement les possesseurs de loupes et les questions 14 à 21 concernent uniquement les possesseurs de microscope opératoire, les autres sont destinées à tout l'échantillon.

- Les résultats ont été traités grâce au logiciel Excel® de la suite Microsoft Office®

## 3.2 Le questionnaire :

Voici ci-après le questionnaire auquel l'échantillon a pu répondre. Il a été joint à la thèse au format PDF (la version originale étant en HTML, il se peut que la mise en page diffère quelque peu) :

## Questionnaire sur les aides optiques

Ce questionnaire anonyme s'adresse aux Chirugiens-Dentistes français possédant, ayant possédé ou ne possédant pas d'aides optiques. Il sera analysé au travers d'une thèse visant à mieux connaître l'utilisation qu'en font les praticiens, et à s'interroger sur l'intérêt de leur utilisation en omnipratique.

Les questions sont à choix multiples.

Le champ "Other" correspond à "Autre" et permet de préciser votre réponse, vous pouvez ainsi écrire dans le rectangle de saisie situé directement à droite.

Quand vous avez fini de remplir le questionnaire, merci de cliquer sur "Submit", sous la dernière question, pour envoyer votre participation.

### 1) Quelle est votre activité ?

- Omnipraticien ou praticien exerçant au moins deux disciplines
- Endodontiste exclusif
- Chirurgien exclusif
- Pédiodontiste exclusif
- Other: .....

### 2) Possédez-vous, ou avez-vous déjà possédé des loupes ?

- oui
- non

### 3) Si vous avez répondu "non" à la question précédente: souhaiteriez-vous en acquérir ?

- oui
- non

## Les questions 4) à 11) s'adressent aux possesseurs (anciens ou actuels) de loupes:

---

### 4) Quel grossissement utilisez-vous le plus ?

- variable
- inférieur à 2,5
- entre 2,5 et 3,5
- supérieur à 3,5

**5) Quel support ?**

- casque  
 lunettes

**6) Un éclairage ?**

- oui  
 non

**7) Comment en avez-vous eu connaissance ?**

- par un confrère  
 par une revue spécialisée  
 dans le cadre de la formation continue  
 par un visiteur médical  
 Other: .....

**8) Qu'est ce qui vous a attiré dans cet outil ?**

- confort visuel  
 position de travail / ergonomie  
 amélioration de la qualité des soins  
 ouverture à de nouveaux domaines de compétence  
 Other: .....

**9) Pour quel(s) type(s) d'actes les utilisez-vous ?**

- endodontie  
 restauratrice  
 parodontie  
 chirurgie  
 prothèse  
 implantologie  
 pédodontie  
 orthopédie dento-faciale  
 médecine buccale  
 Other: .....

10) Avez-vous été pleinement satisfait de ces loupes ?

- oui  
 non

11) Si vous avez répondu "non" à la question précédente: quelles en sont les limites selon vous ?

- grossissement insuffisant et/ou non variable  
 éclairage insuffisant  
 déformation de l'image  
 faiblesse de la profondeur de champ  
 faiblesse de largeur de champ  
 fatigue oculaire  
 distance de travail inadaptée  
 prix trop élevé  
 Other: .....

12) Possédez-vous, ou avez-vous déjà possédé un microscope opératoire ?

- oui  
 non

13) Si vous avez répondu "non" à la question précédente: souhaiteriez-vous acquérir un microscope opératoire ?

- oui  
 non

**La suite des questions concerne les possesseurs  
(anciens ou actuels) de microscope opératoire:**

---

14) Quelle est la marque de votre microscope opératoire ?

- Zeiss  
 Kaps  
 Leica  
 Zumax  
 Moller Wedel  
 Global  
 Other: .....

**15) Comment avez-vous eu connaissance des microscopes opératoires?**

- par un confrère
- par une revue spécialisée
- dans le cadre de la formation continue
- par un visiteur médical
- Other: .....

**16) Qu'est ce qui vous a attiré dans cet outil ?**

- confort visuel
- position de travail / ergonomie
- amélioration de la qualité des soins
- ouverture à de nouveaux domaines de compétence
- Other: .....

**17) Pour quel(s) type(s) d'actes l'utilisez-vous ?**

- endodontie
- restauratrice
- parodontie
- chirurgie
- prothèse
- implantologie
- pédodontie
- orthopédie dento-faciale
- médecine buccale
- Other: .....

**18) Quel est le type de support de votre microscope opératoire ?**

- pied mobile
- mural
- plafonnier

**19) Êtes-vous satisfait de ce type de support ?**

- oui
- non

**20) Avez-vous été pleinement satisfait de ce microscope opératoire ?**

- oui  
 non

**21) Si vous avez répondu "non" à la question précédente: quelles en sont les limites selon vous ?**

- faiblesse de la profondeur de champ  
 faiblesse de la largeur de champ  
 fatigue oculaire  
 perte de temps au fauteuil  
 organisation de travail contraignante  
 apprentissage trop long ou complexe  
 prix trop élevé  
 Other: .....

Submit

*Never submit passwords through Google Forms.*

### 3.3 Les résultats

Il faut noter que les téléloupes sont assimilées aux « loupes » dans le questionnaire et par la suite, en effet les fabricants et utilisateurs utilisent cette dénomination bien qu'inexacte pour qualifier les téléloupes. Pour éviter les incompréhensions, il a donc été choisi de conserver ce terme.

#### 3.3.1. Répartition des praticiens selon le type d'exercice

Le premier résultat à objectiver est la proportion d'omnipraticiens ayant répondu au questionnaire. Sur 175 personnes, 164 correspondent à des omnipraticiens ou praticiens exerçant au moins deux disciplines, ce qui revient à 94 % des praticiens.

Parmi les 11 praticiens exclusifs, on retrouve : 3 endodontistes, 3 parodontistes, 2 orthodontistes, 2 chirurgiens, et un praticien exclusif en Prothèse amovible complète.

#### 3.3.2. Répartition des praticiens en fonction de leur possession de loupes

La proportion de possesseurs des loupes dans l'échantillon s'élève à 79 % ce qui correspond à 139 praticiens sur 175. A l'inverse, 36 praticiens ne possèdent pas ce type d'équipements.

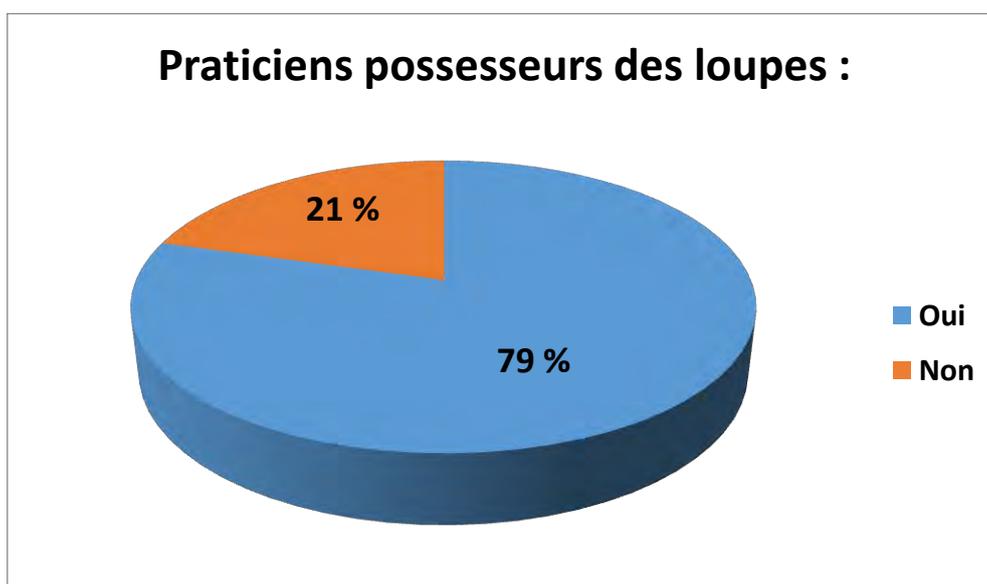


Figure 15: Praticiens possesseurs de loupes :

### 3.3.3. Répartition des praticiens en fonction de leur souhait d'acquérir des loupes

Parmi ces 36 praticiens non possesseurs de loupes, 51 % soit 18 praticiens souhaiteraient en faire l'acquisition.

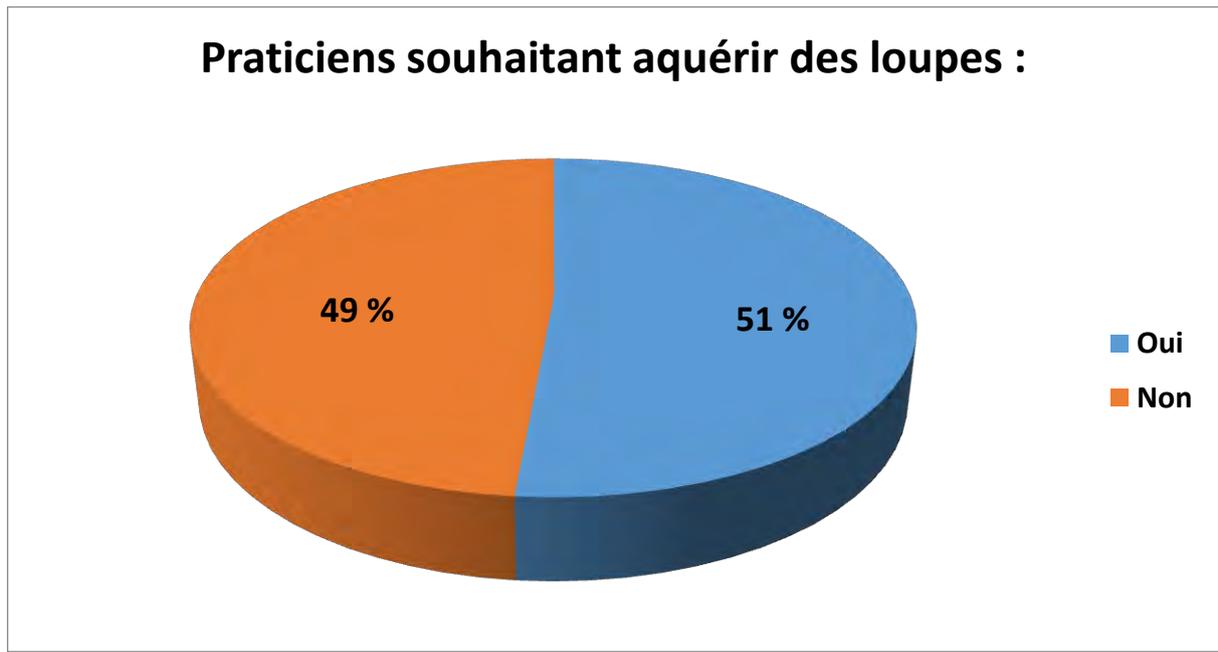


Figure 16: Praticiens souhaitant acquérir des loupes

### 3.3.4. Répartition des praticiens ne souhaitant pas acquérir de loupes

Parmi les praticiens ne souhaitant pas acquérir de loupes, 29 % sont déjà dotés de microscope, ce qui signifie que parmi les personnes ne possédant pas d'aides optiques dans l'échantillon, seulement 12 personnes ne sont pas intéressées par l'acquisition de loupes.

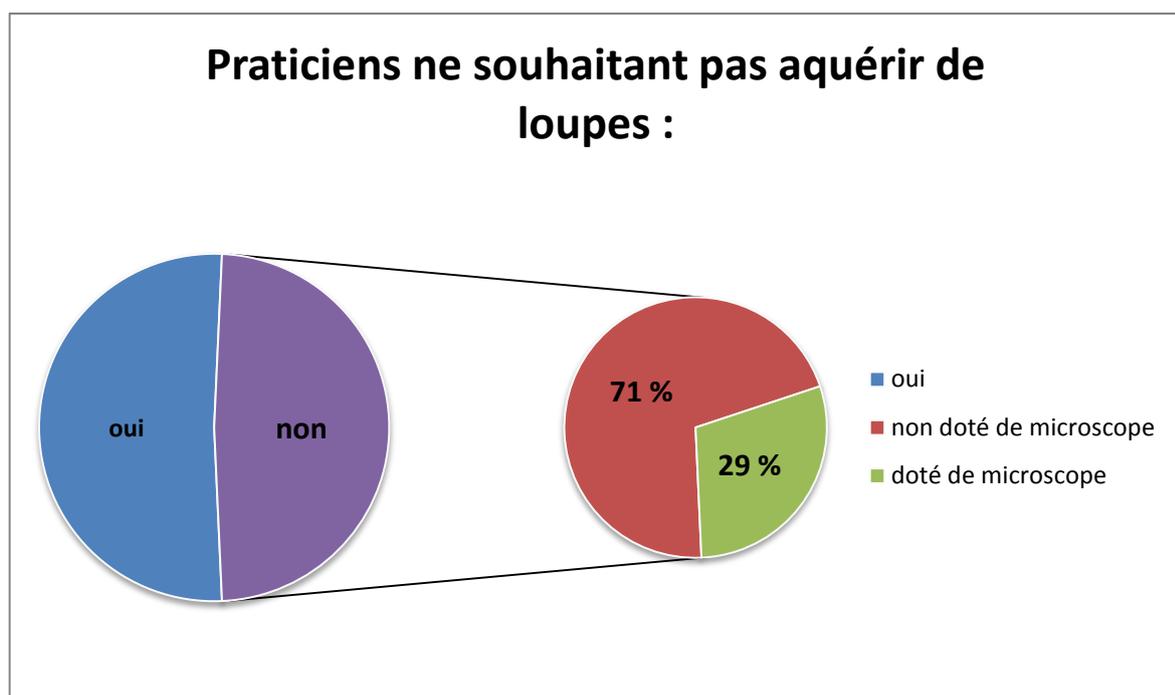


Figure 17: Praticiens ne souhaitant pas acquérir de loupes

### 3.3.5. Répartition des praticiens en fonction du grossissement de leurs loupes

Une grande majorité de possesseurs de loupes (78 %) utilisent un grossissement compris entre 2,5 et 3,5. Le reste des grossissements s'échelonne du plus au moins utilisé : inférieur à 2,5 (14%), supérieur à 3,5 (6%) et enfin grossissement variable (1%).

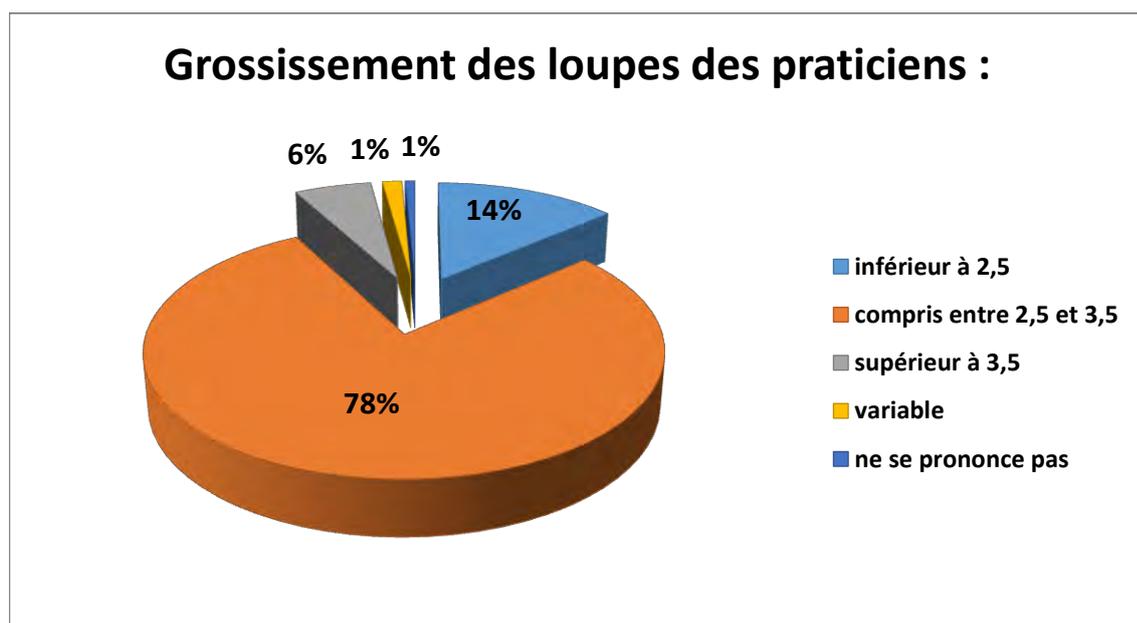


Figure 18: Grossissement des loupes des praticiens

### 3.3.6. Répartition des praticiens en fonction du support de leurs loupes

Le type de support le plus fréquemment retrouvé est la monture de lunettes avec 86% d'utilisateurs, les 14% restants des praticiens possédant des loupes avec monture casque.

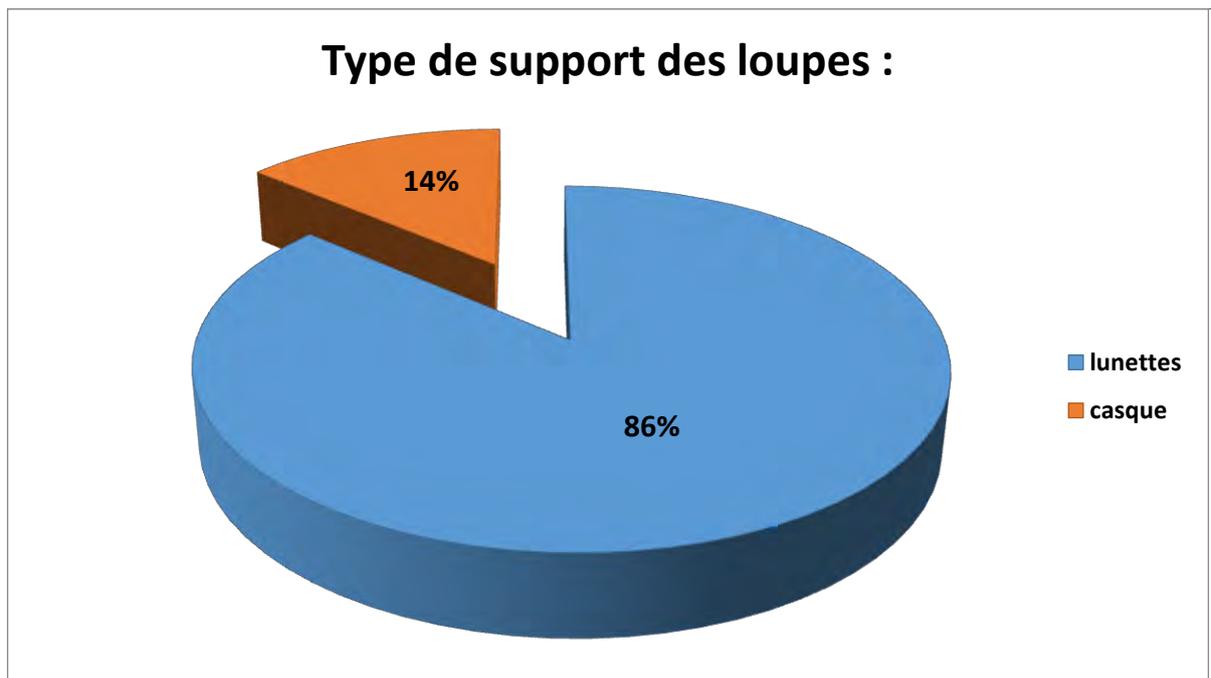


Figure 19: Type de support des loupes

### 3.3.7. Répartition des praticiens en fonction de leur possession d'éclairage adjoint aux loupes

Les résultats montrent que 62% des praticiens possèdent un éclairage adjoint à leurs loupes, contre 38% qui n'en possèdent pas.

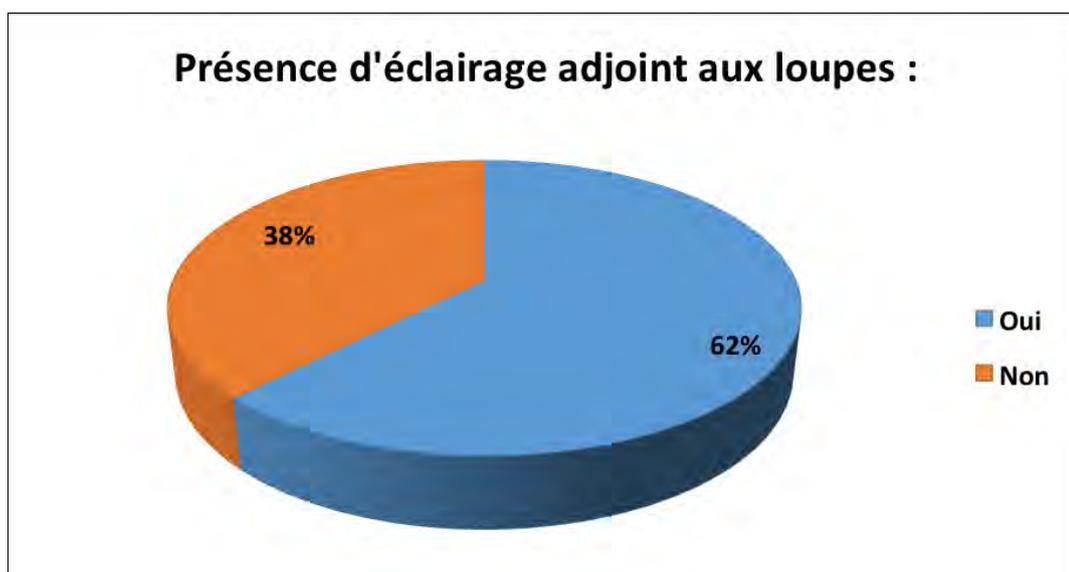


Figure 20: Présence d'éclairage adjoint aux loupes

### 3.3.8. Répartition des praticiens en fonction de leur moyen de connaissance des loupes

Les praticiens ont eu connaissance des loupes grâce à la formation continue pour 70 d'entre eux. 40 praticiens qui se sont vus conseiller les loupes par des confrères. On trouve enfin comme biais de connaissance des loupes : les visiteurs médicaux pour 10 praticiens, les revues spécialisées pour 9 praticiens, la formation initiale pour 3 praticiens, et divers moyens pour 6 praticiens.

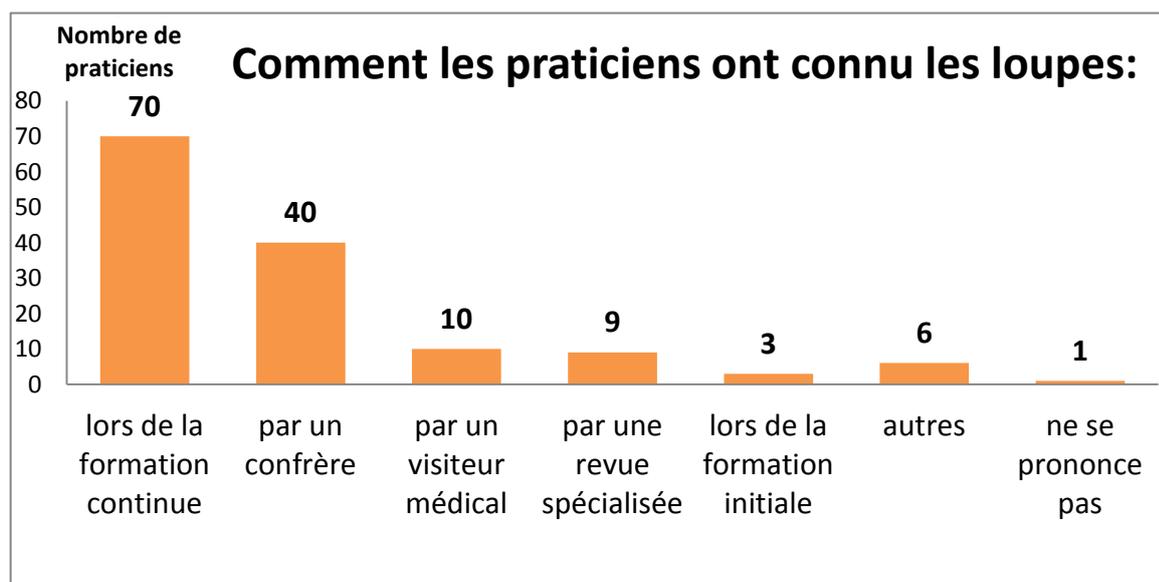


Figure 21: Répartition des praticiens en fonction de leur moyen de connaissance des loupes

### 3.3.9. Répartition des praticiens en fonction de leurs motifs d'intérêts pour les loupes

Les praticiens possesseurs de loupes sont 87,77% à estimer que cet outil leur permet une amélioration de la qualité des soins. 79,86% trouvent que leurs loupes leur confèrent un confort visuel, 41,01% une amélioration de leur position de travail, et enfin 26,61% d'entre eux se sont ouverts à de nouvelles compétences grâce à elles.

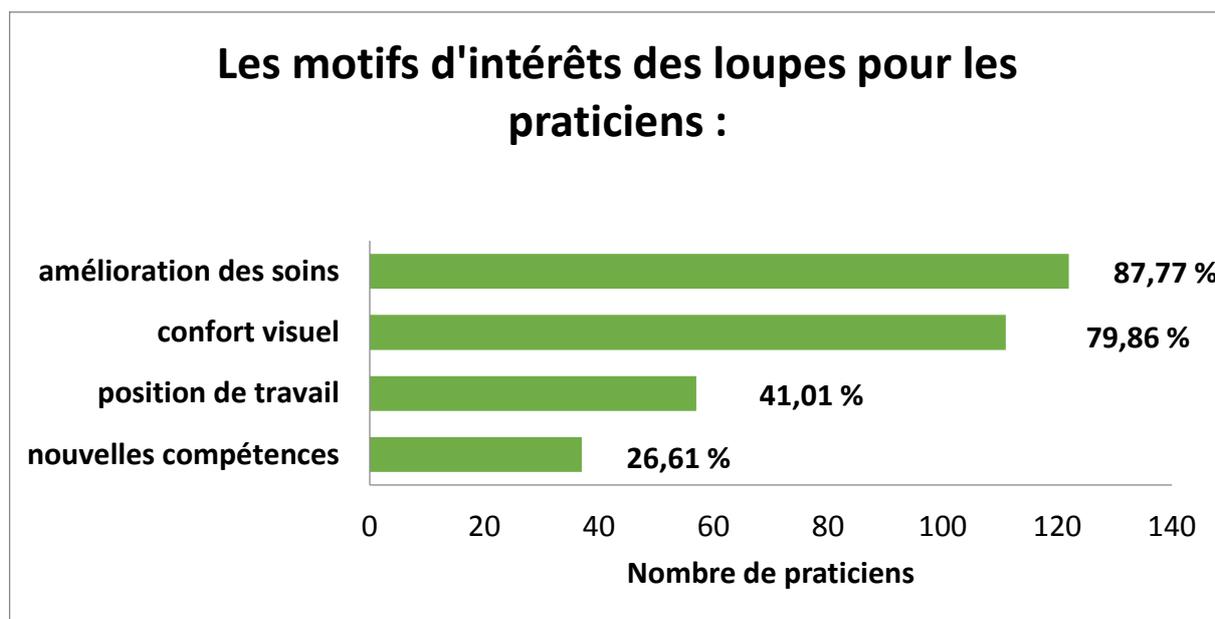


Figure 22: Les motifs d'intérêts des loupes pour les praticiens

### 3.3.10. Répartition des praticiens en fonction de leur utilisation des loupes dans les différentes disciplines

L'analyse statistique révèle la proportion d'utilisation des loupes dans chaque discipline. On peut noter que sur 139 possesseurs de loupes, la discipline la plus pratiquée sous loupes est l'endodontie avec 122 utilisateurs, soit 88% des possesseurs de loupes. On remarque ensuite que quatre disciplines sont pratiquées à des niveaux assez similaires c'est-à-dire par 70% à 60% des praticiens : la prothèse, la parodontie, l'odontologie conservatrice restauratrice et la chirurgie. On retrouve pour finir l'implantologie pratiquée par 50 praticiens, la pédodontie par 32 praticiens et la médecine buccale par 16 praticiens.

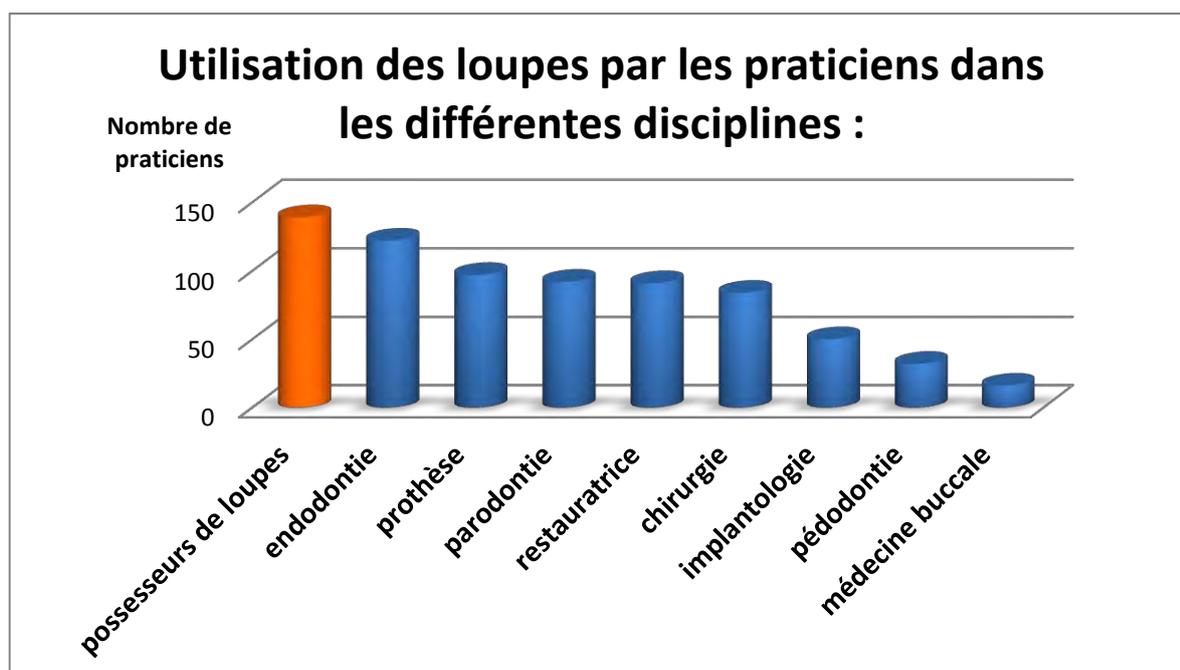


Figure 23: Utilisation des loupes par les praticiens dans les différentes disciplines

#### 3.3.11. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leurs loupes

La proportion de praticiens satisfaits par leurs loupes est de 77%, ainsi la proportion de praticiens insatisfaits est de 23%.

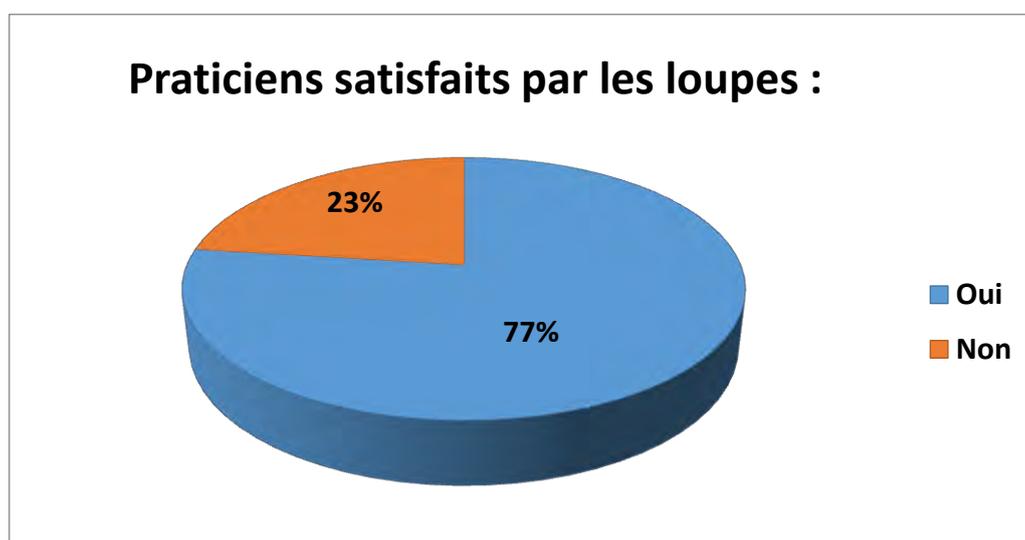


Figure 24: Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leurs loupes

### 3.3.12. Répartition des critères d'insatisfaction pour les loupes

Parmi les critères d'insatisfaction relevés, la fatigue oculaire provoquée par les loupes arrive en tête avec 19 réponses, vient ensuite la distance de travail inadaptée et le coût trop élevé avec 11 réponses chacun, puis la profondeur et la largeur de champs avec 10 réponses chacune, enfin un éclairage insuffisant avec 9 réponses, et pour finir une déformation d'image avec 1 réponse.

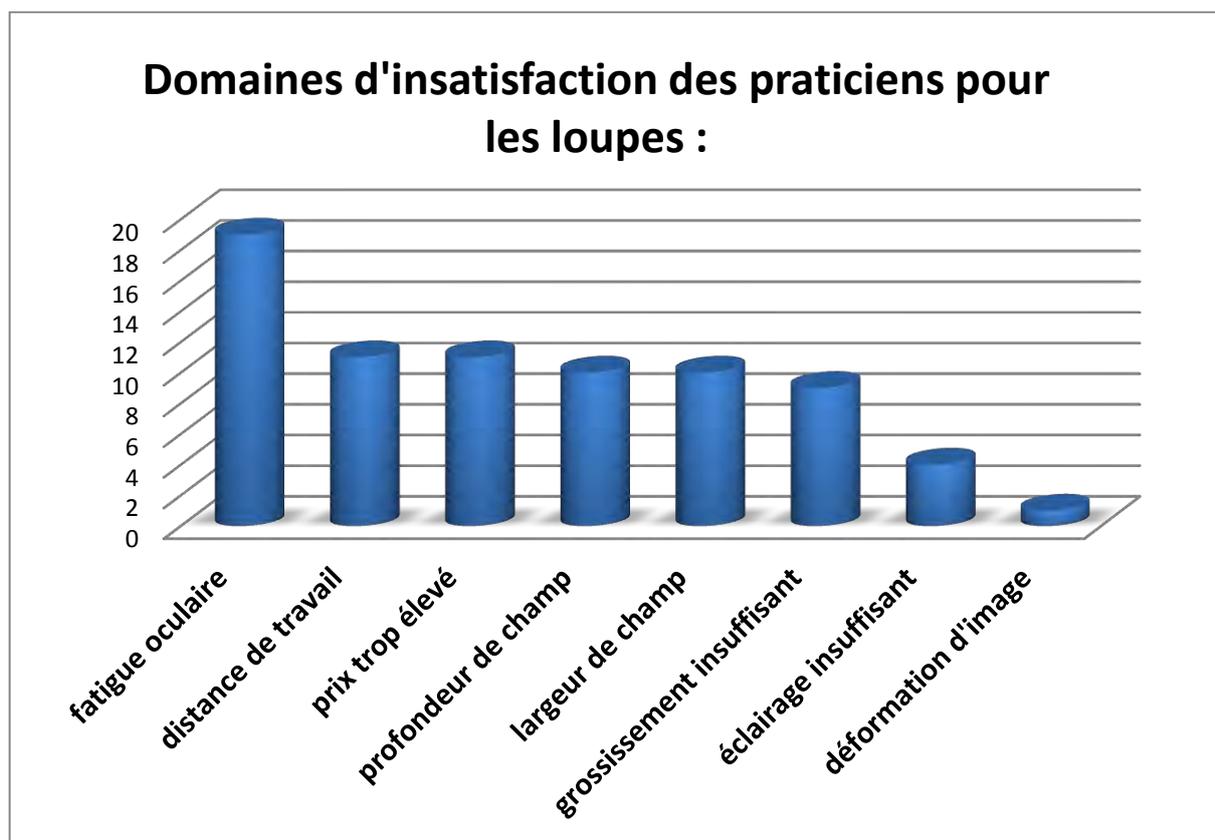


Figure 25: Domaines d'insatisfaction des praticiens pour les loupes

### 3.3.13. Répartition des praticiens en fonction de leur possession de microscope opératoire

11% des praticiens de l'échantillon sont possesseurs de microscope opératoire, soit 19 praticiens. Soit 147 praticiens non équipés (89%)

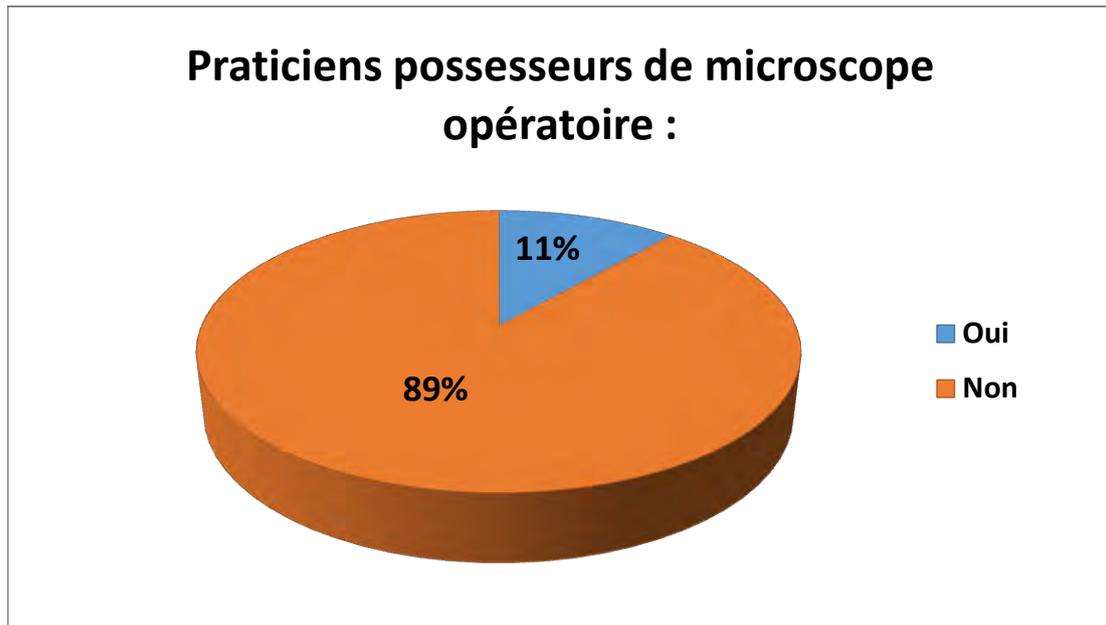


Figure 26: Praticiens possesseurs de microscope opératoire

#### 3.3.14. Répartition des praticiens en fonction de leur souhait d'acquérir un microscope opératoire

Parmi ces 147 praticiens, 25 praticiens (17%) souhaiteraient en faire l'acquisition. 121 praticiens soit 83% ne souhaitent donc pas en acquérir.

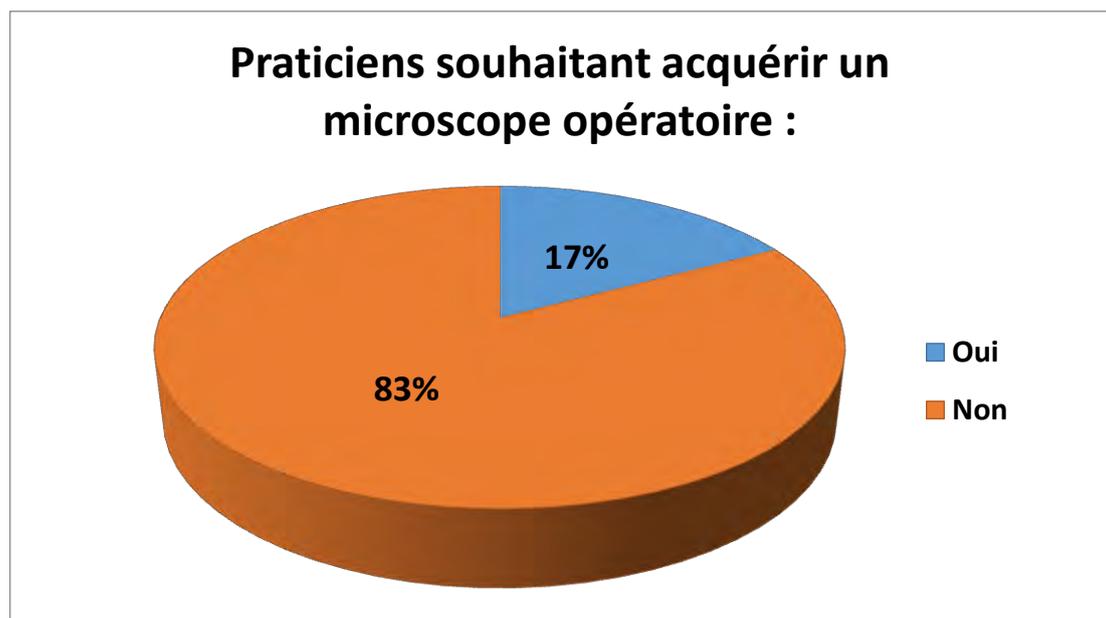


Figure 27: Praticiens souhaitant acquérir un microscope opératoire

### 3.3.15. Répartition des microscopes opératoires de l'échantillon en fonction de leur fabricant

Sur les 19 microscopes appartenant aux praticiens de l'échantillon, on en relève : 11 de marque Zeiss®, 4 de marque Zumax®, 2 de marque Kaps® et enfin 2 de marque Leica®.

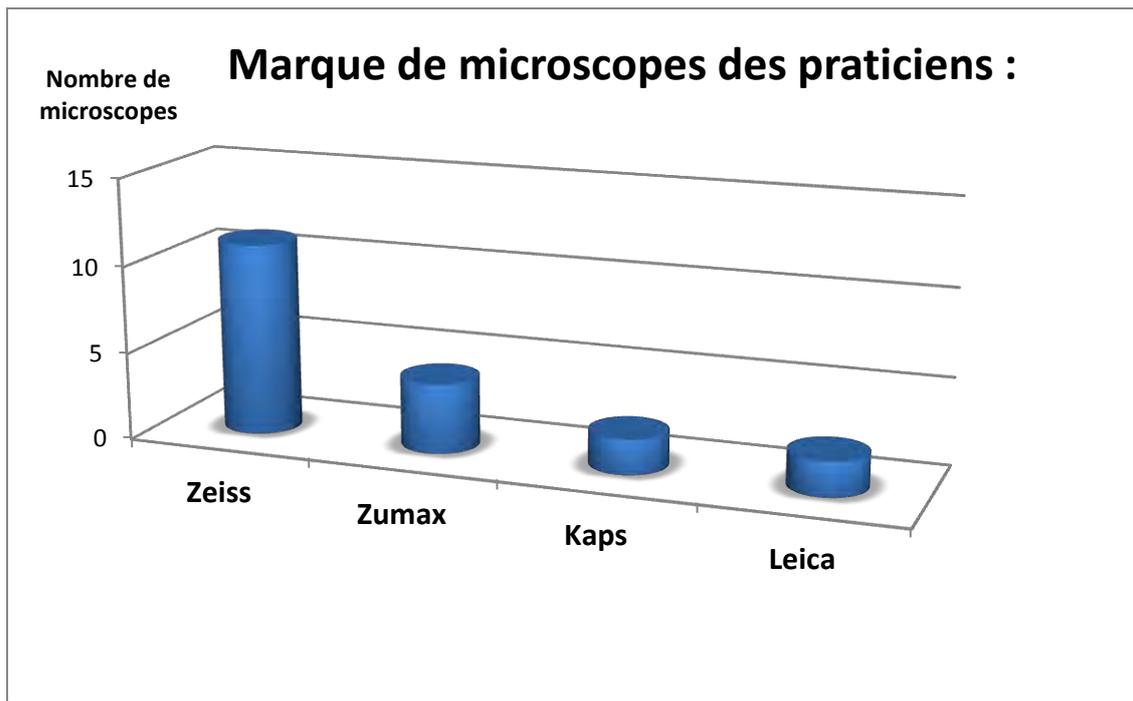


Figure 28: Marques de microscopes des praticiens

### 3.3.16. Répartition des praticiens en fonction de leur moyen de connaissance des microscopes opératoires

Les praticiens ont eu connaissance du microscope opératoire grâce à la formation continue pour 13 d'entre eux. Les praticiens qui se sont vus conseiller les loupes par des confrères sont au nombre de 4. Enfin 2 praticiens ont connu cet outil grâce à une revue spécialisée, et aucun d'entre eux par un visiteur médical, ni au cours de la formation initiale.

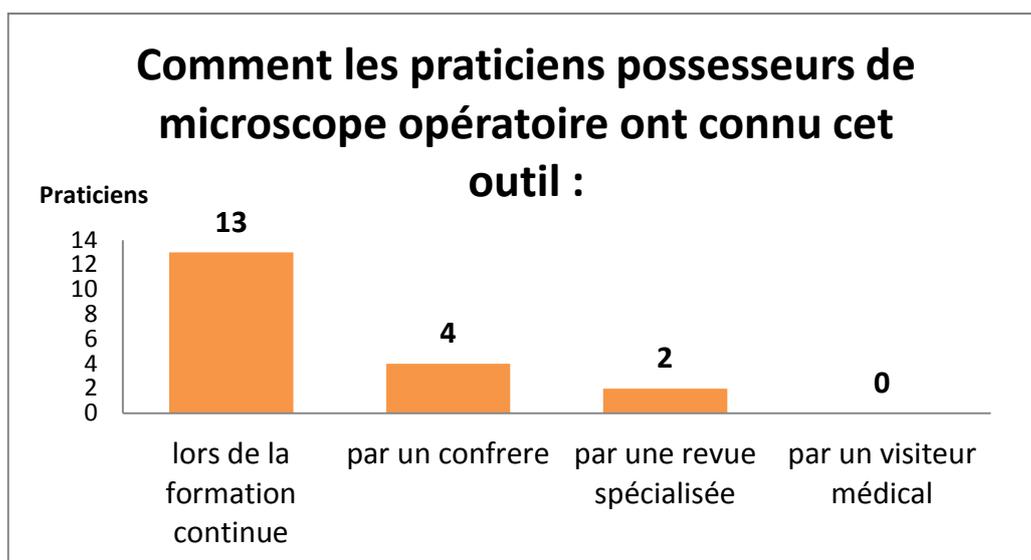


Figure 29: Répartition des praticiens possesseurs de microscope opératoire en fonction de leur moyen de connaissance de cet outil

### 3.3.17. Répartition des praticiens en fonction de leurs motifs d'intérêt pour le microscope opératoire

Les praticiens possesseurs de microscope opératoire sont 84,21% à estimer que cet outil leur permet une amélioration de la qualité des soins. 78,95% mettent en avant une amélioration de leur position de travail, 63,16% d'entre eux se sont ouverts à de nouvelles compétences grâce au microscope. Et enfin 57,89% trouvent que leur microscope leur confère un confort visuel.

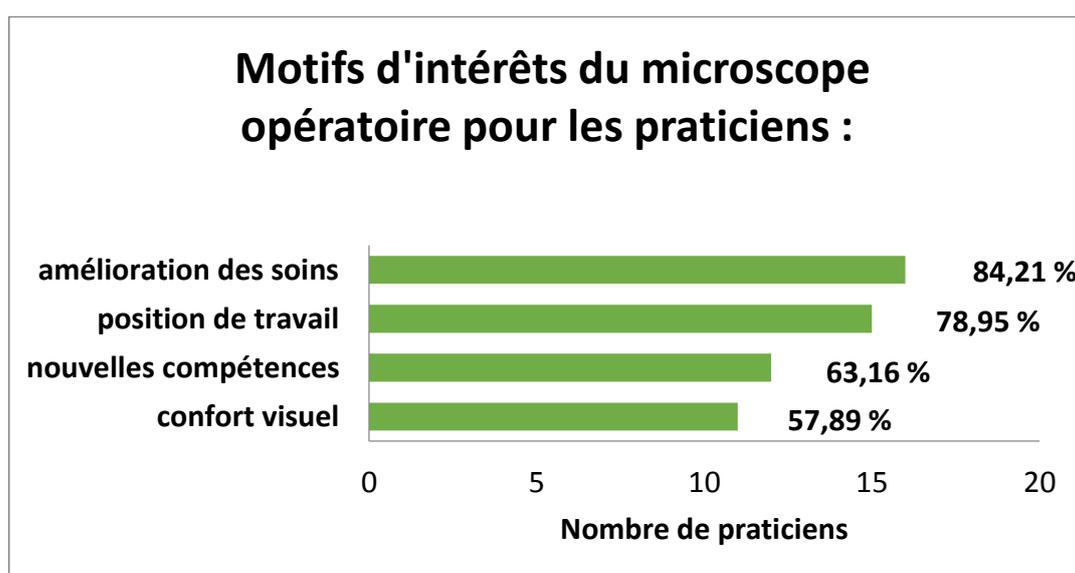


Figure 30: Motifs d'intérêts du microscope opératoire pour les praticiens

### 3.3.18. Répartition des praticiens en fonction de leur utilisation du microscope dans les différentes disciplines

L'analyse statistique révèle la proportion d'utilisation du microscope opératoire dans chaque discipline. A noter que sur le graphique (figure 24) les disciplines ont été classées dans l'ordre de relevance pour les loupes, afin de pouvoir superposer les deux graphiques par la suite. On peut noter que sur 19 possesseurs de microscope opératoire, les 3 disciplines les plus pratiquées sous microscope sont : l'endodontie, la parodontie et la chirurgie avec 9 utilisateurs chacune, soit un peu moins de la moitié des possesseurs microscope à chaque fois. On relève ensuite la restauratrice avec 8 utilisateurs, la prothèse avec 5 utilisateurs, l'implantologie avec 3 utilisateurs, la pédodontie et la médecine buccale avec 1 utilisateur. Aucun praticien ne s'en servant dans le cadre de l'orthopédie-dento-faciale.

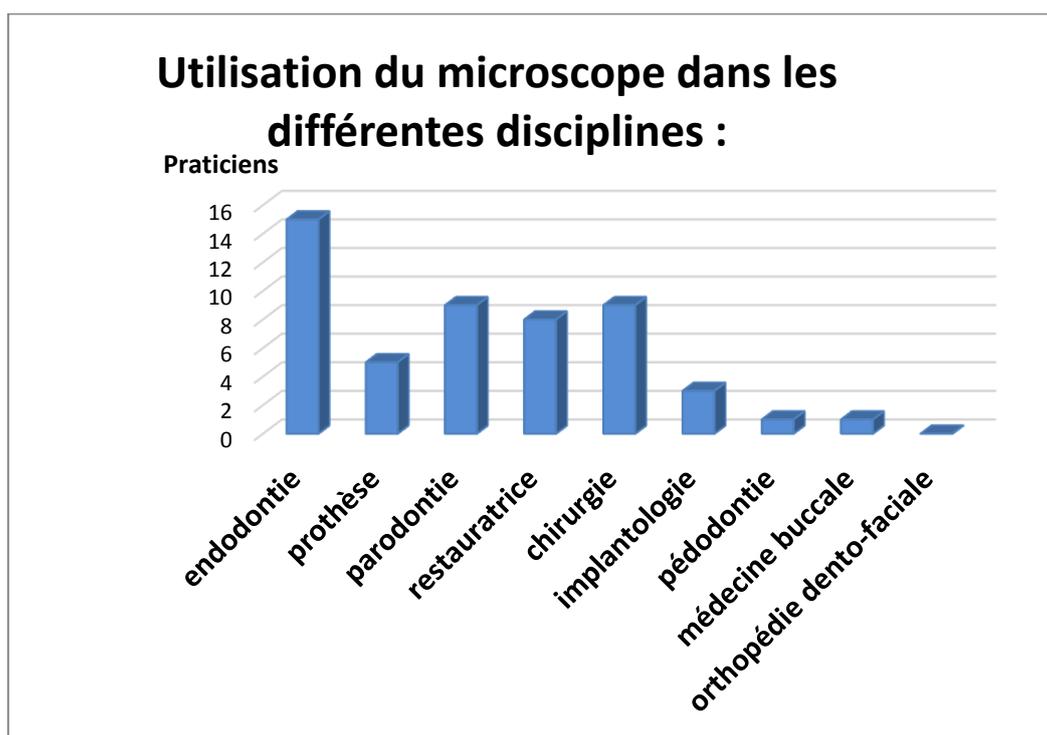


Figure 31: Utilisation du microscope dans les différentes disciplines

### 3.3.19. Comparaison de la répartition en pourcentage des utilisateurs d'aides optiques sur l'échantillon de possesseurs de l'aide optique donnée, dans les différentes disciplines

Le graphique ci-dessous (figure 25) compare l'utilisation par les praticiens des loupes par rapport au microscope opératoire dans chaque discipline sous forme d'un pourcentage d'utilisateurs sur l'échantillon de possesseurs de cette aide optique.

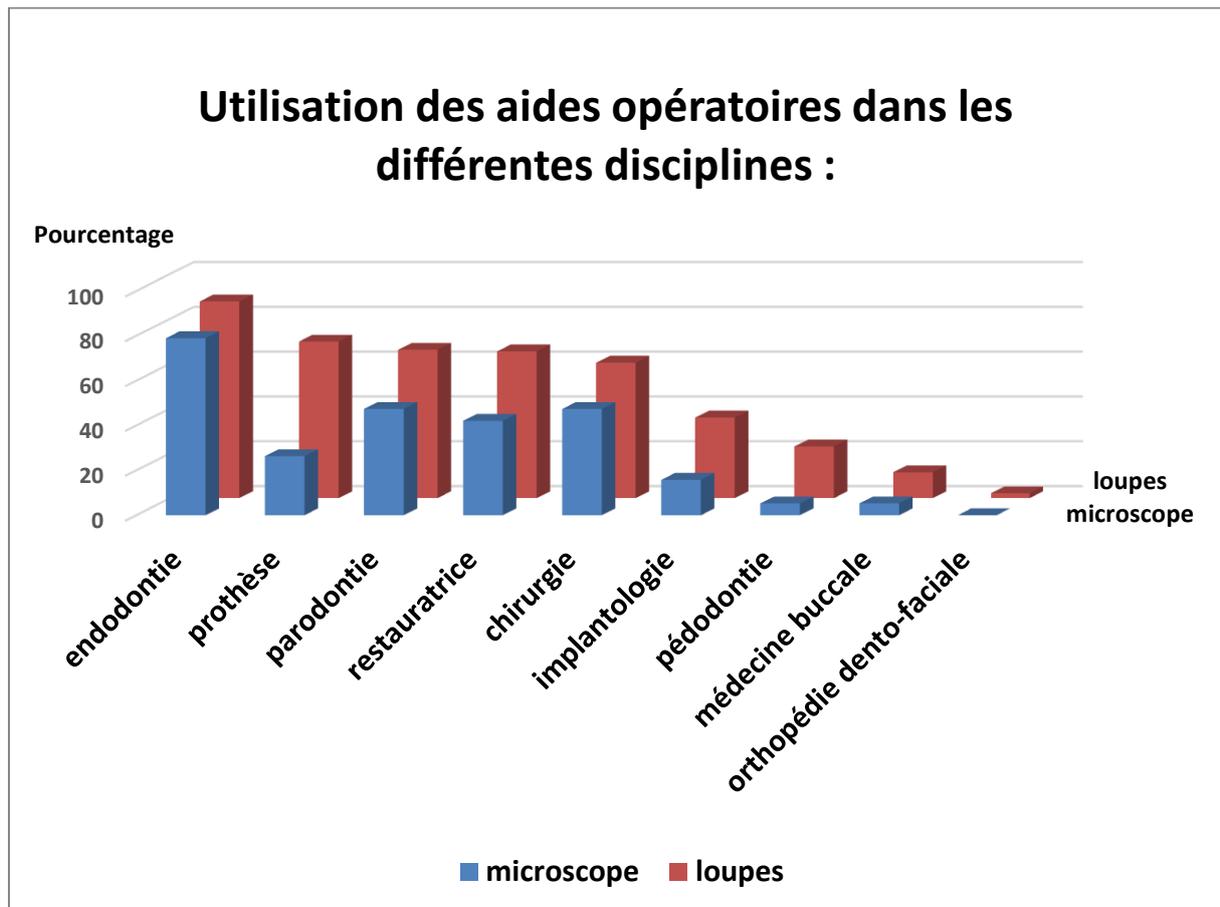


Figure 32: Utilisation de chaque aide optique dans les différentes disciplines

### 3.3.20. Répartition des praticiens en fonction du type de support du microscope opératoire

Parmi les possesseurs de microscope opératoire, 58% ont opté pour un pied mobile comme support de ce microscope, 37% pour une fixation de type plafonnier et enfin 5% pour une fixation murale.

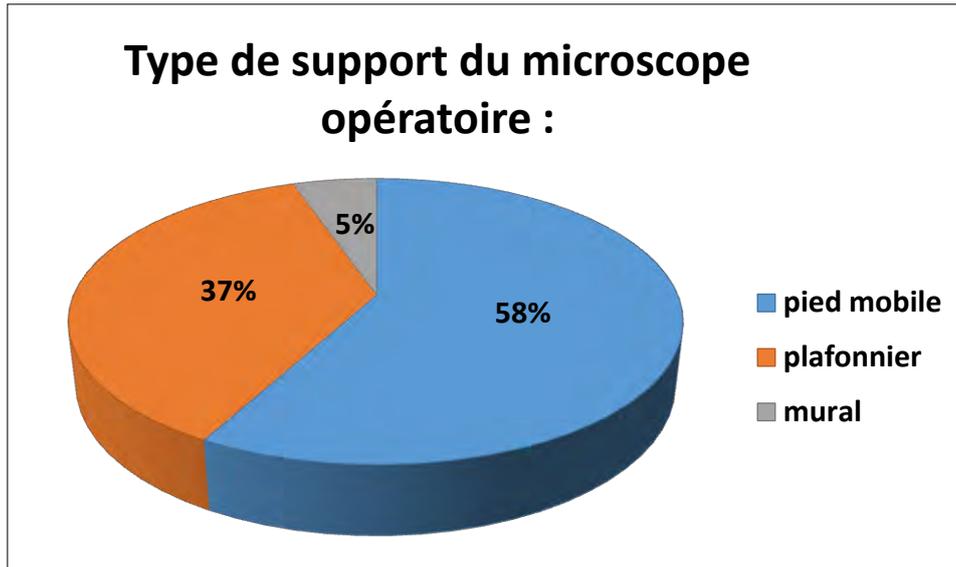


Figure 33: Type de support du microscope opératoire

### 3.3.21. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction du type de support du microscope opératoire

On note un niveau de satisfaction du type de support de 84% auprès des possesseurs de microscopes, soit 16 praticiens. Inversement le niveau d'insatisfaction est de 16%, soit 3 praticiens.

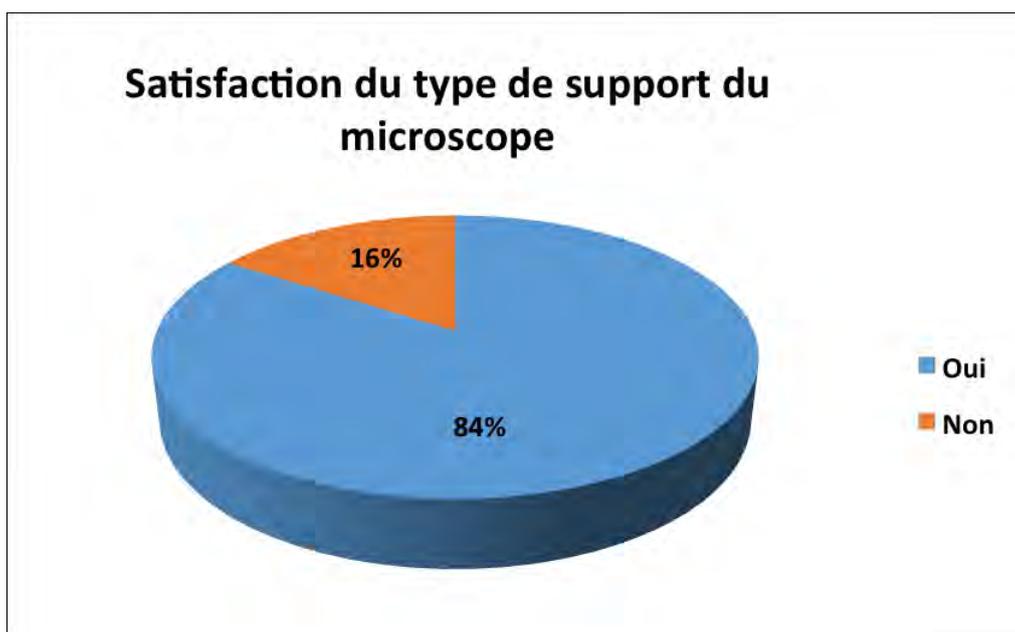


Figure 34: Satisfaction du type de support du microscope opératoire

### 3.3.22. Répartition des praticiens en fonction de leur domaine d'insatisfaction pour le microscope opératoire

Parmi les critères d'insatisfaction relevés par les possesseurs de microscope opératoire, pour ce même outil, on retrouve : la faiblesse de la profondeur de champ avec 3 réponses, puis la fatigue oculaire avec 1 réponse.

Pour le grossissement insuffisant, l'éclairage insuffisant, la déformation de l'image, la faiblesse de la largeur de champ, la distance de travail, et le prix élevé : aucun des 19 praticiens n'a retenu un de ces critères d'insatisfaction.

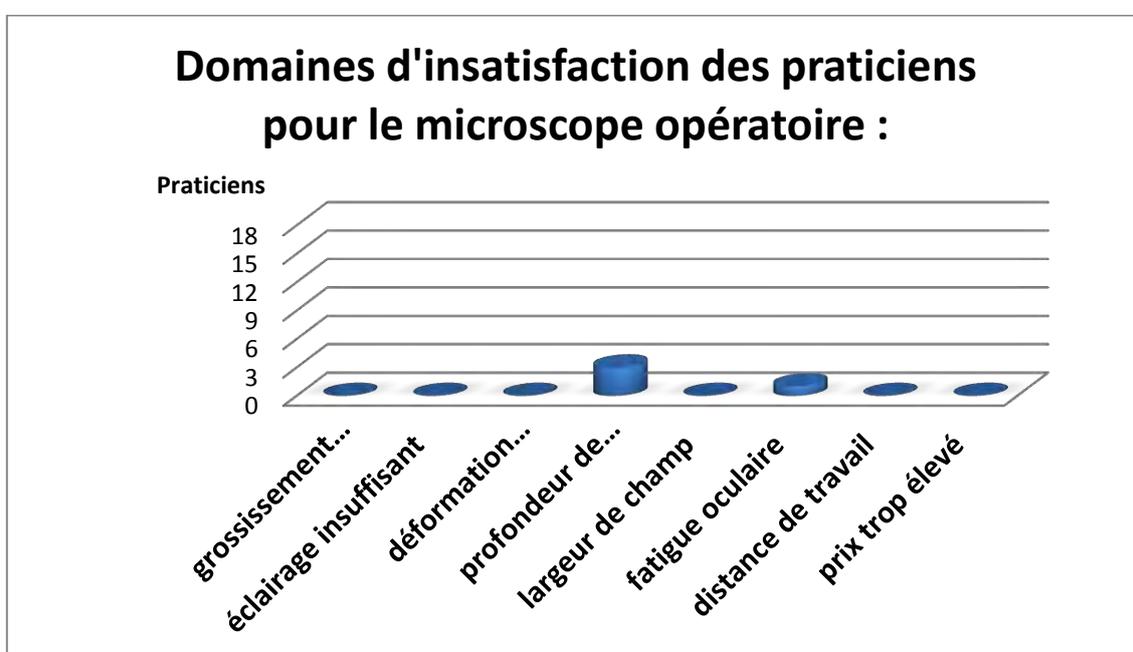


Figure 35: Domaines d'insatisfaction pour le microscope opératoire

### 3.3.23. Comparaison de la quantité de critères d'insatisfaction par aide optique sur l'échantillon de possesseurs de l'aide optique donnée

Ce graphique compare la quantité de critères d'insatisfaction pour les loupes par rapport au microscope opératoire sous forme d'un quotient du nombre total de critères d'insatisfaction d'une aide optique sur l'échantillon de possesseurs de cette aide optique

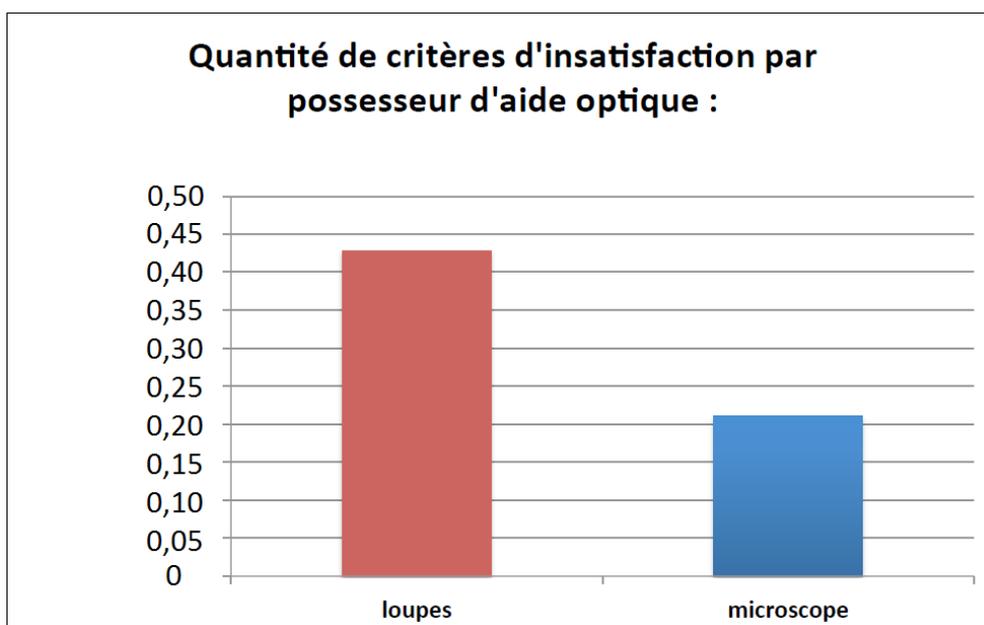


Figure 36: Quantité de critères d'insatisfaction par possesseur d'aide optique

### 3.3.24. Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leur microscope opératoire

La proportion de praticiens satisfaits par leur microscope opératoire est de 79%, ainsi la proportion de praticiens insatisfaits est de 21%.

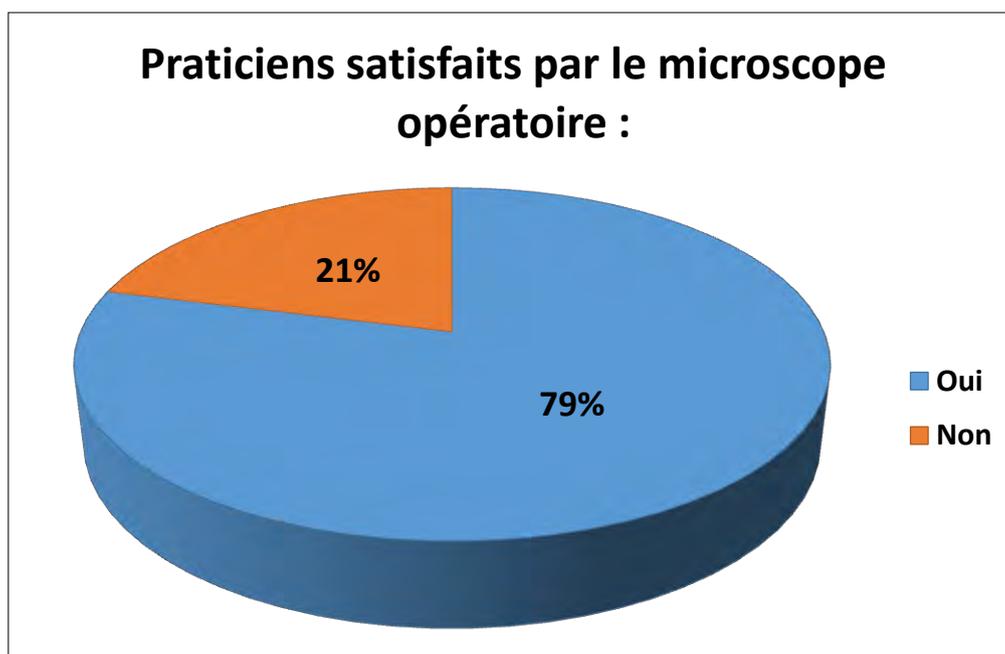


Figure 37: Praticiens satisfaits par le microscope opératoire

## 3.4 Discussion

### 3.4.1. Un échantillon majoritairement constitué de « polypraticiens »

Les premiers résultats à analyser sont la proportion d'omnipraticiens dans l'échantillon, qui est de 94%. Ce chiffre est à rapprocher du chiffre dressé par l'Observatoire National de la Démographie des Professions de Santé (ONDPS) qui, dans une étude, considère que la proportion d'omnipraticiens dans la population de praticiens en France est de plus de 95% (30), sans donner un chiffre plus précis. Ces deux pourcentages étant très similaires, on peut considérer que la répartition d'exercice de l'échantillon est représentative de celle de l'ensemble des praticiens de France.

Il faut toutefois noter que selon l'ONDPS, seule une spécialité est légalement établie: l'orthodontie.

D'autre part, ce même organisme recommande la dénomination de *polypraticien* pour les praticiens exerçant "une pratique polyvalente mais pas universelle"(30). En effet les omnipraticiens exerçant littéralement toutes les disciplines, sont rares. Si on se réfère à l'intitulé de cette question dans le questionnaire (question 1) il a été précisé "omnipraticien ou praticien exerçant au moins deux disciplines", cette définition étant plus juste pour cette catégorie de praticiens.

### 3.4.2. Un grand nombre de possesseurs de loupes

On dénombre 79% de possesseurs de loupes dans l'échantillon. Cet outil n'étant pas un prérequis indispensable à la réalisation de la plupart des actes dentaires, ce chiffre est assez conséquent et objective l'utilisation importante d'aides optiques par les praticiens.

### 3.4.3. Un besoin en loupes exprimé par les praticiens

En interrogeant les 21% praticiens ne possédant pas de loupes, on se rend compte qu'une majorité d'entre eux (51%) souhaiteraient en faire l'acquisition. Cela montre le besoin important en loupes auprès des praticiens n'en possédant pas encore, puisque seuls 12 praticiens sur 175 ne se sentent donc pas intéressés par les loupes.

### 3.4.4. Un besoin en loupes diminué par la possession de microscope opératoire

Sur ces 17 praticiens, il est intéressant de noter que 29% possèdent déjà un microscope opératoire ce qui peut expliquer leur désintérêt pour cette aide optique jugée moins puissante que le microscope.

### 3.4.5. Des valeurs de grossissement standards

La grande majorité des praticiens (78%) utilisent un grossissement compris entre x2.5 et x3.5, c'est donc un grossissement qui semble être un bon compromis entre "l'agrandissement" visuel des structures d'un côté, et la qualité d'image ainsi que le champ visuel de l'autre, si l'on en juge le niveau de satisfaction des loupes que nous verrons ultérieurement. Afin d'illustrer ce que représente une vue grossie 3 fois pour un praticien, voici une illustration :



Figure 38 : Images endobuccales (31)

*De gauche à droite: image native, et fraction de cette même image agrandie 3 fois*

### 3.4.6. Les montures type lunettes préférées aux casques

Une grande majorité des praticiens, c'est à dire 86% d'entre eux, ont opté pour les montures lunettes pour leurs loupes. Comme nous l'avons vu précédemment (2.3.3.2.1.2.) ce support à l'avantage d'être léger et peu encombrant, en fonction bien sûr de la présence ou non d'accessoires adjoints comme l'éclairage par exemple. A noter que ce dernier est adjoint dans la majorité des cas, et cela ne semble pas poser de problème de poids aux praticiens.

### 3.4.7. Les loupes connues après la formation initiale

Le premier résultat à noter est l'écart important entre les praticiens qui ont connu les loupes pendant la formation initiale (3 praticiens) et ceux qui les ont connus pendant la formation continue (70 praticiens). Si l'on tient compte de l'âge moyen des praticiens en France qui est de 48,4 ans en 2013 (32), on peut faire l'hypothèse que leurs formations initiales remonte statistiquement à une vingtaine d'années et que depuis l'usage des aides optiques s'est démocratisé.

On peut supposer cependant, au vu des résultats très marqués, que l'enseignement lié aux loupes est peu présent lors de la formation initiale.

En deuxième position après la formation continue, les loupes ont été connues grâce à un confrère pour 40 praticiens.

On peut en conclure que dans la grande majorité des cas, ce sont les pairs des chirurgiens-dentistes, que ce soit lors de la formation continue ou dans leur entourage, qui permettent de connaître les loupes. Les visiteurs médicaux et les revues spécialisées n'ont permis de connaître les loupes que pour une dizaine de praticiens dans chaque cas.

### 3.4.8. Loupes : des praticiens au service de la qualité de soin

On trouve grâce au questionnaire qu'une frange très importante de l'échantillon des praticiens possesseurs de loupes (87,7%) ont été intéressés par cet outil pour l'amélioration dans la qualité des soins que celles-ci pouvaient apporter.

Comme nous le verrons au paragraphe 3.4.9., ces soins ne se limitent pas à l'endodontie mais à une palette très large de disciplines, donc à un grand nombre de d'actes. On peut rajouter que ce motif est la preuve d'un exercice basé prioritairement sur la qualité des soins prodigués au patient.

On trouve ensuite avec 79,86% des praticiens de l'échantillon, l'amélioration du confort visuel. Les praticiens souhaitent réaliser leurs actes dans de bonnes conditions visuelles, le champ opératoire du Chirurgien-Dentiste approchant 1 centimètre carré en général, le tout dans une cavité à l'accès visuel délicat.

La position de travail et l'acquisition de nouvelles compétences viennent en suivant avec respectivement 41,1% et 26,61% des praticiens de l'échantillon. Ces sont des critères non négligeables, mais ne représentant pas la majorité de l'échantillon. On peut toutefois noter que les loupes imposent une certaine distance de travail (selon le modèle) ce qui maintient le dos dans une position plus acceptable d'un point de vue ergonomique, comparé à la position d'un praticien qui se courbe pour améliorer sa discrimination visuelle.

#### 3.4.9. Une utilité avérée dans de nombreuses disciplines

L'endodontie est incontestablement la discipline la plus exercée sous loupes, mais elle n'est pas isolée puisque la prothèse, la parodontie, l'odontologie conservatrice et restauratrice et la chirurgie sont également pratiquées sous loupes par une majorité de praticiens de l'échantillon. On peut en conclure que les loupes ne sont pas l'apanage de praticiens exclusifs mais qu'elles se révèlent tout à fait pertinentes dans l'activité d'un omnipraticien ou polypraticien.

#### 3.4.10. Satisfaction des loupes

Le taux de satisfaction est tout à fait honorable avec 77%. La balance "bénéfices/contraintes" est donc largement positive.

### 3.4.11. Les limites techniques des loupes

Malgré cette satisfaction, on trouve quelques doléances. On retrouve principalement la fatigue oculaire provoquée par les loupes. Elle représente un domaine d'insatisfaction important avec près de deux fois plus de réponses que les domaines d'insatisfaction suivants. Ce résultat s'explique par la moins bonne qualité des optiques de certaines loupes, et bien sûr vient également du fait que la technologie optique des loupes (en particulier le système de Galilée) procure une fatigue oculaire notable.

On trouve ensuite à des valeurs assez similaires: la distance de travail inadaptée, le prix trop élevé, la profondeur et la largeur de champ, ainsi que le grossissement insuffisant. L'éclairage ne semble pas poser beaucoup de problème aux praticiens, pas plus que les déformations visuelles provoquées par les loupes, ce qui plaide en faveur d'une bonne qualité optique des loupes de l'échantillon.

Les loupes admettent des limites, et pour les praticiens qui souhaitent progresser encore plus vers « l'optimisation visuelle » du champ opératoire, il peut paraître judicieux de changer pour un outil encore plus performant : le microscope opératoire.

### 3.4.12. Un besoin en microscope opératoire non négligeable

Les praticiens intéressés par l'acquisition d'un microscope opératoire sont au nombre de 25, soit 17% des praticiens de l'échantillon. Ce chiffre montre un intérêt réel pour cette aide optique, bien qu'inférieur aux loupes.

### 3.4.13. Les marques de microscopes opératoires des praticiens

La marque la plus retrouvée chez les possesseurs de microscope opératoire de l'échantillon est Zeiss®, vient ensuite Zimax®, Kaps® et Leica®. Zeiss® jouit d'une réputation importante, grâce notamment à une implantation très ancienne dans le domaine avec le lancement en 1953 par Carl Zeiss du premier microscope opératoire binoculaire.

#### 3.4.14. Le microscope opératoire connu après la formation initiale

La formation continue joue un rôle essentiel dans la diffusion du microscope opératoire avec une très large majorité de praticiens qui ont connu cet outil grâce à la formation professionnelle continue. La formation initiale ne semble pas jouer un rôle notable dans ce domaine, de la même façon que pour les loupes, comme nous l'avons vu dans le paragraphe 3.4.7.

#### 3.4.15. Microscope : qualité de soin, ergonomie et nouvelles compétences

Le résultat est globalement comparable à celui des loupes, avec cependant deux différences très marquées: le confort visuel qui était le deuxième motif d'intérêt pour les possesseurs de loupes, passe dans ce cas en dernière position, pour "seulement" 57,89% des praticiens.

La deuxième particularité majeure est l'augmentation de la relevance de l'amélioration de la position de travail et de l'ouverture à de nouveaux domaines de compétences, qui deviennent majoritaires pour l'échantillon et atteignent des pourcentages assez conséquents. Cela montre l'amélioration supérieure de l'ergonomie posturale pour les possesseurs de microscope comparativement aux possesseurs de loupes, et que la possession de cette aide optique permet de passer un cap pour pratiquer certains actes, jusqu'alors jugés inaccessibles.

#### 3.4.16. Une utilisation du microscope opératoire moins polyvalente

Encore une fois le graphique est assez similaire à celui des loupes, avec deux différences majeures:

Premièrement, alors qu'on retrouvait pour les loupes: la prothèse, la parodontie, l'odontologie conservatrice et restauratrice et la chirurgie à des niveaux assez comparables, il est étonnant de constater qu'on conserve les mêmes rapports sauf pour la prothèse qui est alors pratiquée deux fois moins que les trois autres disciplines précédentes. On peut supposer que les actes liés à la prothèse nécessitent une vue d'ensemble peu permise par la largeur de champ de l'image fournie par un microscope, ce qui expliquerait cette différence.

Deuxièmement, et comme on peut le voir dans la figure 25, les pourcentages d'utilisation des aides optiques dans les différentes disciplines sont plus importants pour les loupes que pour le microscope (environ +20% en moyenne). On peut en conclure que les possesseurs de microscopes font une utilisation moins polyvalente de leur outil que les possesseurs de loupes.

Cependant, il faut noter que le microscope opératoire n'est pas l'apanage de praticiens exclusifs puisque les pourcentages d'utilisation cumulés atteignent plus de 260% (si les praticiens utilisateurs de microscope étaient tous exclusifs, le cumulé serait de 100%).

#### 3.4.17. Satisfaction des types de support de microscope opératoire

La majorité des praticiens possèdent un pied mobile comme support de microscope, qui a pour avantage d'être très facilement installable dans la salle de soins, et d'être mobile.

Malgré les observations qui pointent de nombreux inconvénients à ce type de support, le taux de satisfaction de 84% objectivé dans la figure 27 prouve que les possesseurs de ce type de support (tout comme les autres) sont majoritairement satisfaits. Il est certainement plus compliqué d'installer un statif mural, plafonnier ou colonne en fonction des infrastructures du cabinet, et les inconvénients du support pied mobile ne semble pas gêner les possesseurs de ce type de support.

Cependant, ces praticiens n'ayant probablement pas eu la possibilité de comparer avec les autres types de supports, il est difficile de tirer une conclusion sur la supériorité de tel ou tel support.

#### 3.4.18. Le microscope moins critiqué que les loupes

Ce graphique montre assez nettement l'inégalité en termes de critiques émises par les praticiens entre les loupes et le microscope opératoire. En effet, tous critères d'insatisfaction confondus (grossissement insuffisant, déformation d'image, faiblesse de profondeur et largeur de champ, fatigue oculaire, distance de travail inadapté et prix trop élevé), il y a deux fois plus de critères d'insatisfaction par praticien chez les possesseurs de loupes que chez les possesseurs de microscope opératoire.

Pour comprendre cet écart il faut considérer que le microscope opératoire possède des qualités optiques nettement supérieures aux loupes. Malgré des défauts qui lui sont propres (prix, encombrement, etc...) il représente l'outil d'aide optique le plus puissant et performant en Chirurgie Dentaire.

#### 3.4.19. Une satisfaction importante du microscope opératoire

On note de la même façon que pour les loupes un haut niveau de satisfaction pour le microscope. Il est à noter que le pourcentage de praticiens satisfaits est supérieur concernant le microscope opératoire par rapport aux loupes, cependant cette différence est statistiquement non significative.

## CONCLUSION

Au fil de ce travail nous avons défini les bases de l'optique physiologique et géométrique, retracé l'histoire des aides optiques que sont les loupes et microscopes opératoires, étudié leur constitution et leur fonctionnement, et enfin fait une revue de leur utilisation en France grâce à l'analyse d'un questionnaire.

Leurs intérêts dans certaines spécialités dentaires telles que l'endodontie n'est plus à prouver, nous pouvons prendre à titre d'exemple la FDSQ (Fédération des Dentistes Spécialistes du Québec), pour qui « l'endodontiste est appelé à travailler sous microscope dentaire ».

Le but de cette thèse était d'évaluer l'utilité des aides optiques en fonction des avantages et des contraintes qu'elles procurent dans une pratique pluridisciplinaire.

Indéniablement nous pouvons affirmer selon ces résultats qu'il y a une demande forte chez les omnipraticiens, que cette demande se concrétise pour beaucoup d'entre eux par l'acquisition de loupes. D'autre part on observe un grand niveau de satisfaction de ces équipements. Compte tenu de ce dernier point, et du fait que leur diffusion est assurée principalement par le lien professionnel entre confrères (au sein ou hors de la formation continue) on peut supposer que nous nous dirigeons vers une augmentation de la dotation des praticiens en loupes et en microscopes opératoires. D'autre part, il faut prendre en compte que la chirurgie dentaire, à l'instar de nombreuses spécialités médicales, bénéficie de l'essor et de la démocratisation de nouvelles technologies, ainsi le plateau technique des praticiens est voué à intégrer ces outils de plus en plus performants et ergonomiques.

Néanmoins, le prix d'achat conséquent, couplé à l'absence de cotation spécifique liée à l'utilisation du microscope peut faire craindre à l'omnipraticien une absence de retour sur investissement. Il faut cependant noter, comme l'observe le Dr Mallet (12), que même en absence de cotation spécifique, les bénéfices liés à son utilisation sont recensés à tous les niveaux, y compris financiers.

## TABLE DES FIGURES

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Figure 1 : Schéma anatomique de l'œil humain (6).....</i>   | <i>19</i> |
| <i>Figure 2 : Schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière.....</i>   | <i>22</i> |
| <i>Figure 3: Loupes à monture type lunettes (18) .....</i>   | <i>26</i> |
| <i>Figure 4: Téléloupes à monture type casque (20) .....</i>   | <i>28</i> |
| <i>Figure 5: Téléloupes à monture type lunettes (21).....</i>  | <i>29</i> |
| <i>Figure 6: Microscope opératoire avec bras et statif (23) .....</i>  | <i>32</i> |
| <i>Figure 7: Objectif de Microscope opératoire de focale 200mm .....</i>   | <i>34</i> |
| <i>Figure 8: Molette de mise au point fine sur Microscope OPMI de Zeiss® .....</i>   | <i>35</i> |
| <i>Figure 9: Schéma du champ de vision vertical humain (24).....</i>   | <i>36</i> |
| <i>Figure 10: Différents supports pour microscopes opératoires (25).....</i>   | <i>39</i> |
| <i>Figure 11 : Diviseur optique à prisme .....</i>   | <i>41</i> |
| <i>Figure 12: Microscope opératoire avec acquisition d'image par caméra intégrée(26).....</i>  | <i>41</i> |
| <i>Figure 13: Filtre orange de microscope opératoire.....</i>  | <i>42</i> |
| <i>Figure 14 : Instrumentation pour microscope opératoire(29) .....</i>  | <i>44</i> |
| <i>Figure 15: Praticiens possesseurs de loupes : .....</i>   | <i>54</i> |
| <i>Figure 16: Praticiens souhaitant acquérir des loupes .....</i>  | <i>55</i> |
| <i>Figure 17: Praticiens ne souhaitant pas acquérir de loupes .....</i>  | <i>56</i> |
| <i>Figure 18: Grossissement des loupes des praticiens.....</i>   | <i>56</i> |
| <i>Figure 19: Type de support des loupes.....</i>  | <i>57</i> |
| <i>Figure 20: Présence d'éclairage adjoint aux loupes.....</i>   | <i>58</i> |
| <i>Figure 21: Répartition des praticiens en fonction .....</i>   | <i>58</i> |
| <i>Figure 22: Les motifs d'intérêts des loupes pour les praticiens .....</i>   | <i>59</i> |
| <i>Figure 23: Utilisation des loupes par les praticiens dans les différentes disciplines.....</i>  | <i>60</i> |
| <i>Figure 24: Répartition des praticiens en fonction de la satisfaction de leurs loupes ...</i>  | <i>60</i> |
| <i>Figure 25: Domaines d'insatisfaction des praticiens pour les loupes .....</i>   | <i>61</i> |
| <i>Figure 26: Praticiens possesseurs de microscope opératoire .....</i>  | <i>62</i> |
| <i>Figure 27: Praticiens souhaitant acquérir un microscope opératoire.....</i>   | <i>62</i> |
| <i>Figure 28: Marques de microscopes des praticiens .....</i>  | <i>63</i> |
| <i>Figure 29: Répartition des praticiens possesseurs de microscope opératoire en fonction de leur moyen de connaissance de cet outil .....</i> | <i>64</i> |
| <i>Figure 30: Motifs d'intérêts du microscope opératoire pour les praticiens.....</i>  | <i>64</i> |
| <i>Figure 31: Utilisation du microscope dans les différentes disciplines.....</i>  | <i>65</i> |
| <i>Figure 32: Utilisation de chaque aide optique dans les différentes disciplines .....</i>  | <i>66</i> |
| <i>Figure 33: Type de support du microscope opératoire .....</i>   | <i>67</i> |
| <i>Figure 34: Satisfaction du type de support du microscope opératoire .....</i>   | <i>67</i> |
| <i>Figure 35: Domaines d'insatisfaction pour le microscope opératoire .....</i>  | <i>68</i> |
| <i>Figure 36: Quantité de critères d'insatisfaction par possesseur d'aide optique.....</i>   | <i>69</i> |
| <i>Figure 37: Praticiens satisfaits par le microscope opératoire.....</i>  | <i>69</i> |
| <i>Figure 38 : Images endobuccale (31) .....</i>   | <i>71</i> |

## BIBLIOGRAPHIE

1. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. De Boeck Supérieur; 2001. 388 p.
2. Roth A, Gomez A, Péchereau A. La réfraction de l'oeil: du diagnostic à l'équipement optique. Elsevier Masson; 2007. 420 p.
3. Balland B. Optique géométrique: imagerie et instruments. PPUR presses polytechniques; 2007. 880 p.
4. Taillet MR, Febvre MP, Villain ML. Dictionnaire de physique. De Boeck Supérieur; 2009. 764 p.
5. Bely P-Y, Christian C, Roy J-R. 250 réponses à vos questions sur l'astronomie. Le gerfaut; 2008. 304 p.
6. RhCastilhos. Schéma anatomique de l'œil humain [Internet]. 2007. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Schematic\\_diagram\\_of\\_the\\_human\\_eye\\_en.svg/508px-Schematic\\_diagram\\_of\\_the\\_human\\_eye\\_en.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/Schematic_diagram_of_the_human_eye_en.svg/508px-Schematic_diagram_of_the_human_eye_en.svg.png)
7. Frémy D, Frémy M. Quid 1993. Robert Laffont; 1992. 2028 p.
8. Mellal A. Application pratique de l'anatomie humaine: Appareils de relation. Editions Publibook; 2010. 443 p.
9. Becherrawy T. Optique géométrique. De Boeck Supérieur; 2005. 406 p.
10. Brébec J-M, Denève P, Desmarais T, Ménétrier M, Noël B, Orsini C, et al. Optique 1re année MPSI-PCSI-PTSI - édition 2003. Hachette Éducation; 2003. 227 p.
11. Weber MJ. Handbook of Optical Materials. CRC Press; 2002. 544 p.
12. Apotheker H, Jako GJ. A microscope for use in dentistry. *Microsurgery*. 1981 Sep 1;3(1):7-10.
13. Dohlman GF. Carl Olof Nylén and the birth of the otomicroscope and microsurgery. *Arch Otolaryngol*. 1969 Dec;90(6):813-7.
14. Jako GJ. Laryngoscope for microscopic observation, surgery, and photography. The development of an instrument. *Arch Otolaryngol*. 1970 Feb;91(2):196-9.
15. Mallet J-P. Microdentisterie et systèmes optiques. *Revue d'Odonto-Stomatologie*. 2002 Mai;31:83-107.
16. Carr G. Microscopes in endodontics. *J Calif Dent Assoc*. 1992;(20):55-61.

17. Utpal Kumar, Subhasis. Dental Operating Microscope in Endodontics - A Review. IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. 2013 Mar;5.
18. Selectronic©. Loupe frontale [Internet]. <http://www.selectronic.fr/lunettes-loupe-de-travail.html>
19. Joseph H. Instruments d'optique ophtalmique. Lavoisier; 2010. 499 p.
20. confortvisuel.com. Loupe binoculaire Heine HRP 3,5x sur casque Pro LL [Internet]. <http://www.confortvisuel.com/loupe-binoculaire-heine-hrp-1.html>
21. Orascoptic©. Orascoptic Revolution Flip-Up System [Internet]. [http://www.sigmadental.de/global/mediadaten/bilder/produkte/800x600\\_2009/optik/Orascoptic-Revolution-TTF.jpg](http://www.sigmadental.de/global/mediadaten/bilder/produkte/800x600_2009/optik/Orascoptic-Revolution-TTF.jpg)
22. Goure J-P, Verrier I. Sources lumineuses pour l'instrumentation optique. 2011;111-53.
23. Alltion. Am-3000 Series Surgical Microscope [Internet]. [http://www.alltion.com/p\\_nr.asp?id=4206](http://www.alltion.com/p_nr.asp?id=4206)
24. MIL-STD-1472C, Notices 1 and 2 Human Engineering Design Criteria for Military Systems, Equipment and Facilities, DOD, C.
25. www.suntechdental.com. Zumax mounts [Internet]. [http://www.suntechdental.com.au/images/stories/Zumax\\_mounts.jpg](http://www.suntechdental.com.au/images/stories/Zumax_mounts.jpg)
26. Shanghai Aitomu Machinery Co., Ltd.
27. Hoerenz P. The operating microscope. V. Maintenance and cleaning. Microsurgery. 1981 Mar 1;2(3):179-82.
28. BINHAS E. La Gestion du Cabinet Dentaire. Rueil Malmaison; 2011. 1 p.
29. KHAYAT B, JOUANNY G. Choisir la chirurgie endodontique [Internet]. 2013. <http://www.edp-dentaire.fr/clinique/endodontie/960-choisir-la-chirurgie-endodontique?start=1>
30. ONDPS. Le métier de chirurgien dentiste - Rapport d'étude [Internet]. 2007. [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Le\\_metier\\_de\\_chirurgien\\_dentiste\\_-\\_caracteristiques\\_actuelles\\_et\\_evolution.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Le_metier_de_chirurgien_dentiste_-_caracteristiques_actuelles_et_evolution.pdf)
31. Dr. Amin. 106\_0606 ; Upper Molar Dental Implants to Replace Missing Teeth [Internet]. burbankdentalimplants.com
32. ONDPS. État des lieux de la démographie des chirurgiens-dentistes [Internet]. 2013. [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Etat\\_des\\_lieux\\_de\\_la\\_demographie\\_des\\_chirurgiens\\_dentistes\\_decembre\\_2013.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Etat_des_lieux_de_la_demographie_des_chirurgiens_dentistes_decembre_2013.pdf)

## **INTERETS DES AIDES OPTIQUES EN CHIRURGIE DENTAIRE : ANALYSE D'UN QUESTIONNAIRE**

---

### **RESUME EN FRANÇAIS:**

Les aides optiques apportent un soutien précieux au praticien dès lors que le champ opératoire devient trop étroit pour y discriminer les détails. Ces instruments connaissant une démocratisation assez récente en Chirurgie dentaire, ce travail a pour but, grâce à l'analyse d'un questionnaire, de faire état de leur présence et utilisation au sein des cabinets ainsi que d'évaluer les avantages et inconvénients qu'ils représentent selon les utilisateurs.

---

### **TITRE EN ANGLAIS:**

Interests of optical aids in Dentistry: analysis of a questionnaire

---

**DISCIPLINE ADMINISTRATIVE:** Chirurgie dentaire

---

**MOTS-CLES :** aides optiques, aides visuelles, instruments, loupes, télélopes, microscope opératoire, grossissement, support, éclairage, questionnaire, analyse, répartition, graphique, satisfaction, intérêts, insatisfaction, utilisation, discipline, exercice, omnipratique.

---

### **INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR:**

Université Toulouse III – Paul Sabatier  
Faculté de chirurgie dentaire  
3 chemin des Maraîchers  
31062 Toulouse Cedex

---

**DIRECTEUR DE THESE :** Docteur GURGEL GEORGELIN Marie