



HAL
open science

Analyse des conditions de travail d'un chirurgien dentiste : risques physiques et psychosociaux

Simon Verhille

► **To cite this version:**

Simon Verhille. Analyse des conditions de travail d'un chirurgien dentiste : risques physiques et psychosociaux. Sciences du Vivant [q-bio]. 2013. hal-01770784

HAL Id: hal-01770784

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01770784>

Submitted on 16 Sep 2022

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

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



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADÉMIE DE NANCY–METZ

**UNIVERSITE DE LORRAINE
FACULTE D'ODONTOLOGIE**

Année 2013

N°

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Simon VERHILLE

Né le 30 janvier 1987 à Beaune (21)

**ANALYSE DES CONDITIONS DE TRAVAIL D'UN CHIRURGIEN
DENTISTE : RISQUES PHYSIQUES ET PSYCHOSOCIAUX**

Présentée et soutenue publiquement le 12 Juillet 2013

Examineurs de la thèse :

Pr P. AMBROSINI	Professeur des Universités	Président
<u>Dr E. MORTIER</u>	<u>Maître de Conférences</u>	<u>Juge</u>
Dr C. CLEMENT	Maître de Conférences	Juge
Dr D. JOSEPH	Assistant Hospitalier Universitaire	Juge

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Vice-Doyens : Pr Pascal AMBROSINI – Pr Francis JANOT – Dr Céline CLEMENT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVALX – Pr A. FONTANE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENDWEIG – Pr M. VIVIER

Doyen Honoraire : Pr J. VADOT

Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique	Mme	<u>DRUZ Dominique (Desprez)</u>	Maître de Conférences*
	M.	PREVOST Jacques	Maître de Conférences
	Mlle	JAGER Stéphanie	Assistante*
	Mme	JULHIEN-COSTER Charlotte	Assistante
Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale	Mme	<u>FILLEUL Marie Pierrys</u>	Professeur des Universités*
	M.	GEORGE Olivier	Maître de Conf. Associé
	Mlle	BLAISE Claire	Assistante
	M.	EGLOFF Benoît	Assistant
Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale	Mme	<u>CLEMENT Céline</u>	Maître de Conférences*
	M.	JANOT Francis	Professeur Contractuel
	M.	CAMELOT Frédéric	Assistant
Sous-section 57-01 Parodontologie	M.	<u>AMBROSINI Pascal</u>	Professeur des Universités*
	Mme	BISSON Catherine	Maître de Conférences*
	M.	MILLER Neal	Maître de Conférences
	M.	PENAUD Jacques	Maître de Conférences
	Mlle	BÓLÓNI Eszter	Assistante
Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique Anesthésiologie et Réanimation	M.	<u>BRAVETTI Pierre</u>	Maître de Conférences
	M.	ARTIS Jean-Paul	Professeur 1er grade
	M.	VIENNET Daniel	Maître de Conférences
	M.	WANG Christian	Maître de Conférences*
	M.	BAPTISTA Augusto-André	Assistant
	M.	CURIEN Rémi	Assistant
	Mme	GUILLET-THIBAUT Julie	Assistante*
Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie)	M.	<u>WESTPHAL Alain</u>	Maître de Conférences*
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des Universités*
	M.	YASUKAWA Kazutoyo	Assistant Associé
Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie	M.	<u>ENGELS-DEUTSCH Marc</u>	Maître de Conférences
	M.	AMORY Christophe	Maître de Conférences
	M.	MORTIER Eric	Maître de Conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Assistant*
	Mlle	PECHOUX Sophie	Assistante
Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale)	M.	<u>DE MARCH Pascal</u>	Maître de Conférences
	M.	LOUIS Jean-Paul	Professeur des Universités*
	M.	ARCHIEN Claude	Maître de Conférences*
	M.	SCHOUVER Jacques	Maître de Conférences
	Mlle	CORNE Pascale	Assistante
	M.	LACZNY Sébastien	Assistant
	M.	MAGNIN Gilles	Assistant
	Mlle	MONDON-MARQUES Hélène	Assistante
Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie	Mlle	<u>STRAZIELLE Catherine</u>	Professeur des Universités*
	M.	RAPIN Christophe (Sect. 33)	Professeur des Universités*
	Mme	MOBY Vanessa (Stutzmann)	Maître de Conférences*
	M.	SALOMON Jean-Pierre	Maître de Conférences
	M.	HARLE Guillaume	Assistant Associé

souligné : responsable de la sous-section * temps plein

Mis à jour le 01.12.2012

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que
les opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propres à leurs auteurs
et qu'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation*

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur Pascal AMBROSINI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine

Vice – Doyen au budget et aux affaires hospitalières

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités

Responsable de la sous – section : Parodontologie

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites, en présidant le jury de notre thèse.

Nous vous remercions pour vos qualités pédagogiques et humaines que nous avons pu apprécier tant durant les enseignements que pendant les vacations cliniques.

Nous vous exprimons ici, notre sincère reconnaissance et notre profond respect.

A NOTRE JUGE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Docteur Eric MORTIER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine

Maître de Conférence des Universités

Sous section : Odontologie Conservatrice – Endodontie

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en nous accompagnant dans la rédaction de ce travail.

Nous vous remercions également de la grande qualité de vos enseignements, de votre pédagogie, de votre disponibilité et de votre soutien.

Enfin vos qualités humaines ont grandement contribué au plaisir que nous avons eu à vous seconder dans l'encadrement des travaux pratiques pendant deux années.

Soyez assuré de notre considération et de notre plus profond respect.

A NOTRE JUGE

Madame le Docteur Céline CLEMENT

Docteur en chirurgie dentaire,

Vice-Doyen de la Faculté d'Odontologie de l'Université de Lorraine,

Docteur à l'Université de Lorraine,

Praticien hospitalier, CHU de Nancy

Maître de Conférences des Universités,

Responsable de la Sous-section : Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie légale

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail.

Nous vous remercions pour vos précieux conseils tant sur le plan pédagogique que concernant l'élaboration de notre travail.

Nous voulons également vous remercier pour votre grande disponibilité et votre enthousiasme.

Merci enfin d'avoir suscité chez nous l'intérêt lors de vos enseignements concernant l'ergonomie qui ont aboutit à la réalisation de cette thèse.

Avec tous nos remerciements nous vous exprimons ici notre plus grand respect.

A NOTRE JUGE

Monsieur le Docteur David JOSEPH

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistant Hospitalier Universitaire

Sous – section : Parodontologie

Nous sommes très honoré par votre présence dans le jury de notre thèse.

Nous tenons à vous remercier pour votre pédagogie et votre sens aigu des relations humaines.

Merci de la confiance que vous nous avez accordé pendant ces deux années de clinique.

Soyez assuré de nos sentiments les plus respectueux.

Remerciements

À mes parents pour leur soutien et leur aide durant toutes ces années. Merci.

À ma sœur, véritable amie, toujours présente pour moi.

À mes amis, parce que tous ces moments passés ensemble rendent ces années d'études inoubliables. J'espère sincèrement que ces liens perdureront.

À Liza pour son soutien si important au long de cette difficile année. Merci d'être à mes côtés.

ANALYSE DES CONDITIONS DE TRAVAIL
D'UN CHIRURGIEN DENTISTE : RISQUES
PHYSIQUES ET PSYCHOSOCIAUX

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

1. Introduction

2. Historique de l'évolution de l'ergonomie de travail au cabinet dentaire

3. Constat d'une profession à risque : analyse d'un poste type

4. Les solutions existantes

5. Ouverture

6. Conclusion

Références

Table des matières

Liste des Figures

- Figure 1 : Planche 32 issue du « *Traité complet de l'art du dentiste* » montrant le fauteuil dit de Maury, d'après Maury, 1828 p 16
- Figure 2 : Illustration issue de « *A practical guide to operations on the teeth* », présentant le fauteuil de James Snell en position assise avec ses accessoires, d'après Snell, 1832. p 17
- Figure 3 : Exemple du fauteuil de Flagg issu de « *Medicine : Perspectives in history and art* », d'après Greenspan, 2006. p 18
- Figure 4 : Illustration du fauteuil d'Émile Gardette issue de « *Anatomy, physiology and pathology of the human teeth* », d'après Goddard et Parker, 1844. p 19
- Figure 5 : Exemple du fauteuil de Wilkerson issu de « *Medicine : Perspectives in history and art* », d'après Greenspan, 2006. p 21
- Figure 6 : Exemple du fauteuil New Wilkerson en position allongée, tête vers le bas. Photographie issue de « *Des dents et des hommes* », catalogue de l'exposition du centenaire du diplôme de chirurgien dentiste 1892-1992, d'après le site internet de l'ASPAD. p 21
- Figure 7 : Illustration publicitaire présentant le « *Forsyth Unit* » issue du périodique *Dental Cosmos*, d'après S.S. White Manufacturing Co[®], 1914. p 23
- Figure 8 : Publicité présentant l'unit n°6 de S.S. White[®], issue de la revue « *Dental Cosmos* » de décembre 1930. Volume 72 Numéro 12, pages 1 et 68, Archives en ligne de la revue. p 24
- Figure 9 : Schéma de travail d'un praticien avec un système d'unit. p 25
- Figure 10 : Présentation publicitaire du « *Bloc Opérateur* » de Malençon, d'après le site internet de la SFHAD. p 27
- Figure 11 : Illustration du prototype du Centric avec praticien en position de référence (a) et en travail debout à 8 heures (b), d'après le site internet de la SFHAD. p 28
- Figure 12 : Mouvement d'inclinaison associé à la translation de l'assise par rapport au piètement sur le fauteuil de Comhaire. p 29
- Figure 13 : Photographie d'un Colibri à 7 instruments, tiré de la présentation de Carlo Guastamacchia : « *Un principio fondamentale di ergonomia: Preparazione, Esecuzione, Riordino delle attività cliniche.* », Cagliari 2005. p 29
- Figure 14 : Illustration d'un système d'instrumentation à fouet de type Colibri en position repliée et déployée. p 30
- Figure 15 : Le fauteuil Dent-al-eze de Naughton et Anderson, d'après le site internet de la SFHAD. p 31
- Figure 16 : Console de Chayes, illustration d'après « *Simplification du travail dans la pratique dentaire* » Kilpatrick, 1972. p 32

Figure 17 : Illustration de la posture de référence pour un travail de précision, d'après la brochure « <i>Dr. Beach ergonomic concept</i> » de J.MORITA Europe GMBH®.	p 33
Figure 18 : Illustration des positions relatives du praticien et du patient avec l'utilisation du système Morita® issu du concept de Beach.	p 34
Figure 19 : Comparaison de la position d'un enfant par rapport à celle d'un adulte entre un fauteuil de type Beach et un fauteuil classique, d'après la brochure « <i>Dr. Beach ergonomic concept</i> » de J.MORITA Europe GMBH®.	p 34
Figure 20 : Le fauteuil Spaceline feel 21 basé sur le concept de Beach (version actuelle la plus proche du concept original), d'après les fiches produits du site internet de Morita®.	p 35
Figure 21 : Modèle de la dynamique d'apparition des troubles musculo-squelettiques.	p 38
Figure 22 : Posture de référence, dos droit et épaules basses, lors du travail en vision indirecte, d'après le livret du stage de formation « <i>Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie</i> » Skovsgaard, 2001.	p 42
Figure 23 : Posture à risque de flexion antérieure de la colonne vertébrale avec disques intervertébraux en compression, lors du travail en vision directe, d'après le livret du stage de formation « <i>Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie</i> » Skovsgaard, 2001.	p 42
Figure 24 : Flexion latérale lors du soin avec compression des disques intervertébraux, d'après le livret du stage de formation « <i>Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie</i> » Skovsgaard, 2001.	p 43
Figure 25 : Posture à risque de flexion antérieure de la colonne vertébrale au niveau cervical, avec disques intervertébraux en compression, d'après le livret du stage de formation « <i>Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie</i> » Skovsgaard, 2001.	p 44
Figure 26 : Amplitude articulaire de confort pour la flexion antérieure du cou, norme ISO 11226, d'après Aptel et coll., 2011.	p 44
Figure 27 : Amplitudes articulaires de confort pour l'articulation de l'épaule, déterminées par la norme FN EN 1005-4, d'après Aptel et coll. 2011.	p 45
Figure 28 : Amplitudes articulaires de confort du poignet selon la norme ISO 11228-3, d'après Aptel et coll., 2011.	p 46
Figure 29 : Colonne vertébrale humaine en vue latérale présentant ses différents segments, d'après la 20 ^{ème} édition américaine de « <i>Gray's Anatomy of the Human Body</i> » Gray, 1918. Modifié par ajout d'une légende et colorisation.	p 49
Figure 30 : Présentant les courbures du rachis moyenne et extrêmes physiologiques, d'après « <i>Douleurs vertébrales et radiculalgies communes</i> » de Ziegler et coll, 1979.	p 50

Figure 31 : Illustration d'une vertèbre et du disque intervertébral contigu, issu du tome 3 de « Physiologie articulaire » Kapandji, éditions Maloine, 1975. Schéma modifié avec des annotations.	p 51
Figure 32 : Illustration du canal carpien, position et rapports anatomiques des structures internes et externes, d'après Aptel et coll., 2011.	p 52
Figure 33 : Vue supérieure de la coiffe des rotateurs, muscles en vert et tendons en rose, d'après « Atlas d'anatomie humaine » de Netter, troisième édition 2004.	p 53
Figure 34 : Contraintes sur le disque intervertébral L3-L4 dans différentes postures pour un sujet pesant 70kg, d'après Andresson et coll., 1974.	p 55
Figure 35 : Contraintes sur le disque intervertébral au niveau lombaire dans différentes positions assises, d'après Nachemson, 1960.	p 56
Figure 36 : Déformation et déplacement du nucleus pulposus en fonction des mouvements intervertébraux, latéro-flexion ou flexion/extension	p 56
Figure 37 : Modifications de l'annulus au cours des phénomènes de vieillissement et dégénérescence discaux et migration du nucleus pulposus, d'après Vandermarq et Ardilouze Rachis lombosacré. Pathologie discale. EMC – Radiologie et imagerie médicale : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale. 2007: p 2.	p 57
Figure 38 : Diagramme présentant le modèle du syndrome général d'adaptation, d'après Myers « <i>Exploring Psychology 7th ed</i> », 2008, page 398.	p 63
Figure 39 : Coupe sagittale d'un œil humain, issu de l'ouvrage « Ergonomie » de Monod et Kapitaniak 1999, p173.	p 74
Figure 40 : Image en microscopie optique d'une coupe semi-fine de rétine de souris adulte, d'après Behar-Cohen et coll. Anatomie de la rétine. EMC - Ophtalmologie 2009:1-14.	p 77
Figure 41 : Vue latérale de l'orbite osseuse présentant le globe oculaire et les muscles oculomoteurs, d'après Patrick J. Lynch.	p 80
Figure 42 : Double cône du modèle TSL, d'après Anselme et Gadal, Université virtuelle environnement et développement durable.	p 82
Figure 43 : Intensité de la lumière en fonction de chaque longueur d'onde pour différentes sources lumineuses, d'après Bäurle et coll., 1982.	p 83
Figure 44 : Comparaison de couleurs faussée par la différence de lumière et de contraste entre les cases, d'après E. Adelson.	p 84
Figure 45 : Variation de l'impression de couleur en fonction du contraste avec l'environnement.	p 85

Figure 46 : Facteurs de réflexion en fonction de la couleur de la surface, d'après Thorn Lightning, 2012.	p 86
Figure 47 : Schéma présentant les proportions entre les différentes zones d'éclairage autour d'une tâche, d'après Thorn Lightning, 2012.	p 87
Figure 48 : Diagramme de Kruithoff présentant l'éclairage (en Lux) en fonction de la température de couleur (en degrés Kelvin), d'après Thorn-lightning, 2012.	p 88
Figure 49 : Répartition des zones elliptiques selon le pourcentage d'éclairage d'après la norme ISO EN NF 9680.	p 88
Figure 50 : Schéma récapitulatif des normes d'éclairage EN NF 12464-1 et ISO EN NF 9680 appliquées à un cabinet dentaire, d'après Indépendentaire spécial lumière, 2009.	p 89
Figure 51 : Coupe frontale de l'oreille, présentant ses différentes subdivisions, d'après l'encyclopédie Larousse, 2012.	p 91
Figure 52 : Spectre sonore d'une turbine dentaire en fonctionnement à vide, d'après Buissette, 2011.	p 92
Figure 53 : Modification moyenne du seuil d'audition en fonction de l'âge, d'après Kurakata et coll., 2011. La courbe A présente des sujets de sexe masculin et la courbe B de sexe féminin.	p 93
Figure 54 : Spectre par tiers d'octave d'un détartreur à ultrasons, fonctionnement à vide en A et appliqué contre une dent en B, d'après Buissette, 2011.	p 96
Figure 55 : Les différents concepts de positionnement ergonomique des instruments par rapport au fauteuil selon Kimmel, d'après Just et Hilger, 2004.	p 101
Figure 56 : Fauteuil avec instrumentation sur kart, d'après la fiche produit du modèle Uniclit Cart, Heka Dental A/S®, 2008.	p 102
Figure 57 : Instrumentation à fouet trans-thoracique, d'après la fiche produit du modèle Sinius Cs, Sirona Dental GmbH®.	p 105
Figure 58 : Modèle Spaceline Emcia Pdw de la firme Morita présentant la tablette latérale porte instruments, d'après la brochure publicitaire du Spaceline, J Morita Europe GmbH®, 2012.	p 106
Figure 59 : Positionnement du bassin et de la courbure des vertèbres lombaires en positions physiologique (debout) et assise à angle droit, d'après Mandal « <i>The seated Man</i> », 1987. ...	p 108
Figure 60 : Position assise avec un siège à assise non réglable et horizontale. Station assise passive (a) et active (b), d'après Valachi, 2008.	p 110
Figure 61 : Position assise avec un siège à assise réglable inclinée entre 5 et 15 degrés vers l'avant, d'après Valachi, 2008.	p 111
Figure 62 : Siège en forme de selle avec inclinaison antéropostérieure et hauteur réglable, d'après la fiche produit de Bambach Saddle Seat®.	p 113

Figure 63 : Appui-coudes circulaires mobiles en gel adaptable par un système de bague à tout type de fauteuil, d'après la brochure commerciale de Posiflex design®.	p 115
Figure 64 : Malposition du poignet pendant la manipulation d'un instrument, en hyper-extension et flexion excessive, d'après Nield-Gehrig et Houseman, 1996.	p 121
Figure 65 : Préhension d'un instrument avec les doigts en pince pouce-index/majeur, d'après Nield-Gehrig et Houseman, 1996.	p 122
Figure 66 : Prise en pince arrondie et en pince aplatie, d'après Kolber, 1998.	p 125
Figure 67 : Prise en pince relaxée et prise en pince ferme, d'après Pattison, 2011.	p 128
Figure 68 : Enchaînement des mouvements lors du transfert d'instruments entre l'assistante et le praticien avec la technique du travail à quatre mains, d'après « <i>Dental technician vol. 2 – Online military medical books and training manuals</i> » section 4-17.	p 133
Figure 69 : Position de travail autour du fauteuil de soin dans le cadre du travail à quatre mains et division de l'espace de travail, d'après « <i>Dental technician vol. 2 – Online military medical books and training manuals</i> » section 4-15.	p 136
Figure 70 : Exemple de stockage de plateaux pré-préparés dans des bacs de couleur, d'après Binhas et coll., 2011.	p 141
Figure 71 : Emploi du temps des différents membres de l'équipe de soin lors du travail alternatif sur deux fauteuils, d'après Vermeulen, 2011.	p 143
Figure 72 : Relations de disposition des éléments et déplacements des différents acteurs, d'après Kilpatrick, 1972.	p 145
Figure 73 : Plan d'un cabinet pour deux praticiens suivant les principes de disposition et de mobilité, d'après Kilpatrick, 1972.	p 145
Figure 74 : Position des coudes en abduction en fonction du travail horaire, d'après Proteau, 1997, p.39.	p 153
Figure 75 : Angulation de l'ouverture buccale en fonction de la position du dossier du fauteuil, d'après une adaptation de Wilkins 1991 dans Le Beau et coll., 2007.	p 154
Figure 76 : Tête dans différentes positions, allant d'une position axiale basse avec la tête en flexion à une position inclinée et partie inférieure de la tête relevée avec le tête en extension, d'après la brochure commerciale du modèle « <i>pacific chir</i> » du fabricant Airel®.	p 155
Figure 77 : Différentes positions d'étirement proposées par Gupta, 2011.	p 158
Figure 78 : Positions d'étirement au sol, d'après Meyer et coll., 1993.	p 158
Figure 79 : Exercices de renforcement musculaire des muscles des doigts utilisant du silicone « <i>putty</i> » comme accessoire résistant, d'après Nield-Gehrig, 2008 p 58-60.	p 159

Liste des tableaux

Tableau 1 : Niveau de preuve de la relation causale entre facteurs biomécaniques et TMS selon les différentes régions anatomiques, d'après Bernard et coll., 1997.	p 40
Tableau 2 : Échelle de valeur du stress induit en fonction du réajustement social, d'après Holmes et Rahe, 1967.	p 64
Tableau 3 : Questionnaire du <i>Maslach Burn-out Inventory</i> , d'après Le monde de l'intelligence n°23, 2012.	p 66
Tableau 4 : Les dix facteurs de stress les plus cités par les chirurgiens dentistes, d'après Myers et coll., 2004.	p 70
Tableau 5 : Correspondance entre le niveau de bruit et la durée maximale d'exposition afin de respecter les valeurs d'exposition inférieures définies par la réglementation, d'après Thiéry, 2009.	p 94

Pour des raisons de commodité rédactionnelle, les termes « praticien » et « assistante » sont utilisés tout au long de ce document. Si les genres de ces mots sont utilisés de façon systématique, ils ne reflètent en aucun cas une réalité de spécificité du sexe relative à chaque opérateur.

« Tocqueville disait :

« Une idée fausse mais simple a toutes les chances de l'emporter sur une idée juste mais complexe. »

Lorsqu'il s'agit de définir les conditions de travail d'un Praticien, il est simple, trop simple, de ne retenir que les routines de la profession. »

Armand Malençon, 1968

1. Introduction.

1. Introduction.

Le préambule de la constitution de l'Organisation Mondiale de la Santé daté de 1946, non modifiée depuis, contient une définition de la santé : elle est un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité. Si cette définition historique reste d'actualité, elle a été depuis largement complétée. En effet cette même organisation définit également la santé mentale comme un « état de bien-être dans lequel chacun réalise son potentiel, fait face aux difficultés normales de la vie, travaille avec succès de manière productive, et peut apporter sa contribution à la communauté ». On trouve dans cette dernière définition une référence directe au travail et au lien entre ce dernier et la santé des individus.

La santé au travail est donc une préoccupation plus récente et en plein développement. L'Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail (ANACT) définit la qualité de vie au travail en fonction de six facteurs déterminants (Breton-Kueny, 2011) :

- Les relations sociales et professionnelles : reconnaissance du travail, respect, écoute, information, dialogue social et participation aux décisions.
- Le contenu du travail : autonomie, variété des tâches, degrés de responsabilité.
- L'environnement physique du travail : cadre spatial, chaleur, bruit, sécurité, éclairage, propreté.
- L'organisation du travail : qualité de la prescription, capacité d'appui de l'organisation dans la résolution des dysfonctionnements, démarche de progrès, réduction de la pénibilité, anticipation de la charge de travail, prévention des risques professionnels.
- Les possibilités de développement professionnel : formations, validation des acquis de l'expérience, développement des compétences, parcours professionnel.
- La conciliation entre vie professionnelle et vie personnelle : transports, garde des enfants, rythmes et horaires de travail, accès aux services.

Ces différents éléments sont au cœur des préoccupations d'une activité en plein essor : l'ergonomie. Cette science étudie de façon quantitative et qualitative le travail d'une entreprise, afin d'améliorer les conditions de travail et la productivité. L'objectif de l'ergonomie est d'adapter le travail à l'homme en analysant la tâche, la perception de cette dernière par celui qui l'exécute ou encore la transmission des informations (Encyclopédie Larousse, 2013).

Si la cible première de l'ergonomie semble être l'industrie, la démarche reste parfaitement applicable à tous les autres corps de métiers, dont les métiers de la santé en général et l'odontologie en particulier.

La pratique de l'odontologie est une source importante de contraintes tant sur le plan physique que psychologique. En effet sur le plan technique, les postures souvent asymétriques et maintenues dans le temps sont des facteurs de risques importants. Il ne faut cependant pas négliger l'aspect psychologique de ce travail. Les chirurgiens dentistes ont une pratique très largement majoritaire en cabinets libéraux. Ces petites structures impliquent un investissement personnel et une responsabilité importants. Le praticien souvent livré à lui-même doit gérer cette structure par ses propres moyens, et il peut se trouver bien démuni devant la diversité des tâches qui se présentent à lui. Ces nombreuses contraintes peuvent peser sur la santé mentale des praticiens.

La pratique du métier de chirurgien dentiste présente donc de nombreux risques tant sur le plan physique que psychologique.

L'objectif du présent travail est de dresser une analyse de la pratique de la chirurgie dentaire afin de déterminer des risques physiques et psychosociaux qu'elle induit.

Nous verrons ainsi dans un premier temps l'historique et l'évolution de l'ergonomie appliquée au cabinet dentaire, puis dans un second temps une analyse plus fine des différents types de risques induits par la pratique de l'odontologie, enfin nous présenterons une série non exhaustive de solutions diverses permettant de limiter les risques ainsi que leurs conséquences sur la santé de l'équipe de soin.

2. Historique de l'évolution de l'ergonomie de travail au cabinet dentaire.

2. Historique de l'évolution de l'ergonomie de travail au cabinet dentaire.

2.1 Du XVI^e au XIX^e siècle.

2.1.1 Introduction

L'ergonomie est une science vivante en perpétuelle amélioration. Ses concepts se sont appliqués au fil du temps aux cabinets dentaires, ainsi les cabinets que l'on connaît aujourd'hui sont aussi différents de ceux d'hier que de ceux que nous connaissons demain.

À l'origine, les « arracheurs de dents » du XVI^e siècle travaillaient en extérieur sur les marchés ou les foires sans aucune commodité. Les praticiens travaillaient debout avec le patient soit debout également, soit assis à même le sol, comme cela se pratiquait surtout en orient. La pratique de la dentisterie revêt alors parfois un aspect de spectacle, où le praticien exerce son métier sur une estrade aux vues de tous. Le patient était alors assis sur une caisse ou un tonneau, voire même sur le bord de l'estrade, le praticien quand à lui prenait place derrière lui parfois en bloquant la tête du patient entre ses genoux.

Au fur et à mesure que l'activité s'est spécialisée et officialisée, la problématique du confort de travail va se poser et on retrouve ainsi trace d'instruments et de mobilier spécifiquement adaptés à la pratique de l'art dentaire depuis le XVIII^e siècle.

L'activité des chirurgiens dentistes de l'époque, alors appelés experts dentistes, était toujours en partie nomade. Ils exerçaient leur métier au domicile des patients et en extérieur. Cette activité nomade nécessite de fait l'utilisation du mobilier à disposition. Ainsi les patients sont pris en charge soit sur des fauteuils à leur domicile, les domestiques étant parfois mis à contribution pour leur soutenir la tête (Bourdet, 1757), soit pour les pathologies plus importantes, selon l'usage, couchés sur un lit ou un sofa (Fauchard, 1728).

Cependant l'activité va peu à peu se sédentariser, les patients se déplaçant alors au domicile du dentiste, ce domicile prenant alors le nom de cabinet dentaire. Ces cabinets sont bien éloignés dans leur définition et de par leur équipement des standards actuels. On trouve trace dans la littérature des premiers sièges adaptés au début du XIX^e siècle (Laforgue, 1802). Ces sièges sont principalement caractérisés par des pieds avants et arrières largement écartés. Ceux arrières étaient souvent courbés et rejetés derrière le dossier, permettant ainsi d'augmenter la sustentation du fauteuil. D'autre part les dossiers étaient inclinables souvent grâce à un système à crémaillère, et les pieds ainsi disposés permettaient une stabilité constante même en position inclinée. Enfin un vase faisant office de crachoir, ainsi que des serviettes propres sur lesquelles on disposait les instruments clôturaient l'équipement du praticien.

Dans les premières décennies d'existence, les soins dentaires consistaient quasiment exclusivement en l'extraction de toute dent présentant une pathologie. L'instrumentation était alors logiquement constituée de daviers de différentes formes et d'élévateurs. Peu à peu une démarche de soins va apparaître en Europe au début du XVIII^e siècle. Le matériel du dentiste va se compléter par divers limes, grattoirs et rugines pour le nettoyage des cavités carieuses, et de fouloirs et brunissoirs pour la réalisation des restaurations. Les instruments mécaniques rotatifs étaient quand à eux réservés à la confection des prothèses dentaires. Ils n'étaient alors pas utilisés en bouche.

Les instruments et autres équipements mobiliers vont dès lors perpétuellement évoluer, tant du point de vue de l'efficacité que du confort de travail. Nous allons donc illustrer

les différents courants de l'évolution du matériel par l'exemple de la pièce maîtresse du cabinet dentaire : le fauteuil.

2.1.2 L'école française.

Le chirurgien dentiste Pierre Fauchard fût le premier dentiste reçu par la communauté des chirurgiens de Paris à titre d'expert (Dechaume et coll., 1977). Il fût également un des tous premiers auteurs français et même mondiaux à avoir rédigé un traité sur la pratique de l'art dentaire qui fût référence. Cet ouvrage intitulé « le chirurgien dentiste ou traité des dents » fut publié pour la première fois en 1728. Outre un panorama intéressant des pratiques de l'époque, ce livre nous donne le point de vue de son auteur concernant l'équipement nécessaire à la pratique de la dentisterie. Concernant le fauteuil, Pierre Fauchard écrivait « *Afin de rendre l'opération plus aisée, on doit le [le patient] faire asseoir sur un fauteuil ferme et stable, propre et commode, dont le dossier sera garni de crin, ou d'un oreiller mollet plus ou moins élevé et renversé suivant la taille de la personne, et surtout suivant celle du dentiste.* ». Il évoque ainsi la nécessité d'adapter la position du patient en fonction de sa morphologie et de celle du dentiste, mais également afin d'accéder à "*des dents les plus enfoncées dans la cavité de la bouche*". Enfin pour les cas pathologiques qui "*auront rendu un malade perclus à un tel point qu'il ne pourra baisser son dos, lever, baisser ou tourner la tête ni la coucher sur le côté...* " il considère « [qu'] *il ne sera plus question dans un tel cas ou d'autres semblables de situer le malade sur un fauteuil, il faudra lui substituer le canapé, le sofa ou le lit... pour lors on opérera à sa bouche commodément, la situation du sujet ainsi couché à la renverse étant la plus avantageuse*".

La problématique du confort de travail est clairement évoquée par Fauchard. En effet si les réflexions de l'époque étaient surtout tournées vers l'aspect technique de la réalisation des actes, la question de l'installation était malgré tout présente ainsi que la notion d'adaptabilité du poste de travail et fonction de l'acte et du patient.

Les adaptations alors décrites étaient faites avec les moyens du bord, du fait de la pratique majoritairement non sédentaire. Les meubles utilisés étaient ceux des patients et ils étaient adaptés avec des accessoires présents chez eux également. Les instruments étaient transportés dans des troussees souples ou des cassettes à instruments.

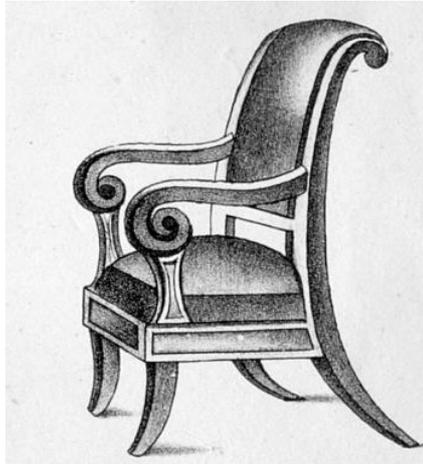
C'est avec la sédentarisation et l'apparition des premiers cabinets dentaires que les premiers mobiliers spécifiques vont être créés. Les fauteuils de commodités utilisés par les médecins, étaient parfois également utilisés par les dentistes. S'ils présentaient l'avantage d'un fauteuil avec dossier inclinable permettant les soins et les consultations, ils avaient comme inconvénient majeur un défaut de stabilité en position inclinée. Ces fauteuils n'étaient donc pas suffisamment adaptés à la pratique des soins dentaires pour satisfaire pleinement les praticiens. Ces derniers vont donc modifier des sièges, voire en créer, afin qu'ils répondent à leur cahier des charges : ils devront être réglables et stables en toutes circonstances.

Laforgue en 1802 dans son livre « L'art du dentiste » fait déjà mention de l'existence de tels sièges chez les praticiens qui ont une pratique régulière et sédentaire.

Maury dans son « Traité complet de l'art du dentiste » daté de 1828, fait état de l'existence dans son cabinet d'un fauteuil de sa création. Cette planche nous montre un fauteuil dont les pieds sont largement écartés, ceux arrières étant repoussés au delà de la tête. Cette configuration permettait une stabilité exemplaire même en cas d'appuis importants sur le dossier. Bien que ce fauteuil ne présente pas de possibilité d'inclinaison du dossier, la partie supérieure de ce dernier possède une forme très spécifique. En effet le dossier est enroulé sur lui même à son

extrémité, ce qui permet d'avoir une partie supérieure quasiment horizontale. Le patient pouvait donc reposer sa tête, basculée en arrière, sur cette partie. Ceci permettait un accès tant visuel que pratique à la cavité buccale (figure 1).

Figure 1 : Planche 32 issue du « Traité complet de l'art du dentiste » montrant le fauteuil dit de Maury, d'après Maury 1828.



Gresset en 1841 a publié une version revue du traité de Maury dans laquelle il présente également une version améliorée de son fauteuil. Au lieu d'avoir un dossier recourbé dans sa partie supérieure, celui-ci possède un dossier inclinable vers l'arrière, afin vraisemblablement d'installer le patient dans un confort supérieur.

Ces réalisations sont l'œuvre de praticiens isolés mettant en pratique leur approche ergonomique de façon artisanale. Il faudra attendre la fin du XIX^e siècle pour voir l'apparition de manufactures de matériel et de fauteuils dentaires en France. Inspirés des fauteuils manufacturés aux États-Unis, ils sont de plus en plus réglables, associant inclinaison du dossier, réglage de la hauteur du siège et parfois même la rotation de ce dernier. On trouve également de plus en plus de repose-pieds incorporés au fauteuil, permettant de soutenir les pieds du patient même lorsque le fauteuil est en position inclinée. Il faut noter l'apparition de crachoirs incorporés, souvent accrochés à l'un des accoudoirs. La tendance de l'époque, prend en compte la nécessité d'une adaptabilité croissante du fauteuil mais reste tout de même très axée sur l'aspect esthétique du fauteuil. Le design est souvent très chargé pour se conformer aux standards esthétiques de l'époque, ainsi les bois précieux et autres velours épais ne sont pas rares.

2.1.3 L'école britannique

Les débuts de la mouvance Anglaise de l'évolution du matériel dentaire ergonomique sont les mêmes qu'en France. On retrouve donc des praticiens qui vont adapter ou créer des fauteuils. Parmi les innovations notables on trouve l'œuvre de James Snell. Dans son livre « *A practical guide to operations on the teeth* » daté de 1832, il consacre tout un chapitre au sujet de son fauteuil, preuve de son intérêt pour le domaine de l'ergonomie du poste de travail. Les préoccupations ergonomiques de James Snell étaient de modifier le poste de travail afin de

pouvoir l'adapter aux différentes situations de travail, mais également de limiter les mouvements superflus du praticien, tout en préservant au maximum le confort du patient.

Le cahier des charges de Snell pour son fauteuil était axé autour de trois points :

- Le fauteuil doit être adaptable afin de placer le patient dans toutes les positions nécessaires au travail confortable du dentiste, sans pour autant compromettre le confort du patient.
- Les composants accessoires du fauteuil doivent être attenants au fauteuil afin qu'ils soient facilement accessibles.
- Le fauteuil doit être accompagné d'un repose-pieds permettant un maintien des jambes du patient quelle que soit sa position.

Le fauteuil de Snell devait donc être très réglable. Ainsi le dossier inclinable sera composé d'une partie supérieure orientable et amovible. Sur cette partie supérieure était présent un appuie-tête mobile en forme de coussin et deux joues latérales permettant au patient de reposer latéralement de la tête. Enfin le siège était réglable en hauteur grâce à un système de crémaillère complétée par des ressorts.

Sous le fauteuil, un repose-pieds modulable prenait place. Il était composé de trois parties superposées et articulées en Z. Les deux plateaux supérieurs étaient munis de crémaillères permettant de modifier leur angulation et ainsi d'en régler la hauteur. À son extrémité basse, le repose-pieds présentait une barrette perpendiculaire au plateau qui faisait office de bloque-talon. Tout le dispositif une fois replié s'escamotait sous l'assise du fauteuil grâce à des roulettes.

Enfin le fauteuil disposait d'accessoires solidaires. On trouvait une tablette destinée à disposer les instruments à portée de main attenante à l'accoudoir droit, un miroir attenant à l'accoudoir gauche et un support à bougie solidaire du dossier. On disposait une bougie sur ce dernier afin d'apporter une source de chaleur et de lumière sur le poste de travail (Figure 2).

Figure 2 : Illustration issue de « *A practical guide to operations on the teeth* », présentant le fauteuil de James Snell en position assise avec ses accessoires, d'après Snell 1832.



James Snell est l'inventeur du premier fauteuil dentaire à part entière. Ce dernier avec ses accessoires solidaires est une véritable unité opératoire pour chirurgien dentiste, précurseur des unités modernes.

2.1.4 L'école américaine

Parallèlement à l'essor des écoles européennes, l'école américaine va également prendre son envol. Cette mouvance très dynamique et productive va profiter du développement massif de l'industrialisation de masse. Les premiers dentistes formés vont débarquer en Amérique en provenance d'Europe Occidentale. Ils vont ainsi perpétuer puis développer des concepts importés de leurs pays d'origine.

Les premiers dentistes américains, comme leurs confrères européens, vont dans un premier temps utiliser des meubles de la vie courante pour pratiquer leur métier. Ainsi l'usage des *rocking chairs* était très répandu. Ce fauteuil permettait, comme son nom l'indique, d'incliner le dossier par une bascule de la totalité du siège. Cette inclinaison postérieure était maintenue grâce à l'interposition d'un coin de bois entre la partie antérieure du piètement arqué du fauteuil et le sol. Le siège était alors stable en position de bascule arrière afin d'avoir un meilleur accès à la cavité buccale (Meritt, 1898).

D'autres praticiens ont également, comme en Europe, modifié des fauteuils à usage privé pour les adapter à la pratique de la dentisterie. Ainsi Josiah Flagg est le créateur du premier fauteuil dentaire américain qui serait daté de 1790. Son modèle est une adaptation d'un fauteuil de type Windsor, auquel a été greffé une tête de cuir. L'extrémité de l'accoudoir droit était suffisamment élargie afin qu'elle se termine en un plateau servant à la disposition des instruments (Figure 3).

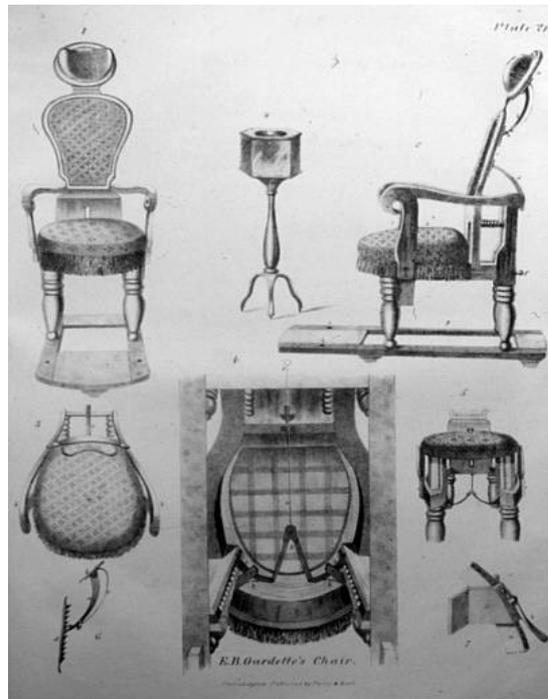
Figure 3 : Exemple du fauteuil de Flagg issu de « *Medicine : Perspectives in history and art* », d'après Greenspan 2006.



Plus tard les fauteuils vont devenir de plus en plus complexes en adoptant des mécanismes permettant aux praticiens d'adapter la position du siège et donc du patient. Les similitudes entre l'évolution sur les deux continents peuvent s'expliquer d'une part par l'émigration de dentistes européens mais également par la publications des divers ouvrages européens en Amérique, comme l'ouvrage de Snell paru en 1838 en Amérique.

Parmi ces fauteuils, et pour illustrer ce propos, on peut nommer le fauteuil d'Émile Gardette, fils de Jean Gardette dentiste Français émigré en Amérique. Son fauteuil possédait des pieds largement écartés afin d'augmenter sa stabilité, les pieds arrière étant repoussés à l'aplomb de la tête. Le dossier était inclinable et la tête était, elle aussi, réglable par rapport au dossier, grâce à des systèmes à crémaillère. L'assise était également réglable en hauteur. On trouvait enfin deux innovations intéressantes : un dossier fin et profilé et des accoudoirs amovibles. En diminuant significativement la largeur du dossier et en l'échancrant vers sa base, Gardette va réduire de façon importante l'encombrement ce dernier. Il en va de même pour les accoudoirs, qui une fois retirés laissent la place libre pour le dentiste afin qu'il puisse se positionner sans gêne au plus proche du patient. Le confort de travail était bien supérieur par rapport aux larges fauteuils existant alors.

Figure 4 : Illustration du fauteuil d'Émile Gardette issue de « *Anatomy, physiology and pathology of the human teeth* », d'après Goddard et Parker 1844.



La révolution suivante va être l'instigation du Docteur Wilkerson. Ce dernier va développer en collaboration avec la manufacture Johnston brothers & Selby Company® un fauteuil d'une part extrêmement adaptable, et d'autre part révolutionnaire puisqu'il fut le premier fauteuil à réglage hydraulique. Il fut présenté en 1877.

Si le réglage en hauteur du fauteuil se fait toujours en dessous de l'assise, la manivelle ou poignée habituelle permettant de manœuvrer les crémaillères va ici être remplacée par une pédale. Celle-ci est reliée à un levier qui va actionner un vérin à cric permettant de remonter une crémaillère interne au piston. Lorsque le piston va monter il va créer le vide dans la chambre qui le contient. Ce vide va ouvrir une soupape menant à un réservoir d'huile, et l'huile va prendre la

place laissée vide dans la chambre du cylindre. La soupape va se fermer automatiquement grâce à la pression de l'huile, permettant au volume d'huile enfermée dans la chambre de bloquer la descende du cylindre. Le fauteuil va rester en position haute jusqu'au déblocage manuel de la soupape laissant l'huile regagner son réservoir, chassée par le piston. Ce système très ingénieux présente un avantage énorme par rapport aux systèmes conventionnels à crémaillère : il peut être utilisé grâce au pied du dentiste, laissant ainsi ses mains libres et permettant donc un réglage de la hauteur du siège pendant les soins. Dans la même logique, le fauteuil pouvait être basculé en arrière et même pivoter autour de l'axe du piétement grâce à d'autres pédales. Tous les réglages du corps du fauteuil étaient donc réalisables au pied.

D'autre part les pieds de ce fauteuil étaient disposés en griffe avec trois pieds portés vers l'avant et un seul vers l'arrière. Cette disposition asymétrique permettait de minimiser l'encombrement au niveau du sol vers l'arrière du fauteuil, laissant ainsi au praticien le pouvoir d'évoluer plus librement autour du patient et de s'en rapprocher facilement.

Le dossier était quant à lui fractionné en deux parties, une haute fixe et une basse mobile permettant au choix de soutenir la colonne lombaire du patient si on la laissait dans l'axe du dossier, ou si on la relevait à 90° par rapport au dossier, elle permettait d'adapter la taille du dossier et de l'assise à la taille d'un enfant. Ce dossier était surmonté d'une tête réglable en tous sens et accompagnée d'un repose bras mobile à destination du praticien.

Enfin le fauteuil était équipé d'un repose-pieds lui aussi réglable en longueur comprenant une partie escamotable qui, une fois déployée, était adaptée aux enfants (Figure 5).

Ce fauteuil fut une véritable révolution tant du point de vue de son système novateur que de son adaptabilité. Il permettait d'une part un très grand confort de travail pour le praticien mais également un confort important pour le patient et une modularité permettant l'accueil des enfants comme des adultes.

Wilkerson va faire évoluer son concept à de nombreuses reprises pendant une vingtaine d'années. C'est suite à la fusion des firmes Johnston brothers & Selby Company® et de celle de Samuel Stockton White® pour former la S.S.White dental manufacturing Company®, que la production des fauteuils Wilkerson va devenir vraiment massive. Il fut l'un des fauteuils les plus diffusés dans le monde mais également l'un des plus copiés notamment par des manufactures européennes.

Au cours des nombreuses améliorations, Wilkerson mit au point d'autres dispositifs tels que des accoudoirs amovibles permettant un accès plus aisé au patient. Une fois retiré, on pouvait le remplacer soit par un siège surélevé adapté aux enfants soit par un appui corporel permettant une position plus confortable au praticien pendant les soins.

Le docteur Wilkerson pratiquait dans le cadre de son activité des anesthésies générales au protoxyde d'azote. Au cours de ces dernières les patients pouvaient être pris de convulsions ce qui induisait la nécessité de les positionner en décubitus dorsal. Cette contrainte a poussé Wilkerson à modifier une nouvelle fois son propre fauteuil afin de pouvoir mettre le patient dans une telle position. C'est ainsi qu'il conçut en partenariat avec les ingénieurs de SS. White® le fauteuil *New Wilkerson* en 1899. Il avait comme principale innovation par rapport à ses prédécesseurs la possibilité d'être positionné de façon rectiligne tel un brancard, et d'être incliné en arrière, la tête en direction du sol et les pieds vers le ciel (Figure 6).

Ce fauteuil était différent dans sa conception du Wilkerson classique puisqu'il utilisait un système à pompe à huile à la place de son système à crémaillère. D'autre part le pied était également différent. Complètement cylindrique il permettait une bonne stabilité tout en préservant un accès facile au patient. Ces deux points ont été repris du fauteuil de Ritter.

Figure 5 : Exemple du fauteuil de Wilkerson issu de « *Medicine : Perspectives in history and art* », d'après Greenspan, 2006.



Figure 6 : Exemple du fauteuil New Wilkerson en position allongée, tête vers le bas. Photographie issue de « *Des dents et des hommes* », catalogue de l'exposition du centenaire du diplôme de chirurgien dentiste 1892-1992, d'après le site internet de l'ASPAD.



Le docteur Ritter, expatrié allemand qui prendra plus tard la nationalité américaine, va lui aussi développer son propre fauteuil dans la même période que Wilkerson. Son modèle, le « *Celebrated Columbia* » va se distinguer au niveau de son mécanisme de levage qui utilisait pour la première fois au monde un système à pompe hydraulique. Son fauteuil s'affranchissait pour la première fois du mécanisme de crémaillère. Au dessus d'un piètement circulaire, deux bras articulés prenaient place renfermant le système de pompe hydraulique. Ce nouveau système permettait un débattement encore jamais vu sur un fauteuil de l'époque.

Ce système de bras articulé en deux parties est encore aujourd'hui à la base du mécanisme d'élévation de nombre de fauteuils modernes.

Plus tard comme Wilkerson, Ritter® fera évoluer son concept avec le « *New Columbia* », qui, comme le « *New Wilkerson* » utilisera un système de levage sur base d'un pied circulaire surmonté de cylindres de différentes tailles coulissant les uns dans les autres et contenant le système pompe/réservoir d'huile.

Les firmes Ritter® et S.S. White® furent deux poids lourds de l'industrie de la manufacture de matériel dentaire. À la fin du XIX^e siècle, elle distribuèrent leurs produits partout aux États Unis, puis en Europe au début du XX^e.

Comme nous venons de le voir ce sont les firmes américaines qui sont à la pointe de la technologie et de l'innovation à la fin du XIX^e siècle. L'avance technologique de ces entreprises est telle que leurs produits sont largement copiés par des fabricants européens très peu novateurs.

2.2 Le XX^e siècle.

Le XX^e siècle fût marqué par deux révolutions ergonomiques importantes. La première au début du XX^e siècle, dans la continuité des réflexions antérieures, va voir le regroupement des outils de travail et l'apparition des premières *units*. La seconde plus tardive dans les années 1950 à 1960 va marquer un virage très important : de nombreuses recherches vont aboutir à un changement de la position de travail en plaçant le praticien non plus debout mais assis.

2.2.1 Le développement des units

L'esprit de l'*unit* dentaire, élément regroupant une grande partie des instruments et accessoires à destination du praticien et du patient, est né bien avant son développement. On retrouve déjà cette idée sur le fauteuil de Snell dans la première moitié du XIX^e siècle. Ce dernier avait disposé sur son fauteuil une tablette pour recevoir les instruments, un bougeoir permettant un apport de chaleur pour les matériaux et de lumière pour améliorer la vision du champ opératoire, et enfin un miroir. Tous ces éléments étaient solidaires soit de l'accoudoir soit du dossier du fauteuil.

Plus tard on retrouvera ce principe sur de nombreux autres fauteuils qui proposaient des accessoires, notamment un crachoir et un porte-verre, solidaires des fauteuils.

Les cabinets dentaires du début du XX^e siècle étaient souvent agencés avec de nombreux éléments à bras articulé fixés au murs. Les tablettes de rangement avec plateau pour déposer les instruments, ou encore les projecteurs permettant d'éclairer le champ opératoire

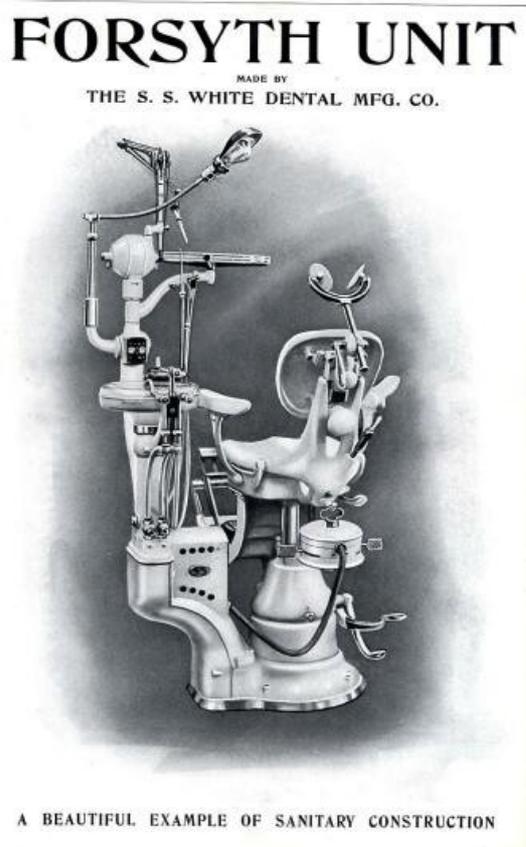
étaient fixés aux murs autour du fauteuil. Le crachoir et le support de verre à eau étaient quant à eux souvent fixés directement au fauteuil. Les différents systèmes de pompe à salive, de moteurs électriques et de tours étaient également positionnés en îlots autour du fauteuil.

En 1914, la firme S.S. White® va présenter un concept révolutionnaire : le « *Forsyth Unit* ». Ce système propose de rassembler en un seul point les différents accessoires nécessaires à la bonne pratique des chirurgiens dentistes. D'abord pensé pour permettre un maintien plus facile de l'hygiène dans le cabinet dentaire, rendu difficile par l'accumulation des éléments, cet *unit* se compose d'une colonne, partageant sa base avec le pied circulaire du fauteuil, qui porte tous les accessoires et outils du cabinet. La colonne se divise en deux parties, l'une à destination du patient, portant le crachoir, un porte-verre et la pompe à salive, et l'autre à destination du praticien, portant un moteur électrique, un projecteur, une tablette et des seringues à air et à eau (Figure 7).

Cette installation permet outre un nettoyage simple et efficace, de rassembler à portée de main tous les éléments que le praticien ou le patient sont susceptibles d'utiliser au cours des soins.

Le système va rencontrer un tel succès que le nom « *Unit* » deviendra par la suite le nom générique de ce type d'installation.

Figure 7 : Illustration publicitaire présentant le « *Forsyth Unit* » issue du périodique *Dental Cosmos*, d'après S.S. White Manufacturing Co®, 1914.



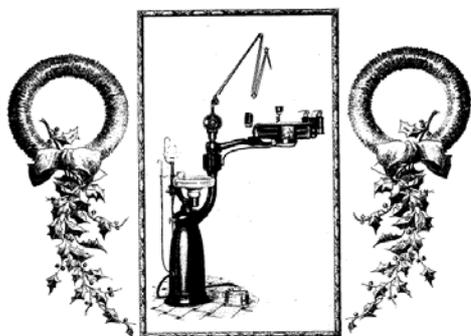
Plus tard S.S. White® va faire évoluer son concept en créant l'*unit* n°3 qui se distinguait principalement du Forsyth unit par sa désolidarisation du fauteuil. La colonne sera désormais indépendante même si elle était destinée à garder son positionnement sur le flanc du fauteuil du côté opposé à celui où travaillait le dentiste.

Le concept d'*unit* va faire des émules chez les autres constructeurs qui vont présenter à leur tour leur propre modèle. Ritter® la grande firme concurrente va présenter en 1917 le « *Ritter Unit Equipment* ». D'autres entreprises comme AC Clark and Co® ou Electro Dental® vont également commercialiser différents modèles. Ces derniers vont peu à peu se doter d'améliorations sur les postes électrique et à eau. Certains modèles possèdent un bec Bunsen ou encore différents accessoires électriques comme des *pulp-tester* pour les tests de vitalité pulpaire électriques. S.S. White® va également innover avec son modèle « Unit n°6 » en 1928, qui contrairement à la plupart de ses concurrents dont les instruments des postes électrique et eau sont disposés sur la colonne principale, va déporter ces instruments autour de la tablette porte-instruments. Le praticien va ainsi pouvoir regrouper une grande partie des instruments dont il a besoin dans un périmètre très restreint (Figure 8).

On peut nettement voir sur l'illustration ci-dessous la tablette circulaire articulée à la colonne par un bras, et portant une partie des instruments (voir les tuyaux d'arrivée d'eau sous le bras articulé).

Figure 8 : Publicité présentant l'*unit* n°6 de S.S. White®, issue de la revue « *Dental Cosmos* » de décembre 1930. Volume 72 Numéro 12, pages 1 et 68. (Archives en ligne de la revue), et son agrandissement.

DECEMBER 1930



Let The Practice Play Santa Claus To You

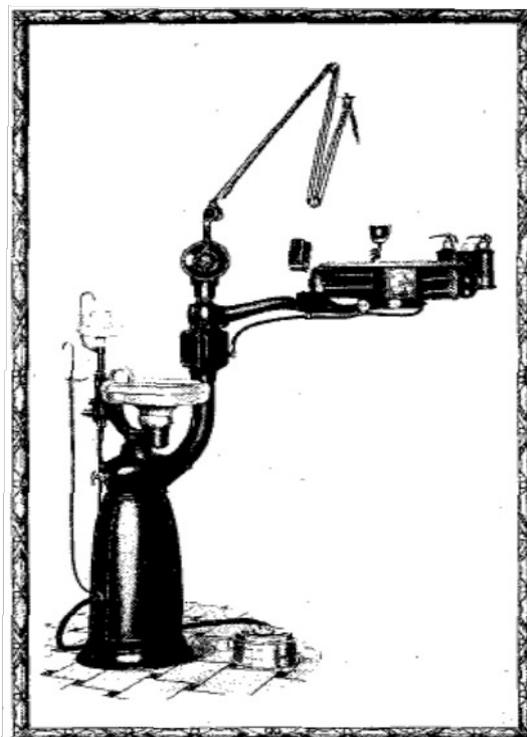
Make the practice present you with an S. S. White Equipment Unit and pay for it from the accrued revenue that will come from the increased service that can be rendered hourly, and from the increased patronage that always flows to him who is best equipped to render service. You may be paying for this unit now in the loss of revenue from waste time which

the S. S. White Equipment Unit would save for you; why not own it? Just how the modern operating accessories of the S. S. White Equipment Unit will make your practice more pleasant, efficient and productive will be gladly demonstrated by your dealer without incurring any obligation whatsoever.

S. S. White Equipment Unit
For the Modern Dental Operating Room

On Display at Dental Depots

The S. S. White Dental Manufacturing Co.
211-17 South 12th Street Philadelphia, Pa.

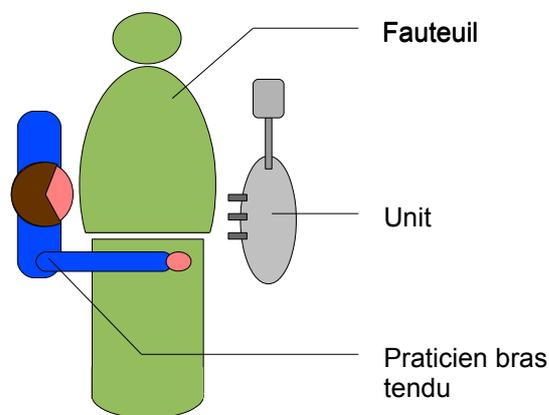


Cependant le concept d'*unit* n'est pas exempt de défaut sur le plan ergonomique. En effet les instruments sont disposés sur un support fixe : la colonne de l'*unit*, qui est placée sur le flanc du fauteuil opposé au dentiste. Cette disposition va nécessiter des mouvements importants de la part du praticien, le forçant même à passer par-dessus le patient lors de soins pour atteindre son matériel. Les possibilités de réglage des *units* étant très faibles, seule la tablette étant faiblement mobile, les latitudes d'adaptation en fonction des caractéristiques du praticien (taille, position de travail) sont extrêmement restreintes.

D'autre part, les accessoires destinés au patient, eux aussi fixes, ne vont pas suivre les mouvements du fauteuil. Ils seront donc mal positionnés dans de nombreuses situations de travail impliquant une modification de la position du siège.

La situation du confort de travail du praticien était améliorée par les derniers systèmes où les instruments étaient solidaires de la tablette, donc partiellement réglables.

Figure 9 : Schéma de travail d'un praticien avec un système d'*unit*.



Si le système de l'*unit* a le mérite de régler certains problèmes du point de vue de l'hygiène et de la simplification des arrivées d'eau, d'air et d'électricité en les centralisant les tubulures dans la colonne, il pose néanmoins de nombreux problèmes du point de vue ergonomique. Essentiellement pensé pour le travail debout, il laisse à l'état embryonnaire les idées de réglage et d'adaptabilité du poste de travail à son utilisateur. Ces systèmes majoritairement plébiscités pendant la première moitié du XX^e siècle sont une véritable impasse ergonomique. Leur utilisation va prendre fin avec la seconde révolution de ce siècle : l'avènement du travail assis, qui rendait quasiment inutilisable les *units* dentaires.

2.2.2 Le travail assis

Comme nous venons de le voir, historiquement le travail du chirurgien dentiste se pratiquait debout. Cependant la station debout prolongée induit des contraintes physiques importantes : d'abord par une tension musculaire prolongée qui va entraîner une fatigue musculaire même si l'effort demandé est faible (Meyer et coll., 2004), d'autre part par une sensation d'inconfort due à une insuffisance circulatoire, et enfin elle favorise la survenue de douleurs dorsales. Ces douleurs dorsales sont induites par la compression statique des disques intervertébraux et la contraction des muscles para-vertébraux, mais elles sont largement

aggravées par la concomitance de mouvements de rotation du buste ou une malposition due à un déséquilibre postural. Or la pratique de la dentisterie debout induit ce type de mouvement et de posture. En effet, le praticien devant gérer avec un pied le rhéostat commandant les instruments rotatifs, il se trouvera alors quasiment en équilibre sur l'autre pied. D'autre part il est amené à pratiquer des mouvements de rotation du buste et d'élévation des bras au delà des amplitudes dites de confort, dans le cadre de la préhension des instruments avec les systèmes d'*units* notamment.

Le travail assis favorise la diminution du coût physiologique et donc la fatigue musculaire. Il apporte une grande stabilité permettant d'effectuer un travail de précision et de concentration. Il permet ainsi de gérer plus facilement le rhéostat, puisque la stabilité est assurée. Cependant elle ne règle pas tous les problèmes puisqu'une station assise prolongée va également induire une gêne circulatoire et des pressions intradiscales importantes au niveau des vertèbres lombaires notamment (Pomian et coll., 2008). La pratique de la dentisterie ne nécessite pas de déplacements particulièrement importants, ce qui sied également au travail assis.

De plus Monod dans son livre « Ergonomie » en 1999 précise que le travail assis même s'il est imparfait, est préférable au travail debout chaque fois que celui-ci est possible.

Cette prise de conscience va pousser de nombreux praticiens de part le monde à se tourner vers le travail assis, qui, s'il n'est pas exempt de reproches, permet de diminuer les contraintes physiques des opérateurs.

2.2.2.1 En Europe.

Depuis l'époque de Fauchard et de Snell en Grande Bretagne, l'Europe est restée quasiment stérile du point de vue des innovations technologiques. Les firmes américaines omniprésentes diffusaient leurs produits de part le monde et les firmes européennes se contentaient de copier leurs produits. C'est dans les années 1950 à 1960 que de nouvelles réflexions vont voir le jour sur le vieux continent. Plusieurs praticien-chercheurs vont complètement remettre en cause les modèles de travail historiques pour se focaliser sur le passage d'une posture de travail debout à une posture de travail assise.

- **La France**

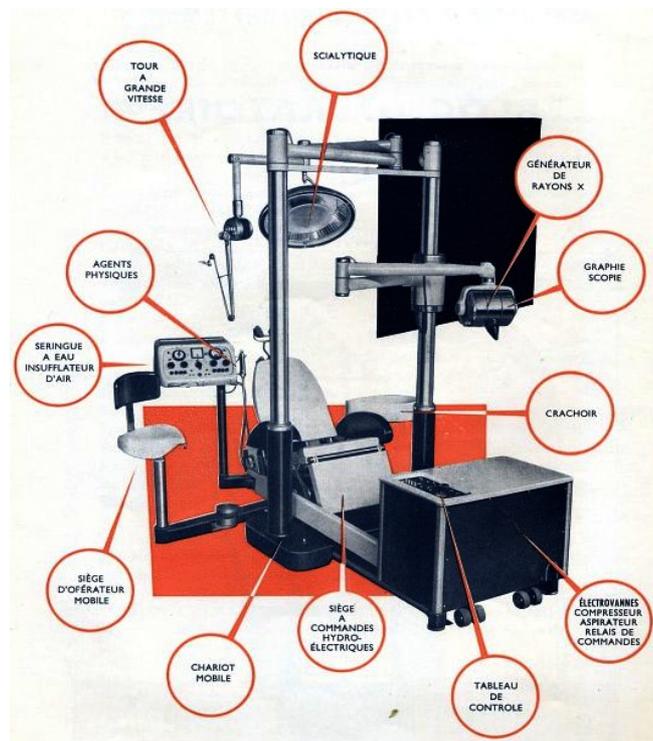
Les principaux travaux d'ergonomie faits en France dans les années 50 et 60 ont été réalisés par Armand Malençon. Il va dès le début de sa carrière remettre en cause la position de travail debout au profit du travail assis, il sera également convaincu du bien-fondé de l'instrumentation suspendue. D'autre part il considère que des nombreuses contraintes physiques peuvent être diminuées grâce aux nouvelles techniques, notamment électromécaniques, qui permettent une diminution importante de l'amplitude des gestes et des efforts musculaires (Malençon, 1968).

Ainsi, il va équiper un fauteuil classique d'un réglage hydraulique de l'inclinaison du dossier, ceci afin de limiter les efforts lors du réglage du fauteuil. D'autre part, bien conscient des problèmes inhérents à l'*unit* que nous venons d'évoquer, il va décider de déporter les instruments à eau, air et électricité sur une tablette portée par un bras articulé positionné à la gauche du fauteuil. Il nommera ce système le « Physiobloc », car il portait entre autres des agents dits physiques, comme un générateur de courant galvanique, Malençon était en effet convaincu du bien fondé de l'utilisation de l'électricité en odontologie (Malençon, 1968). Cette première modification laisse l'*unit* sur le côté gauche du fauteuil, cette dernière conservant le porte

gobelet, le crachoir et la lampe d'éclairage opératoire. Mais Malençon laisse également le tour à sa place historique sur l'*unit*. Cette démarche incomplète ne le satisfait pas puisqu'elle n'améliore pas l'accessibilité à cet instrument. Ceci lui permet de prendre conscience que le système de l'*unit* est définitivement dépassé et n'est pas adapté au travail assis.

Armand Malençon va alors développer en 1953 le « Bloc Opérateur ». Son système sera le premier dont le siège adopte un réglage entièrement électromécanique permettant notamment de mettre le patient en position allongée. Autre innovation importante, le système d'*unit* est ici abandonné. Le fauteuil est encadré par un portique mobile composé de part et d'autre par deux piliers qui sont les supports d'instruments suspendus au dessus du fauteuil. Le premier à gauche, reliquat de l'*unit* porte simplement un crachoir sur sa partie basse et sert, plus haut, de support à un générateur de rayons X. Le second, à droite, reçoit uniquement sur sa partie supérieure un bras articulé qui amène au dessus de la tête du patient une lampe d'éclairage opératoire et le tour qui se trouve enfin du côté du praticien et donc à sa portée sans modification de sa position assise. Enfin on trouve à côté du siège-praticien, également attaché à l'ensemble, un système de tablette semblable au « Physiobloc » positionné environ à 12h (Figure 10).

Figure 10 : Présentation publicitaire du « Bloc Opérateur » de Malençon, d'après le site internet de la SFHAD.



• La Belgique

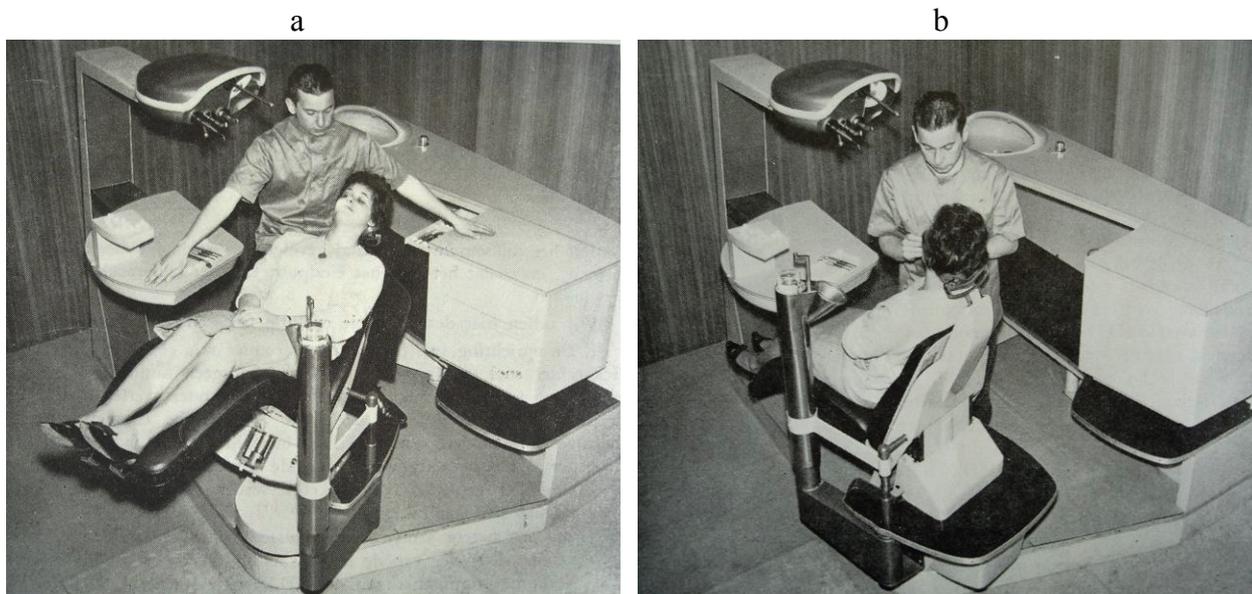
Le professeur Comhaire va développer un concept très novateur d'environnement de soin : le Centric. Son idée de départ est axée sur deux points :

- Mettre au centre de son dispositif la cavité buccale du patient.
- Immobiliser le praticien dans le dispositif du poste de travail.

Le praticien va ainsi conserver une position constante durant sa période de travail. Ainsi immobilisé, il aura toujours dans son dos à droite un poste, portant les instruments dans des fourreaux, disposé légèrement au dessus de son épaule. On peut y voir l'interprétation du professeur Comhaire du concept de l'instrumentation suspendue. Toujours du même côté, mais disposée plus bas et devant le praticien, prenait place une large tablette porte instruments. Enfin sur sa gauche courrait un long meuble de rangement toujours accessible. Tous ces éléments étaient disposés sur un même support afin de les rendre solidaires les uns des autres. Le praticien prenait place dans le dispositif, soit debout, soit assis sur un fauteuil rétractable articulé lui aussi au support (Figure 11a).

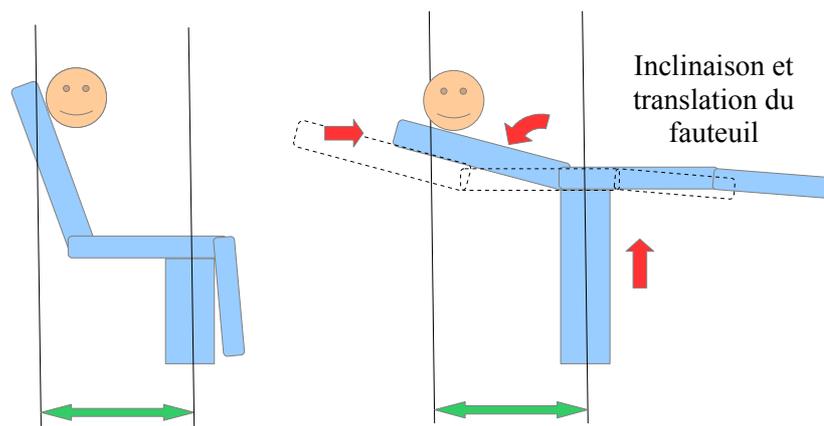
Au centre du dispositif, Comhaire va positionner le fauteuil du patient. Outre l'habituel réglage de hauteur et d'inclinaison, ce fauteuil va disposer d'une latitude de réglage en rotation autour de l'axe de son pied, afin de modifier la position relative praticien/patient. Ainsi, sans bouger, le praticien pourra travailler dans des positions variant de 8h à 12h (Figure 11b).

Figure 11 : Illustration du prototype du Centric avec praticien en position de référence (a) et en travail debout à 8 heures (b), d'après le site internet de la SFHAD.



L'objectif initial étant de mettre la bouche du patient au centre du poste de travail, il faut également que le rapport entre le praticien et la cavité buccale du patient reste le même. Hors avec l'inclinaison du fauteuil, la tête du patient va être déportée vers l'arrière et le bas. Le problème de la hauteur peut être simplement compensé par une élévation du fauteuil. Pour celui du recul, Comhaire va mettre au point un système de translation du dossier et de l'assise. Ces derniers lors de l'inclinaison vont donc coulisser par rapport au pied du fauteuil. Comme le pied prend appui sur l'ensemble de l'équipement solidaire du siège du praticien, la distance entre ce dernier et la cavité buccale va rester constante grâce au mouvement de translation (Figure 12).

Figure 12 : Mouvement d'inclinaison associé à la translation de l'assise par rapport au piètement sur le fauteuil de Comhaire.



Distance entre le piètement et la bouche du patient constante

Ce concept de 1963 présente cependant quelques difficultés techniques dans sa conception puisque ni l'éclairage de la cavité buccale, ni l'évacuation de la salive ne sont pris en compte. Le système électromécanique nécessaire aux divers mouvements du fauteuil était également très complexe, cher et encombrant (Malençon, 1968). D'autre part, il présente l'inconvénient de favoriser l'immobilité du praticien, ce qui va être un facteur de risque important d'apparition de troubles algiques vertébraux.

Il sera néanmoins amélioré et commercialisé en 1971, mais sans jamais rencontrer de succès commercial.

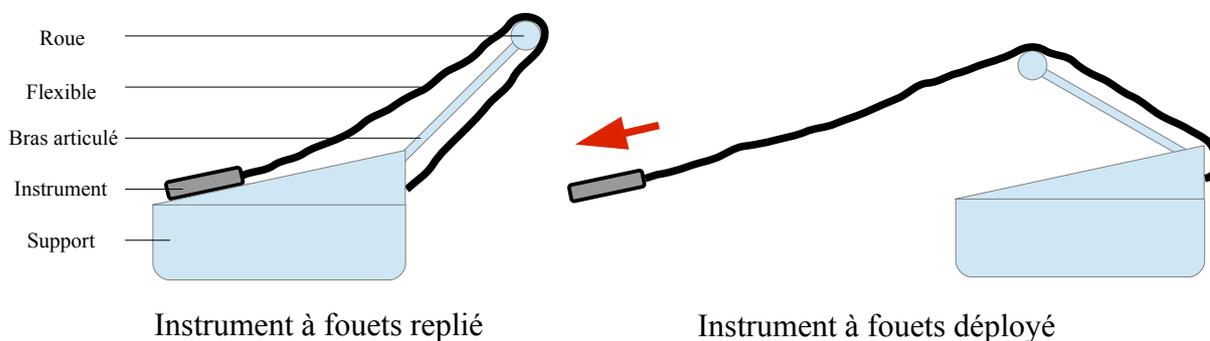
- **L'Italie**

Carlo Guastamacchia va développer avec la firme Italienne Sprido® en 1968 un concept d'instruments rotatifs, à air et à eau suspendus par un système de fouets (Figure 13). Dans ce système appelé Colibri, les instruments sont disposés les uns à côté des autres sur un support articulé qui peut être positionné au dessus du thorax du patient. Les tuyaux d'arrivée pour l'eau, l'air et l'électricité qui aboutissent à chaque instrument sortent à l'arrière du support puis passent autour d'une roue articulée à l'extrémité d'un bras. Le praticien en tirant sur l'instrument va entraîner un mouvement de ce bras dans sa direction permettant de bénéficier de toute la longueur du flexible (Figure 14).

Figure 13 : Photographie d'un Colibri à 7 instruments, tiré de la présentation de Carlo Guastamacchia : « *Un principio fondamentale di ergonomia: Preparazione, Esecuzione, Riordino delle attività cliniche* », Cagliari 2005.



Figure 14 : Illustration d'un système d'instrumentation à fouet de type Colibri, en position repliée et déployée.



Le support est articulé à un bras fixé au plafond au dessus du fauteuil. Ce plafonnier supporte également d'autres accessoires comme la lampe d'éclairage opératoire par exemple. Cette articulation permet au praticien de disposer le support à sa guise, soit au dessus du thorax du patient (le système est également appelé trans-thoracique), soit à la droite de ce dernier.

Le système de roue permet de supporter une partie du poids de l'instrument et de son flexible par rapport aux systèmes classiques. Avec ces derniers, les flexibles pendent ce qui accentue le poids des instruments au détriment de la maniabilité, de la difficulté de préhension, de la précision ou encore de la contraction musculaire supplémentaire mise en jeu afin de maintenir la position de l'instrument en main.

D'autre part le Colibri permet de reposer l'instrument sur le support d'une façon beaucoup plus simple et intuitive, sans avoir à quitter des yeux la bouche du patient, car le fouet repositionne automatiquement l'instrument à sa place sur le support.

Bien que d'aspect très mécanique, le Colibri va connaître un succès important également en France dans les années 80, il sera cependant abandonné lorsque les impératifs hygiéniques vont apparaître car, exempt de surfaces lisses, il était complexe à nettoyer (Ifker, 2006). Ce type de système est l'instigateur de nombreux systèmes dits trans-thoraciques actuels.

2.2.2.2 Aux États-Unis.

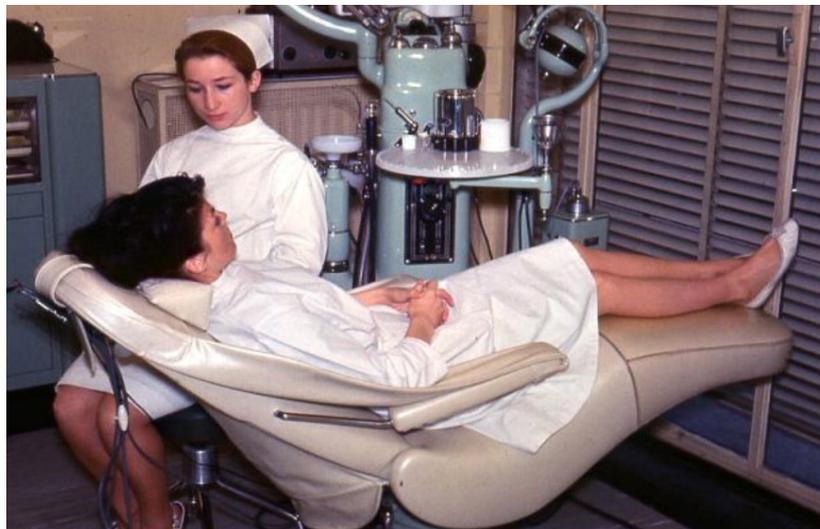
À la même période, de nombreux chercheurs américains ont également remis en cause les usages de leurs prédécesseurs (Société Française de l'Histoire de l'Art Dentaire, 2008).

John Naughton et John Anderson vont développer ensemble un nouveau type de fauteuil en 1958. Leur création, le Dent-al-eze, est en réalité un fauteuil grand confort articulé à sa base afin de permettre une position allongée et de le régler en hauteur. Ce fauteuil était adaptable sur différentes bases et présentait l'avantage d'une position basse plus proche du sol que la plupart des autres fauteuils, facilitant ainsi le travail assis. Un des inconvénients majeurs de ce fauteuil était l'épaisseur très importante de son dossier, qui apportait une contrainte pour le positionnement des jambes du praticien sous ce dernier. Au cours de différentes évolutions du Dent-al-eze, il sera affiné significativement (Figure 15).

Les deux hommes vont également travailler sur l'environnement et les techniques de travail, l'accent étant mis sur le travail à quatre mains et la présence de tout un mobilier

spécifique modulable pour une pratique simplifiée. John Anderson présenta un concept de cabinet dentaire pour un travail à six mains.

Figure 15 : Le fauteuil Dent-al-eze de Naughton et Anderson, d'après le site internet de la SFHAD.

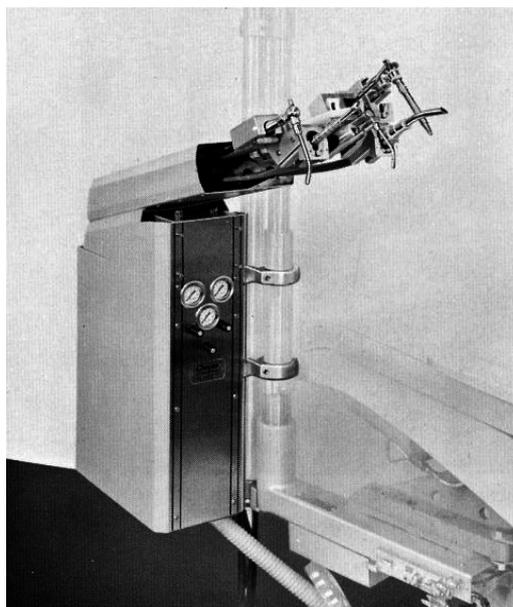


Harold C. Kilpatrick est un chirurgien dentiste chercheur américain de renommée mondiale, qui va faire de nombreuses recherches sur l'ergonomie de travail au cabinet dentaire. Il mènera de nombreuses études sur la pratique de l'art dentaire en collaboration avec le « *Westchester-Fairfield Work Simplification group* » afin d'analyser cette pratique et d'apporter des solutions pour le simplifier. Il présentera plusieurs concepts d'implantation spatiale de cabinet dentaire, qui permettent à la fois une réalisation efficace des déplacements et des communications (Kilpatrick, 1972).

En matière de fauteuils, Kilpatrick dresse un cahier des charges pour le fauteuil idéal. Le fauteuil doit avant tout être confortable pour tous les patients, réglable électriquement, assez mince pour permettre un bon positionnement du praticien et descendre assez bas pour permettre le travail assis (Kilpatrick 1966). Sa préférence va aux fauteuils dits contournés, qui permettent de mettre le patient en position de décubitus dorsal tout en conservant une courbure anatomique. Il cite ainsi les fauteuils Dent-al-eze, ou les modèles contournés de Ritter[®] et S.S. White[®].

Kilpatrick arrive à des conclusions similaires au sujet de l'*unit*. Ce système fixe et peu accessible n'est pas adapté à une pratique simplifiée de l'art dentaire. Sa préférence semble aller au système de consolette Chayes (Figure 16). Ce dernier est composé d'un large bras qui prend place au-dessus du thorax du patient, dans le prolongement duquel sont positionnés plusieurs fourreaux contenant les différents instruments et leur cordon. Il suffisait de tirer sur l'instrument pour libérer le cordon et de le relâcher pour que ce dernier se rétracte dans le fourreau. Le système s'accrochant sur une potence était adaptable sur tout type de fauteuil, et solidaire de ce dernier, suivant les mouvements verticaux du fauteuil, garantissant un accès aux instruments quelle que soit la position. Mais il ne suivait pas le mouvement d'inclinaison du fauteuil, gardant son axe vertical, empêchant le système de gêner le patient.

Figure 16 : Consolette de Chayes, illustration d'après « Simplification du travail dans la pratique dentaire » Kilpatrick, 1972.



Kilpatrick recommande également des concepts organisationnels révolutionnaires pour l'époque, par exemple les plateaux pré-préparés. Ce système a pour but la réalisation de nombreux plateaux différents, codifiés, comprenant tout le matériel nécessaire à la réalisation de chaque acte type. Le système nécessite de mettre en place une logistique importante : une salle pour la gestion, la confection et le stockage des plateaux, des instruments en nombre pour les garnir... Cela nécessite également la classification de tous les matériaux et de leur position de rangement dans le cabinet, grâce notamment à des codes couleurs pour les tiroirs, les instruments et autres matériaux, ou encore des fiches explicatives pour la confection des plateaux.

2.2.2.3 En Asie.

Nous pouvons illustrer le travail effectué en Asie par l'expérience croisée du docteur Daryl Beach et de la firme japonaise Morita®.

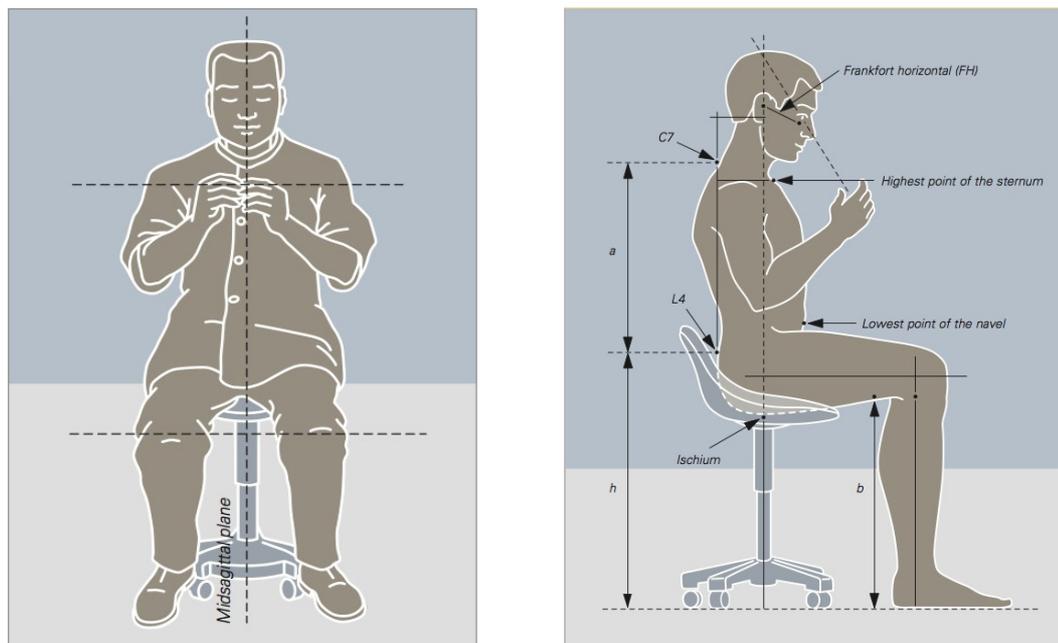
Daryl Beach était un chirurgien dentiste engagé dans l'US Navy, qui a pris part à la guerre de Corée de 1950 à 1953. Pendant ces années, il va être amené à soigner des patients dans des hôpitaux militaires. La norme dans ces derniers était de prendre en charge les patients allongés sur des brancards, le praticien prenant place assis à la tête du patient. Cette pratique va pousser le docteur Beach à se rendre compte de trois choses (Apap, 2006) :

- La position totalement allongée du patient abolit le réflexe de déglutition. Cela permet au praticien d'effectuer les soins sans que le patient ait besoin de cracher.
- Placé à la tête du patient, le praticien peut le soigner dans une position parfaitement symétrique, sans être gêné par le volume du corps du patient, quelle que soit sa taille ou sa corpulence, les dents sont toujours accessibles sans difficulté car les dimensions de la tête varient peu entre chaque individu.
- La position de confort de travail est unique pour chaque praticien.

C'est ainsi qu'après la fin de la guerre il est resté en Asie afin de développer en collaboration avec la firme Morita[®], des outils permettant de mettre en pratique, puis de développer, les idées issues de ses constatations.

Beach a cherché dans un premier temps à évaluer la position physiologique d'un individu effectuant un travail de précision. La position de référence est selon lui établie de façon naturelle lorsqu'on réalise une action sans contraintes et sans réfléchir à notre position. Il se fie à l'instinct naturel du corps humain. Il prend ainsi l'exemple du pelage d'une pomme. Dans cette circonstance, l'opérateur travaillera assis le dos droit et les épaules basses, les cuisses légèrement penchées vers l'avant (à un angle de 30° par rapport à l'horizontale), les tibias à la verticale et les pieds posés à plat au sol afin d'avoir une bonne stabilité. Les bras de l'opérateur seront collés le long du corps et les avant-bras repliés vers le haut afin de tenir la pomme à une distance de confort visuel spécifique à chaque individu, située entre 35 à 40 cm des ses yeux. La tête de l'opérateur sera légèrement penchée vers l'avant, la ligne bi-pupillaire toujours parallèle à l'horizontale afin de garder la colonne droite dans le plan sagittal médian. Ses mains et doigts seront également sur ce plan sagittal médian au niveau du cœur (Brochure « *Dr. Beach ergonomic concept* » de J. MORITA Europe GmbH[®]).

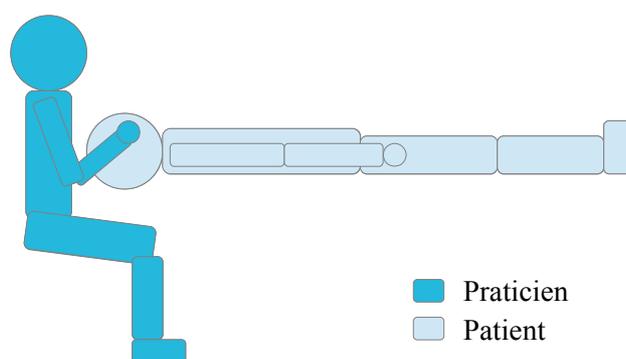
Figure 17 : Illustration de la posture de référence pour un travail de précision, d'après la brochure « *Dr. Beach ergonomic concept* » de J. MORITA Europe GmbH[®].



Une fois cette position déterminée, un mobilier de cabinet spécifique devait être conçu pour permettre de respecter le maintien de cette position pendant le travail. Fort de ses observations en temps que dentiste militaire, Beach va se tourner vers un concept recréant la disposition du travail avec brancard. Son fauteuil sera d'un seul tenant comprenant siège, dossier et repose pieds non articulés entre-eux. Ce « fauteuil-table » ou « lit dentaire » impose au patient de rester totalement allongé, le praticien positionné globalement à 12h, ayant quelques latitudes de mouvement de son siège pour venir se placer entre 11h30 et 12h30 (Figure 18). Du fait de l'absence d'articulation sur le fauteuil, ce dernier sera uniquement réglable en hauteur afin

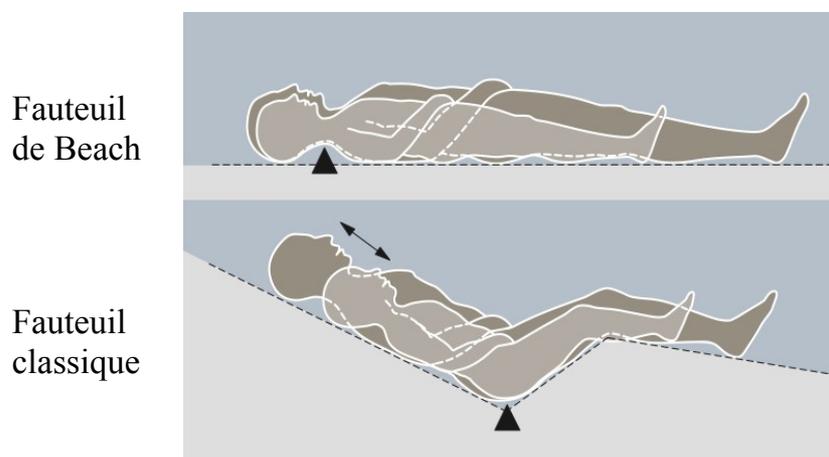
d'amener la tête du patient au niveau du bas du sternum du praticien. Seule la têtère réglable permettra de positionner la tête du patient en basculée vers le sol avec une hyper-extension du cou, notamment pour le travail en vision directe au maxillaire. La position de base de ce système, tête dans l'axe du corps, permet quand à elle le travail aisé en vision directe à la mandibule.

Figure 18 : Illustration des positions relatives du praticien et du patient avec l'utilisation du système Morita® issu du concept de Beach.



Comme l'avait constaté Beach à ses débuts son système de fauteuil-table est d'office adapté à toute morphologie. Ainsi quelle que soit la corpulence ou la taille du patient celui-ci sera toujours confortablement installé. Les enfants lorsqu'ils sont pris en charge sur un fauteuil traditionnel n'ont souvent pas la taille nécessaire pour que leur tête repose sur la têtère. Avec le fauteuil-table les enfants peuvent placer confortablement leur tête au niveau de la têtère, permettant ainsi une prise en charge plus facile (Figure 19).

Figure 19 : Comparaison de la position d'un enfant par rapport à celle d'un adulte entre un fauteuil de type Beach et un fauteuil classique, d'après la brochure « *Dr. Beach ergonomic concept* » de J.MORITA Europe GMBH®.



Afin de minimiser les mouvements qui feraient sortir le praticien de la position de référence définie, il était nécessaire d'abolir au maximum les mouvements de préhension d'instruments éloignés du poste de travail qui induisent des torsions de la colonne vertébrale et des tensions musculaires. Aussi Beach va rassembler les instruments rotatifs, d'air et d'eau sous la tête et le dossier du fauteuil. Le praticien aura également à sa disposition une tablette porte-instruments qui prendra place à hauteur du fauteuil au niveau de la tête sur le flanc droit du fauteuil. Enfin deux lampes d'éclairage opératoire orientées chacune d'une façon différente, permettent l'éclairage de la totalité de la cavité buccale. La position de la tête du patient ne variant pas, ces derniers sont réglés de façon définitive à l'installation du système (Figure 20).

Figure 20 : Le fauteuil Spaceline feel 21 basé sur le concept de Beach (version actuelle la plus proche du concept original), d'après les fiches produits du site internet de Morita®.



L'utilisation d'un tel fauteuil est très spécifique, et nécessite de s'habituer au matériel. D'autre part une partie des actes, notamment de prothèse, nécessitant de faire asseoir le patient sont rendus très complexes par le fauteuil de Beach. Ce fait a été vérifié par Chaikumarn en 2003, qui a étudié l'utilisation du système actuel, reprenant le principe du fauteuil-table dérivé du fauteuil de Beach, par 12 dentistes. Ces derniers ont majoritairement apprécié son utilisation, mais deux d'entre eux ont constaté que le fauteuil n'était pas adapté à tous les actes et qu'il était difficile d'utilisation par rapport à un système classique. Cependant les douleurs au niveau du cou et des épaules étaient les mêmes qu'avec un système classique, contrairement à celles intéressant le bas du dos qui étaient moindres. Le système semblerait donc bénéfique concernant ce point.

Son concept de fauteuil continuera à se développer au sein de l'entreprise Morita, qui commercialise toujours plusieurs modèles de fauteuils inspirés du premier fauteuil-table.

Au delà de ce fauteuil très spécifique, Beach va développer une véritable philosophie de l'ergonomie au cabinet dentaire. Il définira ainsi des positions de préhension des instruments, le rôle de l'assistante pour un travail à 4 voire 6 mains, du mobilier de rangement spécifique pour le cabinet dentaire ou encore l'organisation spatiale du cabinet.

2.3 Conclusion.

La problématique du confort de travail a suivi l'évolution de la chirurgie dentaire depuis plus de 250 ans. De très nombreuses évolutions ont vu le jour tant du point de vue technique que du point de vue ergonomique. Ces évolutions ont été motivées par des prises de conscience répétées des contraintes induites par l'exercice de ce métier exigeant.

Cependant plus que jamais ces questions de santé au travail restent d'actualité, car si les systèmes actuels ont beaucoup évolué, ils restent toujours perfectibles. Ainsi parmi les exemples que nous venons de voir, nombreux sont ceux qui se sont avérés être des impasses. Une partie d'entre eux est cependant à l'origine des évolutions actuelles des systèmes de fauteuil et d'*unit* actuels.

Malgré ces nombreuses améliorations, la santé des chirurgiens dentistes modernes reste sujette à de nombreux problèmes dont l'étiologie professionnelle est bien définie. Nous allons donc explorer dans la partie suivante, les différents points à risque dont tout chirurgien dentiste devrait être conscient afin de préserver au mieux son état de santé.

3. Constat d'une profession à risque Analyse d'un poste type

3. Constat d'une profession à risque – Analyse d'un poste type.

3.1 Les troubles musculo-squelettiques.

3.1.1 Définition des troubles musculo-squelettiques.

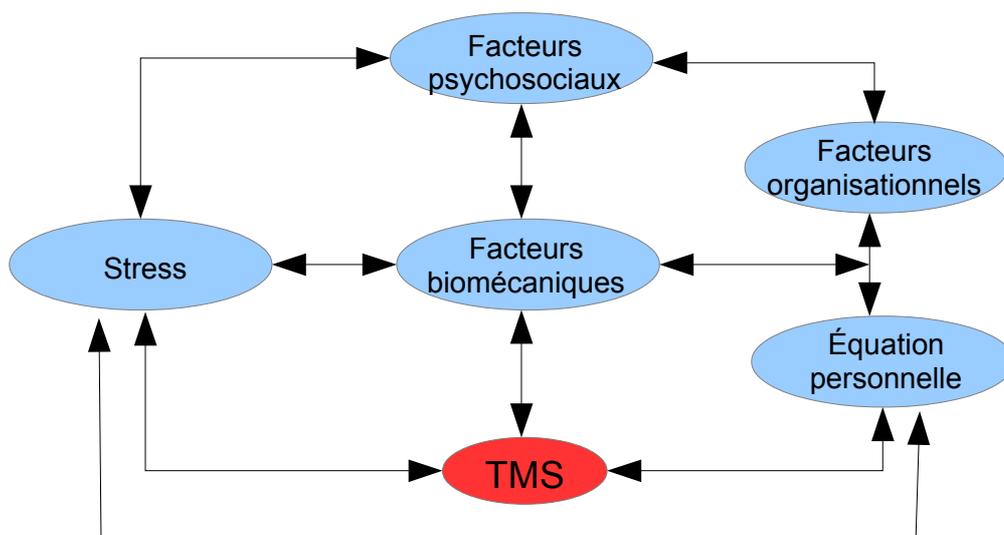
Les troubles musculo-squelettiques, plus couramment appelés TMS, sont des troubles concernant l'appareil locomoteur. Ils englobent un nombre important de pathologies des tissus mous péri-articulaires, affectant les muscles, les tendons, les vaisseaux, le cartilage articulaire ainsi que les nerfs qui permettent les divers mouvements de l'appareil locomoteur (Aptel et coll., 2011). La plupart des TMS affectent les membres supérieurs. Ainsi, afin de les aborder, on peut plus spécifiquement parler de TMS-MS, pour membre supérieur. Cependant de nombreuses pathologies algiques dorsales font également partie des TMS.

Le terme de troubles musculo-squelettiques est volontairement vaste, car il est ainsi adapté à une large plage d'affections allant de la fatigue posturale, pour laquelle l'arrêt de l'exposition aux facteurs de risque et le repos permettent la réversibilité, mais également à des pathologies bien caractérisées qui, elles, nécessitent une prise en charge thérapeutique.

Quel que soit le niveau de gravité du trouble musculo-squelettique, ce dernier se traduit toujours par une symptomatologie douloureuse associée à une diminution de la capacité fonctionnelle du sujet touché.

Les TMS sont des pathologies multifactorielles à composante professionnelle. En effet les actes effectués lors de l'activité professionnelle ainsi que l'interaction avec l'environnement de travail vont causer ou aggraver une pathologie. On peut cependant isoler différents facteurs entrant dans la composition d'un environnement de travail, qui vont influencer sur l'apparition de troubles musculo-squelettiques : les facteurs biomécaniques, les facteurs psychosociaux, les facteurs organisationnels, le stress ainsi que les paramètres personnels regroupant par exemple l'âge du sujet, la santé physique et mentale, les antécédents de TMS... (Aublet-Cuvelier, 2011) (Figure 21).

Figure 21 : Modèle de la dynamique d'apparition des troubles musculo-squelettiques.



Les troubles musculo-squelettiques sont un enjeu majeur de la santé au travail. D'après Parent-Thirion et coll. (2007) dans leur étude sur les conditions de travail dans l'union européenne, 25% des travailleurs se plaignent de douleurs dorsales et 23% de douleurs musculaires, tous secteurs d'activité confondus. Soit sur un total de 235 millions de travailleurs, environ 60 millions de personnes présentant des troubles musculo-squelettiques.

Pour le territoire national, la prévalence des TMS est évaluée entre 8 et 10% de la population salariée, et serait en augmentation constante de 10 à 20% chaque année depuis les années 90 (Roquelaure et coll., 2011).

Pour ce qui concerne plus particulièrement notre profession, une étude lancée en 2008 basée sur une auto-évaluation de la santé auprès de 566 chirurgiens dentistes Néo-Zélandais, a montré que 59% des praticiens se plaignaient de douleurs à la nuque, 57% de douleurs dans le bas du dos, 45% au niveau des épaules et 25% au niveau des poignets et des mains. D'après cette étude, l'âge n'influe pas sur la prévalence des douleurs mis à part pour les douleurs à la nuque. D'autre part les femmes étaient proportionnellement plus touchées que les hommes (Ayers et coll. 2009).

Une autre étude menée par Ginisty en 2002 et basée sur un recueil de données concernant les chirurgiens dentistes français, a conduit aux résultats suivants : les hommes se plaignent de douleurs dans la zone lombaire dans 42,4 % des cas. La zone cervicale est citée par 33,6 % d'entre eux, alors que les douleurs dorsales sont invoquées par 24 % des chirurgiens dentistes. La distribution de la douleur est différente chez les femmes : la zone cervicale est citée principalement avec 40,8 %, puis vient la zone lombaire pour 35,6 % et le rachis dorsal pour 23,5 %. Ainsi les hommes paraissent plus vulnérables au niveau lombaire, alors que les femmes manifestent une plus grande fragilité cervicale. Les femmes sont plus souvent victimes de douleurs permanentes dans 29,6 % des cas contre 18,7 % pour les hommes. La plus grosse partie de la population (57 % des hommes et 50 % de femmes) indiquent ne souffrir qu'occasionnellement.

D'après le Bulletin du Conseil de l'Ordre de 2010, 17,5% des pensions d'invalidités versées par la CARCD le sont pour des pathologies ostéo-articulaires, contre 4,5% chez les médecins.

Une étude britannique portant sur des chirurgiens dentistes qui avaient arrêté leur carrière de façon prématurée pour cause de maladie, 55% d'entre eux l'avaient fait à cause de troubles musculo-squelettiques (Brown et coll., 2010).

D'autres auteurs aboutissent à des chiffres encore bien plus importants, ainsi une étude de 2009 a montré que la prévalence de douleurs musculo-squelettiques chez une population de chirurgiens dentistes était comprise entre 64 et 93%. Les aires anatomiques les plus touchées étant le dos (36,3 à 60,1%) et le cou (19,8 à 85%), les valeurs très variables étant imputables aux différences entre les classes d'âge et les sexes (Hayes et coll., 2009).

Une étude grecque de 2003, basée sur un recueil de données auprès de 430 dentistes, a dénombré 62% des dentistes se plaignant de douleurs musculo-squelettiques, dont 30% de façon chronique (Evangelos et coll., 2004).

Quels que soient les résultats, toutes ces études montrent que la profession de chirurgien dentiste est particulièrement à risque pour ce qui est de l'apparition des TMS.

3.1.2 Facteurs aggravants de troubles musculo-squelettiques.

3.1.2.1 Les facteurs biomécaniques.

Comme nous venons de le voir, le chirurgien dentiste dans sa pratique quotidienne est concerné dans une très grande majorité par des troubles musculo-squelettiques du membre supérieur et du rachis, le membre inférieur étant, lui, moins sollicité (Ayers et coll., 2009).

Si l'apparition des troubles musculo-squelettiques est bien multifactorielle, les différents facteurs de risque n'ont pas une importance constante. Ainsi Bernard et coll. dans une étude pour le National Institute for Occupational Safety and Health (1997) ont établi un tableau récapitulatif de l'importance des principaux facteurs de risque biomécaniques en fonction de différentes régions anatomiques (Tableau 1).

Tableau 1 : Niveau de preuve de la relation causale entre facteurs biomécaniques et TMS selon les différentes régions anatomiques (Bernard et coll., 1997)

Body part <i>Risk factor</i>	Strong evidence (+++)	Evidence (++)	Insufficient evidence (+/0)	Evidence of no effect (-)
Neck and Neck/shoulder				
<i>Repetition</i>		T		
<i>Force</i>		T		
<i>Posture</i>	T			
<i>Vibration</i>			T	
Shoulder				
<i>Posture</i>		T		
<i>Force</i>			T	
<i>Repetition</i>		T		
<i>Vibration</i>			T	
Elbow				
<i>Repetition</i>			T	
<i>Force</i>		T		
<i>Posture</i>			T	
<i>Combination</i>	T			
Hand/wrist				
Carpal tunnel syndrome				
<i>Repetition</i>		T		
<i>Force</i>		T		
<i>Posture</i>			T	
<i>Vibration</i>		T		
<i>Combination</i>	T			
Tendinitis				
<i>Repetition</i>		T		
<i>Force</i>		T		
<i>Posture</i>		T		
<i>Combination</i>	T			
Hand-arm vibration syndrome				
<i>Vibration</i>	T			
Back				
<i>Lifting/forceful movement</i>	T			
<i>Awkward posture</i>		T		
<i>Heavy physical work</i>		T		
<i>Whole body vibration</i>	T			
<i>Static work posture</i>			T	

Les facteurs de risque biomécaniques présents dans ce tableau (Tableau 1) ont été clairement énumérés et définis (Biswas et coll., 2012 ; Aptel et coll., 2011) :

- La répétitivité : qui caractérise des mouvements répétés de la même manière, exécutés en mettant en jeu les mêmes segments anatomiques, articulaires et musculaires. Ils sont souvent observés dans des travaux où une séquence est répétée tout au long de la journée, du type travail à la chaîne.
- La position articulaire extrême : qui caractérise le positionnement d'une articulation dans les derniers degrés de mouvement permis anatomiquement par rapport à une position neutre centrée de cette articulation, au delà des amplitudes articulaires de confort.
- L'effort excessif : qui caractérise l'exercice d'une activité avec un effort musculaire excessif, estimé en pourcentage de la contraction musculaire volontaire maximale.
- Le maintien de la posture : qui caractérise le maintien du corps ou d'un segment du corps, dans une position fixe au cours du temps.
- Le stress de contact : qui caractérise une pression directe sur les nerfs ou les tendons, induite par le contact intime entre la région anatomique et une surface dure et/ou anguleuse.
- Les vibrations : qui caractérisent des mouvements de va-et-vient imprimés à tout ou partie du corps, par un élément externe.

Nous allons donc voir, pour les différentes zones anatomiques concernées, quels sont les facteurs biomécaniques présents lors de la pratique de l'art dentaire. Il est important de noter que si l'âge et le sexe influent sur la prévalence des douleurs et des troubles musculo-squelettiques, la grande variabilité du pourcentage de population touchée permet de comprendre que les habitudes de travail sont pour beaucoup dans la survenue des troubles musculo-squelettiques (Marshall et coll., 1997).

- Le dos :

La posture « debout » très utilisée jusque dans les années 60 a été largement abandonnée au profit de la position assise. Ce changement a été dicté par la volonté de diminuer les TMS concernant le dos, mais a en réalité déplacé ces TMS sur d'autres zones anatomiques (région cervicale, épaule...) sans en diminuer significativement la prévalence (Marshall et coll., 1997).

En position assise, les dents mandibulaires sont généralement accessibles en vision directe. En effet, grâce d'une part à l'utilisation généralisée de fauteuil réglables électriquement, et d'autre part en demandant au patient d'incliner la tête de façon adéquate (menton collé à la poitrine par exemple) il est facile d'adapter la position de la tête du patient pour visualiser directement les dents mandibulaires.

Pour une partie des faces des dents maxillaires deux possibilités existent afin de les observer : en vision directe ou en vision indirecte (figures 22 et 23).

La technique de vision indirecte nécessite l'utilisation d'un miroir ou d'une caméra intra-orale. Cette technique permet de conserver une position de travail convenable et compatible avec le risque le plus faible possible de survenue de TMS, à savoir le dos droit et les épaules basses. Cependant cette technique impose de nombreuses contraintes : en effet elle est surtout applicable en cas de travail à quatre mains. Car si elle est parfaitement utilisable seul lors de l'examen clinique, l'utilisation d'un rotatif avec spray va inévitablement induire une vaporisation de liquide sur la surface du miroir ou de la caméra intra-orale, les rendant difficilement

utilisables. Lorsque l'assistante est présente, elle peut gérer l'aspiration des liquides et éclaboussures, afin de limiter au maximum leurs dépôts sur les instruments optiques.

La technique de vision directe, quant à elle, s'affranchit complètement de l'utilisation d'aides optiques. Elle consiste à modifier d'une part la position du patient, et d'autre part à adapter la posture du praticien, plus avancée vers le patient et courbée au dessus de lui, afin d'avoir une vision directe des dents maxillaires. La colonne vertébrale se trouve alors en flexion antérieure. D'autre part les actes dentaires effectués dans cette position nécessitent le maintien de cette position pendant tout ou partie de l'acte. Cette technique plus simple à mettre en œuvre induit cependant d'énormes contraintes physiques pour le praticien.

Figure 22 : Posture de référence, dos droit et épaules basses, lors du travail en vision indirecte, d'après le livret du stage de formation « Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie » Skovsgaard, 2001.

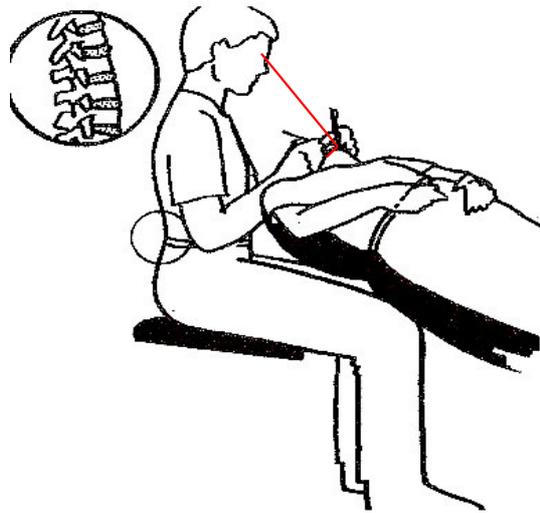
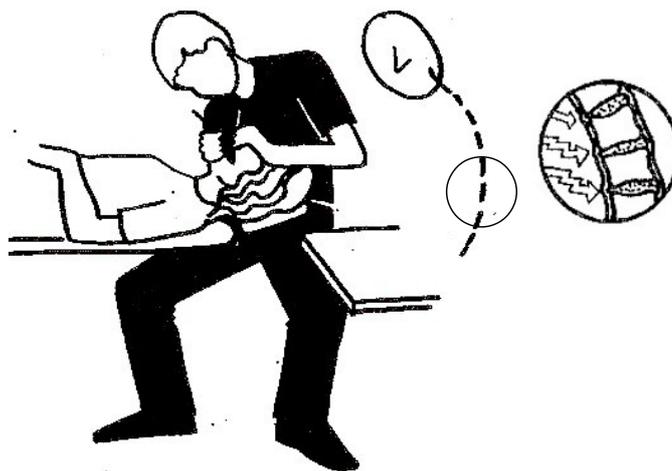


Figure 23 : Posture à risque de flexion antérieure de la colonne vertébrale avec disques intervertébraux en compression (flèches), lors du travail en vision directe, d'après le livret du stage de formation « Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie » Skovsgaard, 2001.



Lors des soins, des mouvements de flexion latérale et de rotation axiale du rachis peuvent également coexister. Ils sont exécutés soit afin d'orienter le regard, soit lors d'une torsion du buste pour atteindre des éléments environnementaux (mobilier, aspiration, instruments) si ces derniers sont mal positionnés (figure 24).

Figure 24 : Flexion latérale lors du soin avec compression des disques intervertébraux, schéma modifié, d'après le livret du stage de formation « Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie » Skovsgaard, 2001.



Si l'on se réfère au tableau 1, on peut constater qu'une telle position du dos induit la présence des facteurs biomécaniques à l'origine d'apparition de TMS : « position articulaire extrême » et « maintien de la posture ». Toujours d'après ce tableau, ces deux facteurs biomécaniques, ont un niveau de preuve suffisant pour le premier et suspecté pour le second.

Ainsi on peut noter dans l'étude de Ginisty datant de 2002, une différence entre la prévalence des douleurs dorsales chez les praticiens utilisant les deux techniques. L'écart est significatif puisqu'il recense 58,2 % de plaintes de douleurs dorsales en vision directe contre 41,8 % en vision indirecte. Il en va de même avec la prévalence des lombalgies, qui sont citées à 60,6 % en vision directe contre 39,4 % en indirecte.

- La zone cervicale :

Les problèmes posturaux qui concernent la nuque sont les mêmes que ceux que nous venons d'exprimer pour le reste du dos, à savoir des positions articulaires extrêmes maintenues afin d'adapter la position du regard du praticien. On retrouve donc les mêmes facteurs de risques biomécaniques : « position articulaire extrême » et « maintien de la posture ». Les mouvements sont également des flexions antérieure et latérale, ainsi que des rotations des articulations intervertébrales et elle sont présentes lors de la réalisation des mouvements précédemment énoncés. Les zones de contraintes sont dans ce cas simplement déplacées (figure 25).

Il faut d'autre part ajouter que le rachis cervical est d'autant plus sollicité car il soutient la tête avec ses récepteurs visuels et auditifs. Tout stimulus impliquant ces deux sens va potentiellement amener le praticien à exécuter des mouvements supplémentaires. D'autre part des mouvements de la nuque vont permettre au praticien de conserver une distance optimale entre son regard et la dent sur laquelle il travaille. Cette distance, variable selon les caractéristiques

personnelles, reste cependant dans une fourchette globale de 30 à 40 cm. Cette « mise au point » visuelle va parfois se faire au détriment de la position articulaire. Le mouvement d'antéflexion de la colonne cervicale qui en découle pose problème lorsqu'il est effectué au delà des amplitudes articulaires de confort. Ces dernières sont établies par une norme internationale : la norme ISO 11226. Elle établit que l'amplitude de confort pour la flexion antérieure du cou est de 25° en statique (figure 26). Dans cette position d'antéflexion du cou, le poids de la tête tend à tirer cette dernière vers le bas et l'avant. Ce mouvement est contrecarré par une contraction prolongée des muscles du haut du dos (trapèzes, paravertébraux...) potentiellement à l'origine d'algies musculaires (Le Beau et coll., 2007).

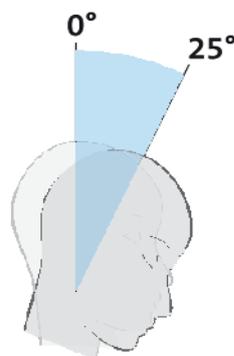
Les praticiens travailleraient plus de 82% du temps avec le cou en flexion de plus de 30° (Le Beau et coll., 2007)

D'après l'étude de Ginisty de 2002, les cervicalgies sont invoquées par 59,8 % des praticiens lorsqu'ils travaillent préférentiellement en vision directe. Ces troubles ne sont cités que par 40,2 % de ceux qui utilisent la technique de vision indirecte.

Figure 25 : Posture à risque de flexion antérieure de la colonne vertébrale au niveau cervical, avec disques intervertébraux en compression (flèches), d'après le livret du stage de formation « Entraînement d'équipe: Bien s'asseoir, bien voir – Travaillez efficacement – Economisez du temps et de l'énergie » Skovsgaard, 2001.



Figure 26 : Amplitude articulaire de confort pour la flexion antérieure du cou, norme ISO 11226 (Aptel et coll., 2011).



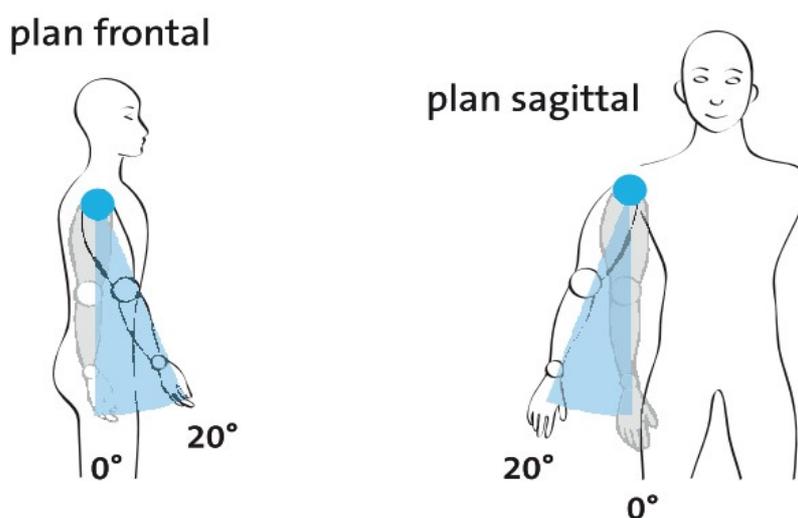
flexion en statique*

- L'épaule :

La position de référence lors de la réalisation d'actes par le praticien est la position illustrée par la figure 22, à savoir, assis le dos droit, les épaules basses. La norme NF EN 1005-4 a défini les amplitudes articulaires de confort pour l'épaule à une valeur de 20° que ce soit en flexion ou en abduction (figure 27). Cependant lors de son activité le chirurgien dentiste peut être amené à prendre une mauvaise position en dépassant ces amplitudes dans le cadre par exemple d'un mauvais réglage de la hauteur de la têtère du patient, ou encore lors des mouvements pour attraper des objets éloignés (aspiration, instruments...). D'après l'étude de Finsen et Christensen (1994), le mouvement d'abduction chez les dentistes étudiés dépassait 30° pendant 34% du temps de travail. Le praticien va donc devoir effectuer à de très nombreuses reprises des mouvements d'abduction afin d'accéder aux dents. Ces mouvements vont potentiellement être également maintenus pendant de longues durées (Haddad et coll., 2012).

Pour l'articulation de l'épaule on retrouve, dans la pratique de l'activité du chirurgien dentiste, la présence de deux facteurs de risque biomécaniques de TMS à niveau de preuve suffisant d'après le tableau 1 : « position articulaire extrême » et « maintien de la posture ».

Figure 27 : Amplitudes articulaires de confort pour l'articulation de l'épaule, déterminées par la norme NF EN 1005-4 (d'après Aptel et coll., 2011)

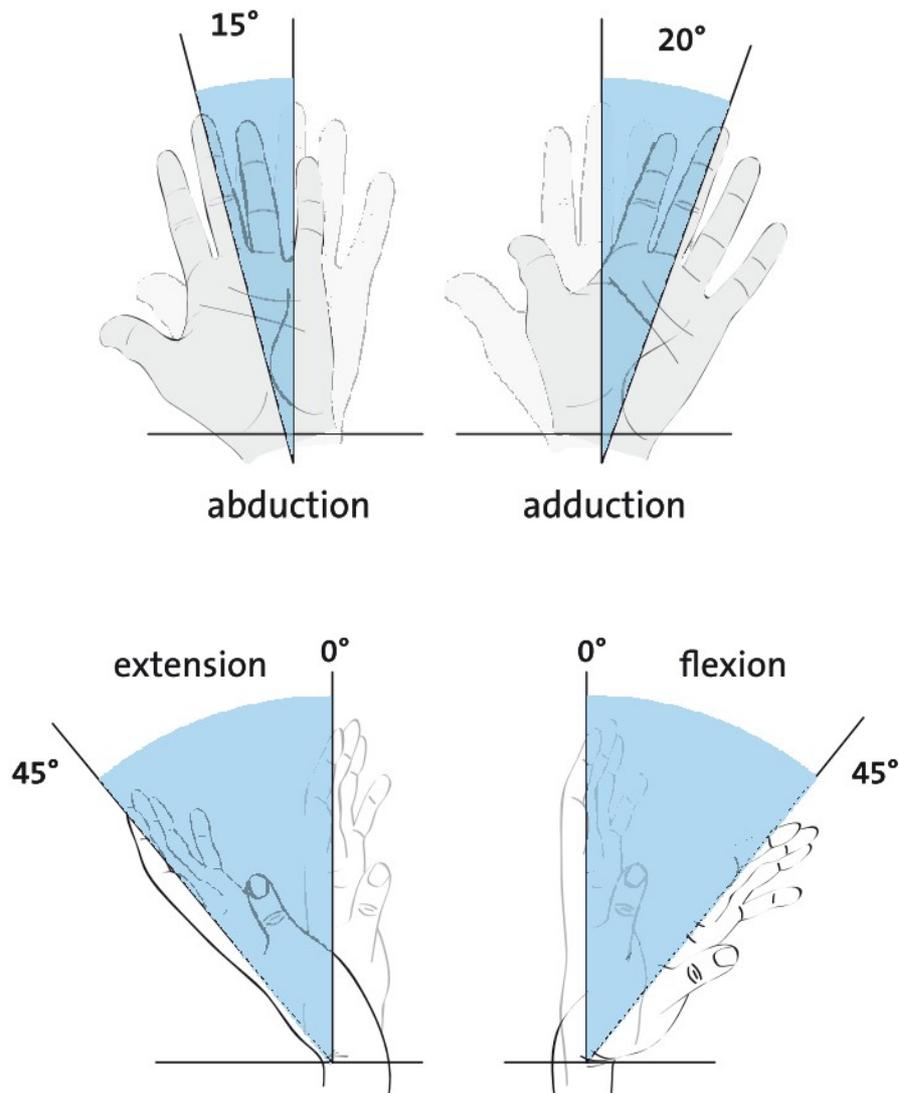


- Le poignet et la main :

La norme internationale ISO 11228-3 définit les amplitudes de confort suivantes pour l'articulation du poignet (Figure 28 d'après Aptel et coll. 2011) :

Le poignet possède une amplitude de confort de 15 degrés en abduction et de 20 degrés en adduction. D'autre part les amplitudes de confort pour l'extension ainsi que la flexion du poignet sont équivalentes et égales à 45 degrés.

Figure 28 : Amplitudes articulaires de confort du poignet selon la norme ISO 11228-3 (Aptel et coll., 2011).



Lors de la réalisation des actes, le praticien va faire varier constamment la position de ses mains et de ses doigts afin de manipuler les différents instruments. Si les forces exercées sont relativement faibles, elles peuvent être un peu plus importantes lors de la réalisation d'avulsions dentaires. Les positions sont maintenues dans le temps et surtout répétées tout au long de la journée. Elles peuvent être caractérisées par des amplitudes articulaires dépassant celles de confort vues ci-dessus. D'autre part il faut noter la présence de vibrations induites par les instruments rotatifs notamment ceux à basse vitesse de rotation (contre-angle bague verte et bleue, et pièce à main). Enfin on peut noter la présence d'un stress de contact induit par le contact intime entre les mains et la surface dure souvent métallique des instruments.

On retrouve ainsi tous les facteurs de risque d'apparition de TMS du tableau 1. Ce dernier nous renseigne également sur le fait que la combinaison de plusieurs facteurs de risque implique un niveau de preuve très élevé de relation avec l'apparition des TMS.

Pour conclure, certains auteurs (Verkindère, 1994 ; Ginisty, 2008 ; Lanctuit, 2011) utilisent la classification simplifiée, adoptée par l'AFNOR sur la référence NF S 92-012 en juin 1973. Celle-ci classe graduellement les mouvements selon 5 catégories allant de la première qui induit le moins de contraintes biomécaniques à la cinquième qui en induit le maximum. Ces classes sont définies de la façon suivante :

- La classe 1 : caractérisée par des mouvements des doigts.
- La classe 2 : caractérisée par des mouvements de classe 1 auxquels on ajoute de façon concomitante des mouvements du poignet.
- La classe 3 : caractérisée par des mouvements de classe 2 auxquels on ajoute de façon concomitante des mouvements du coude.
- La classe 4 : caractérisée par des mouvements de classe 3 auxquels on ajoute de façon concomitante des mouvements de l'épaule.
- La classe 5 : caractérisée par des mouvements de classe 4 auxquels on ajoute de façon concomitante une rotation de la colonne vertébrale.

Les mouvements de classe 4 et 5 sont particulièrement à risque car ils mettent très souvent en position les articulations concernées au delà des amplitudes de confort. D'autre part même si ces amplitudes de confort sont respectées, la répétition de mouvements mettant en jeu toutes les articulations précitées est en soi un facteur de risque biomécanique.

3.1.2.2 Les facteurs psychosociaux.

Les risques psychosociaux, ou RPS, sont des risques professionnels d'origine et de nature variée. Ils ont comme point commun de mettre en jeu la santé mentale puis par voie de conséquence la santé physique des salariés. Le terme « psychosocial » relève de l'interface entre l'individu : le « psycho » et sa situation de travail, induite par sa relation avec les autres par exemple un collègue ou un patient : le « social » (Breton-Kueny et coll., 2011).

On dénombre trois types de RPS (D'après Chouanière et coll., 2009):

- Les violences externes : qui regroupent les agressions, incivilités, menaces, cambriolages... Elles sont principalement présentes dans les secteurs en contact avec le public. D'après l'enquête SUMER (SURveillance Médicale des Expositions aux Risques professionnels) qui a recensé les risques par famille professionnelle en France en 2003 (Arnaudo et coll., 2006), 25 % des salariés en contact avec le public déclarent avoir subi des agressions verbales et 2 % une agression physique. Les professions de soins sont recensées parmi les professions à risque par l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). À ce titre l'enquête Sumer de 2003, considère que 76,5% des personnes appartenant à la famille « Médecins et assimilés » sont exposés à un risque d'agression verbale du public, et 46,9% à un risque d'agression physique.
- Les violences internes : qui regroupent les violences physiques et psychologiques commises par des personnes travaillant sur le même site que la personne touchée. On peut citer principalement le harcèlement moral, physique ou sexuel.
- Le stress : de loin le RPS le plus représenté. Il faut noter que la présence de stress peut favoriser l'apparition d'autres types de RPS.

Le stress est omniprésent dans la pratique du chirurgien dentiste. En temps que travailleur libéral, le praticien possède plusieurs casquettes dans sa vie professionnelle. Chef d'entreprise, il doit gérer son activité et la partie économique et financière du cabinet dentaire. Manager, il doit gérer son personnel plus ou moins important selon les structures. Praticien, il doit gérer son temps de travail, la qualité de ses soins, ses diagnostics et ses relations avec la patientèle. Cette multiplicité des tâches et des contraintes engendre une situation de travail stressante, qui, si elle d'estompe avec l'expérience reste un problème présent tout au long de la carrière.

Nous aborderons le sujet du stress au cabinet dentaire dans une partie dédiée en 3.2.

L'existence d'un ou plusieurs risques psychosociaux maintenus dans le temps est un facteur de risque important de pathologies graves et notamment d'apparition de troubles musculo-squelettiques (ED 973 Éditions INRS, 2010).

3.1.3 Conséquences physiques des troubles musculo-squelettiques

De nombreuses structures anatomiques sont concernées par des pathologies de type trouble musculo-squelettiques dans la profession de chirurgien dentiste. Parmi elles, on développera ici la colonne vertébrale, notamment au niveau cervicale et lombaire, qui est une structure universellement reconnue comme étant à risque, la coiffe des rotateurs et l'articulation de l'épaule, ainsi que l'articulation du poignet qui présente un risque spécifique : le syndrome du canal carpien. Nous traiterons donc préférentiellement ces zones spécifiques qui sont les sièges privilégiés de TMS et des maladies professionnelles les plus communes (Aptel et Gaudez, 2006).

3.1.3.1 Rappels anatomiques des structures concernées

- **Le rachis :**

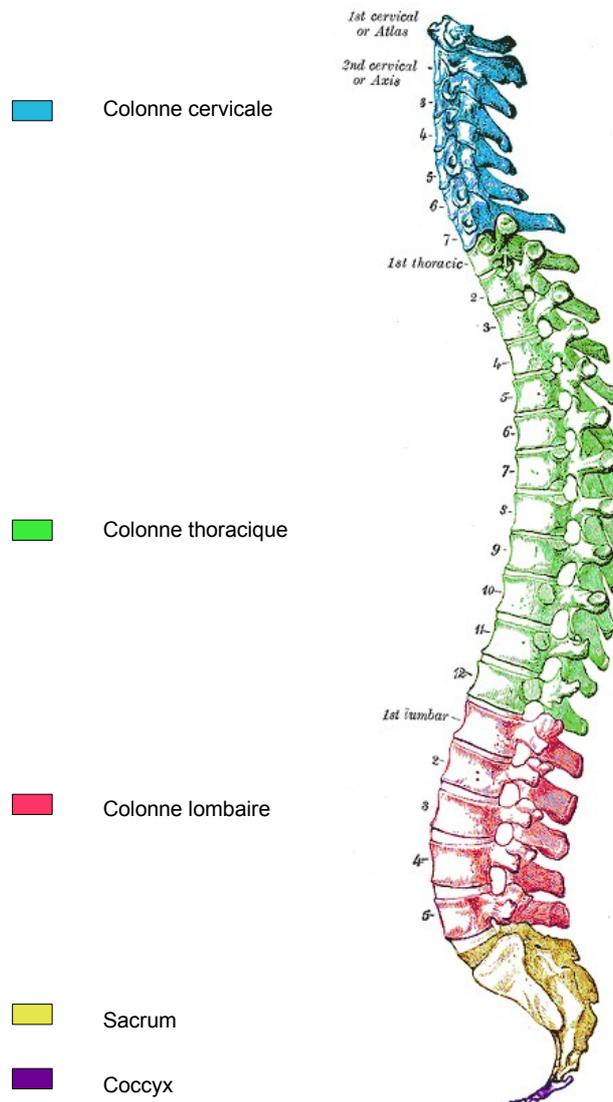
Le rachis ou colonne vertébrale est un ensemble constitué pièces osseuses articulées les unes aux autres remplissant deux fonctions d'apparence opposée. La première est une fonction de protection de la moëlle épinière, elle fait appel au caractère rigide de l'ensemble. La seconde est une fonction d'axe souple permettant les mouvements du tronc par rapport au bassin et de la tête par rapport au tronc, elle fait donc appel à la grande souplesse de la colonne vertébrale permise par ses nombreuses articulations.

Les vertèbres sont au nombre de 33, mais on dénombre habituellement seulement les 24 vertèbres supérieures qui sont mobiles les unes par rapport aux autres. On divise le rachis en cinq segments qui sont (du haut vers le bas) : la colonne cervicale qui comprend 7 vertèbres, la colonne thoracique qui comprend 12 vertèbres, la colonne lombaire qui comprend 5 vertèbres, le sacrum qui comprend 5 vertèbres vestigiales soudées entre elles et le coccyx qui comprend 4 reliquats de vertèbres soudées également entre elles (Figure 29). Les vertèbres mobiles ont une forme globalement homogène, constituée d'une corps vertébral antérieur cylindrique et massif relié à deux lames osseuses, appelées pédicules, formant un anneau osseux postérieur qui encercle la moelle épinière. Sur leurs parties postérieures les vertèbres portent des apophyses

osseuses latérales et axiale sur lesquelles viennent se fixer des ligaments les côtes de la cage thoracique et des muscles dorsaux et para-vertébraux (Figure 31).

En position statique de référence, la colonne est droite et verticale dans un plan frontal. Elle présente par contre quatre courbures dans le plan sagittal médian (Figure 29). Il existe deux courbures concaves vers l'arrière appelées « lordose » au niveau des colonnes cervicales et lombaires, et deux courbures concaves vers l'avant appelées « cyphose » au niveau des colonnes thoracique et pelvienne ou sacro-coccygienne.

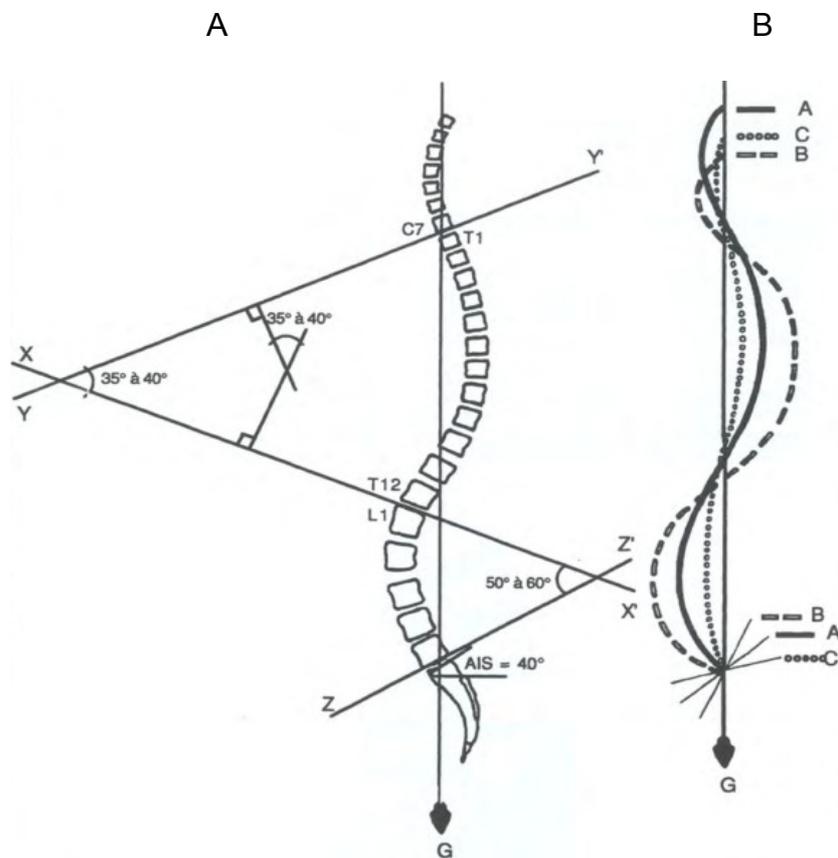
Figure 29 : Colonne vertébrale humaine en vue latérale présentant ses différents segments, d'après la 20^{ème} édition américaine de « *Gray's Anatomy of the Human Body* » Gray, 1918. Modifié par ajout d'une légende et colorisation.



Les courbes que nous venons d'évoquer sont liées les unes aux autres. Le rachis forme un ensemble fonctionnel musculaire, tendineux et osseux. En effet toute modification de la courbe d'un des segments va impliquer également la modification proportionnelle des autres courbes afin de permettre le maintien de l'équilibre naturel de la structure.

La charnière lombo-sacrée est présentée comme une des articulations les plus importantes du rachis. En effet elle relie les vertèbres mobiles et les vertèbres soudées associées au bassin. Le sacrum est relié directement au bassin osseux, et il forme avec la colonne lombaire un angle obtus ouvert vers l'arrière d'environ 140° . Le bassin peut basculer vers l'avant, on parle d'antéversion ou vers l'arrière, on parle de rétroversion. Se faisant, le plateau artriculaire supérieur de la première vertèbre sacrée, va également effectuer une antéversion ou une rétroversion. Ce dernier forme en moyenne un angle de 40° avec l'horizontale et est orienté vers le haut et l'avant. En antéversion, cet angle va augmenter, augmentant de fait la courbure de la lordose lombaire et par voie de conséquence, la colonne vertébrale va compenser en augmentant les autres courbures afin de conserver l'équilibre. À l'inverse, en rétroversion du bassin, l'angle va se refermer, et va tendre la courbure de la lordose lombaire. Les autres courbures seront également diminuées pour préserver l'équilibre du rachis (Figure 30).

Figure 30 : Présentant les courbures du rachis moyenne et extrême physiologiques, d'après « Douleurs vertébrales et radiculalgies communes » de Ziegler et coll., 1979.



La figure A présente le rachis et les valeurs moyennes des différents angles formés par les plateaux articulaires et l'horizontale pour les vertèbres S1 (angle AIS), L1, et T1.

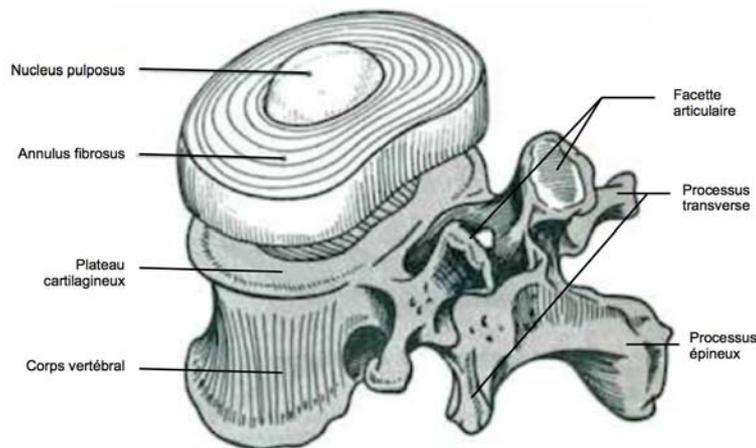
La figure B présente les courbes lordotiques et cyphotiques des différents segments vertébraux, pour des valeurs de l'angle AIS : moyenne de 40° (courbe A) extrême supérieure (courbe B) et extrême inférieure (Courbe C), afin de conserver l'équilibre autour de l'axe de gravité représenté par la droite G.

Les vertèbres sont articulées les unes aux autres par l'intermédiaire des articulations inter-apophysaires et du disque artulaire inter-vertébral. Ce dernier est constitué d'un noyau central non compressible nommé « *nucleus pulposus* » entouré par un anneau fibreux « *l'annulus*

fibrosus ». Entre le disque et la vertèbre contigüe se trouve un plateau cartilagineux qui selon les auteurs fait partie du disque ou de la vertèbre (Figure 31). Cependant l'intégrité du disque dépendant de celle des plateaux cartilagineux, ils forment ensemble un même ensemble du point de vue fonctionnel (Flenghi, 1995).

Le *nucleus pulposus* joue un rôle d'amortisseur hydraulique. Du fait de sa caractéristique incompressible, il répartit les forces reçues dans toutes les directions, permettant ainsi d'en absorber une partie des effets. Il permet également de maintenir la hauteur de l'espace intra-discal lors des mouvements articulaires.

Figure 31 : Illustration d'une vertèbre et du disque intervertébral contigu, issue du tome 3 de « Physiologie articulaire » Kapandji, éditions Maloine, 1975. Schéma modifié avec des annotations.



À l'arrière des corps vertébraux, les vertèbres prennent la forme d'un anneau osseux. La superposition de ces anneaux les uns au dessus des autres forme le canal rachidien qui contient la moëlle épinière. Ce canal s'étend du trou occipital au niveau crânien jusqu'au canal sacré, au niveau du sacrum. Entre chaque pièce vertébrale se trouvent de part et d'autre du canal rachidien les canaux de conjugaison. Ces derniers laissent passer latéralement les nerfs rachidiens issus de la moëlle épinière. On retrouve ces structures pour chaque niveau vertébral depuis la deuxième vertèbre cervicale jusqu'à l'extrémité inférieure du rachis.

Les mouvements vertébraux sont permis par les différentes articulations intervertébrales. Le disque artulaire permet en théorie des mouvements dans toutes les directions entre les corps vertébraux, mais les articulations entre les facettes des apophyses articulaires limitent les degrés de liberté de tout le complexe articulaire intervertébral. Les articulations interapophysaires sont des arthrodies qui ne permettent qu'un glissement d'une surface articulaire par rapport à l'autre. Ainsi c'est l'orientation de ces facettes qui va dicter les mouvements. D'après Castaing et Santini (1977), les facettes articulaires cervicales sont orientées globalement 45 degrés vers l'arrière par rapport au plateau artulaire du corps vertébral, les facettes thoraciques de 60 degrés par rapport au plateau artulaire du corps vertébral, et les facettes lombaires de 90 degrés par rapport au plateau artulaire du corps vertébral. Ces variations vont impliquer des différences de mobilité selon le segment du rachis concerné. En effet la colonne cervicale permet des mouvements de flexion-extension dans le plan sagittal très amples. Pour ce segment l'inclinaison droite-gauche dans le plan frontal est également importante, et toujours accompagnée d'une rotation axiale. La colonne thoracique possède des capacités de mouvement

modérées car, solidaire de la cage thoracique elle fait partie d'un ensemble à mobilité réduite. Elle est cependant responsable majoritairement de l'inclinaison droite-gauche. Enfin la colonne lombaire permet des mouvements de flexion-extension et d'inclinaison droite-gauche par glissement, mais peu de rotation axiale.

Si on cumule les mouvements des différentes sections du rachis, on peut obtenir en moyenne les amplitudes globales suivantes : un angle de 220 à 250°, selon les auteurs, entre la flexion et l'extension maximale dans le plan sagittal ; un angle d'inclinaison d'environ 75° de part et d'autre de l'axe vertical médian dans le plan frontal, soit un total de 150° entre la position extrême à droite et l'extrême à gauche ; un angle de rotation de 90 à 95° entre le crâne et le bassin à droite comme à gauche, soit une rotation totale de 190° entre les deux positions extrêmes.

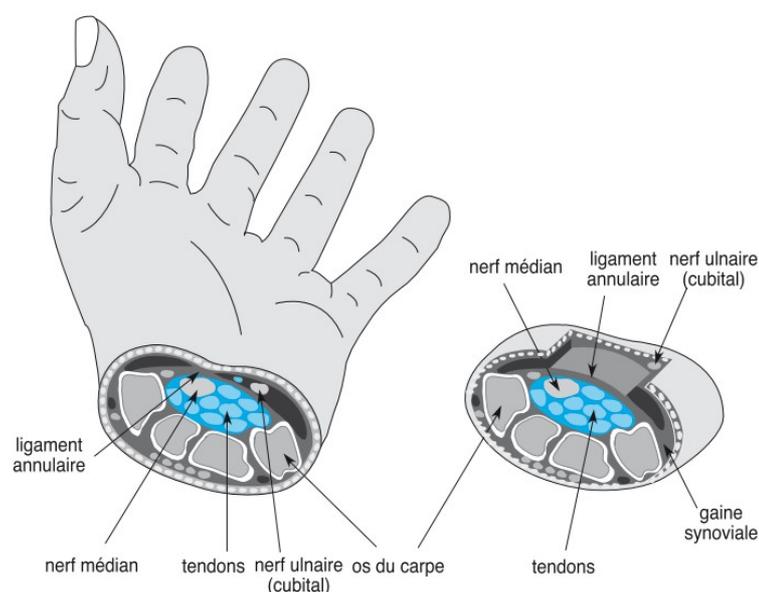
On constate donc que les articulations vertébrales présentent une mobilité faible de façon unitaire, mais très importante combinées toutes ensemble. Cependant des variations inter-individus importantes de ces amplitudes ont été constatées selon les différentes études sur le sujet. L'âge, l'activité physique, ou les habitudes de mouvements sont par exemple des facteurs importants de variation de la mobilité articulaire. Les amplitudes articulaires présentées plus haut sont donc très discutées et doivent seulement être prises à titre indicatif.

Le rachis est donc une structure centrale et complexe qui joue un rôle de protection d'une part et postural d'autre part. Elle concentre des contraintes et des risques à la hauteur de l'importance de ce rôle.

- **Le canal carpien :**

Le canal carpien est une structure située au niveau du carpe, à la jonction entre l'avant bras et la main. C'est une loge délimitée par les os du carpe en arrière et par le ligament annulaire antérieur du carpe en avant. Cet espace délimité par des éléments inextensibles laisse passer neuf tendons des muscles fléchisseurs des doigts extrinsèques de la main, ainsi que le nerf médian responsable de l'innervation sensitive du pouce, de l'index, du majeur et la partie latérale de l'annulaire ainsi que de l'innervation motrice du muscle court abducteur du pouce, du court fléchisseur du pouce et des muscles lombricaux externes (Figure 32).

Figure 32 : Illustration du canal carpien, position et rapports anatomiques des structures internes et externes, d'après Aptel et coll., 2011.



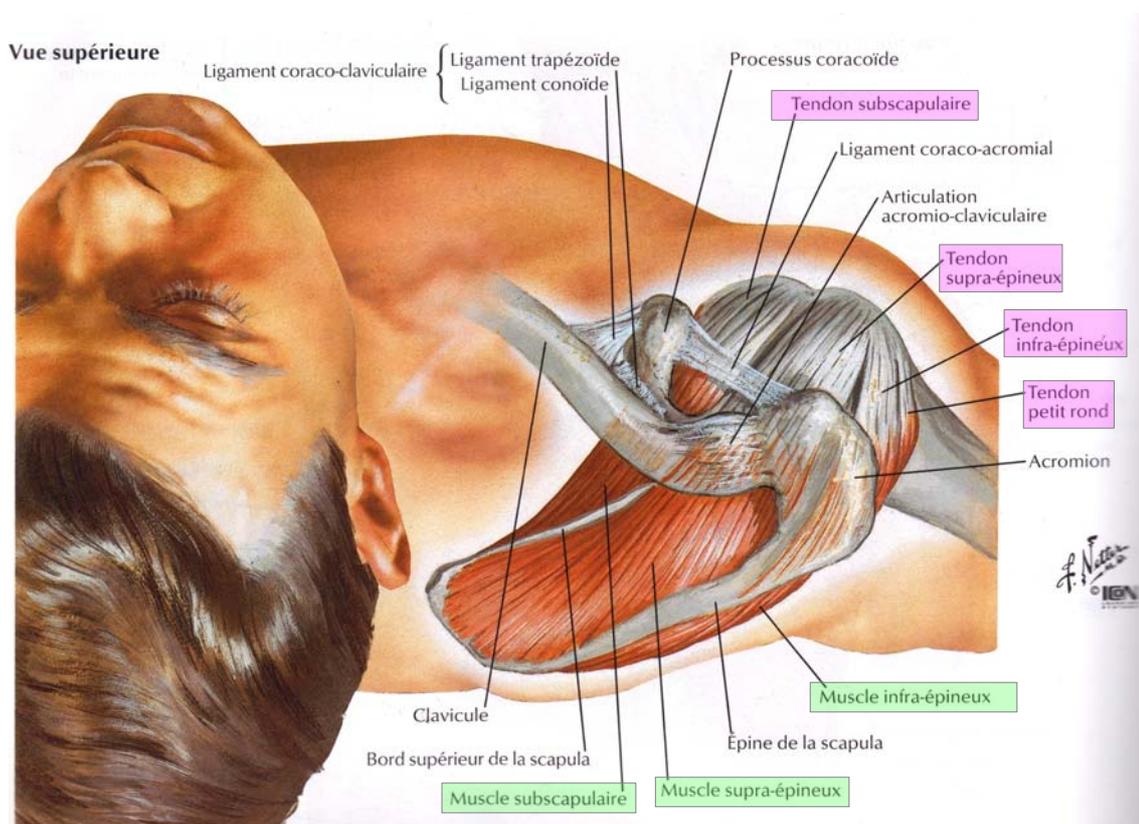
- **La coiffe des rotateurs :**

La coiffe des rotateurs est le nom donné à l'ensemble des quatre muscles et de leurs tendons associés permettant la stabilisation et la mobilisation accessoire de l'articulation de l'épaule.

Cette articulation possède une mobilité extrêmement importante permise par les caractéristiques des pièces osseuses qu'elle met en relation. Ces dernières sont d'une part la glène humérale en forme de 1/3 de sphère et d'autre part la cavité glénoïde de la scapula de forme ovalaire légèrement concave. La surface articulaire scapulaire est trois fois moins étendue que celle humérale. Cette disparité permet une grande liberté de mouvement, mais le corollaire de cette mobilité est une grande instabilité. En effet la glène n'est pas enchâssée dans une autre pièce osseuse, ce qui augmente fortement le risque de luxation. Pour limiter ce risque et conserver la glène dans une position bien centrée sur la surface articulaire scapulaire il est nécessaire que cette articulation soit fortement renforcée par de nombreuses structures musculaire, tendineuses et fibreuses. La coiffe des rotateurs fait partie des structures musculaires qui permettent de conserver une bonne coaptation des os de cette articulation.

Le quatre muscles formant la coiffe des rotateurs sont : le muscle sub-scapulaire, les muscles supra- et infra-épineux et le muscle petit rond. Ils forment un cône musculaire à base médiale fixé sur la scapula, dont les tendons latéraux convergent vers le tête humérale.

Figure 33 : Vue supérieure de la coiffe des rotateurs, muscles en vert et tendons en rose, d'après « Atlas d'anatomie humaine » de Netter, troisième édition, 2004.



3.1.3.2 Risques appliqués aux structures concernées

- **Le rachis :**

Les algies de la colonne vertébrale ne concernent pas les différents segments rachidiens de façon homogène. Les colonnes cervicale et lombaire sont principalement touchées.

On peut décomposer ces pathologies en deux groupes : les atteintes discales et les algies musculaires des muscles dorsaux et para-vertébraux. Les premières concernent surtout la colonne lombaire alors que les secondes ciblent principalement la colonne cervicale (Meyer et coll., 2004).

La colonne cervicale a un rôle de maintien de la tête et de l'orientation de cette dernière notamment afin de positionner les récepteurs sensoriels (visuels et auditifs principalement) qu'elle porte dans les meilleures conditions. Elle est ainsi très mobilisée et ces efforts répétés et surtout maintenus tout au long de la journée, même dans des intensités faibles, sont responsables d'une fatigue musculaire importante. Les muscles concernés sont tous les muscles superficiels et profonds qui s'insèrent sur la base du crâne, sur la colonne, les scapula et les clavicules.

Les positions maintenues pendant le travail au fauteuil, comme nous l'avons évoqué en 3.1.2.1 dans la section concernant le dos et la zone cervicale, sollicitent les muscles posturaux paravertébraux, le trapèze, l'élévateur de la scapula, le rhomboïde ou encore le muscle splénius entre autres. Leurs tensions prolongées vont se traduire par une gêne au mouvement puis une sensation de lourdeur, qui va ensuite évoluer vers une douleur marquée et qui en phase aiguë prendra la forme d'un torticolis (Meyer et coll., 2004). La cervicalgie aiguë avec torticolis est caractérisée par une douleur violente à la moindre tentative de mobilisation active mais la mobilisation passive en situation de relâchement musculaire est libre. On retrouve de façon plus ou moins marquée une attitude antalgique en latéroflexion-rotation de la tête (Vital et coll., 2004). Ces douleurs cervicales peuvent également induire des céphalées.

D'après l'étude de Ginisty sur la santé des chirurgiens dentistes en 2002, 33,6 % des praticiens masculins se plaignent de cervicalgies. Les femmes manifestent une plus grande fragilité cervicale puisque la zone cervicale est citée en premier, toutes douleurs dorsales confondues, avec 40,8 % des praticiennes touchées.

Au niveau lombaire, ce sont principalement les contraintes mécaniques, extrêmement importantes pour les disques intervertébraux, qui sont à l'origine des algies. On sait que le complexe articulaire disco-corporéal supporte 70% des forces imposées au rachis (Ziegler et coll. 1979). La capacité de compression du disque intervertébral, si elle est sollicitée de façon trop importante, peut être dépassée.

Les postures adoptées pendant le travail au cabinet dentaire sont majoritairement des postures en déséquilibre impliquant des pressions majorées au niveau des disques intervertébraux. On peut séparer la pression globale appliquée au niveau des disques intervertébraux de la façon suivante :

- D'une part, la pression basale induite par le poids du corps situé au-dessus du disque, qui comprime ce dernier et par la tension des éléments extra-discaux comme les muscles et les ligaments contigus à la colonne vertébrale osseuse. La force de compression dépendant de la masse corporelle du sujet, de la pesanteur et de la position du disque intervertébral dans l'espace.

Par exemple, pour un individu en position debout, mesurant 1,80 mètre et pesant 80 kg, on évalue la masse située au-dessus des vertèbres lombaires 4 et 5 à 50,2 kg. L'effort de compression sur ce même disque est composé de la force de compression statique et de la force résultant de la mise en tension des formations extra-discales, respectivement évaluées à 49,1 kg et 56,9 kg pour notre exemple (d'après Flenghi, 1995). Ainsi l'effort de compression sur le disque serait de 106 kg.

Il est à noter que la pression statique au niveau des disques intervertébraux les plus sollicités (soit les disques situés entre L3 et le Sacrum) est variable selon le type de positions prolongées et l'orientation du disque.

Les études de Andersson et coll. (1974) ont mesuré la pression au niveau du disque L3-L4 pour un individu moyen de 70 kg. En appliquant une base 100 à cette pression pour un individu assis le dos droit, cette dernière est diminuée à la valeur de 70 lorsque la personne est debout. D'après cette même étude, lorsque le buste est légèrement penché vers l'avant, la pression au niveau du disque est largement majorée avec une valeur de 200 lorsque le dos reste bien droit (Figure 34).

D'autre part Nachemson (1966), qui a été le premier à mesurer la pression intra-discale au niveau lombaire pour différentes positions assises, a montré que la pression maximale était retrouvée pour une personne assise les bras projetés vers l'avant à l'horizontale (Figure 35).

Comme le montrent ces études, la valeur de l'angle « tronc-cuisse » influe sur la pression discale. En effet plus cet angle se referme plus la pression intra-discale va augmenter. Lorsque le buste est porté vers l'avant, l'angle se referme et la pression au niveau des disques lombaires augmente.

Même si l'exercice de notre profession ne nécessite pas d'avoir les bras tendus à l'horizontale, la position assise légèrement penché vers l'avant, avec les bras maintenus eux-aussi vers l'avant, est une position impliquant une majoration très importante de la pression intra-discale notamment au niveau lombaire.

Figure 34 : Contraintes sur le disque intervertébral L3-L4 dans différentes postures pour un sujet pesant 70kg, d'après Andersson et coll., 1974.

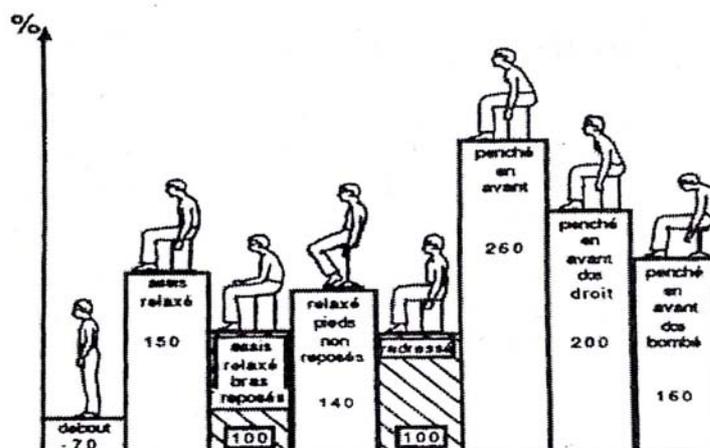
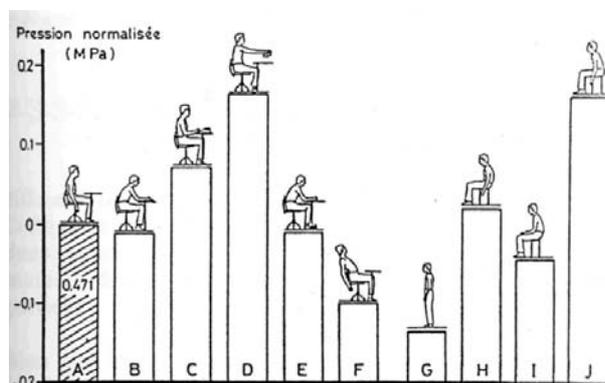


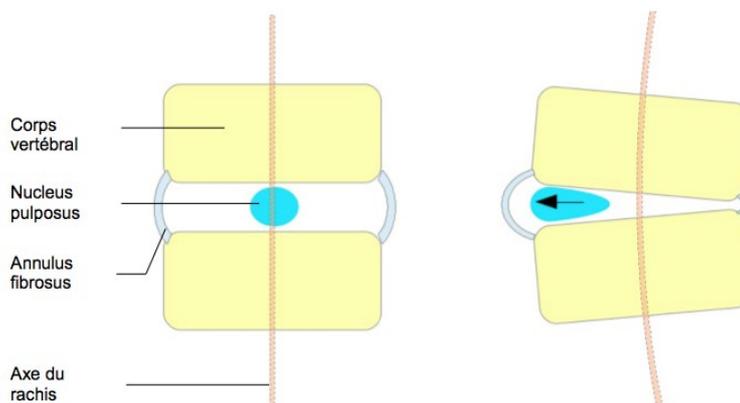
Figure 35 : Contraintes sur le disque intervertébral au niveau lombaire dans différentes positions assises, d'après Nachemson, 1966.



- D'autre part, la pression au niveau du disque est modifiée lorsque la position maintenue est dissymétrique avec des mouvements du buste notamment en rotation. La pression intradiscale est augmentée par la position des vertèbres les unes par rapport aux autres. Une position inconfortable maintenue dans le temps nécessite une contraction prolongée des muscles posturaux qui va induire des douleurs de type crampe, comme énoncé plus haut concernant le rachis cervical. Lorsque ce phénomène touche les muscles extenseurs du tronc, cela va impliquer une augmentation significative de la pression intradiscale (d'après Flenghi, 1995).

D'après Nachemson (1966), 75% de la force appliquée sur un disque intervertébral est concentrée sur le *nucleus pulposus*, et les 25% restants sont appliqués sur l'*annulus fibrosus*. En effet, en situation physiologique, le *nucleus* bien qu'incompressible va se déformer lorsqu'il est soumis à une pression. Cette déformation va permettre de répartir la pression qui lui est appliquée de façon homogène dans toutes les directions. Outre cette déformation, le *nucleus* va également bouger au sein du disque en fonction de l'angle que forment les deux plateaux articulaires des corps vertébraux encadrant le disque. En effet le *nucleus* va se déplacer dans le sens inverse au mouvement articulaire. Par exemple lorsque les vertèbres vont amorcer un mouvement d'antéflexion, les plateaux des corps vertébraux vont tendre à former un angle ouvert vers l'arrière, le *nucleus* va lui se déplacer vers l'arrière, comprimant et tendant la partie de l'*annulus* contre laquelle il se place (Figure 36).

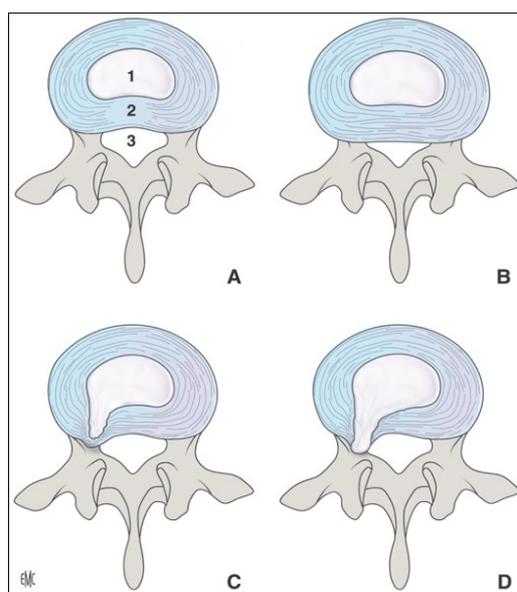
Figure 36 : Déformation et déplacement du nucleus pulposus en fonction des mouvements intervertébraux, latéro-flexion ou flexion/extension .



Tout le long du canal rachidien, interposé entre la moëlle épinière et les corps vertébraux, se trouve le ligament commun vertébral postérieur. Ce dernier va entre autre protéger la moëlle épinière des compressions imposées par les compressions qui bombent les disques intervertébraux vers l'arrière. Cependant ce ligament devient de plus en plus fin au niveau lombaire, là où les forces et donc les phénomènes de déformation des disques sont les plus importants. Ainsi lors d'une antéflexion de la colonne, les *nuclei* sont déplacés vers l'arrière des disques lombaires et les anneaux fibreux qui les entourent se bombent vers l'arrière. Le ligament plus faible ne peut remplir que partiellement son rôle protecteur, le risque de compression des éléments nerveux et de hernie discale est donc majoré pour ce segment.

Lorsque les disques sont soumis de façon répétée à des forces trop importantes, leurs capacités d'absorption peuvent être dépassées et provoquer des lésions irréversibles des différentes structures. On parle alors d'altération du disque intervertébral. Cette dernière, d'étiologie mal connue, possède outre une cause biomécanique évidente, des causes génétique et anatomique entre autres. On peut cependant distinguer deux types d'origines : traumatique et dégénérative. La cause traumatique peut être induite par un effort trop important, une accumulation d'efforts ou encore un mouvement violent particulièrement en rotation. On peut noter, quelle que soit la cause, des altérations structurelles au niveau des composants du disque. D'une part l'*annulus* qui va présenter des fissures concentriques et radiales et d'autre part le *nucleus* qui va se dessécher et se fragmenter en s'insinuant dans les fissures de l'*annulus*. On distingue les hernies discales focales contenues, dans lesquelles les fibres périphériques de l'*annulus* parviennent encore à contenir le *nucleus*, et les hernies discales focales non contenues, où même les fibres les plus périphériques sont rompues et laissent le *nucleus* sortir du disque (Figure 37). Dans les différents cas, et comme le montre le schéma 37, le foramen vertébral est réduit et les structures nerveuses qu'il contient sont comprimées.

Figure 37 : Modifications de l'annulus au cours des phénomènes de vieillissement et dégénérescence discaux et migration du nucleus pulposus, d'après Vandermarcq et Ardilouze. Rachis lombosacré. Pathologie discale. EMC – Radiologie et imagerie médicale : Musculosquelettique - Neurologique - Maxillofaciale. 2007: p 2.



- A. Aspect normal. 1. Nucleus pulposus ; 2. annulus fibrosus ; 3. foramen vertébral.
- B. Bombement discal.
- C. Saillie discale focale contenue (fissure annulaire contenue par les fibres externes).
- D. Saillie discale focale non contenue (fissure annulaire complète).

Les douleurs ressenties sont également diverses. L'*annulus* possède une innervation sensitive dans ses couches périphériques. Ainsi lors d'une sollicitation du disque lésé, la pression qui lui est imprimée est directement transmise par le nucleus fragmenté aux couches périphériques, provoquant une sensation douloureuse. D'autre part la compression des éléments nerveux, notamment le nerf sciatique, va provoquer des douleurs irradiant le long du trajet nerveux, puis une perte de sensibilité des zones desservies par le nerf. Dans ce cas très avancé une opération chirurgicale peut être envisagée afin de soulager la compression.

Les structures péri-articulaires peuvent également être la cible d'algies. On peut ainsi citer les muscles paravertébraux, qui sont d'autant plus sollicités que la posture est maintenue dans le temps. Si comme nous l'avons vu ce type de pathologies cible particulièrement la zone cervicale, on les retrouve au niveau lombaire. Ces muscles peuvent être à l'origine d'algies post-traumatiques (claquage, déchirure ou hématome) mais également surmenage et contracture. Ces causes peuvent être l'image d'une altération sous-jacente (Flenghi, 1995).

Des études épidémiologiques ont évalué la prévalence des algies dorsales. D'après l'étude de Ginisty sur la santé des chirurgiens dentistes français en 2002, la zone lombaire est une cible privilégiée de la douleur pour les hommes avec 42,4% alors qu'ils citent la zone cervicale à 33,6%. Pour les femmes chirurgien-dentistes la tendance est inverse car c'est la zone cervicale qui est citée en premier avec 40,8% contre 35,6% pour les algies lombaires. Les femmes sont plus souvent victimes de douleurs permanentes, à 29,6 % contre 18,7 % pour les hommes. La plus grosse partie de la population, soit 57 % des hommes et 50 % de femmes, indique ne souffrir qu'occasionnellement. D'après Ayers (2009), 59% des chirurgiens dentistes rapportent des douleurs cervicales et 57% des douleurs lombaires. Marshall et coll. (1997) rapportent une prévalence de 20% de douleurs au niveau des cervicales et 20% de douleurs lombaires chez les dentistes de Nouvelle-Galles du sud.

- **Le canal carpien :**

Le canal carpien est le siège du syndrome canalaire le plus fréquent : le syndrome du canal carpien, qui a une prévalence de 1 à 2 pour 1000 chez les hommes et de 4 à 5 pour 1000 chez les femmes. Dans la population salariée, le syndrome du canal carpien est le trouble musculo-squelettique le plus fréquent (d'après la Haute Autorité de Santé, 2012).

Ce syndrome consiste en une compression mécanique du nerf médian sensori-moteur par les structures constitutives ou contenues dans le canal carpien. La compression peut être induite par l'inflammation d'un tendon appelée tendinite ou d'un tendon et sa gaine appelée ténosynovite d'un des neuf tendons qui passent par le canal carpien. Cette compression peut également être due à des dépôts (amylose, microcristaux) dans le canal ou à une déformation du canal, notamment de sa face osseuse pour cause d'arthrose au niveau du carpe (Plat, 2009). Nous ne traiterons ici que les phénomènes de tendinite et de ténosynovite.

Lors de notre activité professionnelle, les mouvements de flexion-extension du poignet et des doigts sont répétés et/ou prolongés, comme nous l'avons évoqué en 3.1.2.1 dans la section concernant le poignet et la main. Ils vont impliquer des frottements des tendons internes au canal carpien, entre eux et contre la périphérie du canal. Ces micro-traumatismes répétés peuvent être à l'origine d'une inflammation de type tendinite ou ténosynovite. Du point de vue physiopathologique, l'exposition d'un tendon à des forces répétées peut provoquer des déformations viscoélastiques, des micro-ruptures, un épaississement des fibres de collagène et

une calcification du tendon. Ces deux dernières modifications dégénératives seraient le résultat d'un mécanisme réactionnel d'adaptation du tendon aux contraintes excessives (Aptel, 2011). Si les mécanismes inflammatoires qui en découlent évoluent souvent selon un mode aigu, ils peuvent également perdurer et passer à la chronicité.

Le gonflement inflammatoire va venir comprimer mécaniquement le nerf médian contre les parois du canal carpien, limitant la conduction nerveuse de ce dernier et provoquant des sensations désagréables voire douloureuses. Lorsque la compression du nerf devient chronique, elle peut provoquer une prolifération de tissu conjonctif dans la gaine du nerf. Cette dernière entraîne un blocage, au moins partiel, de la micro-circulation sanguine à destination des vaisseaux du nerf, la propagation des messages nerveux est alors perturbée.

Les symptômes du syndrome du canal carpien sont d'abord un fourmillement et un picotement ressenti dans l'aire d'innervation sensitive du nerf médian, à savoir : le pouce, l'index, le majeur et le partie latérale de l'annulaire. Ces sensations sont principalement nocturnes, aggravées par le froid et peuvent passer après agitation de la main. On peut également noter des irradiations dans l'avant bras. À un stade plus avancé, on peut noter une douleur dans l'aire d'innervation du nerf médian précédemment décrite, accompagnée d'une perte de la sensibilité discriminative. Enfin pour les cas encore plus avancés on note des troubles moteurs des muscles innervés par le nerf médian, avec notamment une raideur de ces derniers.

Ces cas très avancés nécessitent une prise en charge médicale avec infiltration de corticoïdes voire, une prise en charge chirurgicale afin de permettre une décompression du nerf.

Des études épidémiologiques ont évalué la prévalence des algies de la main et du poignet. D'après Ayers (2009), 36% des femmes et 22% des hommes chirurgiens dentistes se plaignent de douleurs aux poignets et aux mains. D'après Evengelos et coll. (2004), 26% des dentistes ont ressenti des douleurs aux poignets au cours de l'année précédant l'étude. Marshall et coll. (1997) rapportent une prévalence de 28% de douleurs au niveau des poignets chez les dentistes de Nouvelle-Galles du sud. Enfin Hayes (2009) rapporte même une prévalence de douleurs au poignet entre 60 et 69,5% chez les hygiénistes interrogés.

- **La coiffe des rotateurs :**

Les pathologies concernant la coiffe des rotateurs ont des causes semblables aux pathologies évoquées plus haut et sont regroupées sous le nom de syndrome de la coiffe des rotateurs. Si des étiologies anatomiques, dégénératives liées à l'âge, génétiques ou environnementales existent, nous ne traiterons ici que les atteintes liées à une hyper-sollicitation comme évoquée en 3.1.2.1 dans la section concernant l'épaule, à savoir des positions articulaires au-delà des amplitudes de confort qui sont maintenues dans le temps.

Une sollicitation même de faible intensité mais prolongée dans le temps suffit à impliquer une fatigue musculaire. D'après Hägg (1991), une partie des fibres musculaires surnommées fibres de Cendrillon (en rapport avec le personnage de conte, première levée et dernière couchée), sont actives jusqu'au repos total du muscle. Ces dernières sont donc en perpétuelle activité même si l'activité globale du muscle est très faible. Ainsi une fatigue musculaire peut s'installer et aboutir à une myalgie même avec des contractions musculaires équivalentes à 2 à 8 % de la force globale du muscle (Aptel, 2011). La myalgie est plus ou moins prononcée et augmente avec l'accumulation de la fatigue, au cours de la semaine de travail par

exemple. D'autre part la contraction prolongée d'un muscle entraîne par compression des vaisseaux sanguins qu'il contient une diminution de sa vascularisation et de celle de son tendon. Cette diminution de la vascularisation accélère le phénomène de fatigue musculaire.

Le symptôme d'algie musculaire de l'épaule est très souvent associé à une myalgie cervicale, on parle alors de syndrome de myalgie cervico-brachiale.

On trouve également des pathologies inflammatoires de type tendinite et ténosynovite concernant les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs. Du point de vue physiopathologique, l'exposition d'un tendon à des forces répétées peut provoquer, comme pour les tendons du canal carpien, des déformations viscoélastiques, des micro-ruptures, un épaissement des fibres de collagène et une calcification du tendon. D'autre part lors des mouvements notamment d'abduction et de rotation interne du bras, il existe un frottement du tendon du muscle supra-épineux sous la face inférieure de l'acromion (Chang, 2004). Ce conflit sous-acromial provocateur de micro-traumatismes peut induire s'il est répété une tendinite ou une ténosynovite.

Différentes études sur la santé des chirurgiens dentistes nous renseignent sur la prévalence des algies de l'épaule pour notre profession. D'après Gupta (2011), 42% des dentistes ont eu des problèmes de douleurs au niveau de l'épaule et du cou durant l'année précédent le recueil de données. D'après Ayers et coll. (2009), 58% des femmes et 42% des hommes chirurgiens dentistes se plaignent de douleurs à l'épaule. Enfin Marshall et coll. (1997) rapportent une prévalence de 40% de douleurs au niveau de l'épaule chez les dentistes de Nouvelle-Galles du sud.

3.1.4 Conclusion

Les troubles musculo-squelettiques sont une cause importante de pathologies professionnelles invalidantes. Nous venons de voir que sous ce terme générique se cachent de nombreuses pathologies musculaires, articulaires, tendineuses et nerveuses. Les TMS ont des étiologies multifactorielles, notamment biomécanique et psychosociale. Notre profession, par de nombreux aspects, répond à ces différents facteurs. Les nombreuses études épidémiologiques menées dans le monde entier montrent bien la prédominance et l'omniprésence de ces pathologies. Si le monde de l'entreprise prend de plus en plus en compte ce type de problèmes, il restent encore peu abordés dans les petites structures que sont nos cabinets dentaires.

3.2. Le stress au cabinet dentaire.

3.2.1 Définition du stress.

Le stress est un ensemble de réponses comportementales et physiologiques du corps humain à une agression extérieure et environnementale. Issu du latin « *stringere* » qui signifie « rendre raide », « serrer » ou « presser », le stress est défini par le dictionnaire Larousse comme un état réactionnel de l'organisme soumis à une agression brusque.

Le stress a été pour la première fois étudié dans la première moitié du XX^e siècle par un endocrinologue américain du nom de Selye. Il l'a défini comme une réponse non spécifique du corps à toute demande de changement (Selye, 1986). Cette définition est intéressante car elle correspond au début des recherches sur le stress. Ainsi elle ne prend en compte que la composante biologique du stress, notamment les modifications de l'équilibre homéostatique, par la surproduction d'hormones.

La notion de non spécificité permet d'exprimer la dissociation entre un événement, ou stimulus externe, et la réponse du corps humain. Selye considérait que la réponse était constante quelle que soit le stimulus. Ce concept même s'il conserve une certaine légitimité, a cependant évolué car on a aujourd'hui intégré la notion d'expérience qui fait que le niveau de stress peut être différent pour une même personne à différents moments de sa vie, ou chez deux personnes différentes pour un même facteur de stress.

- Stress aigu et stress chronique :

Le stress aigu correspond aux réactions physiologiques du corps humain face à une menace ou un enjeu ponctuel, par exemple la prise de parole face à un auditoire. Cette réaction et les changements qu'elle implique cessent peu après l'arrêt de la situation stressante (Chouanière et coll., 2009). Ce phénomène est un réflexe archaïque qui permettait de mettre le corps en état d'alerte lorsqu'un individu se retrouvait en danger de mort imminent (par exemple un individu face à un prédateur). Cette réaction d'alarme découverte par Walter Bradford Cannon au début du XX^e siècle, fût nommée « *fight or flight response* » car elle permet par une réaction du système nerveux sympathique de mettre l'individu en capacité de se battre ou de fuir. La non spécificité de la réponse physiologique implique également que le corps humain va réagir de façon constante lorsqu'il interprète une situation comme stressante, qu'il soit en danger physiquement ou par exemple simplement face à un auditoire.

Si c'est souvent l'aspect négatif du stress qui est retenu, il faut cependant reconnaître la nécessité absolue et vitale du stress. En effet toute réaction physiologique en situation de stress n'est pas mauvaise. La réaction du système nerveux sympathique va générer la production de catécholamines au niveau des médullo-surrénales. Cette hormone va induire une augmentation des rythmes cardiaque et respiratoire, de la température du corps et de la tension artérielle. Ceci permet une meilleure oxygénation des muscles et du cerveau, une augmentation des capacités physiques et une hausse de la concentration et de la vigilance entre autres. Ces effets sont nécessaires et bénéfiques au bon déroulement d'une partie des actions de notre vie quotidienne. Il peut également permettre lors d'une situation professionnelle complexe et ponctuelle de trouver les ressources et solutions nécessaires au bon déroulement de l'acte.

Lorsque la situation de stress perdure, la réponse physiologique va elle aussi persister. Le stress devient alors chronique et de ce fait délétère pour la santé de l'individu. Selye va définir les différentes phases du stress sous le nom de syndrome général d'adaptation. Il va séparer l'évolution du stress chronique en trois phases distinctes (Figure 38) :

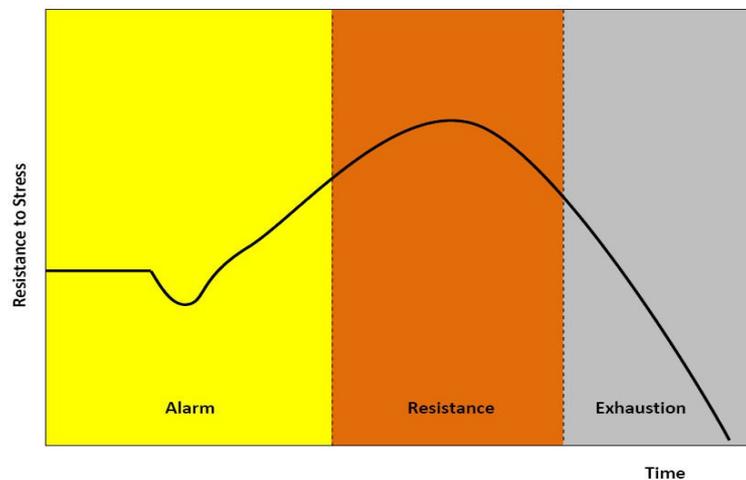
1. La phase d'alarme : cette phase initiale est identique à celle observée lors d'un stress aigu. Elle est caractérisée par une phase de choc induite par le stimulus stressant. Durant cette phase de choc, le corps est en état de surprise, on peut voir dans certains cas une sidération si l'agent stressant ou le changement environnemental sont très importants. On parle alors de réponse « *fight or flight or freeze* », le terme freeze fait état de l'immobilité observable lors de la sidération. Pendant le choc, le corps se trouve dans un état vulnérable d'inadaptation totale au changement environnemental auquel il est exposé. La phase de contre choc permet la mise en œuvre des mécanismes évoqués pour le stress aigu. Le système sympathique met en action la production de catécholamines par les médullo-surrénales qui entraînent une tachycardie, une tachypnée et une augmentation de la tension artérielle. Les muscles et le cerveau sont ainsi privilégiés par rapport aux organes digestifs dans leur apport en oxygène afin de leur permettre un brusque surcroît d'activité. Le corps répond au stimulus stressant par la « *fight or flight response* » vue précédemment, et se prépare à l'action. Cette phase est transitoire et ne peut excéder quelques heures.
2. La phase de résistance : Cette phase suit la phase d'alarme car cette dernière est trop exigeante pour le corps humain pour être maintenue dans le temps. Lors de la phase de résistance, le corps cherche à retrouver un équilibre en accord avec les nouvelles demandes de l'environnement. Un second axe hormonal est mis en jeu : l'axe corticotrope qui met en jeu l'hypothalamus, l'hypophyse et les surrénales. Ces réactions en cascade aboutissent à la production de glucocorticoïdes par les cortico-surrénales. Cette hormone va augmenter la glycémie afin de permettre un apport suffisant en sucre aux muscles et au cerveau. Cette sécrétion hormonale est auto-régulée, ce qui démontre la recherche d'un nouvel équilibre en réaction au stimulus stressant. Le corps cherche alors à s'adapter au nouvel environnement.
3. La phase d'épuisement : Lorsque les conditions environnementales persistent ou s'aggravent suite à la phase de résistance, les capacités d'adaptation de l'organisme sont dépassées. L'autorégulation devient inefficace et l'organisme est saturé d'hormones activatrices. Le corps n'est plus en mesure de répondre aux demandes de l'environnement. On peut alors noter l'apparition de symptômes d'une grande diversité : diminution des défenses immunitaires et donc développement de pathologies (ulcères, hypertension, cancers, maladies de peau...), douleurs physiques avec notamment une recrudescence d'apparition de TMS, perturbation du sommeil, oublis, troubles de la concentration, sensibilité accrue, troubles du comportement, de l'alimentation, prise de substances psycho-actives et de toxiques, perturbation du comportement social, repli sur soi, dépression, suicide...

Les différents seuils de tolérance et d'adaptabilité sont des paramètres personnels et variables selon les individus, mais à plus ou moins long terme et à des degrés divers, l'évolution

vers l'épuisement est inéluctable si le stimulus stressant persiste.

Il faut cependant noter que contrairement au stress aigu, le stress chronique peut persister même lorsque le facteur de stress a disparu.

Figure 38 : Diagramme présentant le modèle du syndrome général d'adaptation, d'après Myers « *Exploring Psychology 7th ed* » 2008, page 398.



- Le stress au travail :

Du point de vue du stress au travail on retiendra la définition de l'Agence Européenne pour la Sécurité et la Santé au Travail, qui expose que le stress « survient lorsqu'il y a déséquilibre entre la perception qu'une personne a des contraintes que lui impose son environnement et la perception qu'elle a de ses propres ressources pour y faire face. Bien que le processus d'évaluation des contraintes et des ressources soit d'ordre psychologique, les effets du stress ne sont pas uniquement de nature psychologique. Il affecte également la santé physique, le bien-être et la productivité de la personne qui y est soumis » (Chouanière et coll., 2009).

- Mesurer le stress :

De très nombreuses études ont essayé de quantifier cette notion éminemment subjective qu'est le degré de stress impliqué par un événement. Par exemple l'échelle de Holmes et Rahe (1967) propose un classement des différents événements de la vie, principalement des modifications de l'environnement, en leur accordant une note relative en fonction de la quantité de stress induite par leur survenue (Tableau 2). D'autres échelles de mesure de stress ont pris l'aspect de la réponse biologique au stress comme référentiel, comme la « *Profile of Mood States* » (McNair et coll., 1971) ou encore « *the Impact of Events Scale* » (Horowitz et coll. 1979).

Depuis les définitions du stress ont évolué vers une prise en compte des causes du stress d'une part : divers stimuli et facteurs de stress environnementaux, et ses conséquences d'autre part : les réactions subjectives au stress qui ont deux composantes : la perception du stress et la réponse émotionnelle (Kopp et coll., 2010). Ainsi de nombreuses autres échelles ont également été développées en prenant d'autres référentiels.

Tableau 2 : Échelle de valeurs du stress induit en fonction du réajustement social (Holmes et Rahe, 1967).

Décès du conjoint	100	Changement de responsabilité prof.	29
Divorce	73	Enfant quittant la maison	29
Séparation (entre conjoints)	65	Problèmes avec la belle famille	29
Emprisonnement	63	Début ou cessation d'activité du conjoint	28
Décès d'un membre de la famille	63	Dépassement des limites	26
Accident ou maladie	63	Entrée à l'école ou fin d'études	26
Mariage	50	Changement de condition de vie	25
Licenciement	47	Changement des habitudes personnelles	24
Réconciliation entre conjoints	45	Problèmes avec son patron	23
Départ à la retraite	45	Changement horaires ou cond. de travail	20
Problème de santé (membre de famille)	44	Changement de résidence	20
Grossesse	40	Changement à l'école	20
Troubles sexuels	39	Changement dans les loisirs	19
Arrivée d'un individu dans la famille	39	Changement dans les activités paroissiales	18
Changement de fonction	39	Changement dans les activités sociales	18
Changement de situation financière	38	Changement dans les habitudes de sommeil	16
Décès d'un ami proche	37	Changt. fréquence des réunions de famille	15
Changement de travail	36	Changt. habitudes alimentaires	15
Disputes fréquentes entre conjoints	35	Vacances	13
Emprunt hypothécaire élevé	31	Noël	12
Saisie immobilière	30	Violation mineure de la loi	11

L'approche environnementaliste prend en compte les stimuli extérieurs, et base l'élaboration des échelles de stress sur l'estimation d'exposition aiguë ou chronique aux facteurs de stress (Kopp et coll., 2010).

On trouve de nombreuses études apportant leur échelle de quantification du stress qui font partie de la mouvance environnementaliste. Elles prennent par exemple en compte les événements mineurs de la vie quotidienne « *The Survey of Recent Life Experiences* » (Dohrenwend et coll., 1984), le stress dans la relation maritale et la vie de couple « *the Stockholm Marital Stress Scale* » (Orth-Gomer et Chesney, 1994), ou encore le stress dit social chez les adultes et les adolescents en situation de vie en communauté « *Bergen Social Relationships Scale* » (Mittelmark, 1999).

Concernant le stress au travail il existe principalement deux modèles complémentaires de mesure du niveau de stress : le modèle de Karasek et celui de Siegrist (Lasfargues et coll., 2003).

Dans « *The Job Content Questionnaire* » Karasek tend à mesurer les répercussions sur la santé de la pratique d'un travail stressant et de mesurer les caractéristiques psychologiques (évaluation des contraintes) et sociales (soutien socio-émotionnel et autonomie notamment) du travail évalué (Karasek, 1985). Karasek a par ailleurs introduit le concept de « *job strain* » ou travail tendu qui établit qu'une forte contrainte de travail associée à un faible degré d'autonomie et une absence de soutien social aboutit à une situation particulièrement à risque psychologiquement.

Le travail est également le référentiel pour Siegrist avec « *The Effort-Reward Imbalance Questionnaire* » dont le modèle est basé sur le lien entre l'effort consenti par rapport à la récompense obtenue (financière, sociale...) et le niveau de santé et de stress du travailleur (Siegrist et coll., 1986). Un déséquilibre entre effort élevé et récompense faible induira une situation psychologique défavorable.

D'autres études basent leur démarche de quantification sur l'interprétation psychologique d'une situation stressante, elles définissent la mouvance psychologique. Par exemple « *the Perceived Stress Scale* » qui cherche à déterminer le degré à partir duquel l'individu considère une situation comme stressante (Cohen et coll., 1983), « *the Beck Depression Inventory* » qui mesure la sévérité et les symptômes de la dépression chez les adultes et les adolescents (Beck et coll., 1996), ou encore « *the Brief Stress and Coping Inventory* » qui quantifie le niveau de stress et celui des capacités à y faire face (Rahe et Tolles, 2002).

La multiplicité des échelles de mesure du stress, ainsi que la diversité des éléments sur lesquels elles se basent, montre de façon évidente que le stress est extrêmement polymorphe et éminemment personnel, reprenant ainsi la théorie de non spécificité de Selye. On peut donc conclure grâce à la thèse de Breton-Kueny et coll. (2011), que le stress peut être défini par trois notions différentes :

- Les facteurs de stress : situations de travail contraignantes favorisant l'apparition de l'état de stress.
- La personne : qui va réagir de façon personnelle au problème posé, à la fois avec son corps et son psychisme.
- Les effets observables : sur le comportement ou la santé de la personne.

- L'épuisement professionnel ou *burn out* :

Ces termes regroupent un état de stress professionnel qui par son intensité et/ou sa chronicité aboutit à un épuisement physique et psychologique (Breton-Kueny, 2011). Il est défini par Maslach (2001) comme une réponse prolongée aux facteurs chroniques de stress émotionnels et interpersonnels au travail, et est caractérisé par les trois dimensions que sont l'épuisement, le cynisme et l'inefficacité. Le *burn out* est donc présenté comme le degré le plus avancé du stress chronique.

C'est Freudenberger en 1974 qui a pour la première fois évoqué le syndrome de *burn out*, en référence à un terme du vocabulaire aérospatial qui désigne une explosion due à une surchauffe d'un objet qui rentre dans l'atmosphère terrestre.

D'après Guiho-Bailly et Guillet (2005), on ne peut pas considérer l'épuisement professionnel comme le dépassement d'un seuil physiologique de fatigue au travail, car la même quantité énergétique consacrée à un travail libre ne produit pas le même effet. Il faut d'autre part noter une autre différence essentielle entre la fatigue du travail et l'épuisement professionnel, qui est l'absence du rôle curatif du repos dans le second cas. L'épuisement professionnel réapparaît ainsi intact dès les premiers instants de la reprise de l'activité professionnelle.

Les manifestations du syndrome du *burn out* sont à la fois d'ordre :

- Physique : fatigue persistante, perte d'énergie, difficulté à faire des efforts qui n'en sont normalement pas (comme se lever le matin), insomnie répétées, perte d'appétit.
- Psychologique : sentiment d'indifférence et d'abattement, dévalorisation de soi, remise en question généralisée, ennui, cynisme, désorientation, déconcentration, impatience, irritabilité, effondrement, dépression sévère, sentiment de toute puissance (Delbrouck et coll., 2011).

Les professions de santé sont particulièrement touchées par ce syndrome de *burn out*. Ainsi Delbrouck (2003) relate que plus de 50% des médecins en présentent partiellement les symptômes. Ils se disent épuisés émotionnellement et ont le sentiment d'une diminution de

l'accomplissement professionnel.

Il existe d'ailleurs une échelle de mesure de facteurs de risque d'apparition du syndrome de *burn out* qui a été développée à destination des études sur les professionnels de santé. Cette dernière, appelée « *Maslach Burn-out Inventory* » (Maslach et Jackson, 1981) propose 22 items (dont 7 se rapportent directement au rapport avec le patient) auxquels le sujet doit répondre et attribuer une note allant de 0 pour une sensation jamais éprouvée, à 6 pour une sensation éprouvée tous les jours (Tableau 3).

Le score obtenu en fonction des différents items permet d'évaluer les trois axes à risque de développement du Burn-out défini dans le test MBI (Roumiguié et coll. 2011) :

- l'épuisement émotionnel qui se définit comme un manque d'énergie, un sentiment d'épuisement, de frustration et de perte d'entrain.
- la dépersonnalisation qui tend à établir une distance entre l'individu et son environnement de travail et/ou ses interlocuteurs, avec le développement d'attitudes impersonnelles, détachées voir cyniques envers les différents interlocuteurs.
- la réduction d'accomplissement personnel qui correspond à une diminution de l'estime de soi, une dévalorisation de son travail et de ses compétences et la conviction de son inaptitude à répondre efficacement aux attentes de son entourage.

Ces paramètres permettent d'évaluer chez des sujets sains, sans signe apparent de *burn out*, le risque de survenue du syndrome d'épuisement professionnel.

Ce test traduit et validé en plusieurs langues est extrêmement utilisé. Il faut cependant relativiser son efficacité dans un but de diagnostic personnel et le consacrer à une étude statistique sur une population donnée (Camelot, 2012).

Tableau 3 : Questionnaire du *Maslach Burn-out Inventory*, d'après Le monde de l'intelligence n°23, 2012.

1. Je me sens émotionnellement vidé(e) par mon travail	12. Je me sens plein(e) d'énergie
2. Je me sens à bout à la fin de ma journée de travail	13. Je me sens frustré(e) par mon travail
3. Je me sens fatigué(e) lorsque je me lève le matin et que j'ai à affronter une autre journée de travail	14. Je sens que je travaille « trop dur » dans mon travail
4. Je peux comprendre facilement ce que mes patients ressentent	15. Je ne me soucie pas vraiment de ce qui arrive à certains de mes patients
5. Je sens que je m'occupe de certains patients de façon impersonnelle comme s'ils étaient des objets	16. Travailler en contact direct avec les gens me stresse trop
6. Travailler avec des gens tout au long de la journée me demande beaucoup d'effort	17. J'arrive facilement à créer une atmosphère détendue avec mes patients
7. Je m'occupe très efficacement des problèmes de mes patients	18. Je me sens ragaillardi(e) lorsque dans mon travail j'ai été proche de mes patients
8. Je sens que je craque à cause de mon travail	19. J'ai accompli beaucoup de choses qui ne valent pas la peine dans ce travail
9. J'ai l'impression, à travers mon travail, d'avoir une influence positive sur des gens	20. Je me sens au bout du rouleau
10. Je suis devenu(e) plus insensible aux gens depuis que j'ai ce travail	21. Dans mon travail, je traite les problèmes émotionnels très calmement
11. Je crains que ce travail ne m'endurcisse émotionnellement	22. J'ai l'impression que mes patients me rendent responsable de certains de leurs problèmes

3.2.2 Les causes avérées de stress.

Il existe de nombreuses contraintes psychosociales dans le métier de chirurgien dentiste. En effet dans la pratique libérale, le chirurgien dentiste est aujourd'hui un véritable chef d'entreprise. Ainsi il doit à la fois gérer son activité de praticien pure, mais également l'aspect économique et organisationnel ou encore le personnel du cabinet. Elles sont ressenties différemment selon de nombreux facteurs personnels tels que la personnalité du praticien, son expérience ou encore le type d'activité qu'il exerce.

Chouanière et coll. (2009) ont déterminé six catégories de facteurs de stress professionnels, auxquels on peut associer des situations quotidiennes de la pratique de l'odontologie en cabinet :

- Les facteurs liés au contenu du travail :
Une activité qui peut être parfois être perçue comme répétitive.
La nécessité de traiter un grand nombre d'informations variées (technique, connaissances, gestion...) au cours de la journée de travail et qui induit une très grande polyvalence.
La surcharge de travail liée au nombre important de patients vus dans une journée, qui ne cesse d'augmenter comme nous le verrons plus loin.
- Les facteurs liés à l'organisation du travail :
Le travail dans un cabinet dentaire présente une très grande variété de tâches à accomplir : de la pratique à la gestion, au management, en passant par l'informatique et l'accueil des patients.
Il existe également des exigences contradictoires entre la nécessité d'un temps de travail pour un acte type (par exemple endodontique) afin de le réaliser de façon adéquate et la pression économique qui tend à réduire le temps de travail pour chaque acte.
Une communication défailante entre les différents acteurs (assistante, collègues, prothésiste).
L'amplitude de travail très importante imposée aux praticiens libéraux qui est souvent non compatible avec la vie sociale et familiale.
- Les facteurs liés aux relations de travail :
Le manque de soutien voir le conflit entre les collègues et/ou les supérieurs. Les différents modes de travail groupé s'ils présentent des avantages certains peuvent devenir de véritables entraves lorsque les relations de travail se détériorent. Une divergence d'opinion peut vite évoluer vers un conflit ouvert surtout lorsque les différentes parties sont impliquées financièrement dans la structure, ce qui rend de fait la séparation plus complexe. D'autre part on peut ici inclure les relations qui peuvent parfois être difficiles, voire conflictuelles, avec les caisses et les instances ordinales ou toute autre institution administrative.
La reconnaissance insuffisante du travail est également un sentiment qui peut être retrouvé chez les chirurgiens dentistes qui sont souvent pointés du doigt lors d'articles et reportages les présentant comme peu scrupuleux et visant uniquement le profit au détriment des soins de qualité. Cette image d'Épinal bien présente dans l'imaginaire collectif est parfois lourde à porter et nécessite des justifications permanentes auprès de la patientèle.

L'image du dentiste est souvent péjorative, car outre le côté que nous venons d'exposer on retrouve souvent une réticence chez le patient ou l'interlocuteur pour qui, bien souvent, le chirurgien dentiste a encore l'aspect de « l'arracheur de dent », rustique et menteur. Cette image prégnante peut aboutir à un sentiment d'isolement social qui peut même aboutir à un isolement physique.

– Les facteurs liés à l'environnement physique de travail :

Pour le cabinet dentaire ce sont principalement les conditions sonores et lumineuses que nous allons développer respectivement en 3.3 et 3.4, qui sont à l'origine d'un inconfort. Une mauvaise conception des lieux va engendrer des difficultés d'utilisation. Le manque d'espace ou encore l'inadaptation de certains cabinets à la pratique sereine de l'odontologie sont des facteurs de risques non négligeables.

– Les facteurs liés à l'évolution sociologique :

L'informatique et les nouvelles technologies prennent une place énorme dans les pratiques actuelles de santé. Cette perpétuelle amélioration, si elle permet d'accomplir des choses fantastiques, fait peser une pression énorme de remise en question permanente chez le praticien.

D'autre part on trouve aujourd'hui une patientèle de plus en plus exigeante qui a accès à une foule d'informations qui peuvent parfois la dépasser. Du point de vue de la santé on note une modification des comportements des patients qui « s'américanisent » de plus en plus. Sous ce terme se cache une judiciarisation de plus en plus importante avec une sur-responsabilisation des personnels de santé. Ceci représente une part importante de la dégradation du rapport entre un soignant et ses patients.

– Les facteurs liés à l'environnement macroéconomique :

Les praticiens de ville doivent aujourd'hui composer de plus en plus avec l'apparition de centre de dentisterie dite « low-cost ». Cette pression fait entrer encore un peu plus l'aspect financier voir même de compétitivité dans le domaine médical.

Aujourd'hui un cabinet doit être fiable sur le point de vue de la qualité des soins mais également sur le plan financier et proposer des tarifs bas. On retrouve ici la notion d'exigences contradictoires car le patient veut être soigné au mieux et payer très peu, voire pas du tout. Cette pression économique est de plus en plus présente.

De nombreuses études épidémiologiques permettent de valider ces facteurs théoriques et de juger de leur importance dans le ressenti des praticiens. Elles recensent les facteurs de stress :

- L'accumulation de ces contraintes psychosociales semble entraîner un état de stress ressenti pour une majorité de chirurgiens dentistes. D'après l'étude d'Ayers en 2009, portant sur 460 dentistes, toutes tranches d'âge et de sexe confondues, 70% d'entre eux considéraient leur vie stressante.
- Ginisty dans son étude sur la santé des chirurgiens dentistes français de 2002, a pu isoler des facteurs psychosociaux principaux.
Les contraintes principalement évoquées étaient : les contraintes financières (41,2 %), les relations difficiles avec les caisses d'assurance maladie (27,5 %), les relations avec les services des impôts (18,3 %) et les relations de voisinage (13 %).
D'autre part les relations avec le patient deviennent une contrainte psychosociale à partir du moment où elles deviennent conflictuelles. Parmi les causes de conflit cités : les

retards ou oublis des rendez-vous (39 %), les difficultés de paiement (37 %), l'insatisfaction des patients par rapports aux actes réalisés et l'agressivité de ces derniers. S'y ajoutent des craintes liées à la réalisation des actes, par exemple le risque d'accidents anesthésiques, ou la pression impliquée par le risque d'accident infectieux et la crainte de leur survenue qui préoccupe 40% des hommes et 80% des femmes. On peut également énumérer des problèmes liés au cadre de travail, par exemple des conflits entre associés ou avec le personnel de secrétariat ou d'assistance (13 %).

Comme nous l'avons vu précédemment, la notion de temps de travail est également importante et elle est logiquement souvent citée par les chirurgiens dentistes.

La durée du travail hebdomadaire et journalier a augmenté de façon très importante ces dernières années. En effet en comparant les données récoltées en 2000 à celles récoltées en 1993 lors d'une étude similaire, Ginisty a pu constater que la durée de travail quotidienne était supérieure à 10 heures pour 38% des praticiens alors qu'elle ne concernait que 5,3% des praticiens en 1993. La tranche de 5 à 8 heures de travail quotidienne qui concernait 42% des praticiens en 1993 ne concernait plus que 10,9% d'entre eux en 2000.

D'autre part la durée de travail hebdomadaire a également augmenté à savoir que 45,2% des praticiens travaillaient entre 5 et 6 jours par semaine en 1993 contre 50,8% en 2000.

Il faut noter que cet accroissement du temps de travail ne se fait pas au bénéfice de l'augmentation du temps imparti à chaque acte mais bien à l'augmentation de la charge de travail, puisque le nombre de patient quotidien est lui aussi en augmentation. En 2000, 59,7% des praticiens recevaient entre 15 et 20 patients par jour contre 51,9% en 1993.

La pression temporelle est donc un facteur important qui est potentiellement lié à une pression économique.

Pour conclure ces contraintes aboutissent à l'émergence d'un sentiment d'écart entre l'idéal professionnel et la réalité quotidienne pour 69,2 % des chirurgiens dentistes, avec une prédominance de ce sentiment chez les praticiens de sexe masculin.

- D'après Sharma et coll. en 2011, les demandes des patients seraient la principale cause de stress avec 75% des réponses enregistrées parmi les différents facteurs cités.
- Une autre étude britannique sur la santé des chirurgiens dentistes (Myers et coll., 2004) rapporte que 60% d'entre eux se sentent nerveux, tendus ou déprimés à cause du stress au travail. Les principaux facteurs de stress incriminés sont un emploi du temps trop serré et le travail avec des patients non coopérants, qui sont tous deux considérés comme très stressants par respectivement 68,4% et 64,8% des dentistes interrogés. Ces derniers considèrent également travailler sous une pression constante pour plus de la moitié d'entre eux. Les rapports avec les patients ainsi que les pressions horaires et économiques sont les autres facteurs de stress majoritairement cités (Tableau 4).

Tableau 4 : Les dix facteurs de stress les plus cités par les chirurgiens dentistes (Myers et coll., 2004).

Stressor	Percentage (%)
Running behind schedule	68.40
Coping with difficult, uncooperative patients	64.80
Working under constant time pressure	64.40
A patient having a medical emergency in the surgery	60.80
Dissatisfied patients	52.20
Treating extremely nervous patients	47.40
Seeing more patients than you want to, for income reasons	46.40
Working constraints set by the NHS	46.20
Working quickly to see as many patients as possible	45.20
The piecework system of payment	43.40

3.2.3 Les manifestations du stress.

Les manifestations du stress sont extrêmement nombreuses et variées. Elles agissent tant sur le plan somatique que psychologique et comportemental. Ces effets ne sont pas retrouvés de façon constante dans la population. Ainsi on note une grande variation inter-individus des effets du stress.

On peut cependant classer les manifestations liées au stress selon quatre catégories :

Les manifestations physiques :

Le stress influe sur un nombre de pathologies extrêmement important. Il est principalement un facteur de risque de survenue de la pathologie, mais il peut également, par les mécanismes hormonaux que nous avons décrits en 3.2.1, impliquer directement les pathologies.

- Le stress étiologique :

Lorsque le stress passe à la chronicité, les sécrétions hormonales de catécholamines et de glucocorticoïdes vont être à la fois très importantes et prolongées. Le premier stade pathologique induit par cette hypersécrétion est le « syndrome métabolique ».

Cette surproduction d'hormones induit une hypertension artérielle, une résistance à l'insuline et des perturbations du métabolisme lipidique au niveau (cholestérol, triglycérides...).

Les effets impliqués lors de la phase d'alarme peuvent également être ponctuellement retrouvés lors du stress chronique, avec notamment des sensations d'essoufflement ou d'oppression, ou des sueurs inhabituelles.

Le stress peut également faire apparaître des troubles du sommeil, et donc une augmentation importante du niveau de fatigue, qui va à son tour diminuer le niveau de résistance au stress. On peut également constater des effets de modification de l'appétit et des troubles de la digestion. D'après Myers et Myers (2004), 60,4% des praticiens interrogés se plaignent de ballonnements, brûlures d'estomac ou d'indigestion.

- Le stress, facteur de risque :

Le stress est un facteur de risque non négligeable pour de nombreuses pathologies. Nous aborderons ici les troubles musculo-squelettiques, les capacités immunitaires et les maladies cardio-vasculaires.

Comme nous l'avons vu dans la partie 3.1, les troubles musculo-squelettiques ont une étiologie multifactorielle. Aujourd'hui on sait que la composante biomécanique n'est pas le seul facteur de survenue de TMS, et que le stress et le sentiment d'insatisfaction au travail sont également partie prenante dans ce phénomène.

Plusieurs hypothèses tentent d'expliquer le lien entre TMS et stress (Aptel et Gaudez, 2006) :

- Le stress par activation du système nerveux central et de la formation réticulée, augmente le tonus musculaire. Ce dernier augmente donc la charge biomécanique sur les muscles, augmentant ainsi leur fatigabilité. Il augmente aussi la charge biomécanique sur les tendons.
- La sécrétion de catécholamines (adrénaline et noradrénaline) vasoconstrictrices lors d'une phase de stress va impliquer une diminution des apports sanguins au niveau des muscles et des tendons. Ceci a pour effet d'augmenter la fatigue musculaire, et de limiter les apports en nutriments nécessaires aux processus de réparation au niveau musculaire et tendineux. Les microlésions qui apparaissent suite à l'application d'une charge mécanique trop importante seront donc partiellement réparées.
- La sécrétion de corticoïdes est augmentée en cas de stress au niveau des corticosurrénales. Ces hormones peuvent favoriser l'apparition d'oedèmes qui, au niveau des structures canalaire (comme le canal carpien) peut provoquer une compression mécanique des structures nerveuses, comme évoqué en 3.1.3.2.
- La libération de cytokines en phase de stress peut induire voire provoquer une inflammation des tendons.

Ces phénomènes encore mal connus sont cependant déterminants dans l'accroissement du risque de survenue de TMS en association avec les autres facteurs que nous avons développés en 3.1.

Du point de vue immunologique, l'état de stress chronique induit la diminution des capacités immunitaires par inactivation de certaines cellules (Natural Killer), de la prolifération lymphocytaire ou encore de la production d'interféron et d'interleukines. Il va également induire un déséquilibre de la balance en cytokines de type 1 et de type 2 induisant une hypersensibilité aux allergies et à l'asthme par exemple et diminuant les défenses immunitaires (Agarwal et Marshall, 2001). Le stress peut aussi favoriser la reprise d'activité virale (virus de l'herpès) ou diminuer la réponse à une vaccination.

La résistance aux infections est donc amoindrie, et on dénombre de nombreuses pathologies qui sont favorisées telles les maladies immuno-allergiques (asthme, polyarthrite rhumatoïde, lupus érythémateux, colite ulcéraire), les colites fonctionnelles, l'ulcère gastro-duodéal, les désordres hormonaux (de la thyroïde ou des sécrétions androgènes ou œstrogènes) ou encore certaines pathologies de la grossesse comme des prématurités, ou l'infertilité (Chouanière et coll., 2009).

Le syndrome métabolique représente un important facteur de risque pour le système cardiovasculaire. Les hormones produites lors d'une phase de stress vont entraîner une

tachycardie et de l'hypertension. Le stress va avoir une répercussion immédiate en phase aiguë en augmentant le risque d'infarctus du myocarde, de dysfonctionnement ventriculaire gauche ou d'arythmies, ainsi qu'une répercussion en phase chronique en augmentant le risque d'athérosclérose (Brotman et coll., 2007).

Les manifestations psychologiques :

Elles peuvent prendre différentes formes : angoisse, excitation, tristesse, sensibilité et nervosité augmentées. On peut cependant noter que ces manifestations d'anxiété sont favorisées par des situations stressantes prolongées (Chouanière et coll., 2009).

Le stress peut induire une perte de confiance en soi, une démotivation professionnelle ou personnelle, une irritabilité, une susceptibilité augmentée et une hyperémotivité. Ces phénomènes peuvent se traduire physiquement par des troubles du langage, un bégaiement ou l'apparition de tics (Massin et Sauvegrain, 2006).

Ces sensations de mal-être, quelles qu'elles soient peuvent aboutir à un état dépressif lorsqu'elles sont maintenues dans le temps. Lorsque l'état dépressif devient sévère ou se prolonge lui aussi, il peut évoluer vers des tendances suicidaires. À ce titre la profession de chirurgien dentiste est particulièrement à risque, Sancho et Ruiz (2010) ont effectué une revue de littérature concernant la prévalence de suicides chez les chirurgiens dentistes, et ils ont noté de façon systématique un taux de suicide plus élevé dans cette catégorie professionnelle que pour toute autre profession. D'après Stack (2001) les chirurgiens dentistes auraient 5,45 fois plus de risque de se suicider que la population générale pour les mêmes tranches d'âge.

Les manifestations comportementales :

Les modifications comportementales touchent à la fois le comportement personnel et le comportement social.

Du point de vue personnel, on note une augmentation du recours à des produits calmants ou excitants (café, tabac, alcool, somnifères, anxiolytiques, psychotropes...). D'après Ginisty (2002), 40% de la population de chirurgiens dentistes était consommatrice d'alcool, et moins de 15% était fumeuse. Les psychotropes et sédatifs étaient consommés par 12,5% des hommes alors que les femmes se tournaient plutôt vers les anxiolytiques avec 33,3% de consommatrices pour 16,7% de consommateurs. Myers et Myers (2004), dans leur étude sur le stress chez les praticiens britanniques, ont obtenu des résultats différents avec 9,6% de fumeurs mais 90,4% des praticiens qui consommaient de l'alcool régulièrement, avec une moyenne de 12 unités d'alcool par semaine. Concernant l'alcool, 12,4% d'entre eux consommaient plus de 24 unités d'alcool par semaine.

On peut également constater une modification des conduites alimentaires qui peut soit être associée à la perte d'appétit et aux troubles de la digestion que nous avons évoqués précédemment et s'exprimer par un comportement anorexique, ou à l'inverse une hyperphagie, avec des grignotages tout au long de la journée, des repas pris de façon aléatoire, voire un comportement boulimique. Ainsi, on retrouve dans l'étude de Myers et Myers (2004) les valeurs de l'indice de masse corporel des dentistes britanniques : 4% d'entre eux étaient en sous-poids, 27,6% en surpoids et 7,4% étaient obèses.

Du point de vue du comportement social, le stress peut induire un sentiment d'isolement et de repli sur soi, avec sur le plan professionnel, des difficultés à coopérer.

Les manifestations cognitives :

Le stress va impliquer des modifications des capacités cognitives. Avec notamment une perturbation de la concentration. Une étude suédoise (Sandström et coll., 2005) a démontré qu'un groupe de 67 personnes soumis à un syndrome d'épuisement professionnel présentait un déficit des performances de mémoire non verbale et des capacités de concentration auditive et visuelle, par rapport à un groupe témoin.

Ces pertes de mémoire et difficultés de concentration entraînent erreurs et oublis.

D'autre part associé à la perte de confiance en soi, on peut constater une augmentation des difficultés d'initiative ou décisionnelle.

3.2.4 Conclusion.

Si le stress est un réflexe archaïque indispensable à notre survie, il met en jeu des réactions physiques et psychologiques qui sont disproportionnées dans notre société actuelle. Ces phénomènes restent anodins s'ils sont ponctuels mais le stress est de plus en plus présent de façon chronique, principalement dans le milieu professionnel où il touche environ 40% des salariés en Europe (Paoli et Merlié, 2001).

Le stress dans l'environnement professionnel est un problème majeur, puisqu'une étude de l'INRS datée de 2007 évalue le coût total (direct et indirect) du stress entre 1,9 et 3 milliards d'euros par an soit environ 0,1 à 0,16% du PIB (ED 973 Éditions INRS, 2010).

La profession de chirurgien dentiste n'échappe pas à cette règle, et fait même partie des professions les plus touchées par le phénomène. Les caractéristiques d'exercice libéral, qui représente une majorité écrasante dans les différents modes d'exercice, mettent le praticien seul face à un grand nombre de problèmes variés. Cette accumulation va induire un sentiment de désajustement entre l'idéal professionnel et la réalité qui concerne près de 70% des praticiens en France (Ginisty, 2002). Ce pourcentage montre à quel point les contraintes psychosociales sont importantes et de fait que leurs répercussions sur l'état psychologique et physique ne peut être que très important lui aussi.

3.3. Éclairage et luminosité

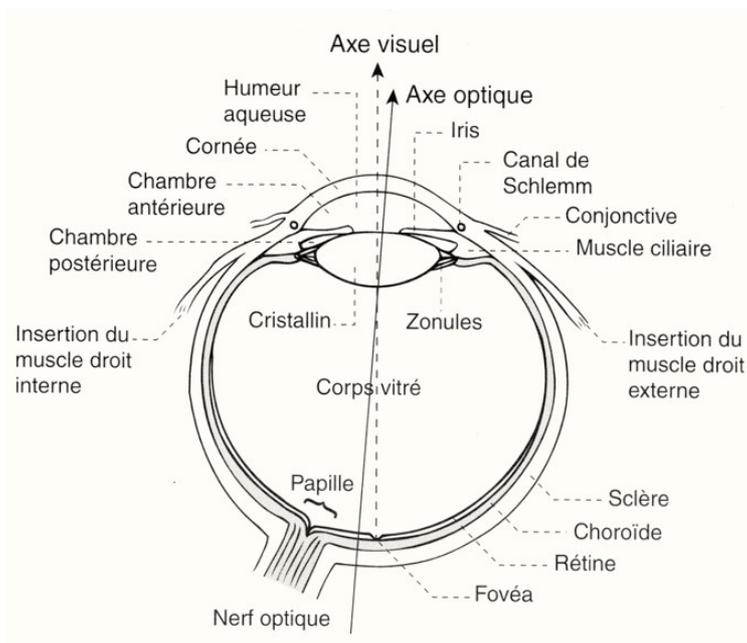
Autrefois assuré exclusivement par la lumière du jour et la proximité entre le fauteuil opératoire et une fenêtre, l'éclairage a peu à peu évolué avec des sources artificielles. La bougie a ensuite été remplacée par différents types de projecteurs. De nos jours l'attention n'est plus exclusivement portée sur la lampe opératoire. C'est tout l'environnement de travail qui doit être convenablement éclairé afin de garantir le meilleur confort et les meilleures performances de travail. C'est pourquoi les systèmes actuels sont extrêmement sophistiqués.

3.3.1 Rappels sur l'œil

L'œil humain est l'organe récepteur responsable de la vision. Il transmet les stimuli lumineux reçus en impulsions électriques qui sont ensuite analysées par le cerveau.

L'œil humain est globalement sphérique et mesure en moyenne 2,5 centimètres de diamètre. Il est positionné au centre d'une cavité osseuse lui servant de protection : l'orbite. Anatomiquement, sa paroi est constituée de trois couches successives appelées tuniques (Figure 39).

Figure 39 : Coupe sagittale d'un œil humain, issu de l'ouvrage « Ergonomie » de Monod et Kapitaniak, 1999.

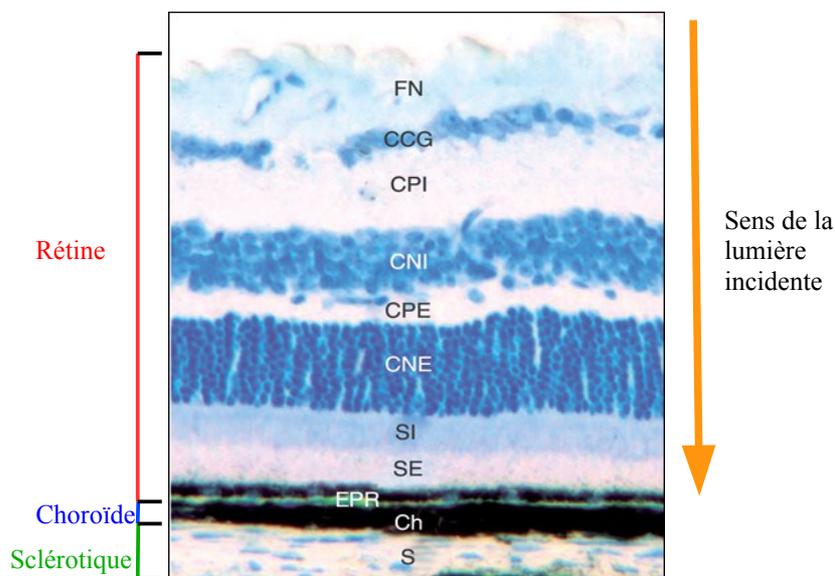


- La tunique la plus externe est la sclérotique. De couleur blanche, elle recouvre la majorité de la surface de l'œil. Dans sa partie antérieure et centrale, la sclérotique est transparente et bombée, elle porte alors le nom de cornée. Cette cornée est remplie d'un liquide, transparent lui aussi, nommé humeur aqueuse. La cornée est la principale lentille optique de l'œil.
- La tunique moyenne comprend d'une part le corps ciliaire et la choroïde. Ces deux éléments ont des capacités de réglage.

- En effet dans sa partie antérieure et centrale, la choroïde constitue l'iris. C'est un disque fortement pigmenté et constitué de fibres musculaires bien vascularisées. Il est percé en son centre par la pupille qui laisse passer la lumière. Ce diaphragme circulaire donnant la couleur des yeux a la capacité de se contracter grâce au muscle sphincter et de se dilater grâce au muscle dilatateur. Lorsque l'iris est dilaté, la pupille s'élargit on parle de mydriase. À l'inverse lorsque l'iris est contracté, la pupille se ressert et on parle de myosis. Ce mécanisme d'adaptation permet de laisser passer une quantité variable de lumière à travers la pupille. Ainsi il permet à l'œil de voir au mieux selon les différentes intensités de la lumière incidente.
La choroïde a également un rôle de nutrition des tuniques grâce à sa bonne vascularisation, notamment de la rétine. Elle est fortement pigmentée ce qui lui confère un rôle d'écran, maintenant l'intérieur de l'œil en véritable chambre noire.
- Le corps ciliaire a, quant à lui, deux fonctions. Il sécrète l'humeur aqueuse et ses fibres musculaires peuvent se contracter pour déformer une lentille profonde de l'œil : le cristallin.
Le cristallin est une lentille transparente, élastique et biconvexe. Sous l'action du corps ciliaire, le cristallin va se tendre ou se bomber, faisant ainsi varier la courbure de la lentille et donc sa puissance. Ce phénomène adaptatif appelé accommodation va permettre d'adapter la netteté de l'image transmise à la tunique interne de l'œil.
- La tunique interne est constituée par la rétine. Cette couche de l'œil est transparente et tapisse une très grande partie de l'intérieur de l'œil. Elle est constituée par 10 couches de cellules (Figure 40) dont deux types de photorécepteurs situés dans les couches profondes, les cônes et les bâtonnets. La lumière traverse donc toutes les couches superficielles avant d'atteindre les photorécepteurs.
 - On peut distinguer plusieurs zones différentes au niveau de la rétine qui diffèrent les unes des autres de par la nature et la densité des photorécepteurs qui la composent. La rétine périphérique est composée majoritairement de bâtonnets.
Centrée avec l'axe optique passant par le centre du cristallin et de la pupille, on trouve une région elliptique restreinte de 2 à 3 mm appelée macula ou tache jaune qui contient une grande proportion de cônes.
En son centre se trouve la fovéa, cette petite zone contient uniquement une population de cônes très dense.
Plus on s'éloigne de la fovéa plus l'épithélium rétinien devient proportionnellement pauvre en cônes et riche en bâtonnets. L'œil humain possède en moyenne 130 à 140 millions de bâtonnets, pour seulement 5 à 7 millions de cônes.
 - Les cônes et bâtonnets sont tous deux capables de transformer un signal lumineux en signal électrique transmis via des neurones au nerf optique puis au cerveau. Cependant ils ne réagissent pas de la même façon au stimulus lumineux.
Les bâtonnets ont un seuil de réponse très bas. Une faible intensité lumineuse est suffisante pour permettre leur passage à l'état excité et la neurotransmission. Ils seront donc surtout mis en jeu lors de la vision nocturne ou scotopique. Capables de capter l'intensité de la lumière, ils permettent de distinguer des nuances de gris, et seront peu mis à contribution pour la discrimination des formes.
Les cônes ont à l'inverse un seuil de réponse élevé. Ils réclament une intensité lumineuse importante afin d'atteindre l'état excité. Ils seront mis à contribution dans la vision diurne ou photopique et également dans la discrimination des formes. De plus il existe trois types de bâtonnets, en quantité et densité également réparties,

réagissant respectivement aux couleurs : vert, bleu et rouge. Chaque type de cône contient des pigments ayant un spectre d'absorption étroit correspondant à une de ces couleurs. Selon l'activation combinée de chaque type de cône, le cerveau sera également capable de déterminer la couleur de l'objet.

Figure 40 : Image en microscopie optique d'une coupe semi-fine de rétine de souris adulte, d'après Behar-Cohen et coll., Anatomie de la rétine. EMC - Ophtalmologie 2009:1-14.



Ch : choroïde ; CCG : couche des cellules ganglionnaires ; CNE : couche nucléaire externe ; CNI : couche nucléaire interne ; CPE : couche plexiforme externe ; CPI : couche plexiforme interne ; EPR : épithélium pigmenté de la rétine ; FN : fibres nerveuses ; S : sclérotique ; SE : segments externes des photorécepteurs ; SI : segments internes des photorécepteurs.

Comme nous venons de le voir, ce sont les cônes qui sont mis à contribution lors de la vision photopique. Ces derniers ont cependant besoin d'une intensité lumineuse importante afin d'atteindre leur état excité et de transmettre l'influx nerveux, c'est pourquoi il est très important dans le cadre de tout travail de précision d'apporter une source lumineuse nécessaire et suffisante à la bonne vision de l'opérateur.

3.3.2 Rappels sur la lumière

La lumière a une nature double : elle est ondulatoire et corpusculaire. Elle représente l'ensemble des ondes électromagnétiques visibles par un œil humain. L'œil humain enregistrera donc une réponse au niveau de ses photorécepteurs pour des longueurs d'ondes établies entre 380 et 780 nanomètres. L'efficacité lumineuse définit la sensibilité de l'œil humain en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente. Elle est maximale en vision photopique pour une longueur d'onde de 550 nanomètres environ correspondant au jaune/vert.

La photométrie est la science qui étudie et quantifie les rayonnements lumineux.

Parmi les grandeurs photométriques qui nous sont utiles, nous retiendrons les suivantes :

- **Le flux lumineux :** c'est la quantité d'énergie lumineuse émise par une source lumineuse. Cette grandeur est exprimée en lumen : lm.
- **L'intensité lumineuse :** quantifie la puissance d'une source lumineuse ponctuelle, propagée dans une direction donnée. Cette grandeur est exprimée en candela : cd. Cette grandeur est relative à la différence de sensibilité selon la longueur d'onde. Comme nous venons de l'évoquer un œil humain sera plus sensible à des longueurs d'ondes avoisinant les 550 nanomètres. Ainsi pour une même puissance énergétique radiométrique, un rayonnement lumineux monochromatique d'une longueur d'onde de 550 nanomètres aura une intensité lumineuse plus élevée que tout autre rayonnement lumineux monochromatique de longueur d'onde différente.
- **La luminance :** quantifie l'intensité lumineuse rapportée à une surface. C'est la quantité de lumière émise ou réfléchiée par unité de surface de la source, dans la direction de l'observation. Elle est exprimée en candela par mètre carré : cd.m^{-2} .
- **L'éclairement :** c'est la quantité de flux lumineux reçue par unité de surface. Cette grandeur s'exprime en lux : lx.
- **La température de couleur :** la couleur d'une source lumineuse est comparée à celle émise par un corps noir théorique chauffé entre 2000 et 10000 degrés Kelvin. Lorsqu'il y a similitude entre les deux spectres d'émission de lumière visible, on exprime la couleur de la source en équivalent de température du corps noir. Cette grandeur s'exprime donc en degrés Kelvin : K.

On peut également noter deux autres échelles importantes d'évaluation d'une source de lumière :

- **L'IRC ou indice de rendu des couleurs :** qui caractérise la capacité d'une source de lumière à ne pas modifier la couleur perçue d'un objet par rapport à la couleur de ce même objet éclairé en lumière du jour. Il est exprimé par un chiffre établi entre 0 et 100, avec 100 pour une concordance parfaite de la couleur et 0 une absence de concordance de la couleur. Il est établi qu'un IRC supérieur à 90 permet un excellent rendu des couleurs et un IRC inférieur à 60 un mauvais rendu des couleurs.
- **L'UGR (pour Unified Glare Rating) ou indice global de gêne par l'éblouissement :** est un système d'évaluation relatif à la limitation de l'éblouissement des installations d'éclairage. Il prend en compte la luminance des luminaires et de l'environnement suivant la position de l'observateur dans le local. L'UGR peut prendre les valeurs repères 13-16-19-22-25-28, les écarts inférieurs à 3 n'étant pas significatifs. Une valeur d'UGR inférieure à 13 correspond à un éblouissement négligeable, alors qu'une valeur supérieure à 28 correspond à un éblouissement intolérable (d'après Syndicat de l'éclairage, 2009).

3.3.3 Les risques induits par les sources lumineuses

La norme européenne NF EN 12 464-1 indique dans son introduction que « pour permettre aux personnes d'exécuter les tâches visuelles avec efficacité et précision, un éclairage

adéquat et approprié doit être assuré » . L'éclairage du poste de travail du chirurgien dentiste est donc un impératif primordial d'une part pour ce qui concerne la qualité du travail qu'il fournit et d'autre part pour ce qui concerne son confort de travail.

En effet cet éclairage doit être parfaitement calibré car trop faible il ne permettra pas d'atteindre les critères de bonne vision, et trop intense il induira une fatigue oculaire chez l'opérateur. Une sous- ou sur-stimulation induite par l'environnement visuel conduira respectivement à un trop petit nombre ou à un trop grand nombre d'informations transmises par les photorécepteurs, rendant leur traitement impossible par le cerveau (Dalke et coll., 2012).

Nous allons donc dans cette partie aborder successivement ces deux points, puis nous développerons le cas particulier du cabinet dentaire.

3.3.3.1 Le manque de lumière.

Comme nous l'avons vu précédemment, les cônes qui composent notre rétine sont responsables de la vision photopique. Ils permettent une bonne discrimination des couleurs ainsi que des détails. Ils sont donc particulièrement mis à contribution dans un travail de précision. Or ces photorécepteurs ont besoin d'une intensité lumineuse importante afin d'atteindre leur état excité leur permettant de transmettre une information nerveuse au cerveau. Dans le cas d'un éclairage insatisfaisant ayant une intensité lumineuse trop faible, les cônes ne seront pas suffisamment exposés à la lumière. L'iris de l'œil en mydriase va tenter de s'adapter à cette faible quantité de lumière incidente cependant en dessous d'un certain seuil, cette adaptation restera insuffisante.

Ainsi le manque de lumière peut entraîner des erreurs de discernement et par conséquent des imprécisions dans les gestes, que ce soient des gestes de préhension des instruments ou plus grave de manipulation de ces instruments, avec les conséquences que l'on imagine pour un instrument rotatif en action par exemple. D'autre part cela peut entraîner des erreurs d'appréciation de contraste, qui est déjà faible en bouche, et de profondeur de champ (Coupin, 2009).

3.3.3.2 L'éblouissement.

À l'inverse si la lumière incidente a une intensité trop importante, dépassant les capacités d'adaptation de l'œil, les photorécepteurs seront saturés, on parlera d'éblouissement. L'éblouissement est l'ensemble des conditions dans lesquelles on éprouve une gêne ou une réduction de l'aptitude à distinguer de petits objets (Brochure de Thorn-Lightning® 2012). Cette sensation est induite par des sources brillantes présentes dans le champ visuel. L'éblouissement peut être établi de façon directe : la lumière incidente trop intense vient directement depuis la source frapper la rétine, ou indirecte : la lumière se reflète sur les différentes surfaces réfléchissantes puis vient frapper la rétine. Ces surfaces réfléchissantes sont par exemple : les murs et le sol de la salle opératoire ou encore la surface des dents du patient.

Tout passage par l'état d'éblouissement impliquera une diminution du confort visuel et des performances optiques de l'opérateur. Il place également l'opérateur en état de stress et induit une fatigue des muscles de l'iris. D'autre part un éblouissement nécessitera toujours une phase de récupération durant laquelle les performances optiques vont peu à peu retrouver leur niveau

normal. Pendant cette phase des images rémanentes peuvent se former sur la rétine.

Si à court terme l'éblouissement diminue l'acuité visuelle, à plus long terme si cet état est répété il peut endommager le nerf optique, nécessitant la mise en place d'une correction.

3.3.3.3 Le cas du cabinet dentaire.

- Fatigue oculaire et posture de travail :

L'éclairage du cabinet dentaire se compose généralement de deux éléments : un plafonnier qui éclaire la pièce et la zone de travail et la lampe d'éclairage opératoire proprement dite qui éclaire la cavité buccale. Si le terme « scialytique » venant du nom de la marque de systèmes d'éclairages créée en 1919 par le professeur Louis Verrain est devenue un terme générique pour cette lampe, nous préférerons la nommer au cours de ce travail : lampe d'éclairage opératoire .

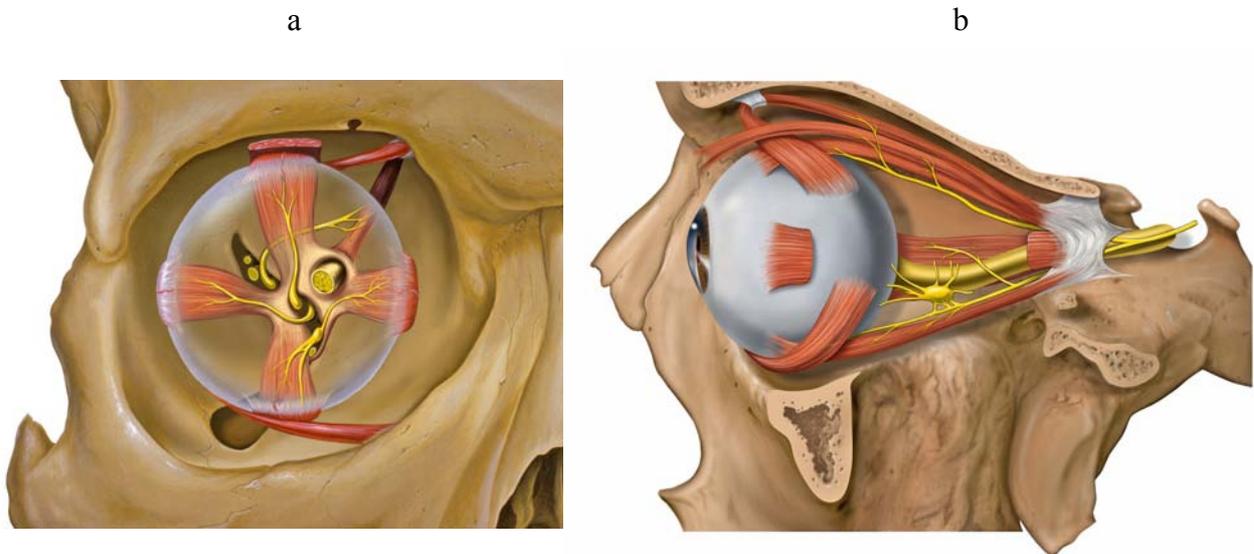
Pendant la réalisation d'un soin, le chirurgien dentiste va en permanence porter son regard alternativement de la bouche de son patient à sa tablette porte instruments, à son *unit* où sont disposés ses instruments rotatifs ou encore au delà au niveau des meubles de rangement. Ces allers et retours permanents du regard au cours de la journée de travail vont se traduire par des mouvements d'adaptation appelés microfluctuations (Coupin, 2009). D'une part l'iris va alterner entre mydriase et myosis afin de gérer le passage entre la cavité buccale fortement éclairée par la lampe d'éclairage opératoire et, par exemple, le fond d'un tiroir, qui lui, ne reçoit qu'une faible partie de la lumière du plafonnier de la salle opératoire. D'autre part le corps ciliaire va perpétuellement faire varier la courbure du cristallin afin de régler la netteté de l'image d'un objet plus ou moins proche, par exemple toujours entre le tiroir et la cavité buccale.

Les adaptations de l'œil aux différentes ambiances lumineuses se font grâce à de multiples contractions du corps ciliaire et des fibres musculaires de l'iris. Ces contractions répétées au cours de la journée vont naturellement entraîner une fatigue.

Des journées de travail très longues et répétées vont induire une accumulation de la fatigue des muscles responsables de ces microfluctuations. Ces dernières vont alors se faire plus lentement et en induisant une sensation d'inconfort, voire de malaise.

La fatigue oculaire va également toucher les muscles oculomoteurs. Ces derniers sont un groupe de six muscles répartis à la périphérie de l'œil. Ils possèdent des insertions sur la périphérie du globe oculaire d'une part et sur la périphérie et surtout le fond de l'orbite osseuse d'autre part (Figure 41). En se contractant, ils vont orienter la face antérieure du globe oculaire dans toutes les directions nécessaires. Ils vont ainsi permettre la mobilité de l'œil afin de positionner les objets observés sur l'axe passant par le centre de la rétine, sans bouger la tête, permettant ainsi une bonne réception de l'image par la macula et donc une bonne vision des détails.

Figure 41 : Vues frontale (a) et latérale (b) de l'orbite osseuse présentant le globe oculaire et les muscles oculomoteurs, d'après Patrick J. Lynch, 2012.



Lorsque qu'une fatigue des muscles oculomoteurs apparaît, les mouvements du globe oculaire ne se feront plus de façon aussi rapides et efficaces. Pour conserver le maximum de ses capacités de vision, l'observateur va compenser une partie des mouvements oculaires par des mouvements de la tête et plus particulièrement de la colonne cervicale. L'observateur va mettre en jeu des mouvements et des tensions au niveau des muscles de la base du crâne, du cou et les muscles trapèzes (Coupin, 2009). Ces tensions maintenues dans le temps vont participer à l'apparition de troubles musculo-squelettiques au niveau de la colonne cervicale principalement.

D'autre part la fatigue oculaire va rendre les microfluctuations, notamment celles permettant le réglage du bombé du cristallin, et donc la mise au point de la netteté de l'image, moins efficaces. L'exécution de tâches sur un objet proche de façon prolongée, comme peut l'être le travail d'un chirurgien dentiste peut conduire à une modification adaptative de la posture du praticien (Owens, 1986). Les difficultés d'accommodation vont induire inconsciemment une compensation par un basculement de la tête de l'observateur en direction de l'objet afin de diminuer la distance de l'œil à la tâche (Monod, 1999). La vision des détails sera plus aisée sur un objet moins distant. Cette adaptation de la posture de travail ne concerne pas que la tête du praticien. Avec elle c'est tout le tronc qui va être porté vers l'avant. Cette nouvelle position peut être un facteur aggravant d'apparition de troubles musculo-squelettiques car elle va créer de nouvelles tensions réparties également tout le long de la colonne jusqu'à sa portion lombaire.

Pour ces différentes raisons, la diminution des capacités visuelles va donc induire des modifications de la posture du praticien. Particulièrement sensibles en fin de journée quand la fatigue atteint son seuil le plus élevé, les effets de la fatigue oculaire vont se manifester également par une augmentation du stress de l'équipe soignante et parfois par l'apparition de maux de tête et céphalées causées par la tension des muscles possédant des insertions sur le crâne.

À la fatigue musculaire s'ajoute une composante nerveuse ou sensorielle dans la fatigue visuelle. En effet la capacité de réponse des photorécepteurs diminue au cours de

l'exécution de la tâche, d'autant plus que cette dernière est prolongée et demande de l'attention. Ainsi l'œil sera plus sensible à l'éblouissement, aura une discrimination chromatique moins performante et sera moins sensible au contraste (Monod, 1999).

Kilpatrick dans son ouvrage de référence « Simplification du travail dans la pratique dentaire » traduit et publié en français en 1972, rapporte que selon les experts de l'éclairage, 90% de la fatigue ressentie par les chirurgiens dentistes serait imputable à une fatigue oculaire, elle même induite par un mauvais éclairage du cabinet et du champ opératoire.

- Vieillessement oculaire :

La fatigue oculaire accumulée peut induire chez les opérateurs une diminution permanente de l'acuité visuelle. Ce phénomène peut s'apparenter à un vieillissement prématuré des yeux des personnels soignants. Ce dernier va impliquer une diminution des capacités d'accommodation des yeux et nécessiter une augmentation de l'éclairage pour permettre le maintien des capacités visuelles. Le vieillissement de l'œil se manifeste surtout par l'apparition d'une presbytie. Le cristallin devient alors plus globuleux et moins élastique, diminuant de fait les capacités d'accommodation (Monod, 1999). D'autre part une correction s'imposera en cas de problèmes trop importants.

Il est à noter que le vieillissement oculaire est physiologique, mais de mauvaises conditions d'éclairage sur le lieu de travail peuvent l'augmenter, l'accélérer et l'anticiper. L'acuité visuelle diminue d'environ 25% entre 20 et 60 ans, et pour une personne sans problèmes visuels spécifiques il faut deux fois plus de lumière à 40 ans qu'à 20 et encore deux fois plus à 60 ans pour conserver une bonne perception visuelle. D'après Ginisty (2002), 20% des dentistes se plaignent de troubles visuels.

- Problématique du choix de la couleur :

L'éclairage de la salle opératoire sert également à évaluer la couleur d'une dent. Dans le cas de la reconstitution d'une dent avec une résine composite, ou encore la réalisation d'une couronne en céramique, le praticien devra déterminer la couleur des dents naturelles afin de faire correspondre celle de la reconstitution. En dentisterie dite esthétique, ce choix va conditionner une partie importante du résultat final et de son acceptation par le patient.

Définition et composition d'une couleur :

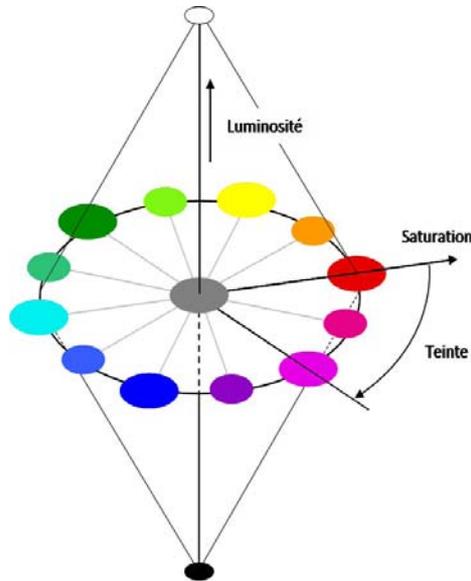
La couleur d'un objet est définie par trois paramètres : la teinte, la luminosité et la saturation. La perception des couleurs par l'œil humain est approchée par le système de classement des couleurs : T.S.L. (pour teinte, saturation et luminosité). Ce dernier organise l'ensemble des couleurs visibles en deux volumes cylindro-coniques dont les bases sont contiguës (Figure 42).

La teinte définit la sensation colorée. Elle est donnée par la longueur d'onde lumineuse qui est réfléchi par l'objet.

La saturation exprime le degré de pureté d'une couleur, c'est à dire la quantité de gris introduite dans la couleur monochromatique, qui est donc définie par une longueur d'onde unique. Une couleur complètement désaturée apparaît en niveaux de gris.

La luminosité caractérise le degré d'éclaircissement ou d'assombrissement d'une couleur. Elle est définie par une échelle linéaire allant du noir au blanc et passant par tous les niveaux de gris.

Figure 42 : Double cône du modèle TSL, d'après Anselme et Gadat, Université virtuelle environnement et développement durable. [ressource en ligne] disponible sur : <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uvd/envcal/html/compositions-colorees/representations-couleur/modeles-perceptuels/tsl.html> (consulté en décembre 2012).



Bäurle et coll. en 1982 établissaient une liste de 5 différents facteurs potentiellement responsables d'erreurs de couleur :

1. Les guides de couleur ou « teintiers » de différentes marques.
2. La différence de pigmentation entre la couleur d'un matériau en acrylique (guide de couleur) et un autre en céramique dentaire.
3. La couleur et la réflexion des murs et du mobilier dans la salle opératoire et le laboratoire de prothèse.
4. La différence entre les conditions d'éclairage de la salle opératoire et du laboratoire de prothèse, en partie induites par la nature des sources de lumière et leur usure.
5. Le métamérisme, obtenu par des différences de pigmentation et d'éclairage entre la salle opératoire et le laboratoire de prothèse.

La lumière est composée de plusieurs rayons lumineux de différentes longueurs d'ondes. À chaque longueur d'onde correspond une couleur différente. Tout objet va absorber une partie du rayonnement lumineux incident et refléter le reste. C'est la proportion et la nature des longueurs d'onde réfléchies qui vont définir la teinte de cet objet (Adelson, 2000).

Lorsque le praticien observe une dent, les photorécepteurs de sa rétine, notamment les cônes vont capter les rayons lumineux réfléchés par la dent. Chaque type de cône va être plus ou moins sensible aux longueurs d'ondes du rayon lumineux incident. L'information nerveuse émise par les photorécepteurs va être interprétée par le cerveau, permettant d'établir la couleur de l'objet.

On peut donc donner la séquence suivante : la source lumineuse éclaire la dent qui reflète une partie du rayon lumineux en direction de la rétine du praticien. Si le spectre de la lumière incidente est modifié, toute la chaîne est perturbée pour aboutir à une sensation de couleur différente.

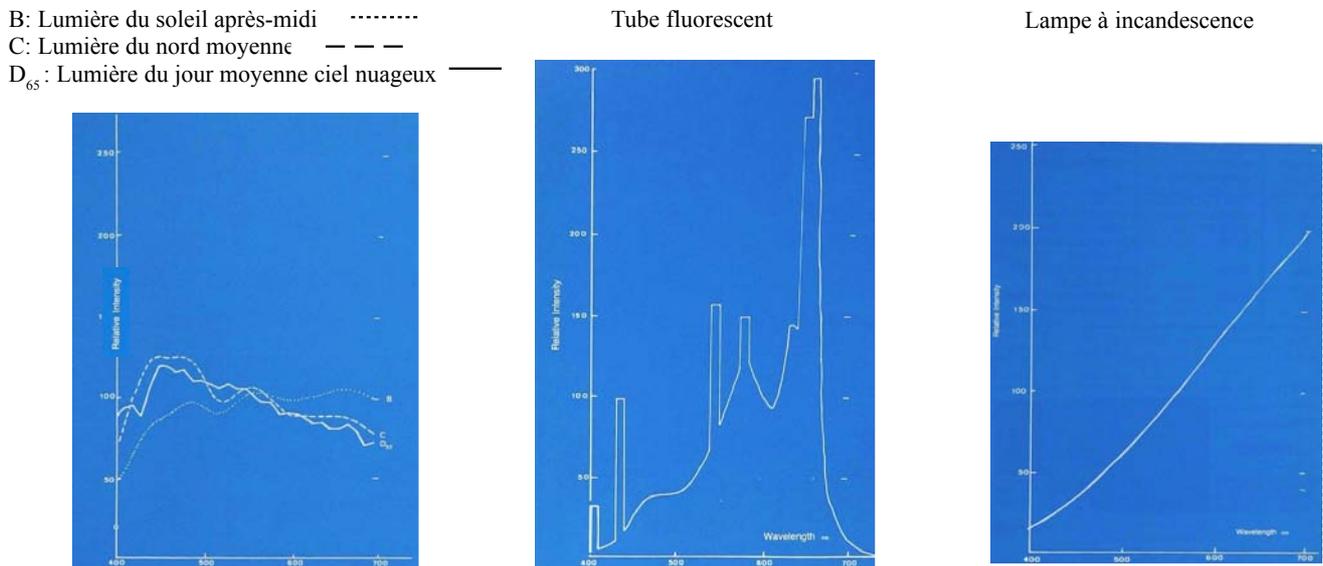
Afin de permettre d'établir un bon choix de couleur, l'usage voulait que la dent soit

observée à la lumière du jour venant du nord et par une journée moyennement ensoleillée. Cette règle, si elle pose quelques bases, est par essence une aberration. Il est quasiment impossible de retrouver ces conditions. Le praticien doit pouvoir choisir sa couleur sans amener son patient devant une fenêtre orientée vers le nord, et à plus forte raison quelles que soient les conditions extérieures, à toute heure du jour et même y compris la nuit.

Nous pouvons voir sur les différents graphiques de la figure 43 que les spectres des lumières naturelles à différents moments de la journée et plus encore des lumières artificielles sont très variables. Les longueurs d'ondes sont inégalement réparties selon les sources, ce qui, de fait, ne permet pas à l'objet de réfléchir de façon constante les longueurs d'ondes sous l'éclairage de ces différents sources lumineuses.

Figure 43 : Intensité de la lumière en fonction de chaque longueur d'onde pour différentes sources lumineuses, d'après Bäurle et coll., 1982.

Distribution des spectres des différentes sources de lumière



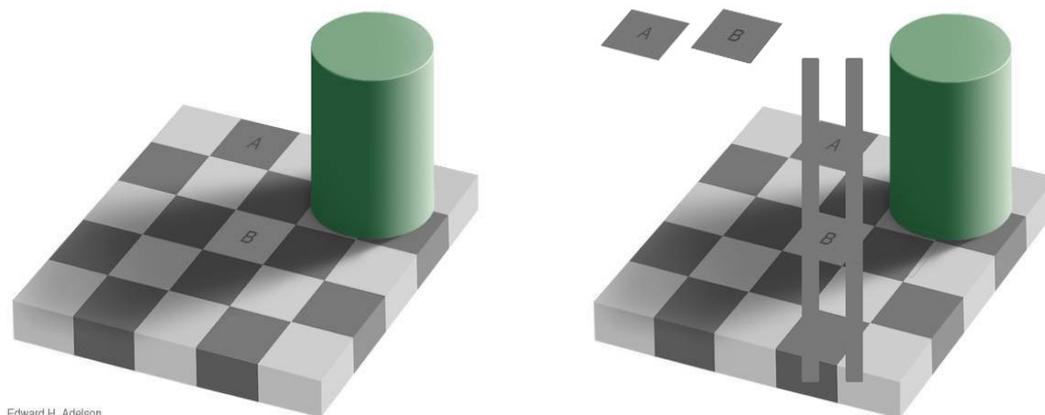
Sous la règle d'usage empirique, on peut dégager la volonté de standardiser les conditions de choix de la couleur afin de rendre ce dernier reproductible. Pour les étapes de prothèse par exemple, le technicien doit pouvoir se fier à la lumière du laboratoire afin de réaliser une céramique de la bonne couleur.

Il est nécessaire d'équiper la salle opératoire ainsi que le laboratoire de prothèse de la même source de lumière. Le spectre de cette dernière doit s'approcher au maximum de celui de la lumière du jour moyenne correspondant à la courbe D₆₅.

Le choix de la couleur se fait en comparant la dent et un guide de couleur. La comparaison entre ces deux éléments est également utilisée en laboratoire où la prothèse réalisée est faite comparativement au même teintier. Il est toujours important que les différents éléments sus-cités soient éclairés de la même façon. Ainsi la prise de couleur devra être effectuée à la lumière du plafonnier et non de la lampe opératoire, dans une lumière homogène pour le guide de couleur et la dent. Une différence d'éclairage entre les deux éléments induira un risque important d'erreur.

A fin d'illustrer ce propos nous pouvons observer le schéma de Edward Adelson. Sur le premier schéma le damier est inégalement éclairé. Les deux cases A et B semblent avoir deux couleurs différentes (dans cet exemple les cases sont en niveau de gris, ceci permet donc seulement d'évaluer une partie de la couleur à savoir la luminosité). Or, sur le deuxième schéma, nous pouvons voir que ces deux cases extraites ont la même luminosité. Afin de le vérifier deux bandes de niveau de gris identiques aux deux cases leur ont été superposées (Figure 44). Un éclairage différent peut donc fausser la luminosité et par voie de conséquence donner une impression de couleur différente.

Figure 44 : Comparaison de couleurs faussée par la différence de lumière et de contraste entre les cases, d'après E. Adelson, 2009.



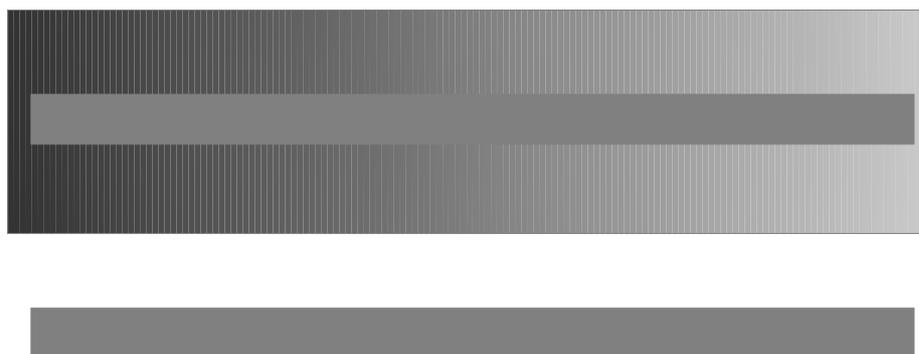
« L'impression de couleur » est une notion qui explique le métamérisme. Ce dernier caractérise le phénomène par lequel deux surfaces peuvent paraître de même couleur sous un éclairage A, mais de couleurs différentes sous un éclairage B. Ceci peut être expliqué par la nature de la source lumineuse incidente, par la nature de la surface et par la perception de l'œil humain. En effet il existe une variété infinie de longueurs d'ondes dans le domaine du visible. Elles sont captées par seulement trois types différents de cônes. On considère que parmi cette infinité, l'œil humain peut percevoir 300 000 couleurs différentes. Des erreurs d'imprécision peuvent donc se produire dans l'interprétation de la couleur par le cerveau.

Le contraste est également un point important dans la détermination de la couleur. La différence de couleur entre un objet et son environnement établit un contraste entre eux. Le choix d'une couleur se fait par comparaison entre la dent et une dent artificielle de couleur très proche. Le contraste entre ces deux éléments est donc par définition faible. L'environnement autour de ces deux objets peut être de couleur vive et créer un contraste important avec la dent. Dans ce cas de figure, le fort contraste environnement/dent va prendre le dessus sur le faible contraste dent naturelle/dent artificielle. La comparaison de la couleur entre ces dernières sera donc compliquée par l'environnement de couleur vive.

Il est très important de limiter au maximum les « pollutions visuelles » que représentent les éléments de l'environnement de couleur vive, que ce soit au niveau du patient : le rouge à lèvres devra être retiré, les vêtements de couleur vive seront camouflés, il faudra limiter le choix d'une couleur si le parodonte adjacent est inflammé, mais également au niveau de la salle de soin, où les couleurs des murs et du mobilier devront être neutres.

Pour illustrer ces notions d'impression de couleurs en fonction du contraste, la figure 45 nous montre une bande de couleur homogène qui semble être de couleur variable à cause du contraste avec son environnement (dans un souci de clarté cet exemple présente uniquement des formes en niveau de gris, permettant une mise en évidence simple du phénomène ; cependant ceci permet seulement d'évaluer une partie de la couleur à savoir la luminosité)

Figure 45 : Impression de variation de la luminosité en fonction du contraste avec l'environnement.



Le choix de la couleur doit être réalisé rapidement par le praticien et sans aucun éblouissement. En effet, plus le temps d'observation et de concentration est long, plus l'œil fatigue et perd de son acuité et de sa capacité à déterminer la couleur. Enfin l'éblouissement induit un flot trop important d'informations nuisible aux performances optiques et peut même être à l'origine d'images rémanentes sur la rétine.

Il est donc nécessaire de standardiser au maximum son choix de couleur, et de coordonner ses équipements d'éclairage avec le prothésiste. D'autre part l'équipement d'éclairage doit posséder certaines caractéristiques garantissant un environnement le plus favorable possible à un choix de couleur le plus proche de la réalité. Ces caractéristiques sont édictées dans des normes internationales d'éclairage.

3.3.4 Les normes internationales

Il existe deux normes régissant une installation d'éclairage dans une salle de soins d'un cabinet dentaire. La première concerne l'éclairage général et opératoire, c'est la norme EN NF 12464-1. La seconde concerne uniquement la lampe opératoire, c'est la norme ISO EN NF 9680.

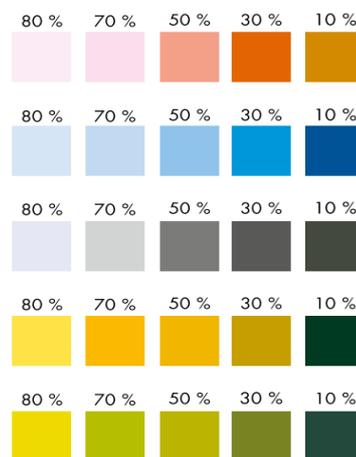
Elle utilisent les grandeurs photométriques et les indices que nous avons décrits dans la partie 3.3.2 et établissent des valeurs seuils définissant les conditions minimales pour un travail confortable du point de vue visuel, reproductible et efficace.

3.3.4.1 La norme EN NF 12464-1

La norme EN NF 12464-1 a été rédigée en 2011. Elle établit entre autres les normes relatives à l'éclairage intérieur des lieux de travail et recevant du public, en prenant en compte tous les paramètres influant sur le confort visuel des personnels. Nous allons voir les points principaux énoncés par cette norme ainsi que leurs applications au cas du cabinet dentaire.

- La norme prend en compte toutes les surfaces qui possèdent une luminance de par leur capacité à réfléchir tout ou partie de la lumière incidente. Chaque surface est évaluée en fonction du facteur de réflexion. Ce dernier est exprimé en pourcentage de lumière incidente réfléchi. Ce facteur de réflexion dépend de la couleur des murs, plafonds, sols et autres mobiliers. À titre indicatif la figure 46 présente le facteur de réflexion selon la couleur de la surface. Pour le cabinet dentaire les facteurs de réflexion recommandés sont de 80% pour le plafond, de 75% pour les murs, et 40% pour le sol.

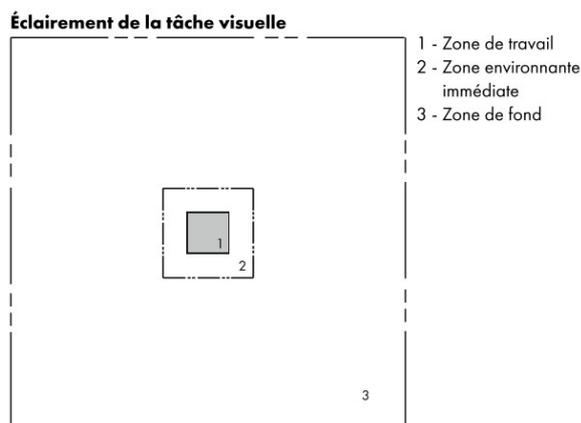
Figure 46 : Facteurs de réflexion en fonction de la couleur de la surface, d'après Thorn Lightning®, 2012.



- Comme nous l'avons vu précédemment, la fatigue oculaire est principalement due à une très grande fréquence des mouvements musculaires permettant l'accommodation entre les différents environnements lumineux. Les différentes zones d'une même pièce ne sont pas éclairées de la même façon, on peut ici reprendre l'exemple de la cavité buccale qui est fortement éclairée et le fond d'un tiroir sombre. Afin de prévenir cette fatigue, il est possible de limiter la nécessité d'accommodation et donc de limiter l'intensité des microfluctuations imposées à l'œil, en établissant des zones de transition entre les différents éclairagements pour uniformiser l'éclairage global.

La norme 12464-1 établit trois zones distinctes. Tout d'abord la zone de travail : centrale et fortement éclairée d'après le type de travail, elle reste restreinte autour de l'objet de la tâche. Autour de cette zone centrale se trouve la zone environnante immédiate : d'une largeur de 50 centimètres au minimum elle permet une transition avec la dernière zone qui englobe la totalité de la pièce appelée zone de fond (Figure 47).

Figure 47 : Schéma présentant les proportions entre les différentes zones d'éclairage autour d'une tâche, d'après Thorn Lightning[®], 2012.



Cette organisation permet une transition lumineuse entre les zones très éclairées et celles peu éclairées. Ainsi l'œil devra effectuer des mouvements d'accommodation moins amples, et moins nombreux, limitant de fait la fatigue oculaire.

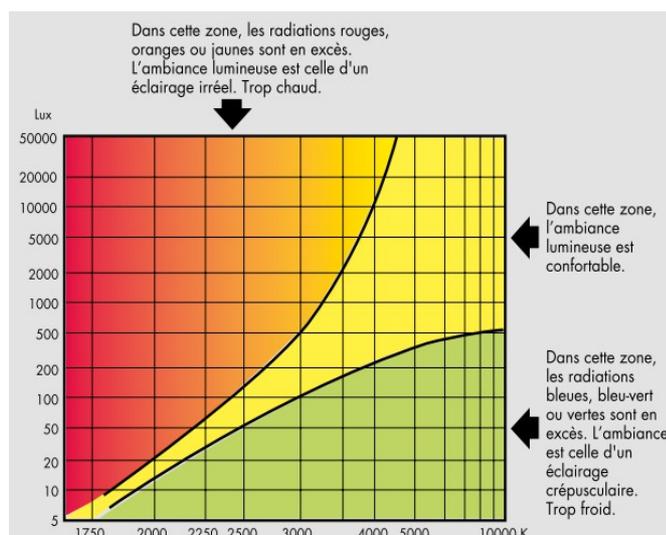
Le cabinet dentaire entre dans la catégorie des environnements de travail pour lesquels la zone de travail reçoit un éclairage supérieur à 750 lux. En effet, pour cette zone, les luminaires des cabinets dentaires produisent des éclairages de l'ordre de 1000 à 1500 lux. En conséquence la zone environnante immédiate recevra un éclairage de 1000 lux, et la zone de fond recevra quand à elle un éclairage moyen de 500 lux correspondant à la référence d'éclairage de la catégorie « salles de soin » (d'après Thorn-Lightning[®], 2012).

- L'éblouissement est l'ensemble des conditions dans lesquelles on éprouve une gêne ou une réduction de l'acuité visuelle. Il est quantifié par l'UGR ou indice globale de gêne par l'éblouissement. Dans le cadre du cabinet dentaire entrant dans la catégorie « salle de soin » ce dernier doit prendre la valeur la plus basse, soit 16. Cet indice peut être réduit en limitant les surfaces réfléchissantes ou en choisissant des couleurs de l'environnement d'après leur coefficient de réflexion.
- Comme nous l'avons vu précédemment, l'aspect des couleurs est très important. Il influence la qualité d'un travail esthétique et le choix de couleur des dents artificielles et des résines composites. Cet aspect des couleurs est quantifié par l'IRC ou indice de rendu des couleurs. Pour les salles de soin, l'indice doit être maximal soit 90 au minimum afin de garantir un rendu des couleurs extrêmement naturel.

L'aspect de rendu des couleurs est lié à la température de couleur de la lumière. D'une manière générale une température inférieure à 3300 degrés kelvin rendra des couleurs chaudes et une température supérieure à 5300 degrés kelvin des couleurs froides.

Il est à noter que la température de couleur de la lumière et l'éclairage sont liés. Plus l'éclairage est intense, plus la température de couleur devra être élevée afin de rendre l'ambiance lumineuse confortable. Ainsi, le diagramme de Kruithoff présente une zone de valeurs dans laquelle la lumière est considérée comme confortable en fonction des deux paramètres que sont l'éclairage et la température de couleur (Figure 48).

Figure 48 : Diagramme de Kruithoff présentant l'éclairage (en Lux) en fonction de la température de couleur (en degrés Kelvin), d'après Thorn-lightning®, 2012.



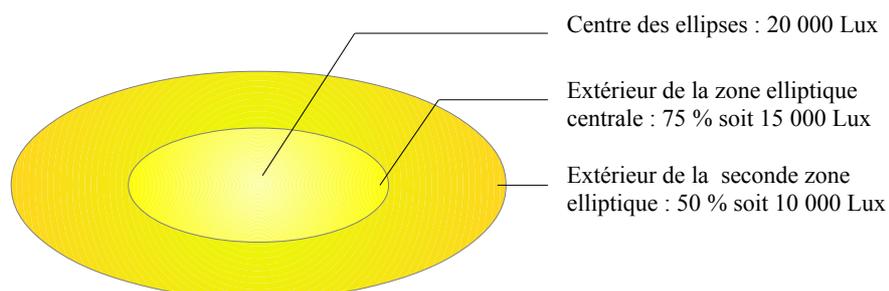
3.3.4.2 La norme ISO 9680

La norme ISO 9680 se cantonne quant à elle aux caractéristiques de l'éclairage de la lampe opératoire.

Elle définit deux sous-divisions elliptiques de la zone opératoire avec un mode d'éclairage différent (Figure 49):

- une zone elliptique centrale de 50 par 25 millimètres au moins, centrée sur la cavité buccale du patient, dont le maximum d'éclairage doit pouvoir être réglé de 8 000 à 20 000 lux et plus. L'intensité en bordure de cette zone doit être d'au moins 75 % de l'intensité existante au centre de l'ellipse. Cette intensité réduite est rendue nécessaire par exemple par le besoin de minimiser la polymérisation des composites lors des opérations d'obturation ou encore de limiter la gêne visuelle pour le patient.
- une ellipse concentrique plus large autour de la précédente, dont la taille est définie par un éclairage d'au moins 50 % de l'éclairage maximum au centre des ellipses. Par exemple 10 000 lux si le point central est à 20 000 lux.
- l'éclairage collatéral ne doit jamais dépasser 1 200 lux au niveau des yeux du patient.

Figure 49 : Répartition des zones elliptiques selon le pourcentage d'éclairage d'après la norme ISO EN NF 9680.



3.3.4.3 Conclusion

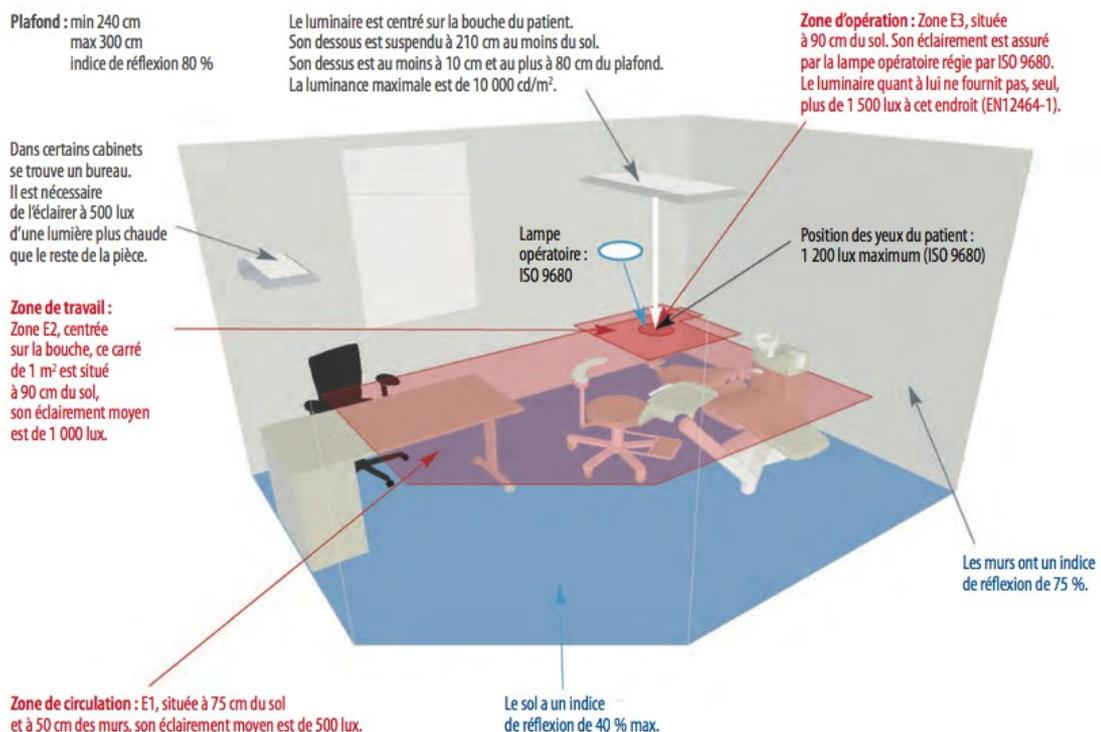
La profession de chirurgien dentiste est particulièrement à risque pour ce qui est des atteintes visuelles, comme le montre l'enquête Sumer 2003, qui considère que 84,2% de la famille « Médecin et assimilés » est soumise à des situations avec contraintes visuelles (Arnaudo et coll., 2006).

La mise en pratique des deux normes d'éclairage consacrées, permet d'installer dans les cabinets dentaires un éclairage de qualité préservant d'une part la santé des patients ainsi que celle du personnel soignant, et mettant ces derniers dans des conditions de confort permettant un travail efficace, répétable et de bonne qualité.

Le schéma ci-dessous présente le cahier des charges de l'installation d'éclairage d'un cabinet dentaire selon les normes EN NF 12464-1 et ISO EN NF 9680, avec une matérialisation des différentes zones d'éclairage (Figure 50).

Sur le schéma la zone E1 correspond à la zone de fond, la zone E2 correspond à la zone environnante immédiate, et la zone E3 est la zone de travail.

Figure 50 : Schéma récapitulatif des normes d'éclairage EN NF 12464-1 et ISO EN NF 9680 appliquées à un cabinet dentaire, d'après Indépendantaire spécial lumière, 2009.



3.4. Environnement sonore

Le bruit se distingue du son de par son caractère désagréable ou gênant (Canetto, 2007). Cependant cette définition est subjective car un bruit pourra sembler désagréable à une personne et pas à une autre. C'est pourquoi on préférera une définition plus objective définissant le bruit comme toute vibration des particules d'un milieu, présentant un caractère erratique, statistiquement aléatoire (Dictionnaire français Larousse).

3.4.1 Rappels sur l'oreille

L'oreille est l'organe humain de la perception des sons. Elle est constituée d'une chaîne d'éléments permettant la transmission du son jusqu'au nerf auditif. On la divise habituellement en trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne (Figure 51).

L'oreille externe comprend deux sous-divisions qui sont le pavillon et le conduit auditif externe. Le pavillon de forme ovale et concave, permet le recueil des ondes sonores diffusées dans l'air. Ces dernières poursuivent leur avancée via le conduit auditif externe qui va en se rétrécissant entrer dans la boîte crânienne au niveau de son dernier tiers.

L'oreille moyenne est séparée de l'oreille externe par le tympan, membrane étanche et tendue telle une peau de tambour. Il va entrer en vibration lorsqu'il sera comprimé par des molécules d'air elles mêmes en vibration transmettant une onde sonore. L'oreille moyenne est une cavité intra-osseuse appelée caisse tympanique, qui contient la chaîne ossiculaire. Cette dernière est composée par trois osselets, respectivement et dans l'ordre : le marteau, l'enclume et l'étrier. Ces os relient la membrane tympanique et l'oreille interne. Ils permettent de par leur contiguïté de transmettre les vibrations imprimées au tympan à l'oreille interne. Ils ont un rôle à la fois d'amplification du signal vibratoire mais également d'amortissement des vibrations de très grande amplitude présentant un risque potentiel pour l'oreille interne. L'étrier transmet les vibrations à l'oreille interne par la fenêtre ovale.

D'autre part, la caisse tympanique est reliée par la trompe d'eustache au pharynx afin de permettre au besoin d'équilibrer la pression entre les deux faces de la membrane tympanique. Une différence de pression trop importante ne permettrait pas la transmission correcte des vibrations par le tympan et donc une diminution des capacités auditives.

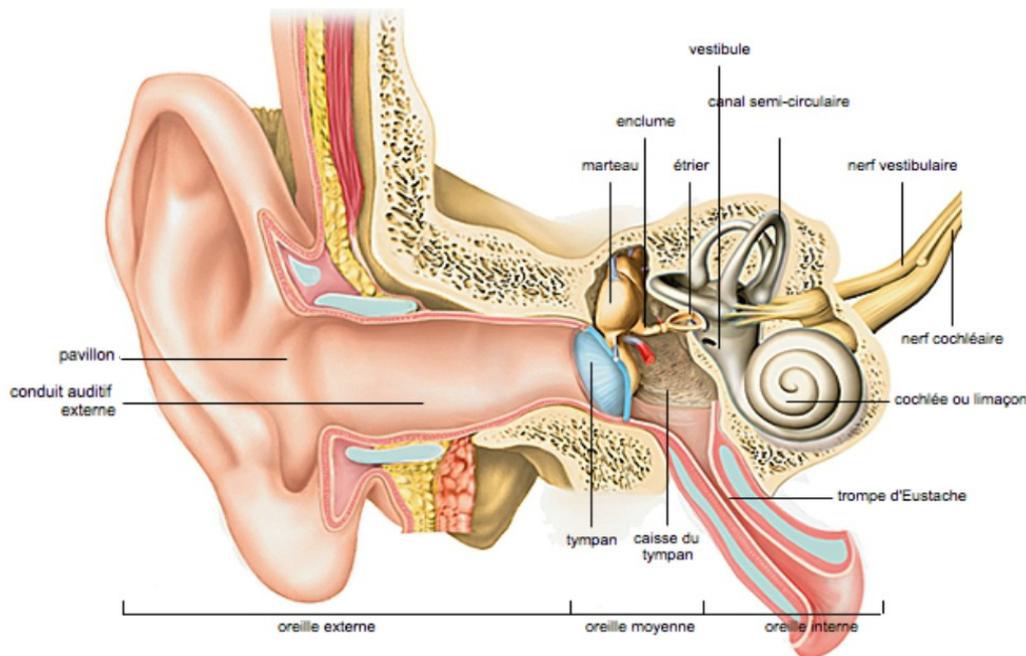
L'oreille interne possède deux parties distinctes anatomiquement, reliées par une partie commune appelée le vestibule, qui remplissent deux fonctions différentes. Les canaux semi-circulaires sont des organes de l'équilibre alors que la cochlée est un organe de l'audition. La cochlée comprend un labyrinthe membraneux inclus dans un labyrinthe osseux.

Le labyrinthe osseux est une cavité hélicoïdale de diamètre décroissant et enroulée sur elle-même sur environ deux tours et demi. Il contient la périlymphe, liquide dans lequel baigne le labyrinthe membraneux.

Le labyrinthe membraneux est divisé en deux chambres par la membrane basilaire, tapissée sur sa face interne de cellules ciliées non renouvelables. L'ensembles des cellules ciliées et les membranes adjacentes forme l'organe de Corti. La cochlée est remplie d'un liquide appelé endolymphe, qui baigne les parties superficielles et filamenteuses des cellules ciliées : les stéréocils. Les vibrations sont transmises via l'oreille moyenne, mettent en mouvement l'endolymphe et les stéréocils. Ces derniers réagissent spécifiquement aux différents fréquences selon leur localisation. Les cellules ciliées proches de la fenêtre ovale réagissent aux sons aigus

alors que les cellules apicales de la cochlée, situées vers son centre, réagissent aux sons graves. Les cellules ciliées se chargent de la transduction de l'information mécanique en message nerveux électrique, transmis au cerveau via le nerf cochléaire. Le son y est alors analysé en fonction de la localisation des cellules ciliées mises en jeu.

Figure 51 : Coupe frontale de l'oreille, présentant ses différentes subdivisions, d'après l'encyclopédie Larousse, 2012.



3.4.2 Rappels sur le son

Le son est une onde produite par la vibration des composants d'un milieu, que ce dernier soit solide, liquide ou gazeux. Dans un milieu compressible comme l'est l'air, la vibration se propage sous forme d'une variation de pression mobilisant successivement les molécules d'air de proche en proche. Si l'onde se propage dans le milieu, les molécules, elles, sont seulement mobilisées sur une infime distance afin de transmettre la variation de pression à la molécule suivante. L'onde sonore se propage dans toutes les directions en partant de la source, à l'image des vagues circulaires se propageant dans l'eau après la chute d'un solide dans cette dernière.

Dans les milieux incompressibles, le son se propage grâce à l'élasticité des matériaux. Dans ce cas là les atomes entrent en vibration, propageant également l'onde de proche en proche.

Le vitesse de propagation d'un son dans l'air est de 341 mètres par seconde au niveau de la mer et à une température de 20° Celsius. Toute variation de pression du milieu ambiant modifiera la vitesse de propagation de l'onde sonore.

Par définition, on parlera de son lorsque la vibration est perceptible par l'homme soit avec des fréquences comprises entre 16 et 20 000 Hertz. En deçà de 16 Hz on parlera d'infrason et au delà de 20 000 Hz d'ultrason.

Tout son possède deux caractéristiques principales : son intensité sonore lié à la pression acoustique et sa fréquence.

L'intensité sonore est la quantité de bruit dont l'unité est le décibel (dB). Cette quantification est basée sur la sensibilité de l'oreille humaine. En effet, l'intensité 0 dB correspond au seuil inférieur de l'audition humaine moyenne, et un écart de 1 dB correspond en moyenne au plus faible écart d'intensité sonore perceptible par l'homme.

Les études sur la perception des sons ont montré que la sensation humaine ajoute les sons lorsque le phénomène physique qui en est à l'origine, la pression de l'air, se multiplie. Par exemple l'homme perçoit la même différence entre 10 et 20 unités de pression (différence de 10) qu'entre 100 et 200 unités de pression (différence de 100) car le rapport reste de 2 (Canetto, 2007). On utilise pour cela une échelle de mesure de type logarithmique, dont la propriété est de transcrire une multiplication de pression de l'air en une addition de sensation sonore.

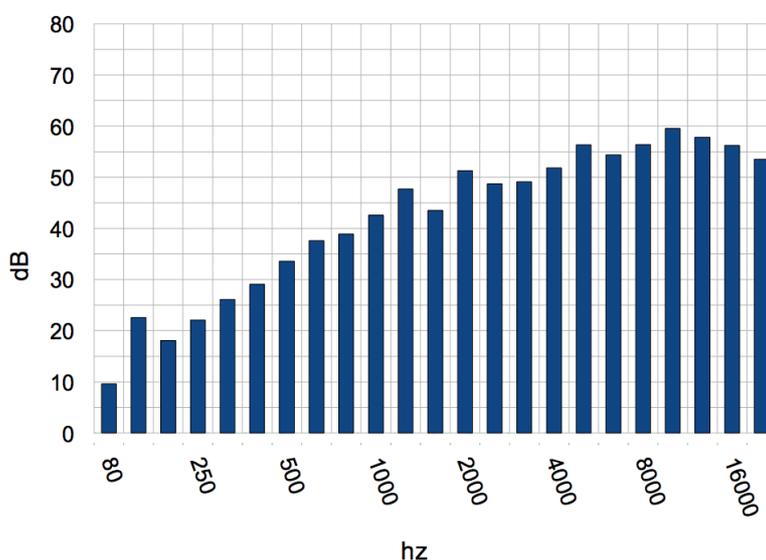
Ainsi la somme de deux sons d'intensité égale correspond à une augmentation de 3 dB, par exemple deux sons cumulés de 80 dB chacun correspondent à un son d'une intensité de 83 dB.

La pression acoustique est quand à elle exprimée en Pascal (Pa). L'éventail des sons s'étend d'une pression acoustique de 20 μ Pa, qui correspond à une intensité sonore de 0 dB, à une pression acoustique de 200 000 000 μ Pa (soit 200 Pa) correspondant à une intensité sonore de 140 dB. La limite haute de 200 Pa ou 140 dB correspond à des valeurs provoquant une sensation de douleur.

La fréquence correspond à la hauteur tonale d'un son. L'unité de fréquence est le Hertz (Hz) correspondant à une oscillation par seconde. L'oreille humaine est capable de capter des sons ayant des fréquences allant de 16 à 20 000 Hz.

On distingue deux types de sons. Les sons purs sont caractérisés par une onde sinusoïdale unique et constante, possédant une fréquence et une intensité propre. Ils sont extrêmement rares à l'état naturel. Les sons complexes sont une superposition de sons purs possédant différentes fréquences avec pour chacune une intensité spécifique. Ce type de son est prédominant dans notre environnement. Ils nécessitent pour leur étude et leur compréhension l'établissement de leur spectre sonore. Ce dernier va présenter la courbe de l'intensité en fonction de chaque fréquence qui compose le son. La figure 52 nous montre un exemple du spectre sonore du bruit d'une turbine dentaire à vide (d'après Buissette, 2011).

Figure 52 : Spectre de pression acoustique d'une turbine dentaire en fonctionnement à vide, d'après Buissette, 2011.



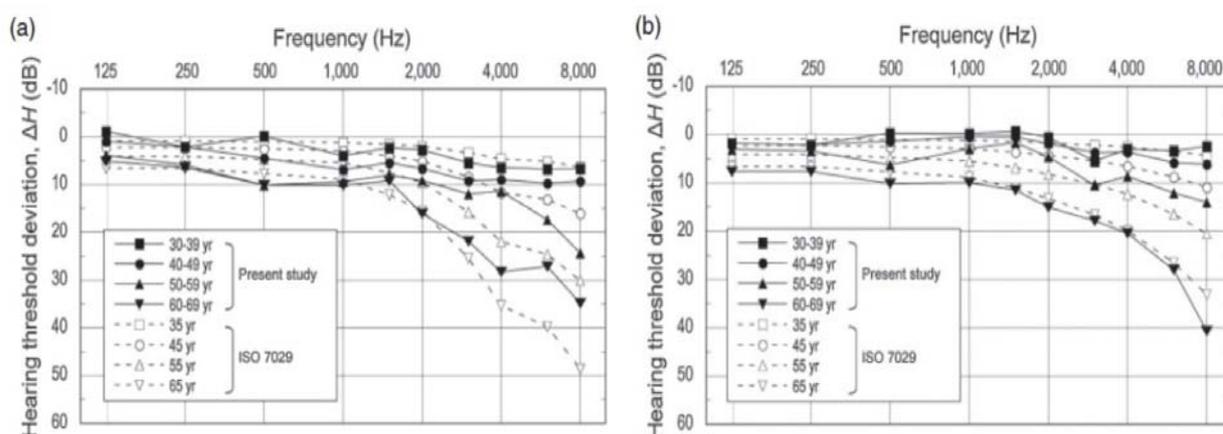
3.4.3 Le vieillissement et la perte d'audition

- Le vieillissement :

Le vieillissement de l'audition est un phénomène physiologique appelé presbycousie. Il est caractérisé par une perte d'audition progressive multifactorielle qui devient perceptible entre 40 et 50 ans.

Dans un premier temps ce sont les sons de haute fréquence qui ne sont plus captés. Ceci est dû à la position des cellules ciliées spécialisées dans les hautes fréquences, qui sont positionnées à l'entrée du labyrinthe membraneux. On peut cependant déjà constater chez les jeunes adultes, une diminution significative de la capacité à capter les sons ayant des fréquences supérieures à 16 000 Hz. Avec l'âge les sons qui ne sont plus captés ont des fréquences de plus en plus basses. La norme ISO 7029-2000 établit les pertes d'audition en décibels en fonction des fréquences pour différentes tranches d'âge chez le sujet normal ne présentant aucune pathologie. La figure 53 présente l'étude de Kurakata et coll. (2011) qui met en rapport les courbes des pertes d'audition de la norme ISO 7029 et celle issues de leurs propres observations. Si on peut constater des différences sensibles, on peut vérifier que la tendance reste constante entre les chiffres, avec une perte progressive des fréquences les plus élevées de plus en plus importante au fur et à mesure du vieillissement.

Figure 53 : Modification moyenne du seuil d'audition en fonction de l'âge, d'après Kurakata et coll., 2011. La courbe A présente des sujets de sexe masculin et la courbe B de sexe féminin.



Plusieurs mécanismes de vieillissement sont à l'origine de la presbycousie. D'une part le vieillissement des tissus musculaires contigus à la chaîne ossiculaire, et d'autre part la perte progressive des cellules ciliées. Ces dernières situées dans l'oreille interne ne sont pas des cellules renouvelables. Ainsi les stéréocils endommagés ne seront définitivement plus capables de capter les vibrations sonores. Il existe de nombreux cofacteurs environnementaux, génétiques et pathologiques qui peuvent modifier et accélérer la presbycousie.

- La perte d'audition :

La perte d'audition induite par le bruit, ou NIHL (*Noise Induce Hearing Loss*) en anglais, se distingue du phénomène de physiologique de presbycusis car c'est un facteur environnemental, l'exposition au bruit, qui va causer une diminution ou une perte de l'audition.

Après une exposition au bruit on peut constater un phénomène de fatigue auditive. Celle-ci se manifeste par un déficit de la sensibilité auditive, impliquant un seuil d'audition plus élevé. Cependant après une période de récupération, avec notamment soustraction de la source du bruit, on peut noter une récupération des capacités auditives antérieures dans leur intégralité. Cette période de récupération peut aller de quelques minutes à 20 jours, au delà la perte de capacité est considérée comme permanente (Fain, 1991).

Plus que la nature du bruit, c'est son intensité et la durée de l'exposition qui sont principalement en cause dans les pertes d'audition. L'article R. 231-127 du code du travail définit des « valeurs d'exposition inférieures déclenchant des actions spécifiques [de protection contre le bruit, qui sont] l'exposition quotidienne à un niveau de 80 dB(A) ou à un niveau de pression acoustique de crête de 135 dB(C) ». La pression acoustique de crête est définie comme étant le niveau de la valeur maximale de la pression acoustique instantanée mesurée (Canetto, 2007). Cependant cette limite de 80 dB est rapportée à une exposition quotidienne théorique de 8 heures. Comme nous le montre le tableau 5 une telle exposition est par exemple équivalente à une exposition à un bruit de 89 dB pendant une heure. Le risque de fatigue auditive et de perte d'audition permanente croît avec l'augmentation du niveau d'intensité acoustique.

Tableau 5 : Correspondance entre le niveau de bruit et la durée maximale d'exposition afin de respecter les valeurs d'exposition inférieures définies par la réglementation, d'après Thiéry, 2009.

Niveau sonore en dB(A)	Durée d'exposition maximale
80	8 h
83	4 h
86	2 h
89	1 h
92	30 min
95	15 min
98	7,5 min

Un bruit d'une intensité de 140 dB ou supérieur impliquera des dommages immédiats et définitifs. Une telle pression acoustique peut dépasser les limites d'élasticité de la membrane tympanique et la déchirer. Entre 100 et 140 dB on notera une perte temporaire et partielle de l'audition, selon la durée d'exposition, avec persistance de symptômes de type acouphènes et augmentation du seuil d'audition. Le seuil de la douleur est atteint pour un bruit d'une intensité de 120 dB environ. Enfin des bruits compris entre 80 et 100 dB impliqueront une diminution progressive des capacités auditives, en cas d'expositions prolongées et/ou répétées.

La nature du bruit peut néanmoins modifier la nuisance auditive. Par exemple des variations dans le spectre du bruit modifient l'impact sur l'oreille. À ce titre les bruits de hautes fréquences sont, à intensité égale, plus nocifs que les bruits de basse fréquence. De façon analogue, un son caractérisé par une onde sinusoïdale pure de forte intensité acoustique est plus

traumatisant pour l'oreille interne qu'une onde complexe. Enfin, un bruit ponctuel et soudain est plus nocif qu'un bruit stable et continu (Buissette, 2011).

Les bruits d'intensité importante et prolongés dans le temps, peuvent induire des lésions au niveau des cellules ciliées de l'oreille interne. Ces lésions définitives vont induire une limitation voir une suppression de la captation des fréquences correspondantes aux cellules. D'autre part comme le montre la figure 52, les différentes fréquences d'un bruit complexe n'ont pas la même intensité. C'est pourquoi un bruit complexe peut endommager uniquement les cellules spécifiques des fréquences les plus intenses.

Les manifestations physiques et psychologiques d'une exposition à une source sonore intense prolongée dans le temps ne se cantonnent pas à une diminution de l'audition. La fatigue auditive induit une sensation de fatigue généralisée. D'autre part l'exposition au bruit entraîne des troubles de l'attention ou du sommeil qui accroissent encore la fatigue générale. Le bruit accentue l'état de stress et l'anxiété (Gozzo, 2007). Enfin le bruit accélère le rythme cardiaque et à partir d'une certaine intensité, il peut provoquer une vasoconstriction et une augmentation de la pression artérielle diastolique. Ces troubles cardiovasculaires et l'hypertension sont également des conséquences reconnues de l'exposition à des nuisances sonores (Monod, 1999).

3.4.4 Le cas du cabinet dentaire

Si le cabinet dentaire semble de prime abord être un environnement calme, l'utilisation de certains instruments mécaniques, ponctuelle mais répétée, est une véritable source de nuisances sonores. Les instruments mécaniques que sont les turbines, contre-angles, pièces à main et instruments à ultrasons produisent des sons d'intensités importantes.

On distingue trois catégories de perte d'audition induite par le bruit (Mervine, 2007) :
Le trauma acoustique, qui résulte d'une exposition unique ou faiblement répétée à un son d'une intensité très importante. Ses conséquences sont immédiatement remarquées par le sujet.
Le décalage temporaire du seuil d'audition, suit une exposition au bruit d'importance variable. Le sujet ressent une diminution de ses capacités d'audition ainsi que des symptômes passagers comme des acouphènes. Après une période de repos l'audition retrouve son état initial. Cette catégorie comprend le phénomène de fatigue auditive décrit en 3.4.3.
Le décalage permanent du seuil d'audition, comme son nom l'indique présente des symptômes persistants. Il est souvent la conséquence d'accumulations de décalages temporaires du seuil d'audition, répétés dans le temps. Ainsi ce phénomène s'installe à bas bruit, sans que l'individu ne se rende compte du changement qui s'opère. Ce dernier deviendra évident seulement lorsqu'il est trop tard et que l'individu ressentira des difficultés d'audition ou de compréhension pendant une discussion par exemple.
C'est le phénomène de décalage permanent qui intéresse l'audition des chirurgiens dentistes dans leur pratique professionnelle.

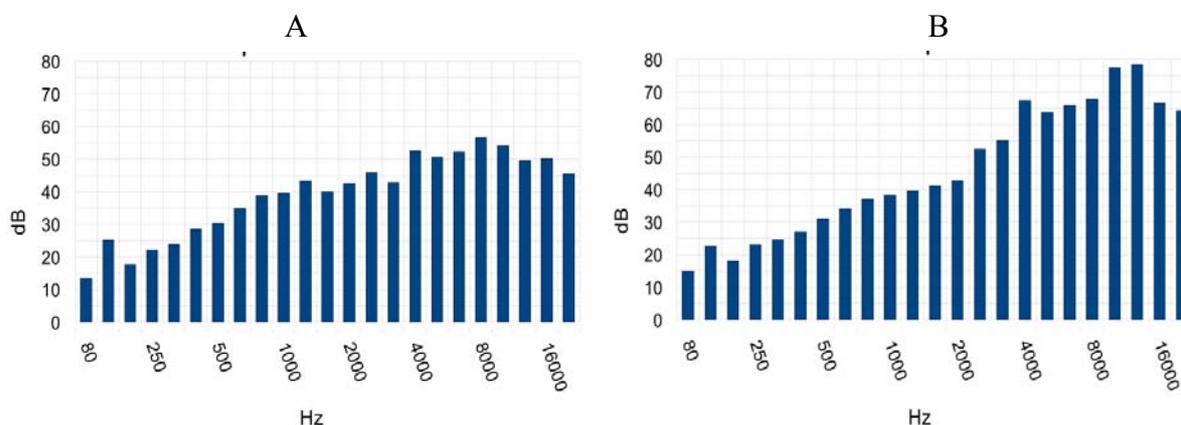
Les fabricants de matériel fournissent dans leur documentation technique des valeurs de bruit de fonctionnement. Ce niveau varie selon les produits, leur type de fonctionnement ou encore la vitesse de rotation. Ils sont généralement situés autour de 70 dB, soit des valeurs largement sous le seuil réglementaire de 80 dB cité en 3.4.3.
Cependant ces valeurs basses sont souvent relevées lors d'un fonctionnement à vide hors

situation de travail. Le niveau sonore réel est donc sous évalué car l'utilisation des instruments au contact des tissus dentaires implique des niveaux de bruit bien supérieurs. Kadanakuppe et coll. dans leur étude sur le niveau de bruit dans l'école dentaire de Bangalore en 2011, ont relevé un niveau de bruit moyen, tous instruments confondus, de 64,1 dB en fonctionnement à vide et de 73,1 dB en phase de travail, soit une différence de 9 dB. Rappelons qu'une augmentation de 3 dB correspond à un doublement de la pression sonore.

De nombreuses études métrologiques ont été réalisées partout dans le monde pour mesurer l'impact sonore réel des matériels dentaires. Kadanakuppe et coll. (2011) ont mesuré des bruits entre 75 et 81 dB pour les turbines et entre 70 et 76 dB pour les contre-angles. Une autre étude indienne (Singh et coll., 2012) a relevé des valeurs de bruit entre 73,9 et 81,3 dB pour les turbines à air. Une étude portugaise (Fernandes et coll., 2006) a mesuré des valeurs de 68 à 76 dB pour les turbines et 69 à 75 dB pour les contre-angles. Enfin une étude au Royaume Uni (Setcos et coll., 1998) a obtenu des valeurs de 70 à 75 dB pour les turbines et de 72 à 75 dB pour les contre-angles.

Si les ultrasons produits par les instruments à ultrasons ne sont pas captés par l'oreille humaine, leur implication dans la perte d'audition est cependant établie. En effet les ultrasons possèdent de nombreuses sous-harmoniques, qui elles, se trouvent dans des fréquences audibles par l'homme, comme le montre la figure 54 A. D'autre part, le bruit lors de l'utilisation est augmenté toujours au niveau des fréquences audibles, par les contacts répétés entre l'insert et les dents (Figure 54 B). L'étude de Buissette (2011) a mesuré un détartreur à ultrasons à 81,4 dB. Kadanakuppe et coll. (2011) ont mesuré des valeurs entre 76,1 et 83,8 dB pour des instruments à ultrasons combinés à l'aspiration.

Figure 54 : Spectre par tiers d'octave d'un détartreur à ultrasons, fonctionnement à vide en A et appliqué contre une dent en B, d'après Buissette, 2011.



Le bruit induit par les instruments n'est pas la seule composante de la nuisance sonore. En effet les instruments rotatifs ou à ultrasons sont irrigués afin de permettre un contrôle des températures de travail au niveau des fraises, inserts et autres tissus dentaires. Cette nécessité d'irrigation implique le maintien d'une aspiration continue de la zone de travail. Le bruit de l'aspiration est donc à prendre en compte dans l'impact sonore global. Kadanakuppe et coll. (2011) ont mesuré des pompes d'aspiration de salive seules entre 71,9 et 87,2 dB selon les situations (diamètre de la canule, aspiration de la muqueuse...). L'étude du Royaume Uni précédemment citée a mesuré des bruits d'aspiration moyens entre 68 et 70 dB (Setcos et coll.,

1998) et l'étude portugaise a établi une moyenne à 72 dB (Fernandes et coll., 2006). Le spectre de l'aspiration vient donc compléter celui de l'instrument pour créer un bruit complexe d'intensité globale plus élevée plus représentatif de l'utilisation réelle de l'instrument.

D'autre part, les instruments ne vont pas créer un bruit constant au cours de leur utilisation. En effet un instrument vieillissant ou mal entretenu va créer un bruit plus important que lorsqu'il était neuf. À ce titre Mervine (2007) recense des bruits du cabinet dentaire tous instruments confondus allant de 66 à 91 dB, mais pouvant dépasser les 100 dB dans le cas d'instruments vétustes. Dans la même idée, l'étude de Kadanakuppe et coll. (2011) a mesuré toute une cohorte de turbines d'ancienneté variable. La valeur moyenne de mesure de bruit pour les turbines neuves était de 68,9 dB alors qu'elle s'établissait à 77,64 dB pour les turbines anciennes.

Les fabricants d'instruments améliorent en permanence leurs produits également sur le plan des bruits d'utilisation. Ainsi au début des années 1990, des études mesuraient des bruits de fonctionnement de turbine dépassant les 110 dB dans les hautes fréquences, supérieures à 16 000 Hz notamment (Fain et coll., 1991).

Toutes les valeurs mesurées que nous venons de citer dépassent régulièrement les 80 dB réglementaires, mais elles restent cependant inférieures à cette limite dans leur majorité. L'utilisation des instruments au cabinet dentaire induit malgré tout des bruits d'intensité élevée qui sont responsables d'un environnement bruyant et qui répétés dans le temps induisent une fatigue auditive puis une perte d'audition. L'étude de Bali et coll. (2007) note un décalage des seuils d'audition significatif pour des fréquences allant de 4 000 à 6 000 Hz, chez une population de jeunes dentistes et donc exempte de presbycusie. Cette conclusion est corroborée par l'étude de Letho et coll. (1989) qui a suivi une cohorte des chirurgiens dentistes pendant 15 ans afin d'évaluer l'évolution de leur audition. Cette étude a montré un relèvement des seuils d'audition pour les fréquences 4000, 6000 et 8000 Hz. Une étude américaine a montré une différence significative de perte d'audition chez les hygiénistes dentaires utilisant fréquemment le détartreur à ultrasons par rapport à ceux en ayant une utilisation plus modérée (Wilson et coll., 2002). Enfin dans son étude sur la santé des chirurgiens dentistes français de 2002, Ginisty a constaté que 40% des chirurgiens dentistes se considèrent handicapés par des problèmes auditifs.

Nous venons donc de voir que de part l'utilisation des instruments rotatifs et à ultrasons, les chirurgiens dentistes sont une population à risque de développer des élévations permanentes des seuils d'audition induites par l'exposition à des nuisances sonores. De nombreuses études montrent que les limites et facteurs aggravants énoncés en 3.4.3 sont atteints dans les cabinets dentaires.

3.4.5 La norme ISO 14457:2012

La norme EN ISO 14457:2012 est une norme internationale relative à la fabrication des instruments dentaires mécaniques comprenant les pièces à main, contre-angles, turbines, moteurs électriques et à air, pièces à main prophylactiques (détartreur à ultrasons). Elle spécifie les exigences de qualité, les méthodes de test, les informations apportées par le constructeur, le marquage et le conditionnement. Parmi les tests, on retrouve des évaluations normées du bruit de fonctionnement, qui permettent une information normalisée entre les différents constructeurs. Les praticiens au moment de leur achat pourront ainsi comparer objectivement les différentes

caractéristiques des produits, et retenir les critères jugés importants. Les différentes mesures acoustiques données par les constructeurs sont donc comparables les unes aux autres.

3.4.6 Conclusion

La profession de chirurgien dentiste est une profession à risque pour ce qui est des atteintes auditives. Comme le montre l'enquête de Ginisty (2002), 40% des praticiens se plaignent de troubles auditifs.

Comme nous l'avons évoqué, les conséquences d'une exposition aux nuisances sonores se développent à bas bruit et passent souvent inaperçues jusqu'à un point de non-retour où les éléments de prévention ne peuvent plus endiguer la perte d'audition.

Si les préoccupations d'un praticien n'englobent souvent pas le sujet des nuisances sonores dans son cabinet, il est pourtant très important de les intégrer afin de minimiser leur impact et de garantir un bon niveau de santé.

3.5 Conclusion générale.

La santé des chirurgiens dentistes est mise à rude épreuve lors de leur pratique professionnelle. Ils sont exposés à un risque physique d'une part avec notamment les problèmes de troubles musculo-squelettiques, de vision et d'audition, mais également à un risque psychologique inhérent à la pression constante observée notamment dans la structure majoritaire, à savoir le cabinet libéral.

Une fois les différents risques observés et définis, il est intéressant de se tourner vers les moyens existants qui permettent de les prévenir, de les gérer, voir même de les supprimer.

Notre prochaine partie sera donc consacrée à l'étude des différents moyens mis à disposition des praticien pour leur permettre d'exercer leur profession dans les meilleures conditions possibles et en respect avec leur état de santé initial.

4. Les solutions existantes

4. Les solutions existantes.

Comme nous venons de le voir, les problèmes de santé induits par le travail chez les chirurgiens dentistes sont multifactoriels. Il est donc logique que les solutions soient multiples, elles aussi (Harutunian et coll., 2011).

Nous allons donc voir successivement les solutions techniques, organisationnelles, architecturales et préventives.

4.1 Les solutions matérielles.

Il existe de très nombreuses types de matériels qui peuvent prendre place dans un cabinet dentaire. Du mobilier, au fauteuil de soin, en passant par les instruments, les solutions modernes intègrent de plus en plus dès leur processus de conception les contraintes ergonomiques. Afin de choisir un élément quel qu'il soit, il convient donc de s'intéresser à la prise en compte de ces contraintes, afin de garantir une utilisation optimale et en accord avec les principes ergonomiques. Au delà de ce principe de base, il est primordial d'évaluer avec précision la nature du besoin du praticien qui conditionne l'achat. Le produit doit effectivement remplir un cahier des charges complexe dans lequel les habitudes de travail et les préférences du praticien doivent impérativement être intégrées. Il n'existe en aucun cas une solution unique applicable à toutes les situations. Il faut cependant prendre garde à ne pas confondre les préférences d'utilisation avec les habitudes délétères de mésusage qui peuvent détourner l'objet de son utilisation initiale et apporter des contraintes supplémentaires.

Il faut donc d'une part trouver le produit adapté à l'activité précise du praticien et d'autre part que cet objet soit utilisé dans le cadre des préconisations afin de garantir un usage optimal et respectueux de la santé de l'utilisateur.

4.1.1 Le fauteuil.

4.1.1.1 Cahier des charges.

Le cahier des charges des paramètres principaux d'un fauteuil dentaire contient les points suivants (Biggs et Gougler, 1980 ; Gupta, 2011) :

- Il doit permettre des réglages importants selon différentes latitudes. On devra pouvoir régler l'inclinaison du dossier, la hauteur et l'angle de la tête, l'inclinaison des jambes, ainsi que la hauteur de l'ensemble. Le fauteuil devra être confortable afin de permettre au patient de supporter des séances de travail parfois longues, et toutes les parties de son corps devront être convenablement soutenues afin de limiter les tensions musculaires.
- Les réglages devront être facilement réalisables à la main ou au pied, sans mettre en jeu des forces importantes de la part du praticien. À ce titre, les réglages électriques et électropneumatiques sont la norme de tout fauteuil moderne.
- Il devra être adapté à recevoir des patients de taille et de corpulence diverses, permettre l'accueil des enfants et être suffisamment large et sécurisant.
- Le fauteuil devra être suffisamment fin pour permettre au praticien et à son assistante de venir positionner leurs jambes sous son dossier pendant le travail. Il ne devra pas être

- trop large afin de permettre au praticien d'accéder à la cavité buccale sans entrave.
- Il devra impérativement être recouvert d'un revêtement facilement nettoyable et résistant afin de garantir une hygiène optimale et une bonne longévité.
- Le bloc instrumental, poste air/eau devra également être exempt d'aspérités et l'ensemble du fauteuil devra être facilement nettoyable.

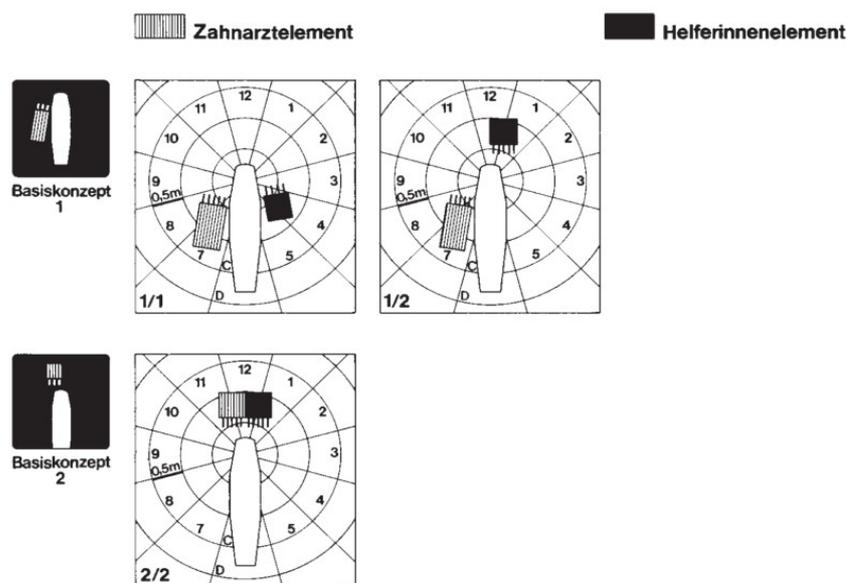
4.1.1.2 Les différents concepts.

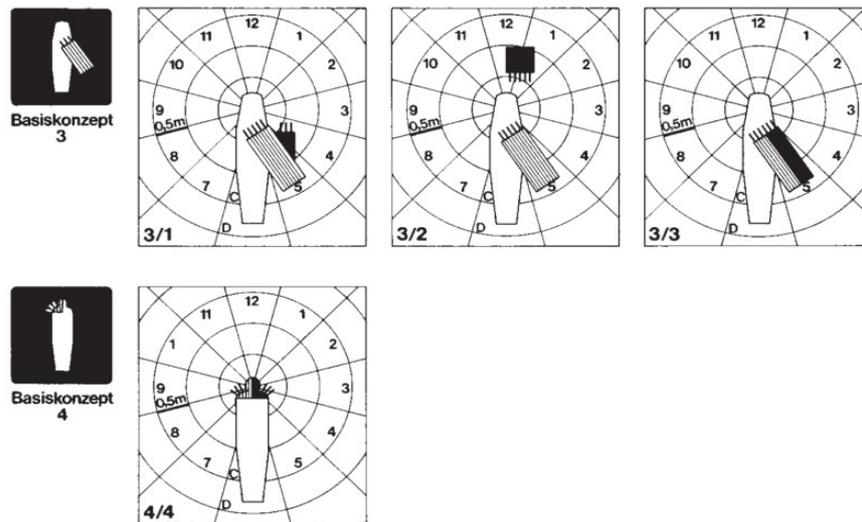
Nous pouvons étendre le sujet du fauteuil à l'ensemble « fauteuil-unit » qui comprend dans une majorité des cas un présentoir qui regroupe les instruments rotatifs, une tablette et les éléments de commande de réglage du fauteuil à destination du praticien et un second groupe portant un rappel des commandes, l'aspiration et parfois une soufflette air/eau à destination de l'assistante.

Il existe quatre grands concepts ergonomiques de positionnement des éléments poste à eau, aspiration et instrumentation par rapport au fauteuil. Ils ont été édictés par Kimmel en 1978 (Figure 55). La plupart des équipements reprennent un des quatre « *basis konzepte* » (ou BK) et leur dérivés.

Afin de rendre les schémas plus lisibles et de permettre leur interprétation de façon aisée, l'agencement des différents éléments est rapporté sur un cadran horaire apposé virtuellement au sol et centré sur le fauteuil. Dans cette configuration les éléments placés à la tête du patient seront dits à 12h et ceux placés à ses pieds seront dits à 6h. Les schémas de la figure 55 présentent la projection du cadran horaire par rapport au fauteuil.

Figure 55 : Les différents concepts de positionnement ergonomique des instruments par rapport au fauteuil selon Kimmel, d'après Just et Hilger, 2004.





Les éléments hachurés concernent le praticien et ceux en noir concernent l'assistante.

- Le BK 1 : est repris par les modules d'instrumentation de type kart à roulette ou fixe (Figure 56).

Figure 56 : Fauteuil avec instrumentation sur kart, d'après la fiche produit du modèle Uniclit Cart, Heka Dental A/S®, 2008.



Ils présentent l'intérêt de pouvoir être repositionnés afin de suivre l'évolution du praticien lorsqu'il est monté sur roulettes. Sur le schéma de la figure 55, le concept BK 1 présente l'unité du praticien entre 7 et 8h pour un praticien situé à 10h, si ce dernier doit travailler à 12h, le kart peut parfaitement suivre son mouvement et être positionné entre 9 et 10h.

Ce système est également exempt de point fixe, mis à part les arrivées air/eau/électricité, et permet également facilement d'être placé symétriquement par rapport à la disposition du schéma BK1 lorsque le praticien est gaucher.

Le kart étant totalement désolidarisé du fauteuil, la position des instruments qu'il supporte ne va pas varier lors du changement de position du fauteuil, notamment en hauteur. Ainsi, les gestes de réglage de la hauteur du présentoir à instruments rotatifs seront fortement

diminués. Ces gestes parfois très amples avec les blocs instruments trans-thoraciques nécessitent de mettre l'épaule dans des positions articulaires extrêmes et met en jeu des tensions musculaires importantes et répétées.

Enfin les instruments rotatifs lorsqu'ils sont disposés sur le kart sont souvent orientés extrémité travaillante vers le haut et flexible vers le bas. Cette disposition nécessite pour se saisir des instruments d'effectuer un mouvement de supination (rotation axiale externe du poignet) par rapport à la position physiologique et d'utilisation en bouche de l'instrument. Ces mouvements articulaires importants et répétés tout au long de la journée de travail sont des facteurs de risque d'apparition de TMS concernant le poignet, notamment du syndrome canalaire que nous avons évoqué en 3.1.3.2. Une telle disposition des instruments nécessite également à l'opérateur de supporter outre le poids de l'instrument, le poids du cordon d'alimentation qui pend à son extrémité. Ceci a pour effet de nécessiter une mise en œuvre d'autant plus importante de la force de musculaire de préhension qui sera également maintenue tout au long du soin, augmentant le risque de TMS.

D'autre part cette disposition laisse les instruments déportés sur le côté hors de la vue du praticien. Ceci nécessite d'une part de quitter la zone de travail du regard et de la déporter vers une zone à l'éclairage plus faible, et d'autre part cela incite à prendre les instruments « à l'aveugle » augmentant de fait les risques d'accidents et notamment de pique avec un instrument (lime de rotation continue, foret...).

- Le BK 2 : ce concept peu courant rassemble les postes praticien et assistante en un seul bloc disposé à 12h. Cette disposition implique l'impossibilité pour le praticien de travailler entre 11 et 1h, puisqu'il se retrouverait interposé entre son instrumentation et le patient.

D'autre part le praticien droitier devra saisir les instruments sur sa gauche, imposant un croisement du bras droit devant le buste. Un praticien gaucher pourra plus facilement saisir les instruments mais devra travailler entre 9 et 10h soit comme un droitier, ce qui pose de nombreux problèmes. À l'inverse, s'il travaille sur le côté adéquat, il devra également croiser le bras gauche devant le buste et se trouvera en plus devant le poste assistante.

Cette disposition favorise donc fortement les torsions du tronc afin d'accéder aux instruments, favorisant de fait les tensions musculaires et les hyper-sollicitations articulaires (Solomon, 2009 ; Gupta, 2011).

Ce concept BK 2 semble donc assez complexe d'utilisation et présente de nombreux désavantages.

- Le BK 3 : ce concept est très largement répandu et est à la base de tous les ensembles fauteuil-*unit* avec bloc d'instrumentation dit trans-thoracique (Figure 57).

Ce type d'équipement présente sur un des flancs du fauteuil, une colonne de type *unit* qui sert de base à la lampe opératoire. Articulés à cette base se trouvent un ou deux bras articulés (selon que l'on se trouve respectivement dans les concepts BK 3/1 et 3/2 ou BK 3/3). Le bras le plus important porte le présentoir à instruments rotatifs et poste air/eau à destination du praticien. Ce dernier va par le biais de plusieurs articulations venir se

positionner au-dessus du tronc du patient lorsque ce dernier est en position assise. Le bras va permettre de régler la position du présentoir dans tous les axes : tête/pieds et droite/gauche par rapport au patient et également en hauteur. Le poste air/eau à destination de l'assistante est quant à lui soit combiné au présentoir précédemment évoqué, soit déporté avec l'aspiration et parfois un rappel des commandes du fauteuil sur un second bras positionné sur le flanc du fauteuil du même côté que la colonne-unit, et donc du côté de l'assistante. Ce bras est également réglable afin de le positionner à portée du praticien lorsque celui ci travail seul.

Afin de s'affranchir du problème des flexibles reliant les instrument rotatifs à leur présentoir, plusieurs systèmes existent.

Le premier consiste à insérer le flexible et son instrument dans un fourreau. Lorsque l'instrument est tiré vers la bouche du patient, le flexible sort du fourreau. À la fin du soin l'instrument est replacé dans son fourreau à la suite du flexible qui y est rentré grâce à un système de rappel. Ce principe est utilisé par exemple par le système de consolette de Chayes plébiscité par Kilpatrick que nous avons vu en 2.2.2.2.

Le second système utilisé par de très nombreux fabricants consiste à utiliser un système d'instrument à fouets, comme le système Colibri que nous avons détaillé en 2.2.2.1. Ce type d'équipement permet de conserver les flexibles toujours au-dessus des instruments et permet même de faire supporter une partie du poids des flexibles et de l'instrument par le système lui même. De ce fait, les tensions musculaires mises en jeu lors du maniement des instruments sera diminué d'autant, réduisant le risque de survenue de TMS. À l'inverse se système de retour automatique et de sustentation du flexible peut devenir une entrave si le présentoir est disposé trop loin du champs opératoire, inversant alors totalement l'effet bénéfique car le praticien devra exercer une force plus importante afin de tirer sur le flexible. Il faudra donc veiller à positionner convenablement le présentoir afin de bénéficier de l'effet positif de ce type de système.

Avec le système d'instrumentation à fouets, qui est la solution largement majoritaire, les instruments sont présentés tête vers le bas et vers la tête du patient et les flexibles vers le haut et vers les pieds du patient. Cette disposition nécessite un mouvement d'adduction extrême et de flexion du poignet afin de se saisir de l'instrument rotatif.

D'autre part si le patient est positionné avec la tête au niveau du sternum du praticien comme nous l'avons évoqué en 2.2.2.3, le présentoir trans-thoracique sera nécessairement positionné à la hauteur de l'épaule du praticien, s'il est disposé au plus près du corps et au dessus du thorax du patient. Ainsi afin de prendre les instruments, le praticien devra élever le bras à hauteur d'épaule, ce qui présente une amplitude importante pour cette articulation.

Afin de limiter la hauteur du présentoir, ce dernier peut être disposé sur le côté du patient, reprenant alors quasiment la disposition du concept BK1/1. Si la problématique de la hauteur du présentoir est résolue, elle est cependant remplacée par la nécessité de devoir déporter le bras ainsi que le regard latéralement afin de se saisir des instruments. On observera alors une rotation externe de l'articulation de l'épaule (humérus) ainsi qu'une rotation axiale de la colonne cervicale. Dans un cas comme dans l'autre, la répétition de ces mouvements va nécessairement augmenter le risque de TMS de l'épaule et de la colonne cervicale.

La disposition du présentoir en position trans-thoracique permet de diminuer les mouvements de la colonne cervicale, et limite du point de vue visuel la nécessité d'accommodation, du fait de la différence moins importante d'éclairement entre les

différentes zones par rapport au système de kart, par exemple (Valachi, 2008 « *Practice Dentistry Pain-Free: Evidence-Based Strategies to Prevent Pain and Extend Your Career.* »)

Le système d'instrumentation trans-thoracique permet le travail depuis la position 8h jusqu'à 1h. Le présentoir étant réglable en tous sens, il permet une installation parfaitement libre du praticien autour du fauteuil. D'autre part, ce dernier se trouvant globalement centré sur le fauteuil, il est accessible depuis les deux côtés du fauteuil. Il est de ce fait beaucoup mieux adapté à la pratique d'un travail à quatre mains que le concept BK1, qui rend inaccessible le présentoir et sa tablette à l'assistante.

Figure 57 : Instrumentation à fouet trans-thoracique, d'après la fiche produit du modèle Sinius Cs, Sirona Dental GmbH®.



- Le BK 4 : le concept BK 4 est très peu répandu en Europe. Il est mis en pratique par la firme Morita® avec le Spaceline que nous avons déjà vu en 2.2.2.3. Ce système présente les instruments dans des fourreaux positionnés sous la tête du patient. Il permet de prendre les instruments sans mouvements importants des bras et de l'articulation de l'épaule.

Le concept BK 4 limite cependant très fortement les latitudes de mouvement du praticien. En effet afin de pouvoir accéder de façon convenable à ses instruments le praticien est contraint de travailler uniquement à 12h, ce qui implique une application stricte du concept de Beach vu en 2.2.2.3, avec un travail en position fixe patient complètement allongé. Notons par ailleurs que ce concept est un des seuls qui permette de répondre au cahier des charges du fauteuil dentaire adapté à tout type de morphologie, y compris les enfants, du fait de sa conception d'un seul tenant horizontal. Cette disposition ne permet cependant pas de répondre à l'impératif de réglage de la position du fauteuil, par exemple assis pour des étapes d'empreinte ou encore en décubitus dorsal, tête vers le bas en cas de malaise vagal.

Les instruments dans les fourreaux sont présentés tête vers le haut et vers le praticien, avec leurs flexibles vers le bas et les pieds du patient. Ceci nécessite également un mouvement de supination du poignet afin de s'en saisir, mais plus réduits qu'avec un système de kart. Ces mouvements répétés sont des facteurs de risque importants de TMS du poignet.

Cette disposition des instruments pose également un problème important d'hygiène, car ces derniers peuvent être en contact notamment avec les cheveux du patient lors des soins. D'autre part l'accès aux instruments pour leur décontamination est plus fastidieux entre chaque patient.

Du point de vue visuel, la différence d'éclairage entre la zone où sont les instruments et le champ opératoire est la plus réduite possible car située sous la tête du patient cette zone est très proche de la bouche et donc éclairée de façon relativement homogène.

On peut noter qu'il existe un système hybride entre les concepts BK 1/1 et BK 4, qui présente les instruments à destination de l'assistante sous la tête, et ceux à destination du praticien sont incorporés dans une tablette qui prend place entre 10 et 11h. Cette tablette présente l'avantage de positionner les instruments rotatifs perpendiculairement au grand axe du fauteuil (Figure 56). Ainsi la position de la main du praticien lors de la préhension de son instrument sera quasiment celle de travail, une légère supination sera suffisante. Ce système permet donc une diminution des gestes amples et donc du facteur de risque d'apparition des TMS du poignet.

La disposition de la tablette sur le flanc du fauteuil rend cependant son accès impossible à l'assistante qui se trouve sur le flanc opposé. Cette disposition rend donc plus complexe l'exécution d'un travail à quatre mains.

Figure 58 : Modèle Spaceline Emcia Pdw de la firme Morita® présentant la tablette latérale porte instruments, d'après la brochure publicitaire du Spaceline, J Morita Europe GmbH®, 2012.



4.1.1.3 Conclusion.

Comme nous venons de le voir il existe plusieurs grands types de fauteuils dentaires. Tous présentent des avantages et des inconvénients sur le plan ergonomique. Si les réglages du fauteuil semblent globalement semblables, il est important de se pencher plus particulièrement sur le type de présentoir pour les instruments rotatifs. Deux philosophies se dégagent, la première avec les instruments à fouets et la seconde avec les instruments positionnés de façon latérale. Si la première permet de limiter le poids des instruments et donc un maniement plus aisé, elle impose des gestes trop amples afin de saisir les rotatifs. La seconde présente des caractéristiques inverses, avec une préhension plus simple et logique, notamment avec les tablettes porte-instrument avec instruments perpendiculaires au grand axe du fauteuil, mais un poids d'instrument et de flexible plus conséquent.

Ces deux concepts intéressants doivent surtout être utilisés convenablement et réglés en fonction de l'activité du praticien.

Parmi ces deux solutions, c'est souvent l'habitude ainsi que les préférences du praticien qui le guideront dans le choix de son système.

4.1.2 Le siège.

4.1.2.1 La position physiologique de travail assis.

Comme nous l'avons vu il est toujours préférable de choisir une position de travail assise chaque fois que cela est possible (Monod, 1999). Cette dernière si elle reste imparfaite est donc devenue à juste titre la norme de travail au cabinet dentaire.

La position de référence idéale d'après Douglas-Boyd (2008) consiste à être assis le dos et le cou droits, les épaules basses et relâchées, le buste orienté vers la tâche sans rotation, la colonne cervicale devra être inclinée vers l'avant le moins de temps possible.

Les bras doivent rester le long du corps, les coudes formant un angle ouvert vers l'avant de 100°. Les poignets doivent rester dans leur axe naturel avec des amplitudes limitées à 15° dans tous les axes.

Cette conception idéale est difficilement compatible avec la pratique de l'art dentaire, notamment du point de vue de l'inclinaison du cou, et de l'angle de l'articulation du coude. En effet la tête sera inclinée vers l'avant pendant quasiment toute la durée du soin dans la majorité des cas, même en visualisation indirecte avec miroir et l'angle de l'articulation du coude sera plus fermée afin de travailler à une distance optique suffisante, comme nous l'avons vu dans la partie 2.2.2.3.

Les pieds doivent être posés à plat sur le sol, l'angle tronc-cuisse doit rester ouvert autour de 120° (Ginisty, 2000). Cet angle tronc-cuisse est également appelé angle de Keegan, du nom du neurochirurgien qui a évalué la valeur de cet angle optimal afin de conserver les courbes physiologiques du rachis. Il réalisa une série de clichés radiographiques de personnes étendues sur le flanc pendant leur sommeil. Pour lui l'angle optimal se trouvait environ à 135° (Keegan, 1953). La valeur de 120° permet de s'approcher de la valeur de l'angle tronc-cuisse optimale tout en restant compatible avec la station assise. La hauteur du siège devra donc être réglée en conséquence.

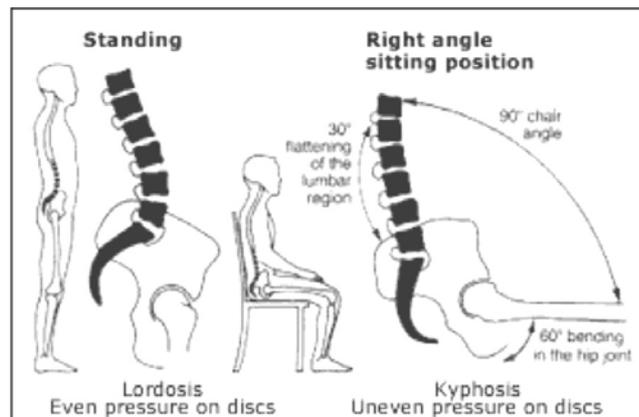
L'angle de Keegan :

L'angle de Keegan est un des facteurs clés lors de la position assise prolongée. En effet, ce dernier rend compte de la position du bassin.

L'articulation de la hanche possède une amplitude limitée anatomiquement. En effet, un chirurgien orthopédique allemand du nom de Schoberth, a déterminé grâce à des clichés radiographiques que cette articulation acceptait seulement une flexion de 60° (Schoberth, 1962).

Lors de la station assise sur une chaise classique donnée pour un angle de 90° entre le dossier et l'assise, l'angle tronc-cuisse sera calqué sur celui de la chaise et donc à 90° également. Dans cette position l'articulation de la hanche est en flexion maximale soit à 60° et les 30° restants sont compensés par les articulations inter-vertébrales. Dans cette position le bassin sera en rétroversion, sa partie supérieure portée vers l'arrière, et la surface du plateau articulaire de la vertèbre S1 sera rapprochée de l'horizontale. Comme nous l'avons vu dans la partie 3.1.3.1, l'angle formé par ce plateau osseux et l'horizontale est au repos de 40° environ, en rétroversion du bassin il va cependant diminuer. Ceci aura pour effet de diminuer les courbures du rachis allant même jusqu'à une inversion de la lordose lombaire en une cyphose. Cette position du rachis lombaire va impliquer une courbure relativement homogène du rachis en une cyphose globale intéressant tous les secteurs de la colonne, le dos sera alors vouté vers l'arrière (Figure 59).

Figure 59 : Positionnement du bassin et de la courbure des vertèbres lombaires en position physiologique (debout) et assise à angle droit, d'après Mandal « *The seated Man* », 1987.



En position physiologique, le bassin est droit et la courbure lombaire est en lordose. Assis à angle droit, le bassin est rétro-versé et les vertèbres lombaires compensent les 30 derniers degrés de flexion en modifiant leur courbure en une cyphose.

Le corolaire de cette malposition va être une augmentation massive de la pression intra-discale, d'autant plus importante que l'on se rapproche du segment lombaire, comme nous l'avons vu dans la partie 3.1.3.2.

Une station assise avec un angle tronc-cuisse proche de 90° va donc induire un lissage des courbes du rachis avec inversion de celle concernant la partie lombaire et une augmentation de la pression intra-discale et des tensions musculaires para-vertébrales, augmentant alors significativement le risque de TMS et de rachialgies.

À l'inverse une position assise en conservant un angle de Keegan supérieur à 120°, permet de mettre le bassin en légère antéversion, et de mettre le plateau articulaire de S1 en position physiologique, soit 40° par rapport à l'horizontale. Les courbures du rachis seront donc respectées, limitant de fait les pressions intra-discales.

4.1.2.2 Le cahier des charges du siège.

Il existe différents types de sièges à destination du praticien et de son assistante. Ce dernier doit posséder (Biggs et Gougler, 1980 ; Gupta, 2011) :

- Une assise réglable en hauteur ainsi qu'en inclinaison antéropostérieure.
- Les réglages devront être faits grâce à un système hydraulique, sans nécessiter une manipulation manuelle dans une optique d'hygiène.
- Un rembourrage convenable au niveau de l'assise notamment dans sa partie antérieure afin de limiter au maximum la compression mécanique des paquets vasculo-nerveux, pour préserver notamment la circulation de retour (Ginisty, 2000).
- Un montage sur roulettes afin de pouvoir suivre l'évolution du praticien autour du fauteuil de soin. Il ne pourra donc pas être solidaire de ce dernier.
- Une fixation sur une base stable comportant quatre (Biggs et Gougler, 1980) ou cinq bras (Gupta, 2011).
- Un dossier ajustable (Harutunian et coll., 2011 ; Gupta, 2011) qui apportera un soutien du dos au praticien lors du travail, des changements de position et des phases de repos et d'étirement.
- Un support lombaire d'au moins 5 centimètres de hauteur. La partie convexe de ce dispositif devra être positionnée au creux de la lordose lombaire afin de limiter la pression au niveau des disques intervertébraux correspondants (Gupta, 2011).

4.1.2.3 Les différents types de siège.

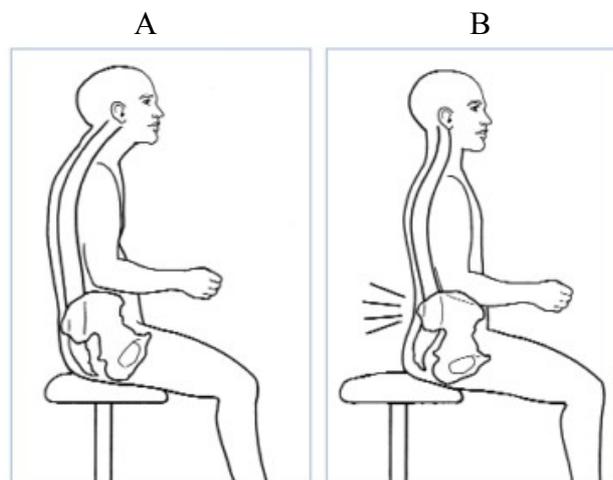
– Le siège classique :

On pourrait penser que les fabricants de matériel professionnel ont abandonné les systèmes classiques de siège au profit de sièges plus ergonomiques. Il est cependant courant de constater que ce type de produit est encore largement proposé notamment afin de disposer d'un siège moins cher en entrée de gamme.

Ce type de sièges ne permet cependant souvent pas de modifier l'inclinaison de l'assise. Le praticien se trouvera donc assis avec un angle de Keegan avoisinant les 90°. Lorsque le praticien se tient en position assise dite passive (Figure 60 a), la lordose lombaire s'efface et modifie l'allure générale du rachis comme nous l'avons vu en 4.1.2.1. Le dos se trouve alors vouté et cette position est délétère du point de vue articulaire car elle augmente de façon très importante la charge sur les disques intervertébraux lombaires. L'autre position possible avec un siège à assise plate est une station assise dite active qui permet un maintien des courbures physiologiques du rachis par une contraction permanente des muscles du dos ce qui est un facteur de risque important de troubles musculaires et de douleurs dorsales notamment au niveau lombaire (Figure 60 b).

La station assise prolongée avec un angle de Keegan trop resserré (aux environs de 90°) peut cependant être tolérée si le siège dispose d'un soutien lombaire qui maintient la lordose lombaire. En effet ce soutien permet de diminuer de moitié les contractions musculaires au niveau du bas du dos (Hardage et coll., 1984). Ce dernier doit impérativement être de la bonne forme, bien positionné au niveau de la lordose lombaire et être en contact étroit avec le rachis lombaire pendant toute la durée de la station assise (Williams et coll., 1991). L'usage de ce type de support est cependant assez utopique dans notre profession, car le maintien d'un contact constant avec le support est difficile du fait du basculement du buste vers l'avant afin d'accéder à une bonne vision de la cavité buccale (Valachi, 2008).

Figure 60 : Position assise avec un siège à assise non réglable et horizontale. Station assise passive (a) et active (b), d'après Valachi, 2008.



D'autre part le rebord antérieur de l'assise horizontale représente une partie saillante qui va venir comprimer la face postérieure de la cuisse. Ceci peut induire la compression des paquets vasculo-nerveux et poser des problèmes d'inconfort et des troubles circulatoires du membre inférieur.

Les sièges classiques avec de faibles amplitudes de réglage sont donc à proscrire dans le cadre d'une activité nécessitant une station assise prolongée.

Ils peuvent cependant être améliorés en interposant un coussin ergonomique sur l'assise afin d'obtenir une assise inclinée vers l'avant du siège de 10° environ (Valachi, 2008).

– Le siège « Balans® » :

Le siège dit « Balans® » a été inventé par deux norvégiens qui ont mis en application les études de Keegan relatives à l'angle tronc-cuisse optimal. Leur idée est d'incliner l'assise vers l'avant d'environ 15°, afin de mettre le bassin en antéversion. Ceci permettant comme nous l'avons déjà évoqué de conserver les courbures du rachis dans un état le plus proche de leur position d'équilibre physiologique. La particularité de ce type de siège est de proposer un second plateau destiné à recevoir les genoux et les tibias de l'opérateur en position assise. Le poids de ce dernier est donc réparti à la fois entre un appui sur l'os du bassin d'une part et sur les genoux et les tibias d'autre part. Cette position jambes repliées

permet d'accéder à une station assise avec un angle de Keegan favorable sans pour autant disposer d'un siège à l'assise haute.

La position des jambes repliées sous l'assise ne permet cependant pas à l'opérateur de disposer ses pieds à plat sur le sol. Il sera donc très compliqué d'utiliser une pédale classique permettant d'actionner les instruments rotatifs sans un aménagement spécifique.

Si cette solution se montre intéressante du point de vue du respect des courbures anatomiques du rachis (Frey et Tecklin, 1986), elle reste difficilement applicable au travail au fauteuil et semble beaucoup plus indiquée pour un travail de bureau (Ginisty, 2000).

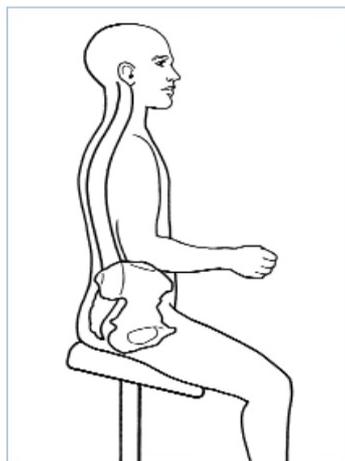
– Les sièges classiques réglables :

Esthétiquement proches des sièges standards, les sièges réglables sont cependant très différents car ils permettent un respect des structures anatomiques bien plus important.

En effet un siège dont l'assise est réglable du point de vue de son inclinaison antéropostérieure, va permettre de positionner le bassin en antéverson. De ce fait, les courbures du rachis seront mieux respectées.

L'assise du siège devra être réglée inclinée vers l'avant de 5 à 10 degrés par rapport à l'horizontale (Valachi, 2008), ceci permet d'obtenir un angle de Keegan de 110 degrés environ (Figure 61). Si cette valeur n'atteint pas les 120 degrés que nous avons évoqués précédemment, elle permet néanmoins de s'en rapprocher au bénéfice du respect des courbures anatomiques de la colonne vertébrale. D'autres auteurs recommandent un angle d'inclinaison compris entre 15 et 25° (Dylla et Forrest, 2008).

Figure 61 : Position assise avec un siège à assise réglable inclinée entre 5 et 10 degrés vers l'avant, d'après Valachi, 2008.



Le siège pourra également être pourvu d'un dossier qui pourra compléter avantageusement le soutien de la lordose lombaire, même si son utilisation partielle, lors de la pratique de l'art dentaire, le rend moins efficace comme vu précédemment. Il existe à ce titre des soutiens lombaires mobiles qui tendent à rester en contact avec la lordose lombaire et suivant ses mouvements.

Dans ce cas également la partie antérieure de l'assise doit être convenablement rembourrée afin de limiter la compression des éléments vasculaires notamment.

Solution majoritairement plébiscitée, ce type de siège doit être très soigneusement réglé, tant en hauteur qu'en inclinaison, afin de remplir au mieux son rôle.

– Le siège en selle :

Les sièges en forme de selle, réglables en inclinaison antéro-postérieure, sont ceux qui permettent d'avoir une station assise avec un angle de Keegan le plus ouvert aux alentours de 125° pour Valachi (2008) et 135° pour Gupta (2011). Rappelons que l'angle de Keegan optimal est de 135° (Keegan, 1953 ; Dylla et Forrest, 2008). Ceci permet donc d'obtenir une position du bassin optimale proche de celle observée lors de la station debout, et donc de conserver les courbures du rachis les plus proches de l'équilibre physiologique, diminuant d'autant la pression intradiscale au niveau lombaire.

La forme spécifique de selle (Figure 62) va également permettre d'augmenter la surface de sustentation en contact avec la partie inféro-postérieure de l'os du bassin, l'ischion, en lui additionnant une partie de la face interne des cuisses (Ginisty, 2000). Cette augmentation de la surface de contact permet une meilleure répartition du poids de l'opérateur et une diminution de la pression sur les ischions (Dylla et Forrest, 2008).

D'autre part la selle va favoriser l'orientation naturelle des cuisses vers l'extérieur, ainsi les pieds de l'opérateur vont également être déportés vers l'extérieur, augmentant la surface du polygone de sustentation délimitée par les pieds et l'axe du siège. Ainsi l'opérateur sera installé de façon plus stable.

Un large polygone de sustentation ainsi que l'antéversion du bassin semblent être à l'origine d'une augmentation de la précision des membres supérieurs. Palmer en 2004 a réalisé une étude comparative de la réalisation d'une tâche de précision avec 15 sujets assis successivement sur un siège classique non réglable puis sur un siège en selle. Il a constaté une augmentation de la performance par une diminution du taux d'erreur pour 12 des 15 sujets lorsqu'ils étaient assis sur le siège en forme de selle.

Ce type de siège est d'un encombrement réduit, car il ne dispose pas de dossier dans la grande majorité des cas. En effet le bassin se trouve dans une position neutre quasiment égale à celle présente lors de la station debout, ce qui rend superflue la présence d'un soutien de la lordose lombaire. Sa compacité permet ainsi une circulation fluide autour du fauteuil (Gupta, 2011).

Ce type de siège présente quelques désavantages :

La position du bassin lors de l'utilisation de ce type de siège induit cependant des tensions sur les structures péritonéales qui peuvent engendrer un inconfort selon les opérateurs (Howe, 2013 ; Valachi, 2008).

Certains utilisateurs, notamment les femmes peuvent ressentir une pression trop importante au niveau ischiatique (Le Beau et coll., 2007).

D'autre part l'assise étant inclinée vers l'avant elle nécessite l'utilisation d'un revêtement non glissant afin de pouvoir être utilisée convenablement et de conserver les propriétés de stabilité évoquées précédemment. Cette partie en contact avec la face interne des cuisses

doit être souple afin de limiter la compression des vaisseaux sanguins et de ne pas entraver le retour veineux.
Enfin l'absence de dossier ne permet pas au praticien de basculer le dos vers l'arrière afin de se reposer et de s'étirer.

Le siège en forme de selle est donc une alternative intéressante qui permet un bon respect des structures anatomiques et ainsi une diminution du risque de survenue de TMS. Elle est ainsi à juste titre de plus en plus répandue dans les cabinets dentaires.

Figure 62 : Siège en forme de selle avec inclinaison antéropostérieure et hauteur réglable, d'après la fiche produit de Bambach Saddle Seat®.



4.1.2.3 L'appui coude : un accessoire intéressant.

Présents depuis un certain temps sur les fauteuils notamment à destination des assistantes, les accoudoirs prenaient souvent la forme d'un bandeau semi circulaire, qui, positionné entre le fauteuil de soin et l'opérateur permettait à ce dernier de reposer ses avant bras notamment lors de l'aspiration. Ce type de dispositif était cependant très peu utilisé, car étant statique, il ne permettait pas de s'adapter à différentes situations. Il encerclait l'opérateur dans toute sa partie avant, en venant s'interposer entre lui et le fauteuil, ce qui imposait une gêne pour s'approcher convenablement du fauteuil de soin, et était parfois même porteur d'un sentiment d'enfermement.

Ce dispositif a aujourd'hui bien évolué. Les appui coudes modernes sont des supports présents de part et d'autre du siège, destinés à recevoir les coudes du praticien lors de son travail. De forme ovoïde ils sont recouverts d'un revêtement en gel afin de limiter le stress de contact au niveau du coude. Contrairement aux accoudoirs fixes des fauteuils de repos, les appui coudes sont des pièces mobiles qui peuvent suivre les mouvements de l'opérateur. Ils apportent ainsi un support actif tout au long du travail (Figure 63).

Après une période d'adaptation durant laquelle l'opérateur va apprendre à les utiliser de façon très fréquente, plusieurs effets bénéfiques sont apportés par cet accessoire.

Le praticien va garder inconsciemment le contact avec les appui coudes le plus souvent possible, ce qui va limiter le travail avec les bras en abduction. En effet, d'après Proteau (1997) les hygiénistes dentaires étudiées, toutes droitières, travaillaient 48% de leur temps avec le bras droit en abduction de plus de 40° et 29% du temps avec le bras gauche en abduction de plus de 40°. Après trois mois d'utilisation, ces temps étaient respectivement réduits à 10 et 4%. Comme nous l'avons vu en 3.1.2.1, l'amplitude de confort de l'épaule en abduction est de 20°. L'utilisation de cet accessoire permet donc de réduire très significativement l'existence de ce facteur de risque.

En limitant les efforts nécessaires pour l'abduction des bras, les appui-coudes limitent la mise en œuvre des contractions musculaires des muscles trapèzes, deltoïdes, rhomboïdes (Le Beau et coll., 2007). En 2002, Proteau et coll. ont étudié l'impact des appui-coudes mobiles en gel sur l'activité des muscles du dos, notamment le trapèze, chez des hygiénistes en phase réelle de travail. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'utilisation musculaire. Les mesures de ce pourcentage sans utilisation d'appuis étaient comprises entre 9 et 11%. L'utilisation des appuis-coude a permis de diminuer ce pourcentage à 4 et 8,5%. Cette diminution était plus importante pour le trapèze du côté non dominant.

Les appui-coudes permettraient donc de limiter le pourcentage d'utilisation musculaire en phase de travail à des valeurs inférieures à la limite de 10% qui est la valeur seuil à partir de laquelle la contraction musculaire présente un risque d'obstruction vasculaire partielle. Les valeurs d'utilisation musculaire sont également proche voire inférieure à la limite de pourcentage d'utilisation musculaire sécuritaire fixée à 5% par Bjöksen et Jonsson (1977).

Des résultats similaires, mais seulement partiellement statistiquement significatifs, ont été mesurés concernant les muscles deltoïdes et érecteurs du rachis (Proteau et coll., 2002).

Enfin cette limitation de l'activité musculaire des trapèzes n'est en aucun cas compensée par une activité supérieure au niveau des muscles mobilisateurs du poignet et de la main, puisque les mesures ont montré des activités égales voire légèrement inférieures pour les muscles premier radial droit et cubital antérieur droit (Proteau et coll., 2002).

L'utilisation des appui-coudes a également montré dans l'étude de Proteau une modification des habitudes de travail avec un positionnement plus fréquent du praticien à la tête de son patient soit entre 11 et 12 heures. Cette position permet de limiter les latéro-flexions et rotation du tronc et limite également les positions en abduction des bras par rapport à une position de travail sur le flanc du fauteuil entre 9 et 10 heures, qui nécessite, elle, l'abduction des bras afin de les positionner au dessus du tronc et de la tête du patient.

Les appui-coudes sont donc un élément d'apprentissage des positions de travail moins délétères, avec une limitation de l'abduction notamment par une position de travail à 12 heures.

Concernant le cahier des charges, les supports doivent être réglables en hauteur afin de ne pas mettre les épaules en position surélevée et d'effectuer convenablement le rôle de support permettant la diminution de la charge musculaire au niveau du dos, du cou et des épaules (Gupta, 2011).

Ils doivent être mobiles afin de suivre la progression dans l'espace des coudes de l'opérateur, et recouverts d'une matière souple afin de limiter le stress de contact avec les coudes.

Enfin ils doivent être adaptables à tout type de siège. Il existe à ce titre des modèles

réglables avec appui en gel qui sont articulés autour d'une bague adaptable sur le cylindre axial de tout type de siège (Figure 63).

Figure 63 : Appui-coudes circulaires mobiles en gel adaptable par un système de bague à tout type de fauteuil (d'après la brochure commerciale de Posiflex design®).



Cette solution méconnue semble être un moyen intéressant de limiter les facteurs de survenue de TMS de l'épaule et du dos dans le cadre de position de travail assise prolongée et plus particulièrement dans le cadre de l'exercice de la dentisterie, où leur utilisation permet de constater une diminution des symptômes algiques principalement au niveau du cou et du bas du dos (Proteau et coll., 2002).

4.1.2.4 Conclusion.

Il existe de nombreux types de siège à destination des praticiens. Chaque praticien doit trouver, en fonction de ses préférences et de ses sensations de confort, le type de siège qui lui convient. Il faut cependant prendre garde à choisir un siège parfaitement réglable et encore plus important savoir le régler et prendre le temps de le faire convenablement. Un siège convenable seul n'apporte pas autant d'effets bénéfiques sur la réduction du risque de TMS que lorsqu'il est accompagné d'une formation à sa bonne utilisation (Amick et coll., 2012). Certains accessoires comme un support lombaire ou des appui-coudes peuvent apporter un plus non négligeable.

La position de travail est très importante car elle est maintenue pendant de longues heures, et ce, tout au long de la vie professionnelle.

Un bon siège et un bon réglage permettent de garantir une bonne santé et de prolonger d'autant une vie professionnelle saine et de bonne qualité.

4.1.3 Les aides optiques.

4.1.3.1 Introduction.

Comme nous l'avons vu en 3.3, l'environnement visuel au cabinet dentaire est très exigeant pour les yeux du praticien. Sans parler d'aides optiques au sens littéral du terme, on peut cependant recenser des usages de prévention de la santé visuelle.

Parmi ces bonnes pratiques de prévention, on peut noter dans un premier temps qu'il est indispensable de confier l'installation de l'éclairage à un professionnel certifié afin que ce dernier puisse réaliser une installation conforme aux normes d'éclairage EN NF 12464-1 et ISO 9680 que nous avons évoquées en 3.3.4. L'éclairage de la salle de soin doit être étudié avec précision car il garantit à lui seul une limitation du risque de diminution des performances optiques de l'équipe de soin. Ce point important est malheureusement souvent mis de côté et l'éclairage est réalisé selon la propre initiative du praticien. Si ceci permet une diminution évidente des coûts, cela laisse à la seule interprétation du praticien la prise en charge de la prévention visuelle.

La lampe opératoire devra également être de bonne qualité notamment en respectant la norme internationale qui la régit. Outre les performances d'éclairage nécessaires au confort visuel, le système d'éclairage devra également être parfaitement réglable afin d'orienter le faisceau lumineux le plus parallèle possible à l'axe du regard (Valachi, 2012). Ce réglage devra pouvoir s'effectuer de façon simple. En effet les manipulations incessantes de la lampe opératoire nécessitent un élèvement du bras au dessus de la tête du praticien. Ce mouvement articulaire de grande ampleur nécessite en outre des contractions musculaires importantes et répétées notamment au niveau des muscles mobilisateurs de l'épaule. On retrouve donc des facteurs de risque importants de survenue de TMS.

Le concept de lit dentaire (concept de Beach et firme Morita[®]) permet par une limitation des réglages du fauteuil de limiter également les réglages de la lampe opératoire. D'autre part cette marque propose également un système de lampe opératoire double qui permet d'éclairer en même temps selon deux incidences la mandibule et le maxillaire (Figure 20, partie 2.2.2.3). La position de la tête du patient étant quasiment constante, les deux lampes opératoires sont réglées une fois pour toute, permettant en théorie de ne jamais avoir à élever le bras afin de les régler.

Les fauteuils à mémoire de position permettent également de limiter les réglages de la lampe opératoire, puisque la position couchée du fauteuil, et donc de la tête du patient, est réglée et constante. Outre une position de travail reproductible, cela permet également de ne pas régler systématiquement la lampe opératoire pour chaque patient.

Certains systèmes de lampes opératoires « tout-suspendus » permettent de limiter le poids de ces derniers et en facilite donc la manipulation. Plus cette dernière sera facile, moins les contractions musculaires nécessaires à leur réglage seront importantes, limitant de fait le risque de TMS du bras et de l'épaule.

D'autre part d'après Amick et coll. (2012), la mise en place d'un siège ergonomique réglable accompagné d'une formation à son utilisation permettrait outre la diminution du risque de survenue de TMS, une diminution des problèmes visuels. Si cette étude a été réalisée sur des poste de travail sur écran, les exigences visuelles que ce dernier implique sont proches de celles

rencontrées au cabinet dentaire, à savoir un travail minutieux sur un support à l'éclairement très intense et contrasté avec l'environnement, impliquant entre autres une diminution des clignements de paupières et un assèchement de l'œil.

Une bonne position de travail permettrait donc en partie de conserver un confort visuel en adaptant un bon angle de vision ainsi qu'une conservation de la distance entre l'objet et l'œil.

4.1.3.2 Les loupes.

Les lunettes avec loupes sont un accessoire simple et relativement abordable. Elles permettent une amélioration de l'acuité visuelle, une augmentation de la précision et de la vision des détails qui sont des points bénéfiques à la qualité finale du travail accompli.

D'autre part ces dispositifs optiques nécessitent la conservation d'une distance constante (distance focale) entre la cavité buccale et l'œil du praticien afin d'obtenir une image nette. Cette distance immuable comprise entre 35 et 40 centimètres, permet de limiter les mouvements de la tête du praticien, notamment la flexion antérieure du cou et du tronc souvent effectuée afin de rapprocher les champs opératoires de l'œil. Le travail sera alors plus statique, mais également plus respectueux de la position de travail en limitant les amplitudes articulaires importantes notamment au niveau de la flexion du rachis cervical.

Maillet et coll. (2008) ont réalisé une étude portant sur des étudiants hygiénistes, concernant le port de lunettes avec des loupes. Les positions de ces derniers étaient évaluées selon un « score ergonomique » calculé avec une attribution de points pour chaque partie du corps : hanche et jambe, tronc, tête et cou, bras, épaule. Lorsque les éléments précédents se trouvaient dans une position différente de la position idéale, un score lui était attribué, d'autant plus important que l'amplitude du geste l'éloignait de la position de référence, un score de 0 étant relatif à la position idéale. La moyenne des scores des étudiants portant des loupes était inférieure au premier quartile des scores des étudiants qui n'en portaient pas. Les loupes amélioraient donc de façon statistiquement significative la position de travail en la rapprochant de la position idéale.

D'autre part d'après cette même étude, les étudiants avaient majoritairement noté une amélioration de la qualité de leur travail.

Une autre étude similaire auprès d'étudiant a abouti aux mêmes conclusions, à savoir une amélioration significative de la position de travail lors du port de lunettes avec loupes par rapport à des lunettes de protection seules (Branson et coll., 2004).

Ce système permet donc de diminuer la fatigue oculaire et musculaire ainsi que d'augmenter la précision de la tâche (Harutunian et coll., 2011).

Cependant si le port de lunettes avec loupes peut diminuer les symptômes de TMS du cou et du bas du dos, ceci sera seulement effectif si la posture de travail est déjà adéquate (Rucker, 1998). Une mauvaise position de base ne sera pas rectifiée par le port de loupes et ces dernières peuvent même dans ce cas accentuer le risque d'algies et de TMS (Valachi, 2010). La bonne position ergonomique de travail devra être trouvée en premier lieu, puis le praticien devra trouver le dispositif optique lui permettant de l'utiliser en respectant cette posture (Osuna, 2006). Ainsi Maillet et coll. (2008) concluaient à la nécessité d'inclure les loupes dès la formation des étudiants afin de leur apprendre concomitamment le maintien d'une position de travail adéquate.

L'utilisation de loupes induit nécessairement un besoin supérieur en éclairage par rapport à la vision naturelle (Gupta, 2011 ; Le Beau et coll., 2007). Cette nécessité devra être prise en compte au niveau de la lampe opératoire afin de garantir les bonnes performances des loupes ainsi que l'absence d'effet délétère sur la vision. Il existe à ce titre des lunettes avec loupes qui portent en leur centre un éclairage additionnel afin de compléter l'éclairage de la cavité buccale. Ce type de dispositif permet d'obtenir un faisceau idéalement positionné puisque quasiment sur l'axe du regard, mais il grève encore plus le poids de la monture de lunettes.

L'angle de convergence entre les deux optiques nécessaire à la mise en place des loupes peut nécessiter une période d'accommodation durant laquelle l'utilisateur peut ressentir une fatigue visuelle accentuée (Valachi, 2010).

Cahier des charges de lunettes avec loupes :

- Le facteur le plus important à prendre en compte est le degré d'inclinaison des loupes sur les lunettes. En effet les loupes doivent être positionnées sur la partie inférieure des verres avec un angle d'inclinaison vers la bas et l'avant par rapport aux branches des lunettes disposées à l'horizontale. Ainsi le praticien portera son regard vers le bas des verres plutôt que d'incliner la tête vers le bas et l'avant, soulageant d'autant la flexion antérieure du rachis cervical.
Comme nous l'avons vu en 3.1, la flexion antérieure du cou ne devra pas dépasser 25° (Aptel et coll., 2011) voire même 20° au maximum par rapport à l'horizontale d'après Valachi (2012).
Ainsi un mauvais réglage de la position des loupes sur leur monture peut engendrer une inclinaison trop importante de la tête, au delà des amplitudes articulaires de confort. D'autre part le système tendant à stabiliser la position de travail, une mauvaise position sera donc maintenue dans le temps avec l'augmentation du risque de TMS et d'algies que cela implique.
- Les loupes doivent permettre de balayer une part importante du champ opératoire sans avoir à bouger la tête (Gupta, 2011). Ainsi le grossissement des loupes est compris entre 2 et 5 fois. Il faut cependant garder à l'esprit que plus le grossissement est important plus la largeur du champ balayé est réduite. Il faudra donc choisir un grossissement intermédiaire afin d'obtenir un compromis intéressant entre grossissement suffisant et taille du champ visuel.
- Au moment du choix de son dispositif, le praticien devra porter attention au poids du dispositif (Valachi, 2012). Il existe deux types de systèmes : les loupes peuvent soit être directement enchâssées dans les verres des lunettes de protection, soit montées sur un système basculant fixé en avant des verres. Le premier système permet une diminution et un centrage plus important de la masse des loupes, ainsi qu'une meilleure aseptie car elles ne nécessitent aucune manipulation (Le Beau et coll., 2007). Le second système est plus lourd et moins hygiénique car il nécessite une manipulation lors du basculement des loupes. Ce dernier permet cependant de positionner plus facilement que le modèle encastré les loupes vers la partie inférieure des verres, ce qui permet donc de garantir un effet bénéfique sur la posture plus important.
- Enfin les loupes devront être faites sur mesure notamment au niveau de l'écartement

inter-pupillaire afin d'être réglées au mieux pour l'opérateur (Osuna, 2006). Certains fabricants proposent également d'intégrer les corrections visuelles du praticien aux loupes.

Les loupes sont un accessoire très intéressant du point de vue du confort visuel, de la diminution de la fatigue visuelle et musculaire et du maintien de la posture. Il faudra cependant être très vigilant au moment du choix afin de disposer d'un outil parfaitement adapté à l'opérateur et lui permettant de travailler dans une posture de confort.

Si ces éléments sont respectés, cet outil permet une diminution importante du risque de TMS et une pratique de meilleure qualité.

4.1.3.3 Le microscope.

Le microscope est un dispositif assez rare dans les cabinets dentaires. Très onéreux, peu mobile et encombrant, il est réservé aux travaux demandant une extrême précision, comme par exemple l'endodontie pour les cas complexes.

S'il permet également un maintien plus facile de la position de travail, il est très important de se positionner convenablement avant d'utiliser ce dispositif, car moins mobile que les loupes, le microscope nécessite un réglage très fin de sa position et de la position de travail qui seront maintenues durant la séance.

Une fois positionné, l'opérateur ne sera pas tenu d'incliner la tête vers l'avant puisque les optiques du microscope sont dans la plupart des cas orientés proche de l'horizontale. Le praticien pourra donc conserver la tête parfaitement droite lors de son travail au microscope.

Les microscopes ont un grossissement allant jusqu'à 30 fois environ (Valachi, 2010).

On peut également noter que le microscope nécessite un éclairage encore supérieur à celui nécessaire à l'utilisation des loupes, mais les appareils contiennent eux mêmes une source lumineuse permettant un apport de lumière suffisant.

Enfin l'utilisation d'un microscope va induire une augmentation des problèmes oculaires, avec notamment une diminution de la fréquence du clignement des yeux induisant une augmentation du risque de syndrome de sécheresse oculaire et une augmentation du risque de diminution permanentes des capacités visuelles de l'opérateur.

4.1.3.4 la caméra intra-orale.

Les caméras intra-orales ont un rôle annexe dans la réalisation des actes. Elle permettent surtout de réaliser des clichés photographiques de zones difficilement accessibles, sans contraindre le praticien à se courber au dessus de son patient.

Les caméras sont pourvues d'un éclairage à diodes électroluminescentes (led) qui permet d'afficher des images claires et suffisamment éclairées. Ces dernières nécessitent cependant un écran d'ordinateur pour les afficher, ce qui implique une composante, certes minime, de risque visuel pour le praticien relatif au travail sur écran.

Ces caméras sont cependant majoritairement utilisées dans un but d'explication et de communication avec le patient afin de lui montrer de façon claire et simple les éléments de sa cavité buccale. De rares praticiens les utilisent pendant les soins en véritable miroir moderne. Cette utilisation reste cependant limitée, car elle réduit les éléments à une image en deux dimensions rendant plus complexe leur localisation dans l'espace. D'autre part cette forme de travail en vision indirecte implique un travail sur écran beaucoup plus poussé et prolongé, avec les contraintes visuelles qu'il engendre. Ces dernières sont une gêne visuelle, une diminution de l'acuité, une sensibilité à la lumière accrue, des picotements voire des sensations de brûlure et des rougeurs au niveau des yeux (Bergqvist et Knave, 1994 ; Cail, 2008). Ces symptômes peuvent aboutir à une diminution permanente de l'acuité visuelle et impliquer la nécessité d'une correction optique.

La vision des images sur l'écran permet cependant de garder la tête droite, regard à l'horizon, si l'écran est disposé de façon adéquate, afin de limiter la flexion du rachis cervical. À ce titre, le travail sur un écran bien réglé peut limiter les risques de TMS en permettant une posture plus favorable.

Il existe également des dispositifs de caméra extra-orale, qui se positionnent en lieu et place de la lampe opératoire. D'un grossissement variable allant de 1 fois jusqu'à 23 fois, ils permettent leur utilisation pendant les phases de travail. Comme nous l'avons évoqué pour les caméras intra-orales, les avantages (position tête droite) et les inconvénients (travail sur écran, image en deux dimensions) sont identiques (Valachi, 2010). Ces caméras permettent cependant une utilisation plus simple pour les praticiens porteurs de corrections optiques. En effet l'image étant projetée sur un écran d'ordinateur, aucun dispositif ne doit être placé à proximité des yeux, comme c'est le cas pour les loupes ou le microscope.

Leur coût très important ainsi que leur utilisation demandant de gros efforts d'adaptation les rendent encore très peu répandues.

4.1.3.5 Conclusion.

Les aides optiques sont assez variées mais souvent coûteuses et parfois complexes à utiliser, c'est pourquoi elles sont souvent délaissées par les praticiens.

Il est impératif de bien sélectionner le type de dispositif, de le faire régler de façon conforme et personnelle, et de respecter une période d'utilisation et d'accommodation afin de pouvoir bénéficier de tous les aspects positifs des aides optiques (Bohin et Chau, 2008 ; Valachi, 2010).

Il faut noter que du point de vue du patient, ce type de dispositif peut être perçu à la fois de façon positive par une hausse de technicité dont il peut bénéficier, mais également de façon négative par une augmentation de la sensation d'anxiété induite par un praticien casqué et plus distant (Bohin et Chau, 2008).

Il est cependant intéressant de voir que même un dispositif simple et abordable comme les loupes, peut déjà apporter un bénéfice sur le plan visuel, sur la qualité du travail et également sur le maintien d'une position adéquate et le respect des structures anatomiques lors de phases de travail.

Ce triple bénéfice devrait inciter les praticiens à s'équiper en conséquence, mais également les facultés à mettre à disposition des étudiants ce type d'appareillage. Cela permettrait d'une part de familiariser les étudiants à leur utilisation et d'autre part de les éduquer à prendre une position de travail ergonomique dès leurs premiers pas, notamment lors des séances de travaux pratiques.

4.1.4 Les instruments.

Les instruments utilisés par les professionnels de chirurgie dentaire sont très nombreux et variés. Qu'ils soient mécaniques, rotatifs ou à ultra-sons, ils sont à la base de notre pratique, car les interventions ne nécessitant pas leur concours sont très rares.

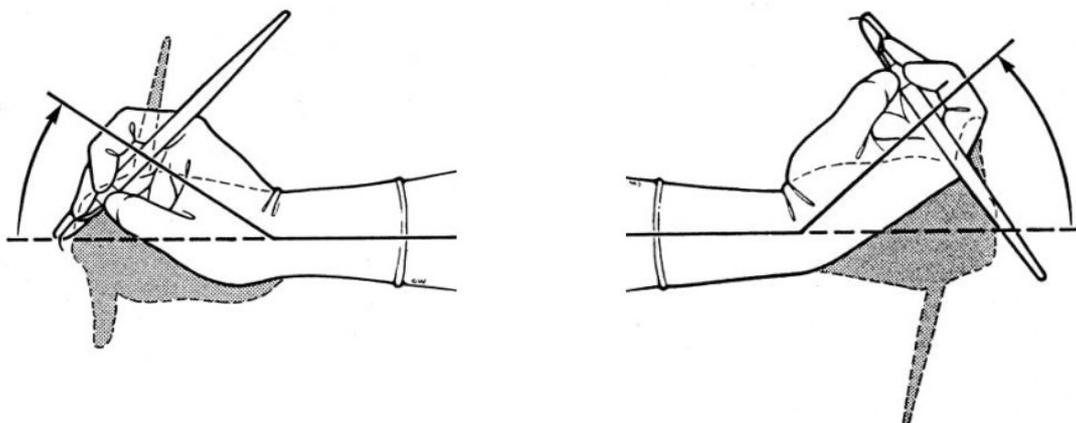
Leurs caractéristiques sont donc un facteur à prendre en compte lors de leur achat afin de disposer d'instruments les plus adaptés à une pratique la plus confortable possible.

4.1.4.1 Impact de l'utilisation des instruments.

On peut noter plusieurs types de facteurs de risque concernant les doigts et les poignets principalement, mais également les membres supérieurs, qui sont induits ou accentués par des instruments :

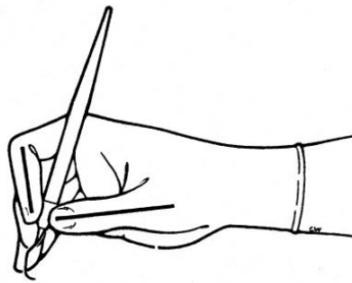
- Les instruments dont la partie préhensible est orientée de façon spécifique, par exemple une lampe à photo-polymériser en forme de pistolet, ou un davier coudé, peuvent induire de difficultés de manipulation afin de positionner convenablement la partie travaillante. Une zone peu accessible de la cavité buccale peut induire un positionnement du poignet, dicté par la forme de l'instrument, dans des amplitudes articulaires excessives au niveau des doigts et du poignet (Figure 64) et/ou une élévation du coude au delà d'un angle de 20° pour l'articulation de l'épaule. Cette malposition prolongée induite par la forme de l'instrument est un facteur de risque important de troubles musculo-squelettiques de la main, du poignet et de l'épaule, incluant également le syndrome du canal carpien.

Figure 64 : Malposition du poignet pendant la manipulation d'un instrument, en hyper-extension et flexion excessive, d'après Nield-Gehrig et Houseman, 1996.



- La prise en main d'un instrument dur et fin par l'opérateur peut engendrer un stress de contact au niveau des doigts. Ce phénomène peut engendrer des pathologies inflammatoires des tendons (tendinite) et des nerfs (névrite) au niveau des doigts (Herbert et coll., 1998). Ces syndromes sont d'autant plus notés que la force appliquée sur les instruments est importante, avec notamment une prise en pince (pouce-index/majeur) serrée et soutenue (Le Beau et coll., 2007). Au même titre ces doigts sont logiquement les plus touchés par les phénomènes inflammatoires.

Figure 65 : Préhension d'un instrument avec les doigts en pince pouce-index/majeur, d'après Nield-Gehrig et Houseman, 1996.



- Les instruments rotatifs et à ultra-sons sont générateurs de vibrations de haute fréquence, qui même si elles restent limitées dans le temps peuvent augmenter le risque d'apparition de TMS des doigts, mains, et poignets par une contraction réflexe des muscles de l'avant bras (Le Beau et coll., 2007). D'autres études ont montré l'apparition potentielle de perte de sensibilité au niveau de l'extrémité des doigts suite à l'utilisation d'instruments à ultra-sons (Cherniak, 1998).

4.1.4.2 Cahier des charges d'instruments.

- Pour ce qui concerne les instruments mécaniques tels les miroirs, curettes et spatules à bouche, il est important de favoriser les instruments dont le manche est de gros diamètre (Osuna, 2006 ; Le Beau et coll., 2007). En effet, les instruments en métal de petit diamètre plus glissants nécessitent une force de préhension supérieure afin de les stabiliser. La position de pince entre le pouce et l'index/majeur mettra donc en jeu des forces moins importantes avec une augmentation du diamètre, réduisant d'autant le risque de TMS concernant ces doigts, la main et le poignet (Osuna, 2006 ; Le Beau et coll., 2007 ; Nield-Gehrig, 2008).

Sur le même principe, le revêtement de la surface de préhension des instruments doit être antidérapant afin de limiter les forces de préhension nécessaires à la stabilité. Les revêtements dits « texturés » sont un traitement antidérapant efficace (Osuna, 2006 ; Nield-Gehrig, 2008).

Enfin les instruments plus légers sont à privilégier toujours dans un souci de diminution des forces nécessaires à leur utilisation (Millar, 2009).

- Il est également important de disposer pour un même type d'instrument mécanique de plusieurs types d'angulations. Ceci concerne par exemple les curettes parodontales ou encore les daviers. Ceci permet de sélectionner l'instrument au plus proche de la situation de travail dans le but de pouvoir l'utiliser en respectant la position ergonomique de travail. Un instrument inadapté pourrait en effet contraindre par exemple l'utilisateur à élever le coude afin de l'orienter convenablement.
- Les instruments à double extrémité, principalement des curettes parodontales, permettent de limiter lors d'un surfaçage le nombre de changements d'instrument. En effet ce type d'instrument présente par exemple une courbure droite d'un côté et gauche de l'autre. En cas de besoin, le praticien doit simplement retourner son instrument sans nécessiter de geste ample afin de déposer l'instrument sur le plateau et de se saisir d'un second instrument. Ceci permet de limiter le nombre des gestes amples afin de se saisir des instruments limitant les facteurs de risque d'apparition de TMS.
- Cette diminution de poids est d'autant plus importante pour les instruments rotatifs qui sont plus lourds que les instruments mécaniques. À ce titre il faudra veiller à ce que les flexibles n'augmentent pas le poids des instruments de façon trop importante pour les systèmes à flexibles pendants. Il faudra également s'assurer que le système de rappel des instruments à fouets ne soit pas trop puissant. Dans le cas contraire cela impliquera une augmentation proportionnelle des forces musculaires pour la préhension des instruments et donc un facteur de risque de TMS majoré.

Les instruments devront également être traités antidérapants.

Les principes que nous venons d'évoquer pour les instruments mécaniques sont donc applicables pour les rotatifs à l'exception du problème du diamètre puisque celui des instruments rotatifs est suffisamment important.

Les instruments rotatifs peuvent être porteurs d'un éclairage additionnel, conduit par fibre optique, qui apporte un surplus de visibilité intéressant et toujours parfaitement orienté sur le site de fraisage. Cet éclairage complémentaire est bénéfique tant du point de vue du confort visuel que de la qualité du travail (Bohin et Chau, 2008).

4.1.4.3 Bonnes pratiques d'utilisation des instruments.

- Il est important comme nous venons de le voir de minimiser les positions délétères de la main et du poignet. Ainsi le praticien doit être amené à toujours choisir l'instrument adapté qui lui permet un travail confortable en restant dans les limites d'amplitude articulaire. C'est la situation de travail qui implique le choix de l'instrument permettant son utilisation dans une bonne position ergonomique, et non la forme de l'instrument qui doit dicter la position de travail.

Toute position maintenue, d'autant plus dans le cas où le poids des membres est augmenté par le poids des instruments, nécessite des contractions musculaires maintenues qui sont un facteur de risque d'apparition de TMS. En poussant plus loin cette réflexion, il faut également limiter les forces trop importantes exercées sur les instruments. Le respect du cahier des charges des instruments que nous avons évoqué en 4.1.4.2 permet de limiter l'intensité des contractions musculaires induites par l'utilisation des instruments.

Il est également important de toujours essayer de prendre appui, soit sur les dents adjacentes soit sur le visage du patient, avec les doigts qui ne servent pas à la préhension de l'instrument (annulaire et auriculaire).

Ces appuis permettent d'une part une meilleure maîtrise de l'instrument, car les mouvements de la partie travaillante seront exécutés à partir d'une base stable. D'autre part, ils permettent de limiter les contractions musculaires au niveau de tout le membre supérieur et même au niveau des muscles du dos responsables de la mobilisation de l'épaule.

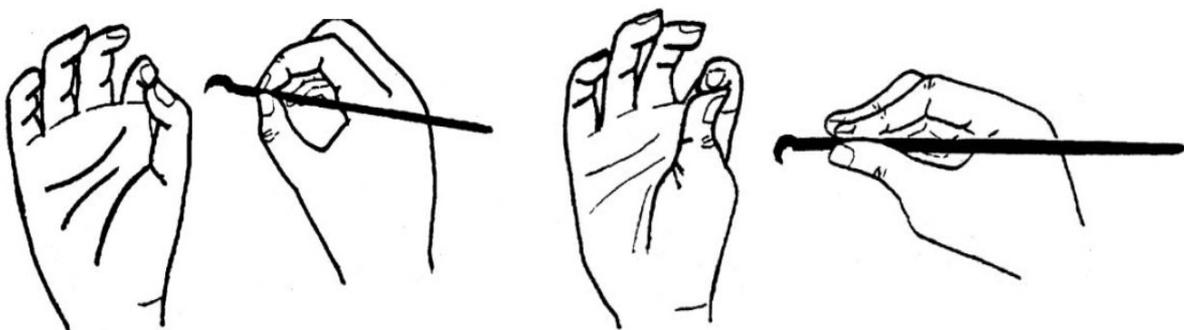
En effet sans appuis digitaux, la stabilisation de la main lors du travail de précision ne peut être réalisée que par une contraction permanente de ces muscles qui permet de bloquer les articulations dans leurs positions. Ce sont ces contractions musculaires seules qui vont contribuer à la stabilité de la main et donc de l'instrument. Dans le cadre du travail avec appuis digitaux, ces derniers permettent de répartir une partie de la charge statique du membre supérieur ce qui soulage proportionnellement les muscles posturaux et réduit donc le risque d'apparition de TMS.

- Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, la position de base de préhension est une pince pouce-index/majeur. Il est important de favoriser une prise en pince avec les doigts arrondis plutôt qu'une prise en pince avec les doigts aplatis (Figure 66). En effet cette dernière est synonyme de contractions musculaires plus importantes qui si elles sont maintenues sont un facteur de risque d'apparition de TMS (Pattison, 2011). Cette position permet également de limiter les contraintes appliquées au tendons du pouce notamment (Le Beau et coll., 2007).

Dans le cas où la préhension détendue en pince arrondie n'est pas suffisante, car une augmentation de la force est nécessaire par exemple dans le cadre d'un surfaçage, une prise en pince ferme peut être adoptée.

Cette dernière consiste à fléchir l'index pour former une pince pouce-index et à allonger le majeur le long du corps de l'instrument (Figure 67). Ainsi la surface de contact étant augmentée, des forces supérieures peuvent être appliquées à la curette. Cette prise augmente cependant le risque de stress de contact, et est néanmoins à exclure de façon systématique. Il est préférable de toujours favoriser la prise en pince détendue chaque fois que cela est possible.

Figure 66 : Prise en pince arrondie et en pince aplatie, d'après Kolber, 1998.



Pince arrondie

Pince aplatie

Figure 67 : Prise en pince relaxée et prise en pince ferme, d'après Pattison, 2011.



Prise en pince relaxée



Prise en pince ferme

- Les contractions musculaires prolongées peuvent par compression mécanique obstruer partiellement la vascularisation musculaire. Il est donc recommandé d'effectuer des pauses pour couper les séquences de contractions musculaires et rétablir la circulation. Ces micro-pauses peuvent être effectuées pendant le travail et permettent également de soulager les efforts musculaires.
- Enfin un entretien rigoureux des instruments quels qu'ils soient permet de favoriser leur usage avec des postures relaxées. En effet un instrument fonctionnant parfaitement ne nécessitera par exemple qu'un seul passage sans forces excessives. Les instruments usés (fraises, inserts) doivent être changés pour limiter les temps de travail et donc les séquences de contractions musculaires.
D'autre part un instrument rotatif ou à ultrasons bien entretenu, notamment au niveau du graissage pour le premier, permet de limiter la production de bruit de fonctionnement ce qui limite les nuisances sonores et permet de réaliser une action préventive sur le plan du risque auditif.

4.1.4.4 Un instrument incontournable : le miroir.

L'un des instruments les plus utilisés est sans conteste le miroir. Parfois utilisé comme écarteur des parties molles (joue, langue...), nous aborderons ici son utilisation première de rétro-vision permettant le travail en vision indirecte.

Comme nous l'avons évoqué en 3.1.2.1, l'utilisation de la vision indirecte permet une limitation significative des algies dorsales et des TMS qui lui sont corrélées. En effet ce type de travail permet de conserver une position de maintien du dos droit quelles que soient les dents observées comme le montrent les figures 22 et 23.

Le miroir peut parfaitement être utilisé de façon complémentaire avec les loupes afin de maximiser son effet. Le miroir correctement positionné en fonction des dents à observer peut être disposé trop loin des yeux de l'opérateur, incitant ce dernier à se pencher pour réduire cette distance. Avec les loupes, il est dans ce cas possible de maintenir la bonne position du miroir tout en conservant le dos droit.

D'après Ginisty (1997) les chirurgiens dentistes français utilisent la vision directe à une majorité écrasante de 86,7%. Les positions de travail impliquées par ce type de fonctionnement sont particulièrement à risque car elle induisent des latéro-versions et rotations du tronc et des cervicales, augmentant de fait le risque de survenue de TMS concernant ces secteurs.

Il est donc impératif de changer les mentalités au sujet du travail en vision indirecte. Ce dernier doit être inculqué dès l'apprentissage car il nécessite une pratique importante avant d'être maîtrisé.

Il faut également noter que sans l'utilisation d'un miroir aspirant muni d'orifices d'aspiration, il est très complexe de pratiquer le travail en vision indirecte sans l'apport de l'aide d'une assistante dentaire. Nous développerons à ce titre le travail à quatre mains dans une autre partie.

La tenue du miroir et de la canule d'aspiration dans la même main implique en effet des contraintes articulaires et musculaires importantes au niveau des mains qui rendent cette pratique non seulement peu efficace, mais également potentiellement à risque.

Le miroir est donc un accessoire extrêmement important d'une part pour faciliter la pratique mais également dans le cadre du maintien de la posture. Il est cependant trop souvent cantonné au rôle d'écarteur, et il est important d'essayer de mettre en place dès l'apprentissage une sensibilisation à son utilisation première afin d'augmenter la proportion de praticiens utilisant la vision indirecte.

4.1.4.5 Conclusion.

Les instruments ont donc une part de responsabilité dans la posture et le risque d'apparition de TMS tant au niveau des mains que du membre supérieur, ceci incluant les muscles dorsaux responsables de la mobilisation de l'épaule. Ils permettent également dans le cas du miroir de garantir un maintien plus important d'une bonne posture de travail.

Il est donc important de les sélectionner avec soin, de s'équiper pour faire face aux différentes situations, mais également d'apprendre à les utiliser en respectant une position de prise détendue.

4.1.5 Conclusion.

Les solutions matérielles à la disposition des praticiens sont nombreuses et variées. Il est donc primordial que ces derniers soient formés aux bonnes pratiques afin de choisir l'équipement qui leur convient.

Aucune solution n'est universelle, mais il est important d'apprendre à les utiliser afin de respecter une position ergonomique de travail garante d'une pratique respectueuse de la santé.

D'après une étude de l'observatoire national de la santé des chirurgiens-dentistes, seulement 24% des praticiens déclaraient choisir leur équipement en fonction de l'ergonomie, et 31% d'entre eux incluaient « souvent » ce critère dans leur choix (Lanctuit, 2011). Pour les 45% restants cette considération restait donc facultative. Il est très important de changer les mentalités à ce sujet, car nous venons de voir que ce critère a son importance que ce soit pour des choix allant d'un fauteuil à une simple curette.

C'est en portant son attention sur l'ergonomie de chaque élément que l'on peut modifier ses habitudes de travail dans le but d'une pratique plus tolérante envers la santé.

4.2 Les solutions organisationnelles.

4.2.1 Introduction.

L'organisation du travail est un point clé dans la prévention des risques psychosociaux (RPS) au travail. En effet le stress survient lorsqu'il y a un désajustement entre la tâche à réaliser et les moyens à disposition pour y faire face. Lorsque la tâche est bien définie d'une part et que le moyen pour la résoudre l'est également, on va significativement limiter le niveau de stress ressenti par les différents opérateurs.

La prévention du stress passe par plusieurs axes principaux. Elle nécessite dans un premier temps d'analyser la situation de travail et d'évaluer si les personnels sont en situation de stress professionnel. Il conviendra par la suite de modifier certains paramètres, notamment organisationnels, afin de limiter les facteurs de risques psychosociaux.

Dans un premier temps, le chirurgien dentiste doit donc évaluer son environnement de travail. Cette étape peut être particulièrement complexe, car dans le cadre d'une pratique libérale majoritaire, le praticien se retrouve souvent seul à prendre les décisions et à organiser son outil de travail. De ce fait, il est très complexe de prendre le recul suffisant afin de l'évaluer de façon objective.

L'exercice groupé permet d'échanger les points de vue concernant l'organisation du travail et à ce titre créer une émulation propice à son amélioration, mais il peut également être un frein si les différents intervenants ne parviennent pas à s'accorder.

La petite taille des structures rend l'accès à un intervenant extérieur difficile, et peut être mal vécu par le professionnel de santé. D'autre part les caractéristiques spécifiques du milieu de la santé ne permettent pas toujours l'application des principes organisationnels généraux qui sont bien souvent adaptés au monde de l'entreprise. Ils prennent à ce titre des considérations de rentabilité et de production qui ne sont pas toujours applicables, et s'adressent également à des structures beaucoup plus fournies en employés.

Il est cependant primordial d'échanger avec l'extérieur, que ce soit avec des collègues qui ont mis en place une organisation de travail différente ou avec des experts, dentistes ou ergonomes par exemple, qui peuvent apporter des solutions lors de formations. C'est en restant ouvert que l'on peut améliorer son outil de travail.

Une fois l'environnement de travail évalué on pourra mettre en place des stratégies de prévention. La prise en considération des RPS passe par trois formes de prévention d'après Breton-Kueny et Desgroux (2011) :

- Prévention primaire : éliminer en amont les sources de RPS au travail. C'est une approche collective, centrée sur le travail, son organisation et la réduction des facteurs de risque. Elle consiste en l'organisation des tâches, leur contenu, la clarification des rôles et missions, l'autonomie dans le travail, le discours managérial, le soutien social, ou encore la reconnaissance des compétences...
- Prévention secondaire : traiter les conséquences de RPS identifiées en aidant les personnes à gérer les contraintes du cadre de travail afin d'améliorer leur résistance et

leur adaptabilité. Cet accompagnement prend la forme d'une appropriation de l'environnement de travail en accroissant la connaissance de ce dernier, en formant les personnes à de nouveaux outils, à la gestion du stress et des différentes contraintes.

- Prévention tertiaire : qui est un accompagnement en aval pour faciliter le retour au travail et le suivi de ceux qui souffrent quels que soient les problèmes de santé rencontrés. Cette démarche prend effet une fois que les problèmes se sont déjà développés.

Nous allons traiter dans cette partie la prévention au sens premier du terme, c'est à dire la prévention primaire que nous venons d'évoquer. À ce titre, nous aborderons la définition des rôles, l'organisation du temps de travail et l'organisation des tâches de travail.

4.2.2 Définir le rôle de chacun.

L'équipe de soin est de taille variable allant d'une seule personne lorsque le praticien travaille seul à un nombre important lorsque plusieurs praticiens collaborent ensemble et partagent plusieurs assistantes. Il est très important d'établir les rôles précis de chacun car il est erroné de penser que les rôles sont implicitement établis. Il est donc impératif de communiquer sur les tâches à accomplir par chacun (Sharma, 2010).

Le praticien dans son rôle de chef d'entreprise est responsable de ses employés. Il doit à ce titre leur proposer un cadre de travail précis qui leur permet de savoir ce qu'ils doivent réaliser et avec quels outils. Sans ce cadre l'employé peut se trouver perdu face aux travaux qu'il doit accomplir et ne pas savoir y répondre.

De ce désajustement résultent deux problèmes principaux : un manque d'efficacité dans la réalisation de la tâche, qui va faire perdre du temps et entraver le bon déroulement de la journée de travail, et une augmentation du stress de l'équipe de soin.

Chaque tâche doit être bien déterminée, et le personnel formé à sa réalisation. Au besoin, il sera nécessaire de réaliser des ajustements ou des formations si la tâche est mal réalisée ou si cette dernière change.

Il est cependant important de garder une certaine liberté pour chacun qui sera propice à l'autonomie. Les explications et formations sont importantes mais elle ne doivent pas non plus établir un cadre trop rigide dans lequel les employés pourront se sentir engoncés car le sentiment de manque d'autonomie est également un facteur de RPS.

4.2.3 Organiser le temps de travail.

La pratique libérale de l'odontologie implique souvent des horaires de travail importants tant en nombre d'heures effectuées qu'en densité des périodes de travail.

Ginisty a montré dans son enquête réalisée en France en 2000 que les praticiens travaillaient pour une très large majorité (75,4%) 8 à 10 heures par jour (10 heures : 30,6 % , 9 heures : 18 % , 8 heures : 26,8 %). Le nombre de jours travaillés par semaine étant situé entre 5 jours (32,5 %) et 4 jours (36,8 %). Concernant la densité, cette dernière ne fait qu'augmenter avec une majorité de praticien recevant 15 (40,7 %) à 20 (32,3%) patients par jour.

D'après Myers et Myers (2004), 70% des dentistes britanniques travaillaient de 25 à 40 heures par semaine.

D'après Ayers et coll. (2009), les dentistes Néozélandais interrogés travaillaient en moyenne 31 heures par semaine et voyaient en moyenne 13 patients par jour.

Si les chiffres varient selon les pays, on peut cependant noter que le rythme de travail reste élevé. À ce titre, 46,4% des dentistes britanniques considèrent voir plus de patients par jour que ce qu'ils voudraient, et ce, pour des raisons financières et considèrent cela comme un facteur de stress (Myers et Myers, 2004).

Si la diminution du rythme ou de la densité des journées de travail semble être impossible ou du moins difficilement réalisable, il est intéressant de voir quels sont les aménagements de l'agenda susceptibles d'améliorer la journée de travail et de la rendre plus homogène et moins fastidieuse. Nous allons pour cela développer deux stratégies, qui concernent la nature des rendez-vous et l'aménagement des temps de pause.

- Varier les rendez-vous :

Les rendez-vous peuvent varier selon leur durée et selon le type d'acte réalisé. La multiplication des actes identiques au cours de la même journée de travail aura plusieurs conséquences. D'une part physique, elle va induire un travail semblable et donc une position de travail semblable. La durée totale de travail dans cette position rapportée sur la journée va donc être augmentée. On retrouve donc ici le facteur de risque de TMS de travail dans une posture statique. D'autre part, la répétition d'actes identiques va induire une monotonie dans le travail. Ce sentiment de répétitivité peut influencer sur le sentiment de lassitude du praticien et à ce titre figurer un facteur de risque psychosocial non négligeable.

Il est donc important de varier les types d'actes au cours d'une même journée. Si des impondérables rythment nécessairement le déroulement du travail dans les professions de santé, il est néanmoins possible avec l'établissement d'un plan de traitement précis de connaître une bonne partie de la nature des prochains rendez-vous pour chaque patient. Ainsi il est possible de réguler l'emploi du temps et de l'homogénéiser. Il est intéressant d'éviter par exemple une journée où les traitements endodontiques vont se multiplier, car ces derniers nécessitent des séances souvent longues et une posture maintenue tout au long du soin.

Il est évident que ce type d'organisation est réalisable dans le cadre de cabinets d'omnipratique. En effet, les cabinets spécialisés limitent de fait la nature de leurs actes à leur domaine spécifique de compétence, augmentant potentiellement la répétitivité des actes.

- Aménager des pauses :

Le travail au cabinet dentaire est souvent très dense, les journées de travail longues sont monnaie courante, et il n'est pas rare de rencontrer des praticiens qui travaillent en journée continue.

Toujours dans l'optique de casser les périodes de travail statique trop longues, il est recommandé de prévoir des pauses durant la journée de travail. Ces dernières doivent être mises à contribution pour bouger et changer de position voire faire quelques exercices de relaxation et d'étirement comme nous le développerons en 4.4.

D'après Le Beau et coll. (2007), les pauses sont un des moyens de choix permettant de réaliser une prévention primaire d'apparition de TMS et de RPS. Sans ces dernières, les muscles restent en contraction permanente et la fatigue musculaire s'accumule sans

soupape de décompression tout au long de la journée. D'autre part elles permettent de faire également une pause sur le plan intellectuel, et en coupant une longue période de travail, elles rompent la monotonie et le rythme souvent élevé du travail au fauteuil.

Il est impératif de prévoir des pauses même courtes dans la journée de travail si la durée du travail excède 5 à 6 heures d'affilée. À ce titre l'auteur préconise des mini-pauses actives entre chaque patient d'une durée unitaire d'une minute. Nous développerons également ce point en 4.4.

Ces pauses doivent être prévues dans l'emploi du temps et ne pas être réalisées au hasard d'un rendez-vous annulé. En effet, dans ce cas il est probable que l'effet bénéfique de la pause notamment sur le plan des RPS soit effacé par la frustration ressentie par le praticien de cette pause subie et non choisie.

Enfin, la pause peut être active pour effectuer notamment des exercices de relaxation, mais il est préférable de la consacrer à une phase de repos plutôt que de la mettre à profit pour effectuer une autre tâche telle du travail administratif. Il faut également veiller à ne pas utiliser ce temps libre afin de prendre un patient en urgence ou de rattraper le retard accumulé sur d'autres rendez-vous. Une pause plus courte mais mieux gérée sera plus bénéfique qu'une pause d'une durée plus longue mais consacrée à une autre tâche.

Le système des pauses est une véritable organisation à mettre en place au sein de l'emploi du temps de travail du cabinet dentaire, qui ne doit pas être considérée comme une perte de temps mais plutôt comme un moyen d'augmenter son efficacité pour le reste de la journée et de limiter les risques d'apparition de TMS et de RPS.

Ces deux stratégies efficaces demandent un vrai travail personnel et organisationnel de mise en place afin de donner leur maximum d'effets bénéfiques. Il est intéressant de constater les conséquences positives de la simple gestion de l'emploi du temps sur le ressenti d'une journée de travail, l'impact de cette dernière sur les algies et les pathologies fréquemment rencontrées dans notre profession et la fatigue accumulée.

4.2.4 Organiser le travail.

Nous allons aborder dans cette partie, des solutions d'organisation du travail. Les outils que nous allons développer sont des exemples d'amélioration du fonctionnement du cabinet dentaire dans le but de faciliter la pratique et d'améliorer l'efficacité.

4.2.4.1 Le travail à quatre mains.

Le terme de dentisterie à quatre mains a pour la première fois été évoqué lors d'une conférence en 1960. Ce concept a été développé et mis en application par le personnel de l'école d'Odontologie de l'Université d'Alabama (Robinson et coll., 1968).

- Le principe :

Le travail à quatre mains définit un système de travail avec une assistante en permanence au fauteuil. La seule présence de cette dernière ne garantit cependant pas,

contrairement à la croyance de nombreux praticiens, le respect du concept de dentisterie à quatre mains. Ce dernier va au delà d'une assistante responsable de l'aspiration ou de la préparation des matériaux. En effet, c'est un véritable concept ergonomique global dans lequel l'assistante, outre ces éléments que nous venons d'évoquer, est également en charge de la préparation et du transfert des instruments.

L'idée de base est de limiter au maximum les mouvements du praticien afin que ce dernier ne déplace ni son corps au delà des mouvements strictement nécessaires à la réalisation de l'acte, ni son regard au delà de sa zone de travail.

Tous les instruments lui sont donc transférés par l'assistante qui s'occupe également de récupérer l'instrument précédemment tenu utilisé par le praticien. Ce dernier peut alors se concentrer pleinement sur sa tâche et supprimer tous les mouvements nécessaires à la préhension des instruments. Selon le type d'installation et de mobilier (voir 4.1) ces mouvements peuvent être très exigeants sur les plans articulaire et musculaire, impliquant notamment des torsions du tronc et des mouvements importants du membre supérieur dominant.

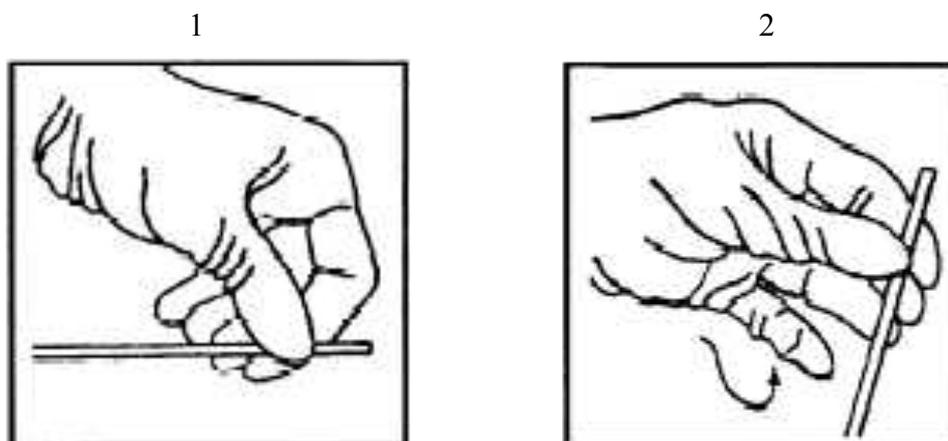
- La technique de transfert d'instruments :

Comme nous venons de le voir, la technique de travail à quatre mains met en œuvre un transfert des instruments par l'assistante à destination du praticien. Ce mouvement réalisé d'une seule main, nécessite d'une part une parfaite synchronisation entre le praticien et son assistante ainsi qu'une parfaite connaissance de la procédure de l'acte par l'assistante qui doit anticiper et préparer l'instrument suivant.

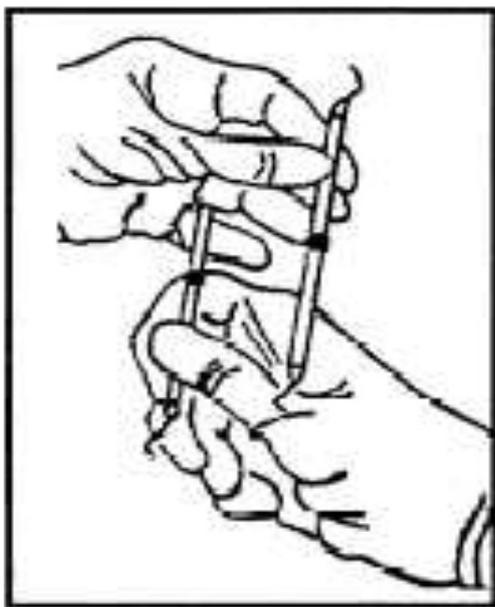
Le mouvement est décomposé en quatre étapes :

- L'assistante prépare l'instrument suivant conformément à la séquence de travail. Ce dernier est maintenu par l'opératrice par l'extrémité opposée à la partie travaillante (Figure 68-1).
- L'assistante va saisir l'instrument entre son pouce, son index et son majeur et se préparer à récupérer l'instrument précédent avec l'auriculaire (Figure 68-2).
- Lorsque le praticien tend l'instrument précédent, l'assistante le saisit par l'auriculaire en enserrant le manche avec ce doigt (Figure 68-3).
- L'assistante écarte l'instrument précédent et place le nouveau dans la main du praticien avec la partie travaillante en direction du champ opératoire (Figure 68-4).

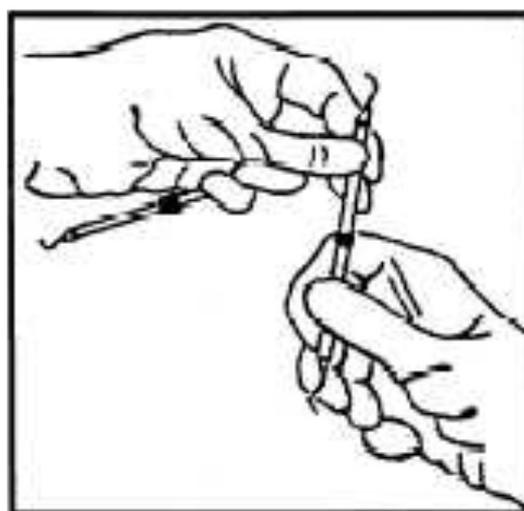
Figure 68 : Enchaînement des mouvements lors du transfert d'instruments entre l'assistante et le praticien avec la technique du travail à quatre mains (d'après « *Dental technician vol. 2 – Online military medical books and training manuals* » section 4-17).



3



4



Ce geste de transfert est répété tout au long de la séquence de travail. L'assistante doit donc gérer parfaitement tous les types d'actes, en connaître la nature et le protocole opératoire. Elle doit être en mesure de transférer tous les instruments nécessaires dans le bon rythme et également préparer les matériaux si cela est nécessaire. Elle devra par ailleurs gérer le transfert des instruments d'une seule main afin de pouvoir effectuer de l'autre un contrôle des fluides présents dans la cavité buccale. Pour se faire, elle aura à sa disposition une aspiration à haut débit qu'elle devra manipuler de sa main non dominante, laissant la main dominante libre pour gérer le cas échéant les instruments ou la seringue air/eau (Le Beau, 2007 ; Binhias et coll., 2011).

L'exemple que nous venons d'illustrer est parfaitement applicable aux instruments mécaniques, mais il en va de même pour les instruments dynamiques. Si la séquence de transfert en utilisant une seule main n'est pas réalisable avec les instruments dynamiques, le rôle de l'assistante est de changer les fraises ou autres limes sur les contre angles et de passer ces derniers au praticien le moment venu. Le système de rappel des présentoirs trans-thoraciques que nous avons développés en 2.2.2.1 permet au praticien de reposer par lui-même l'instrument dynamique sans effort particulier. Il ne restera à la charge de l'assistante que le transfert de l'instrument suivant. Nous allons développer dans la partie suivante l'argumentaire en faveur de ce type de présentoir.

- Prérequis à la technique de travail à quatre mains :

- La mise en place du travail à quatre mains n'est pas une chose simple et demande beaucoup d'implication de la part de toute l'équipe de soin. En effet, cela nécessite une parfaite complémentarité entre le praticien et l'assistante. Cette dernière doit parfaitement connaître les habitudes de travail de son collègue et connaître le protocole opératoire de chaque acte. Elle doit être capable d'anticiper les besoins du praticien et y pourvoir sans délai et dans le bon rythme. Pour y parvenir elle doit connaître la séquence des instruments et la procédure de chaque traitement (d'après « *Dental technician vol. 2 – Online military medical books and training*

manuals » section 4-15).

Le travail à quatre mains implique la mise en place de procédures standardisées pour chaque type d'acte (Finkbeiner, 2004). Cela peut donc nécessiter la mise en place de documents écrits détaillés qui explicitent la séquence de travail et établissent une liste des instruments nécessaires au bon déroulement du protocole. Ce point indispensable reprend la nécessité du travail prescrit, et nécessite une parfaite définition du travail attendu comme nous l'avons évoqué en 4.2.2 (Sharma, 2010).

- Outre les connaissances du protocole par les deux opérateurs, il est évidemment nécessaire de pratiquer un certain temps le travail à quatre mains avant que cette méthode donne sa pleine mesure. Une telle coordination ne peut s'établir qu'en multipliant les actes réalisés afin de mettre en place des automatismes dans le travail. Cette technique demande donc une grande habitude pour permettre son parfait fonctionnement.

- Il est d'autre part indispensable de mettre en place un emploi du temps détaillé spécifiant pour chaque patient la nature de la tâche à accomplir (Finkbeiner, 2004). Cette planification précise est le seul moyen de permettre à l'assistante une anticipation suffisante de l'acte afin qu'elle puisse préparer convenablement les instruments.

- Le mobilier de soin doit également être compatible avec le travail à quatre mains. En effet il est indispensable que l'assistante puisse depuis son siège atteindre tous les instruments et leurs rangements sans réaliser de mouvement la mettant dans une situation à risque sur le plan de l'apparition de TMS. Si le but initial de cette technique est de limiter les contraintes physiques pour le praticien, il est vain de transférer ces contraintes à l'assistante. Celle-ci doit donc être au centre des préoccupations lors du choix du type de fauteuil et de mobilier.

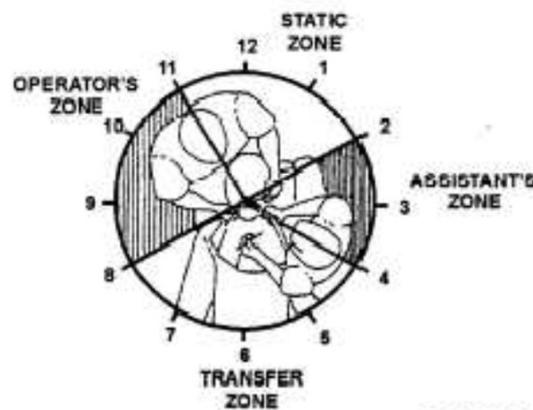
D'après Finkbeiner et Muscari (2006), l'instrumentation de choix est un système trans-thoracique. En effet, ce type de présentoir, que nous avons développé en 4.1.1.2 comme faisant partie du « *Basiskonzept 3* », est le seul système permettant de positionner les instruments et éventuellement une tablette accessible aux deux opérateurs. Cette dernière située au dessus du tronc du patient permet un accès aisé aux instruments par l'assistante, lui permettant ainsi de préparer et de transférer ces derniers de façon efficace au praticien. Les autres concepts mettent les instruments à la portée du praticien seul, et sont donc incompatibles avec un travail à quatre mains sans mettre l'assistante dans des postures de travail à risque.

Il en va de même avec le mobilier servant au rangement des instruments et des matériaux. Celui-ci doit être parfaitement accessible à l'assistante dans sa totalité, car elle seule sera chargée de sa manipulation. Le mobilier devra donc être disposé autour de l'assistante et non du côté du praticien.

- La position de travail nécessite une position assise constante pour les deux opérateurs (Tamse et coll., 1982). Ces derniers se font face et sont assis au plus proche du fauteuil (Finkbeiner, 2004). La zone de travail est divisée en quatre sections (Figure 69). De part et d'autre du fauteuil on trouve les sections dévolues respectivement au praticien et à son assistante. À la tête du patient on trouve une zone libre permettant l'accès au mobilier par l'assistante, ou éventuellement à une tablette pour y déposer les instruments, bien que cette solution soit peu favorable car l'assistante devra effectuer des torsions du tronc afin de se saisir de ces derniers. Enfin, au dessus du tronc du patient, on trouve la zone de transfert. Celle-ci est uniquement dévolue au passage des instruments entre l'assistante et le praticien afin de ne pas réaliser ces mouvements au dessus de la tête du patient.

Comme le montre la figure 69, le travail à quatre mains est plutôt compatible avec un positionnement du praticien entre 8 et 11 heures. L'assistante peut ainsi lui faire face, ce qui limite les rotations du tronc. Les jambes des deux opérateurs sont disposées en quinconce sous le dossier du fauteuil de soin. Le véritable travail à quatre mains est donc peu compatible avec une position de travail à 12 heures. Dans cette configuration, l'assistante ne sera pas confortablement installée et risque de devoir effectuer des torsions du tronc afin d'effectuer la tâche qui lui est dévolue.

Figure 69 : Position de travail autour du fauteuil de soin dans le cadre du travail à quatre mains et division de l'espace de travail (d'après « *Dental technician vol. 2 – Online military medical books and training manuals* » section 4-15).



- Le travail à quatre mains est une technique précise qui ne souffre pas l'approximation. Il est donc indispensable de se former à cette dernière avant de la mettre en œuvre au cabinet, et de la pratiquer de façon intensive afin qu'elle puisse être correctement réalisée. D'après Marshall et coll. (1997), peu d'équipes de soins avaient effectué une telle formation, ce qui peut expliquer en partie que ces dernières semblaient présenter une prévalence supérieure de TMS et des algies.

- Avantages et inconvénients de la technique :

- La technique du travail à quatre mains permet de remplir son objectif. Lorsqu'elle est bien exécutée, elle est effectivement un moyen efficace de limiter les mouvements nocifs notamment en torsion du buste et en abduction des bras pour le praticien, sans les transférer à l'assistante (Finkbeiner, 2004). D'autre part, elle permet un gain en productivité et en efficacité tout en limitant le risque de RPS.

La planification nécessaire de tous les actes permet de s'affranchir de certains facteurs de stress liés à l'incertitude, le manque d'organisation ou l'absence de directive pour réaliser la tâche.

Enfin le praticien n'ayant pas à se préoccuper des instruments, il n'a pas à porter le regard ailleurs que sur le champ opératoire. L'accommodation induite par les différents éclairagements, comme nous l'avons développé en 3.3.3.3, est donc dans ce cadre réduite à son minimum. Le risque de diminution de l'acuité visuelle se trouve donc réduit.

- Cependant la limitation des mouvements du praticien n'est pas un gage d'absence de TMS. Bien au contraire, le travail du chirurgien dentiste se trouve alors bien plus répétitif et statique. Ces deux facteurs sont des facteurs de risque d'apparition de TMS, ce qui peut également expliquer d'après Marshall et coll. (1997), la recrudescence des algies et des TMS chez les praticiens pratiquant le travail à quatre mains. Nous développerons plus spécifiquement la problématique du travail statique en 4.4.2.1.

La technique que nous avons décrite reste une technique complexe et exigeante. Elle implique une grande préparation que ce soit sur le plan des mouvements ou de la planification, mais également un long apprentissage et une pratique assidue afin d'obtenir les avancées espérées. Vermeulen (2011) estime à ce titre que la formation d'une assistante au travail à quatre mains doit s'étaler sur une période de plusieurs mois.

L'assistante au fauteuil ne peut pas quitter son poste afin d'effectuer des tâches de type stérilisation des instruments, travail administratif ou accueil des patients. Il est donc nécessaire d'employer une seconde personne qui sera en charge de ce type de travaux. Cependant d'après Vermeulen (2011), le surcroît de productivité en travail à quatre mains permet quasiment de subvenir au coût supérieur de l'embauche de cette seconde assistante. Le coût restant est un investissement pour une amélioration des conditions de travail.

L'assistante du fauteuil travaille véritablement en binôme avec le praticien qui ne peut donc pas se passer de sa présence. Toute absence, qu'elle soit liée à un congé ou à un arrêt maladie rend caduque la mise en place de cette technique. D'autre part, en cas de départ de l'assistante, il est très difficile de la remplacer puisqu'il faudra former une nouvelle personne à tous les protocoles de soin, aux techniques de mouvements, sans même aborder le sujet de l'habitude du travail en binôme et des automatismes.

Enfin le praticien doit être prêt à déléguer une partie des tâches qu'il réalisait s'il souhaite mettre en place ce type de fonctionnement. Cela nécessite une pleine confiance en son assistante et une propension au travail en équipe (Tamse et coll., 1982).

- Conclusion :

Cette technique de travail à quatre mains est une technique intéressante bien que complexe à mettre en œuvre. Il semble cependant qu'elle apporte des résultats mitigés principalement concernant la limitation du risque de survenue de TMS. Les résultats de Marshall et coll. (1997) sont cependant à relativiser car la cause de cette prévalence d'algies supérieure notée pour les pratiquants de ce concept restait floue. Si l'absence globale de praticiens ayant suivi une véritable formation à la technique était notable, il semble cependant que la limitation des mouvements du praticien ne soit pas une panacée. Ce dernier fait étant même présenté par certains auteurs comme une cause potentielle de TMS (voir 4.4.2.1).

4.2.4.2 Les plateaux pré-préparés.

Parmi les concepts organisationnels remarquables, nous allons ici développer le cas des plateaux pré-préparés. Ces derniers ont été évoqués par Kilpatrick dans les années 70.

Le principe de ce concept consiste à préparer à l'avance une série importante de plateaux de soins dans lesquels le praticien trouvera tous les instruments et éléments nécessaires

à la réalisation de l'acte.

Cette technique permet de limiter les mouvements nécessaires à la recherche des instruments dans les meubles de rangement, et limite également le stress et la démarche intellectuelle nécessaire au rassemblement des instruments. On supprime le risque de l'oubli d'un des instruments nécessaires et on favorise ainsi la continuité du soin et le maintien de l'hygiène du poste de travail puisque rien ne vient se rajouter au plateau stérile pré-préparé.

Comme dans l'exemple précédent, la préparation des plateaux demande une véritable planification et standardisation des actes. Il faut ainsi établir le nombre et le type d'instruments nécessaires pour chaque type d'acte. Il faudra également lister les différents types d'actes et créer un plateau pour chacun d'entre eux.

Ce concept implique donc de préparer un grand nombre de plateaux standardisés différents correspondant à chaque acte. Afin de pouvoir créer ces plateaux, il faudra être en possession d'un grand nombre d'instruments. Par exemple le miroir, la précelle, ou encore la spatule de bouche seront présents dans la quasi totalité des plateaux. Il faudra donc disposer de ces derniers en abondance afin de pouvoir en disposer dans chaque plateau. Kilpatrick (1972) estimait cependant que si un praticien possédait les instruments nécessaires à une autonomie de travail d'une demi-journée, le nombre de ces derniers était quasiment suffisant pour la mise en place du système de plateaux pré-préparés.

Le travail de préparation en amont est également extrêmement fastidieux et rallonge de façon importante le temps de travail pour la stérilisation des instruments et la confection des plateaux. Dans un souci de clarification et pour limiter les erreurs, il peut être intéressant de préparer des listes type d'instruments composant les différents types de plateaux, qui peuvent être avantageusement affichées dans la salle dévolue à la stérilisation. Il est également recommandé de mettre en place des affichages clairs avec étiquetage ou encore de codes couleurs afin de permettre une organisation du rangement, du stockage et de la préparation efficace et ordonnée (Kilpatrick, 1972).

Il est également important de prévoir un espace aménagé afin de stocker tous les plateaux pré-préparés. Ces derniers devront en effet être rangés et classés selon le type d'acte pour permettre un accès facile et efficace. Un meuble/étagère comportant des casiers étiquetés ou des bacs de couleur en est un bon exemple (Figure 70).

Figure 70 : Exemple de stockage de plateaux pré-préparés dans des bacs de couleur, d'après Binhas et coll., 2011.



4.2.4.3 Le travail sur deux fauteuils.

De nombreux auteurs s'accordent sur la mise en place d'un travail alternatif sur deux fauteuil (Kilpatrick, 1972 ; Binhas et coll., 2011 ; Vermeulen, 2011).

Ce dernier consiste en la mise en place de deux salles de soins identiques et équipées de façon homogène au sein du cabinet dentaire. Ces deux salles vont être utilisées par un seul et même praticien alternativement.

Le gain de temps via ce type de système peut être très important. En effet lorsque le praticien termine son soin, il peut immédiatement passer sur le second fauteuil dans la deuxième salle. L'assistante y aura installé le patient suivant ainsi que les instruments nécessaires au soin, par exemple un plateau pré-préparé. Ainsi le praticien peut immédiatement commencer son soin, sans attendre que le fauteuil sur lequel il vient de travailler soit débarrassé et nettoyé.

Le travail sur le fauteuil non utilisé est réalisé par l'assistante seule. Cette dernière est en charge de la préparation du fauteuil et du matériel nécessaire au soin qui va être exécuté, de l'installation du patient avant l'arrivée du praticien, ainsi que de rangement et du nettoyage du fauteuil après la réalisation de l'acte.

La figure 70 nous montre l'enchaînement des rendez-vous successifs sur les deux fauteuils. Les créneaux blancs représentent le temps de présence du praticien alors que les créneaux colorés en bleu et jaune présentent le temps de travail des assistantes seules au fauteuil.

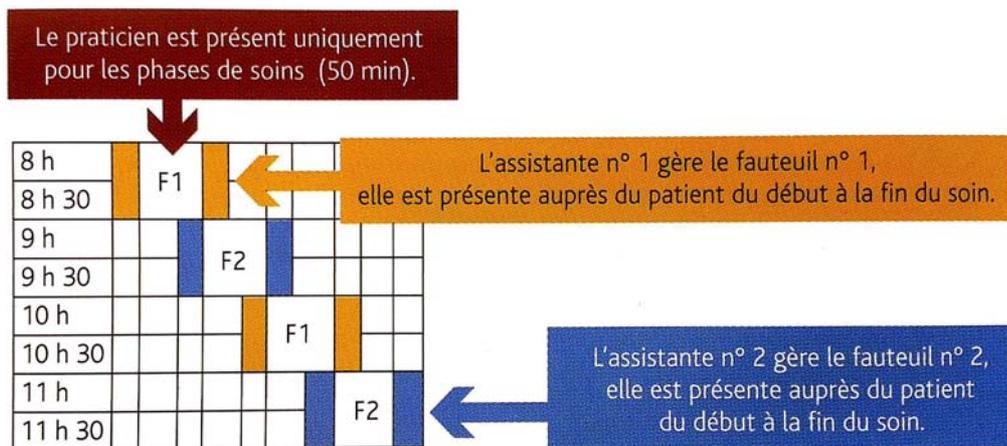
Le gain de temps est assez important puisqu'il est estimé à 30 minutes par jour pour une journée de 8 heures avec des rendez-vous d'une heure, et à 70 minutes par jour pour une journée de la même durée mais avec des rendez-vous de 30 minutes. Ce gain de temps peut être mis au profit soit de rendez-vous supplémentaires soit de temps consacré à d'autres tâches administratives, de pause ou encore de diminution du temps de travail.

Ce système permet également de recevoir plus facilement une urgence non programmée, de prendre en charge des patients pour des rendez-vous très courts (retouche d'appareil amovible, retrait de points de suture...) mais également de disposer d'une solution de secours en cas de casse ou de panne d'un des deux postes de travail.

Le travail sur deux fauteuil présente cependant des contraintes notamment financières importantes. Le coût d'un deuxième fauteuil est très élevé, puisque équipé de façon identique au premier, il nécessite quasiment de doubler les coûts. D'autre part, il demande une grande organisation des soins et une grande planification. Comme cela est évoqué sur la figure 71, le travail alternatif est plus simple avec l'emploi de deux assistantes. En effet la charge de travail supplémentaire impliquée par ce système, notamment avec le travail partagé en deux localisations différentes, est difficilement absorbable par une seule assistante, au risque de représenter un facteur de RPS important.

Le praticien lui même peut être tenté d'enchaîner continuellement les rendez-vous sans temps de pause, il faut donc prendre garde à instaurer des temps de pause directement dans l'emploi du temps afin de limiter les facteurs de risques de TMS et de RPS comme nous l'avons développé en 4.2.3.

Figure 71 : Emploi du temps des différents membres de l'équipe de soin lors du travail alternatif sur deux fauteuils, d'après Vermeulen, 2011.



4.2.5 Conclusion.

Les solutions organisationnelles sont nombreuses et variées, nous n'avons présenté ici qu'une petite partie des possibilités mais en sélectionnant des solutions marquantes et efficaces.

Les maîtres mots sont préparation, standardisation des protocoles et planification. C'est en mettant en place tous ces éléments et en prévoyant l'inattendu que l'on pourra le gérer au mieux avec un minimum de stress.

Dans tous les cas une bonne organisation permet de mieux gérer la charge de travail et ainsi de limiter les contraintes psychosociales. Elle permet également dans une mesure plus restreinte de limiter également le risque de survenue de TMS.

4.3 Les solutions architecturales.

Les solutions architecturales ne sont pas toujours évidentes à mettre en œuvre. Si la construction complète d'un local destiné à recevoir un cabinet dentaire permet de s'affranchir de nombreuses contraintes, un très grand nombre de cabinets dentaires sont réalisés dans des locaux déjà existants. Outre des contraintes d'espace, de taille et de disposition des pièces, il faut également prendre en compte que les aménagements électriques ou d'évacuation d'eau peuvent aussi contraindre la disposition du futur cabinet dentaire. Il en va de même avec un cabinet dentaire existant dont le propriétaire souhaiterait réaliser un réaménagement. Les différentes propositions architecturales que nous allons présenter ne tiennent, pour les plus abouties, pas compte de telles contraintes en proposant une disposition idéale.

4.3.1 Le modèle organisationnel de Kilpatrick.

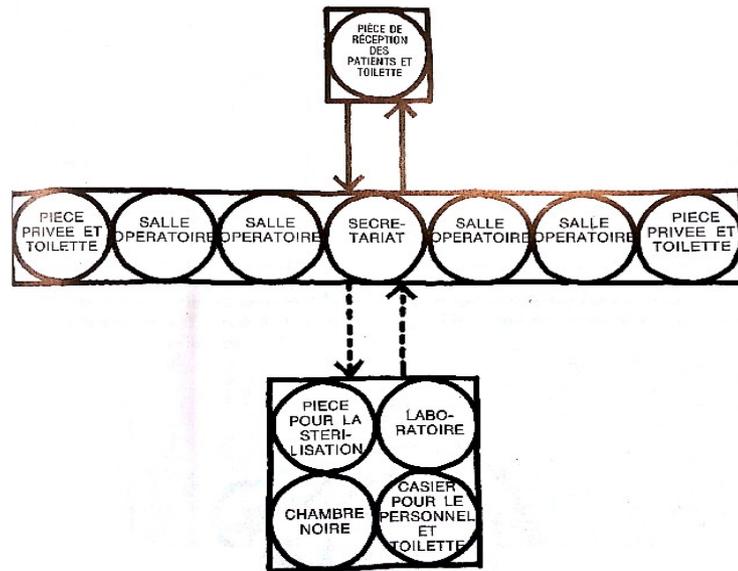
Comme nous l'avons déjà évoqué précédemment, Kilpatrick a rédigé un ouvrage de référence dans les années 70 intitulé : « Simplification du travail dans la pratique dentaire ». Ce dernier présentait sa vision globale du cabinet dentaire moderne de l'époque. Parmi les nombreux sujets évoqués, on trouvait celui de l'organisation architecturale du cabinet dentaire.

Le concept architectural de Kilpatrick est basé sur deux points primordiaux :

- Le premier est la contiguïté nécessaire entre certaines zones du cabinet dentaire. Par exemple l'entrée des patients doit être à proximité de l'accueil et de la salle d'attente. L'accueil doit être la première chose que le patient doit voir en entrant, et il doit une fois son arrivée annoncée pouvoir accéder à la zone d'attente qui doit être proche des sanitaires réservés au patients. Ainsi les patients peuvent en toute commodité être pris en charge par l'équipe de soin et rester à proximité du secrétariat et des pièces leur étant consacrées jusqu'à leur prise en charge par les personnels de soin. L'auteur a donc élaboré de nombreux schémas présentant les liens entre les différentes salles du cabinet.
- Le second est la mise en avant des déplacements dans le cabinet. En effet dans le cadre de la réalisation d'un plan de cabinet idéal, Kilpatrick a étudié les déplacements tant du côté de l'équipe de soin que du côté des patients. Ses plans présentent une disposition permettant des déplacements réduits à leur minimum nécessaire et les plus cohérents possibles afin d'éviter des interférences entre les déplacements de tous les acteurs.

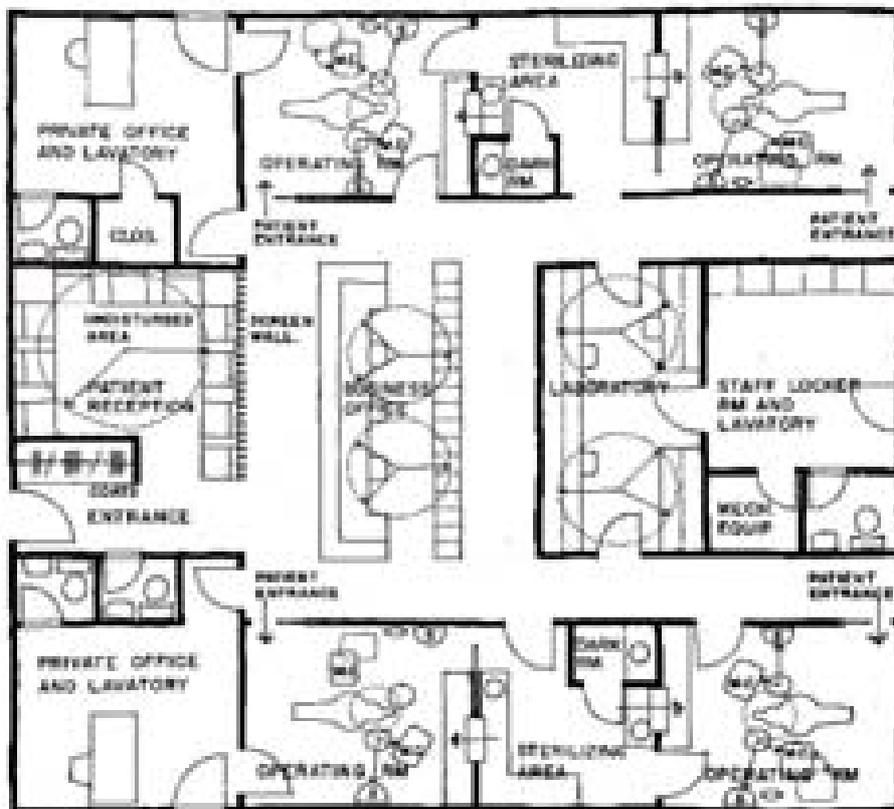
Le schéma suivant (Figure 72) présente les différents éléments du cabinet dentaire représentés de façon schématique et regroupés en fonction de leur nécessaire contiguïté, ainsi que les déplacements des acteurs, figurés par un trait continu pour les patients et par des pointillés pour les membres de l'équipe de soin.

Figure 72 : Relations de disposition des éléments et déplacements des différents acteurs, d'après Kilpatrick, 1972.



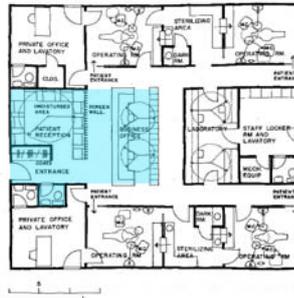
D'après schéma, l'auteur a ensuite élaboré des plans de cabinet mettant en œuvre tous les principes qu'il avait édictés. Nous allons étudier les caractéristiques de l'un d'entre eux : un cabinet de deux praticiens (Figure 73).

Figure 73 : Plan d'un cabinet pour deux praticiens suivant les principes de disposition et de mobilité, d'après Kilpatrick, 1972.



Nous allons diviser le plan en trois zones : l'accueil, les salles opératoires, les salles à destination du personnel.

- L'accueil se trouve directement en face de l'entrée. Il permet une prise en charge directe par le secrétariat des patients arrivant. Cette disposition permet également de diriger implicitement le patient qui ne doit donc pas chercher son chemin. La marche à suivre est donc claire et simple. Une fois son arrivée prise en compte, le patient peut ensuite accéder à une zone qui est dédiée à l'attente. Elle est constituée d'une salle partiellement délimitée équipée de sièges et de passe temps comme des revues ou des fiches ou posters informatifs, d'un porte-manteau ainsi que de sanitaires facilement accessibles et visibles depuis la salle d'attente. La proximité entre cette zone et l'accueil est nécessaire car elle permet au patient de s'adresser au secrétariat en cas de question, ou à ce dernier d'apporter des informations aux patients durant leur attente.



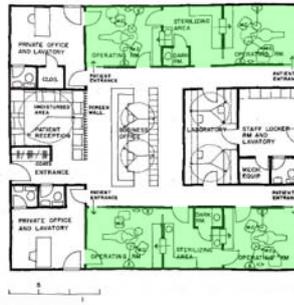
- La salle de soin est la zone la plus congestionnée du cabinet dentaire. Elle doit donc être particulièrement bien gérée notamment sur le plan des déplacements des différents acteurs qui s'y retrouvent.

On trouve sur ce plan quatre salles opératoires pour deux praticiens. Ceci est dû à la mise en place d'un travail en alternance sur l'un et l'autre poste pour chaque praticien. En effet en fin de soin, le praticien va pouvoir immédiatement prendre en charge un second patient dans l'autre salle sans devoir attendre le nettoyage de la salle qu'il vient d'utiliser. Ce système nécessite coordination et planification afin de passer efficacement d'une salle à l'autre. L'assistante devra préparer les instruments nécessaires au soin suivant dans l'autre salle, par exemple en y mettant le plateau pré-préparé correspondant, pendant que le praticien termine le premier soin. Ensuite, le temps nécessaire à faire venir le patient suivant dans l'autre salle et à installer ce dernier sur le second fauteuil, sera mis à profit du nettoyage et de la décontamination du premier fauteuil. Le praticien va donc travailler alternativement sur les deux postes permettant ainsi un enchaînement plus efficace de ses phases de travail.

La disposition dans les salles de soin est également spécifique. En effet dans l'optique de ne pas croiser les déplacements des différents acteurs, chaque salle de soin dispose de deux accès. Le premier donnant sur le hall principal permet l'entrée du patient, le second donne sur la salle de stérilisation et de stockage des instruments. Les deux salles de soin sont donc disposées symétriquement par rapport à cette salle de décontamination afin de mutualiser cette dernière. On trouve ainsi une salle de stérilisation par praticien, donc reliée à deux salles de soin. Un passe-plat permet de transférer les instruments entre chaque salle de soin et la salle de stérilisation qui lui est attribuée.

La disposition de la salle de soin est également étudiée pour que les trajets n'interfèrent pas entre-eux. Le patient entre donc face au pied du fauteuil et peut donc s'y installer sans avoir à croiser les déplacements des opérateurs. À l'inverse, l'assistante apportera les instruments par l'entrée située à la tête du fauteuil. Ils seront ensuite utilisés dans une zone de travail située au dessus de la tête et du tronc du patient, identique à la zone de transfert évoquée en 4.2.4.1 pour le travail à quatre mains. La salle de soin est également pourvue de deux éviers (notés avec un S sur le plan) de chaque côté du fauteuil afin que le praticien et son assistante aient chacun le leur.

Grâce à ces dispositions, les différents trajets et déplacements ne s'entre-croisent pas, ils sont donc plus logiques et limités à leur minimum nécessaire.



- Les autres salles sont, soit des salles de travail, comme le laboratoire ou les bureaux des praticiens, soit des salles de commodités à destination des opérateurs. Le laboratoire est une pièce réservée à la réalisation de tâches sans le patient (polissage des prothèses, coulée des modèles...), au stockage et à la préparation de certains matériaux. Il est disposé entre les deux unités de soin, avec un accès en direction de chacune d'elles. Ceci permet un accès direct depuis la salle de stérilisation. Les trajets du personnel de soin ne croisent pas ceux du patient, et l'on peut passer de la salle de soin au laboratoire sans passer par l'accès réservé au patient, via la salle de stérilisation. Les trajets « patient » et « équipe de soin » sont donc bien délimités et dissociés l'un de l'autre.

À l'arrière du laboratoire se trouvent les vestiaires, ainsi que les sanitaires réservés au personnel. L'accès à cette zone depuis l'extérieur se fait depuis une entrée différente de celle des patients. Ceci permet une nouvelle fois de dissocier les déplacements et permet une approche plus professionnelle.

À l'extrémité de chaque unité de soin, on trouve un bureau. Ces salles de travail permettant la communication avec le patient, ou le travail administratif, communiquent avec le hall principal, afin de recevoir un patient directement depuis la salle d'attente, mais également avec la salle de soin adjacente afin de recevoir le patient après le soin. Une issue donnant sur l'extérieur, permet au praticien d'avoir un accès direct à son bureau et au cabinet sans passer par l'entrée réservée aux patients.



Les plans de Kilpatrick sont donc très intéressants et parfaitement étudiés. Ils permettent la mise en place d'un fonctionnement cohérent avec une bonne gestion des déplacements dans le cabinet. Dans le même ouvrage, l'auteur présente de nombreux plans de cabinets de tailles variables, permettant le travail d'une équipe de soin bien plus imposante que celui que nous venons d'étudier.

4.3.2 Les modèles actuels.

Les modèles plus récents prennent en compte des considérations semblables à celle de Kilpatrick. En effet, d'après Binhas et coll. (2011), il existe cinq considérations principales qui doivent régir l'organisation architecturale du cabinet dentaire :

- Les besoins de l'équipe de soin.
- Les déplacements de l'équipe de soin.
- Les zones de travail ou pièces à accoler.
- La taille et l'emplacement des équipements que ces zones contiennent.
- L'espace nécessaire pour l'utilisation confortable des équipements.

Le concept de travail en alternance sur deux fauteuils est également toujours d'actualité et recommandé par les auteurs spécialisés dans l'organisation (Binhas et coll., 2011 ; Vermeulen, 2011).

Si les considérations sont donc semblables, elles ont cependant évolué dans leur mise en pratique. Il est par exemple intéressant de noter que Kilpatrick (1972) considérait que la taille standard d'une pièce de soin était de 2,40 mètres par 3 mètres. Ces mesures peuvent aujourd'hui paraître peu importantes. De plus, la législation n'était pas prise en compte par les modèles de Kilpatrick pour deux raisons: la différence de pays et donc de législation en vigueur et les évolutions techniques du matériel.

Ces préceptes sont donc aujourd'hui complétés par des points de réglementation et de législation propres à chaque pays.

En France, on trouve de nombreuses lois régissant la disposition d'un bâtiment destiné à recevoir du public. Un cabinet dentaire est à ce titre un Établissement Recevant du Public (ERP) de type U, c'est-à-dire un établissement de soins sans hébergement de 5^{ème} catégorie pouvant recevoir moins de 100 personnes (d'après le site de l'Ordre National des Chirurgiens Dentistes mise à jour du 8 janvier 2013).

Parmi les nombreuses obligations, l'article 41 de la loi 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances définit les caractéristiques des ERP concernant l'accessibilité des personnes porteuses de handicap. Elles concernent l'accessibilité du bâtiment avec, par exemple, la mise en place de rampe en cas de présence d'escalier, la taille de l'ascenseur s'il y en a un, la largeur des portes qui doit permettre le passage d'un fauteuil, ou encore les zones de dégagement permettant l'évolution d'un fauteuil roulant dans les locaux. D'autres points sont également abordés pour l'utilisation des équipements et des prestations normales proposées par le cabinet dentaire, le repérage (notamment pour les personnes porteuses de handicap visuel ou auditif) et la communication. Toutes ces normes doivent être mises en application au 1^{er} janvier 2015. Il va de soit que ces dernières sont encore très partiellement mises en place et que leur mise en pratique représente un coût parfois très élevé ou même une impossibilité structurelle du bâtiment (notamment avec les vieux immeubles urbains) qui posent de nombreux problèmes.

Les normes de radioprotection sont également à prendre en compte. Elles régissent l'accès, l'affichage ainsi que la protection des zones où sont présents les appareillages radiographiques (principalement le tube radiogène classique et l'orthopantomogramme pour nos cabinets dentaires).

Il existe également de nombreuses autres normes telles les normes anti-incendie ou encore d'évacuation des locaux, des normes sur les équipements, les systèmes électriques...

Aujourd'hui la construction ou la réfection d'un cabinet dentaire sont extrêmement complexes car, outre l'organisation interne des locaux, les normes très nombreuses dont nous venons d'évoquer une simple partie sont compliquées et parfois difficiles à interpréter. Il est donc indispensable de bien s'entourer lorsque de tels travaux sont envisagés. Un architecte peut apporter son expertise nécessaire pour les normes classiques, mais les spécifications particulières aux établissements de santé doivent également être prises en compte. D'autre part, il est intéressant d'intégrer dans l'équipe de conception un ergonomiste qui peut apporter son expertise concernant l'utilisation des locaux, les déplacements, ou encore l'aménagement des postes de travail.

4.3.3 Autres données à prendre en compte.

Certaines caractéristiques de l'aménagement intérieur peuvent être des éléments de prévention des risques que nous avons évoqué dans la partie 3. En effet, les risques visuels et auditifs peuvent être limités par l'adoption de règles simples.

- Solutions de prévention du risque optique :

- Outre l'étude et l'aménagement des systèmes d'éclairage qui doivent préférentiellement être délégués à un professionnel, une partie de l'éclairage ambiant est d'origine naturelle.

La lumière extérieure nécessaire et synonyme d'ambiance souvent plus plaisante que la lumière artificielle, doit également être prise en compte et gérée spécifiquement. La disposition des différents éléments que sont le fauteuil de soin, le bureau ou encore l'écran d'ordinateur doivent également prendre en compte la position de fenêtres. En effet une ouverture vers l'extérieur peut devenir une entrave au bon déroulement de la journée de travail.

Si le soleil entre de façon directe dans la pièce venant éclairer les abords du fauteuil, ou même pire encore le champ opératoire, sa lumière va créer une modification de l'éclairage. Le contraste va donc être plus important avec les zones adjacentes, ce qui va augmenter l'effet d'éblouissement. D'autre part, cela peut également fausser la vision des couleurs, notamment avec la lumière rasante du soleil en fin de journée.

Enfin, si la fenêtre donne sur l'écran de l'ordinateur, cela peut engendrer des reflets qui gênent la vision. À l'inverse, si la fenêtre est située derrière l'écran, en cas de luminosité extérieure importante, l'augmentation du contraste entre le pourtour et l'écran induit des difficultés visuelles et une fatigue importante.

Il est donc très important de penser à l'orientation des différents éléments par rapport à la lumière incidente naturelle. Il est également intéressant de munir les fenêtres de stores obturants permettant de gérer la luminosité extérieure.

- Sur le plan de la décoration intérieure, il est important de choisir les revêtements de sol, murs et plafond, ainsi que les plans de travail en fonction de leur facteur de réflexion. Comme nous l'avons vu en 3.3.4.3, chaque élément, mur, sol, plafond ou plan de travail doit respecter un facteur de réflexion maximum.

Que ce soit à cause du type de couleur (voir 3.3.4.1) ou de la nature de la surface, un revêtement ayant un facteur de réflexion important va avoir tendance à éblouir le personnel du cabinet dentaire, augmentant de fait la fatigue visuelle.

La mise en œuvre de ces éléments de prévention permet de réduire le risque de fatigue oculaire, et ainsi de limiter la fatigue générale au quotidien et la perte d'acuité visuelle sur le long terme.

- Solutions de prévention du risque auditif :

La gestion du bruit au cabinet dentaire revêt deux aspects principaux. Une limitation des bruits venant de l'extérieur, et une limitation des nuisances sonores intérieures au cabinet.

- Du point de vue du bruit extérieur, un cabinet situé dans une zone urbaine et bruyante n'a pas les mêmes besoins qu'un cabinet rural. Le principal levier d'action sur l'insonorisation du bâtiment va se situer au niveau des fenêtres. Il est indispensable de disposer d' huisserie à double vitrage au minimum. Il existe à présent des systèmes à triple vitrage présentant des caractéristiques supérieures tant en terme d'isolation thermique que sonore.

Il est également intéressant d'équiper le cabinet d'une climatisation dispensant d'ouvrir les fenêtres lorsque la température extérieure est élevée, ce qui permet de conserver les propriétés insonorisantes des huisseries.

- Pour les nuisances sonores internes, comme nous l'avons vu en 3.4, elles sont nombreuses et variées. Le cabinet peut donc être équipé de panneaux muraux ou disposés au plafond qui absorbent une partie des ondes sonores. D'autre part, selon la nature des matériaux de revêtement utilisés on notera une différence de réverbération des sons.

Il est intéressant de limiter ce phénomène de réverbération des sons, ce qui permet de diminuer le niveau sonore de la pièce de soin et donc de limiter le risque auditif pour les personnes travaillant dans cette dernière.

On peut également en cas de disposition d'un moteur ou d'une pompe dans la salle de soin placer un caisson absorbant autour du moteur. Ce type de caisson permet d'absorber une partie importante de la production sonore de l'appareil.

Si l'insonorisation des salles de soin est un moyen efficace de diminuer les nuisances sonores, il faut faire attention cependant à ne pas transformer la pièce de travail en une pièce « sourde » qui crée une ambiance anxieuse et médicalisée (Binhas et coll., 2011).

4.3.4 Conclusion.

Les aménagements architecturaux ont plusieurs objectifs : la mise aux normes des locaux, l'organisation des flux de déplacement lors du travail, la prise en compte des besoins de chaque utilisateur de la structure qu'il soit patient ou soignant ou encore la réduction des risques physiques.

Il est important de voir que la démarche de création ou d'amélioration d'un cabinet dentaire est globale. C'est pourquoi il est indispensable de mettre en place une équipe interprofessionnelle, avec architectes, professionnels de santé, ergonomes, professionnels de l'éclairage et autres spécialités afin de mettre en place un outil de travail le plus abouti, efficace et fonctionnel possible.

4.4 Position de travail, mouvements et activité physique.

4.4.1 Quelle position de travail adopter ?

Les postures de travail sont dépendantes de nombreux facteurs, qu'ils soient matériels, relatifs à la tâche ou au positionnement. Nous allons donc rappeler dans un premier temps la posture idéale de travail assis, puis nous verrons les latitudes de réglage qui permettent d'ajuster les différents éléments afin de conserver cette position au maximum.

4.4.1.1 Être bien assis.

Comme nous avons vu dans les parties précédentes, la position de référence actuelle est une position de travail assise.

Cette dernière est caractérisée par une station assise, dos droit et épaules basses, les bras le long du corps en abduction maximale de 20° avant bras légèrement projetés vers le haut et l'avant. La tête sera inclinée vers l'avant avec une amplitude maximale de 20°. L'assise du siège devra être inclinée vers le bas et l'avant entre 5 et 10° afin de permettre une posture avec un angle de Keegan ouvert aux alentours de 120°. Les pieds devront reposer à plat sur le sol.

Cette position idéale se rapporte seulement au positionnement du praticien sur son siège. Il est cependant important de définir également des règles de bonne pratique concernant l'évolution du praticien autour du fauteuil du patient.

4.4.1.2 La position horaire de travail.

La position du praticien par rapport au fauteuil de soin est en effet variable selon le secteur de la cavité buccale sur lequel le praticien doit travailler. Il est nécessaire de modifier sa position afin d'avoir un accès tant visuel que physique optimal.

Dans un souci de clarté, les positions du siège du praticien et de son assistante seront ici énoncées en position horaire. Comme dans la partie 4.1.1.2, un cadran horaire virtuel est projeté au sol, centré sur le pied du fauteuil de soin, la tête du patient en direction de 12 heures et ses pieds en direction de 6 heures. Un travail à 12 heures exprimera donc que le praticien travaille en arrière de la tête du patient dans l'axe du fauteuil de soin. Le travail à 9 heures et celui à 6 heures représentent respectivement une position sur les flancs gauche et droit du fauteuil de soin en vue d'avion.

La variation entre ces différentes positions permet de modifier l'angle de vision de la bouche du patient. Par exemple, le travail à 12 heures permet une vision directe du bloc incisivo-canin mandibulaire et des prémolaires mandibulaires. Il permet également une vision directe des faces vestibulaires des incisives maxillaires. Cette position sera donc favorisée pour le travail sur ces zones en vision directe.

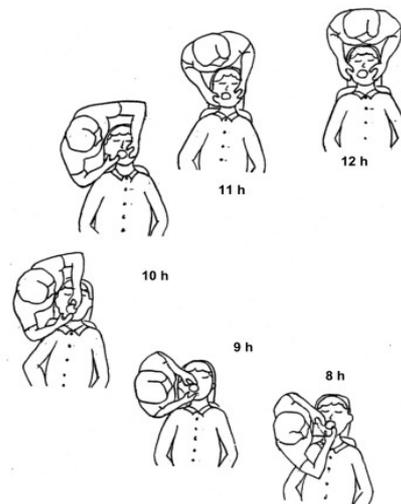
Le travail à 11 heures permet d'avoir un accès plus facile en vision directe sur les dents postérieures mandibulaires. Il est cependant plus tentant dans cette position de s'incliner vers l'avant et d'effectuer une rotation du tronc pour avoir un accès en vision directe aux dents mandibulaires.

Le travail entre 10 et 9 heures permet d'avoir un accès plus facile aux dents maxillaires. Cependant ces positions incitent grandement à une inclinaison latérale du tronc et à une rotation de la tête pour avoir un accès direct à la bouche du patient, comme le montrait la figure 24. Cette position totalement déséquilibrée est particulièrement délétère et à risque de survenue de TMS du dos et du cou.

La position de travail à 9 heures permet cependant d'effectuer un travail à quatre mains de la façon la plus évidente. En effet le praticien se trouve à 9 heures et l'assistante à 3 heures. Leurs jambes se trouvant sous le dossier du fauteuil du patient, il est préférable d'intercaler les jambes des deux opérateurs en glissant l'une des deux jambes entre celle de l'autre opérateur. Dans les autres positions horaires, cette disposition est plus complexe à mettre en place rendant le travail avec assistante moins confortable.

Ces modifications de la position de travail changent également la position des membres supérieurs. En effet, afin de porter les mains au dessus de la tête du patient et de son tronc, les coudes doivent être relevés dans certaines positions horaires. Comme le montre la figure 74, si le travail à 12 et 9 heures permettent de conserver les bras le long du corps, entre 10 et 11 heures et à 8 heures, il sera nécessaire de mettre les bras en abduction. La position horaire influe donc également sur la posture des membres supérieurs. Il sera ainsi plus favorable de travailler au maximum entre 12 et 11 heures afin de conserver une posture ergonomique. Ces choix nécessitent cependant l'adoption de la vision indirecte pour un grande partie du travail sur les dents maxillaires.

Figure 74 : Position des coudes en abduction en fonction du travail horaire, d'après Proteau, 1997.



Enfin, il est important de garder une distance la plus importante possible entre la tête du praticien et les instruments les plus bruyants, tels l'aspiration ou les instruments dynamiques. Le maintien du dos droit permet de garder une distance confortable et nécessaire afin de limiter l'impact négatif des bruits de fonctionnement sur l'oreille des opérateurs.

4.4.1.3 La position du patient.

La seconde latitude de réglage de la position de travail, après la position horaire du siège, est le réglage de la position du patient.

On utilisera pour cela les possibilités de réglage du fauteuil de soin. Le dossier sera penché vers l'arrière lors des soins, mais son inclinaison sera variable en fonction de la zone où doivent être effectués les soins.

Le dossier du fauteuil devra être disposé proche de l'horizontale pour un travail à la mandibule et à l'horizontale voir légèrement incliné en direction du sol pour un travail concernant le maxillaire (Figure 75). Ces positions permettent d'orienter l'ouverture de bouche du patient vers le haut et ainsi de maximiser l'accès en vision directe aux dents concernées.

Figure 75 : Angulation de l'ouverture buccale en fonction de la position du dossier du fauteuil, d'après une adaptation de Wilkins 1991 dans Le Beau et coll., 2007.



Il est également important de gérer la hauteur du fauteuil afin de pouvoir compenser l'inclinaison importante du dossier par une élévation de la hauteur du fauteuil. Ainsi la tête du patient sera toujours à une distance confortable, sur le plan visuel, de la tête du praticien. Plus le dossier du fauteuil de soin sera incliné, plus il faudra élever la totalité du fauteuil.

Les réglages de l'inclinaison du dossier pourront être complétés et affinés par le réglage de la tête. Cette dernière lorsque son inclinaison antéro-postérieure est réglable pourra accompagner les mouvements de la tête du patient afin de les conformer à l'angle de vision du praticien.

Ainsi une tête inclinée vers le bas et le haut du fauteuil, avec sa partie inférieure relevée, va permettre un soutien de la nuque du patient lorsque ce dernier va la placer en extension, le menton vers le ciel, pour des soins au maxillaire par exemple. Le maintien de cette extension sera donc beaucoup plus confortable pour le patient tout au long du soin.

À l'inverse, la tête du patient peut être disposée en flexion, menton vers la poitrine, pour des soins à la mandibule, notamment sur les faces linguales des incisives mandibulaires. Pour soutenir cette position, la partie inférieure de la tête devra être disposée vers le bas (Figure 76).

On pourra également disposer la tête du patient en l'inclinant latéralement à droite ou à gauche afin d'orienter au mieux son ouverture buccale, toujours dans le but de favoriser la vision directe et le confort de travail du praticien.

Figure 76 : Tête dans différentes positions, allant d'une position axiale basse avec la tête en flexion à une position inclinée et partie inférieure de la tête relevée avec le tête en extension, d'après la brochure commerciale du modèle « pacific chir » du fabricant Airel®.



4.4.1.4 Conclusion.

Nous venons donc de voir les différents éléments de réglage et de choix de positionnement qui peuvent être adoptés par le praticien afin de respecter au mieux sa position de travail.

Il faut donc essayer au maximum de travailler à la tête du patient et de bien régler les différents éléments en fonction de la zone de travail et de la morphologie du patient et du praticien.

Toutes les latitudes d'ajustement des fauteuils modernes permettent d'adapter la situation de travail à une posture efficace et protectrice, plutôt que d'ajuster à tort sa position en fonction de la situation de travail.

4.4.2 Mouvements et préparation au travail.

4.4.2.1 La position statique.

Comme nous l'avons vu dans les parties précédentes, le travail du chirurgien dentiste nécessite un travail prolongé dans une position relativement statique.

En respectant les préceptes ergonomiques de la position de travail, on pourrait penser qu'une minimisation des mouvements permet de limiter les risque de TMS. Si la position de travail assise que nous avons développée précédemment permet de limiter les tensions musculaires et les amplitudes articulaires extrêmes, afin de garantir un travail en position assise prolongée la moins délétère possible, il faut cependant garder à l'esprit que le fait de travailler dans une position statique est lui seul un facteur de risque biomécanique d'apparition de TMS comme nous l'avons vu en 3.1.2.1 (Luttman et coll., 2004 ; Pomian et coll., 2008).

L'exercice de notre profession nécessite une posture statique lors du travail au fauteuil. Il existe cependant plusieurs moyens permettant de contourner l'immobilité dans le travail :

- Il est possible, lors du travail au fauteuil, de réaliser des micro-pauses par exemple entre deux phases de travail, ou lors d'une phase d'attente. Par exemple l'application d'un

système de collage avec adhésif de type mordançage-rincage : lors de la phase de mordançage, après dépose du produit, il est nécessaire d'attendre que ce dernier agisse. Les quelques secondes d'inactivité peuvent aisément être mises à profit afin de réaliser des exercices de détente et de relaxation, sans quitter son poste de travail. On pourra ainsi étirer son dos, relâcher ses épaules, étirer sa nuque, ou tout simplement changer de position afin de rompre l'immobilité (Gupta, 2011).

Ce type de micro-pause est facilement et naturellement mis en place lors des phases de travail. Il est cependant préférable d'essayer de les systématiser afin de relâcher un maximum des tensions musculaires qui sont inhérentes à une posture maintenue. Ainsi Le Beau et coll. (2007) recommandent des micro-pauses d'une durée de 5 secondes pendant lesquelles le praticien devra exécuter deux roulements des épaules vers l'arrière, un redressement de la tête en basculant le dos en arrière et un relâchement des bras. Cette pause segmente les phases de contraction musculaire permettant notamment de rétablir une bonne circulation de sang dans les muscles qui était partiellement obstruée par la contraction.

- Il est important également de varier les différents types de séances au cours d'une journée. Un travail plus répétitif accentuera également la maintien d'une posture identique. Alternier les séances de travail longues et courtes, ou encore les phases de travail au bureau pour apporter des informations aux patients concernant leur traitement, se lever pour raccompagner son patient, changer de lieu de travail... toutes ces possibilités permettent de rompre avec une certaine monotonie au travail et plus important impliquent des positions de travail variables au cours de la journée. Ce principe de prévention permet de limiter les longues phases de travail dans la même posture.
- De nombreux praticiens alternent également leur posture de travail avec notamment un travail partiel debout. D'après Ginisty (2012), si la station assise est privilégiée par 92% des praticiens, 73% d'entre eux pratiquent également le travail en station debout pour une à deux heures par jour. Cette variation étant pour 67% des cas corrélée à la nature de l'acte pratiqué, la position debout étant notamment privilégiée pour des actes de prothèse (empreintes) et de chirurgie (Gupta, 2011).

Comme nous venons de le voir, s'il est important de garder une position ergonomique lors des phases de travail assis, il est au moins aussi important de changer de position et de bouger tout au long de la journée. N'oublions pas ce qu'écrivait Montaigne : « notre vie n'est que mouvement »!

4.4.2.2 Le stretching et l'échauffement.

Les longues séances de travail sont particulièrement exigeantes sur le plan musculaire. C'est pourquoi il existe différents moyens de prévention permettant de limiter leur impact. Parmi ces moyens on trouve dans un premier temps les échauffements avant le début du travail et dans un second temps le stretching pendant le travail. Nous traiterons également le sujet du renforcement musculaire en dernier point.

- Les échauffements :
Le but de l'échauffement est de mettre les muscles en activité courte suivie d'une phase de relâchement afin d'augmenter la température interne de ce dernier. Un muscle bien préparé sera plus apte à effectuer des exercices répétés ou prolongés tout au long de la

journee. Ces phases d'échauffement peuvent être effectuées avant chaque période de travail. Elles consistent principalement à échauffer les membres supérieurs, le dos et les mains. Le Beau et coll. (2007) préconisent un échauffement par des rotations des épaules vers l'avant et vers l'arrière par cycle de cinq fois, et des rotations des bras en faisant de grands cercles vers l'avant et l'arrière par cycle de cinq fois. Kolber (1998) préconise également des mouvements de flexion/extension des doigts à vide afin de favoriser la lubrification des tendons par le liquide synovial, permettant de minimiser l'irritation lors des mouvements et réduisant de fait le risque d'inflammation desdits tendons. Cet auteur conseille d'autre part des étirements de courte durée (moins de 30 secondes) des avant-bras avant de démarrer le travail afin de préparer les muscles fléchisseurs et extenseurs du poignet à réaliser des contractions plus efficaces.

- Le stretching :

Anglicisme définissant des étirements, le stretching est une pratique douce basée sur des étirements de courte durée permettant l'assouplissement des muscles et la diminution ou la prévention des algies musculaires.

Les étirements doivent être lents, progressifs jusqu'au maximum et toujours faits sans augmenter ni provoquer de douleur (Meyer et coll., 2004).

Les exercices sont également corrélés à la respiration. Les positions progressivement atteintes sont maintenues pendant un certain nombre de cycles respiratoires.

Nous allons ici présenter trois types d'exercices d'après différents auteurs, permettant d'effectuer des étirements du dos et des membres supérieurs.

Le Beau et coll. (2007) recommandent les séquences d'exercice suivantes :

- Rouler lentement les épaules vers l'arrière 3X
- Laisser tomber les bras
- Rouler lentement les épaules vers l'avant 3X
- Laisser tomber les bras
- Tourner lentement la tête de chaque côté 3X
- Rentrer le menton et étirer la tête vers le haut une seconde et relâcher.

Cette séquence a une durée estimée d'une minute et est recommandée entre chaque patient. Elle est également complétée par un exercice de correction des courbes du rachis. En effet avec la fatigue, les courbes ont tendance à s'accroître en se tassant. Il est ainsi possible de redresser ces courbures en plaquant son dos contre un mur, le menton contre la poitrine, pendant un minimum de 4 à 5 cycles respiratoires profonds. Cet exercice de redressement est recommandé à la suite de séances longues et exigeantes sur le plan de la posture.

Gupta (2011) recommande une séquence de trois exercices réalisables avec les gants et en partie assis sur le siège d'opérateur :

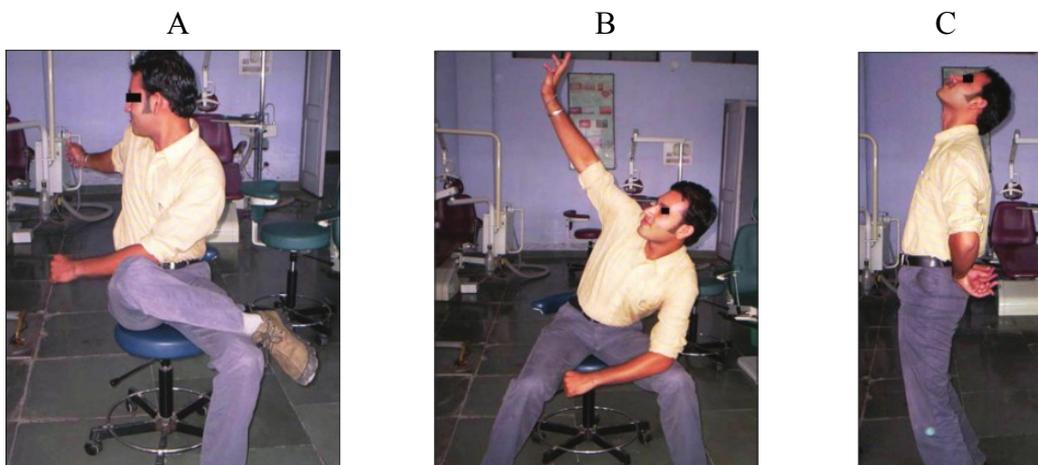
- Se « détordre » : les jambes sont disposées en trépied. Penché sur le côté gauche, il faut reposer le coude gauche sur le genou gauche. Dans cette position il faut ensuite étirer le bras droit au dessus de la tête en portant également le regard dans cette direction. La posture d'étirement est à maintenir pendant 2 à 4 cycles respiratoires et à répéter (Figure 77 A).

- La rotation du tronc : assis droit, il faut croiser la jambe droite avec la gauche en posant la cheville sur le genou opposé. Placer l'avant bras gauche sur la cuisse droite en

tournant le tronc sur la droite. La position est à maintenir 2 à 4 cycles respiratoires et à répéter (Figure 77 B).

- L'inversion : déposer les poignets sur les reins et se pencher doucement vers l'arrière sans trop mettre la tête en extension. La position est à maintenir 2 à 4 cycles respiratoires (Figure 77 C).

Figure 77 : Différentes positions d'étirement proposées par Gupta, 2011.



Meyer et coll. (1993) préconisent des exercices réalisables au domicile en fin de journée afin de détendre les muscles du dos, principalement au niveau lombaire et de « retendre » la lordose lombaire affaissée au cours de la journée.

Ces exercices sont réalisés sur le sol (Figure 78). Le premier est un exercice passif qui consiste à s'allonger les jambes surélevées et à plaquer le rachis lombaire sur le sol. La position est à maintenir pendant plusieurs cycles respiratoires. Le second est un exercice actif qui consiste une fois couché sur le dos à ensermer ses genoux avec les bras en les tirant vers la poitrine. Le mouvement va arrondir le dos et étendre la lordose lombaire. Il peut être réalisé en tenant une seule ou les deux jambes.

Figure 78 : Positions d'étirement au sol, d'après Meyer et coll., 1993.



Position de repos, lombaires maintenues à plat contre le sol, les jambes reposées sur une table basse avec les cuisses fléchies.

Exercice actif d'enserrement des genoux avec les bras en les tirant vers la poitrine. Il peut être réalisé en tenant une ou deux jambes.

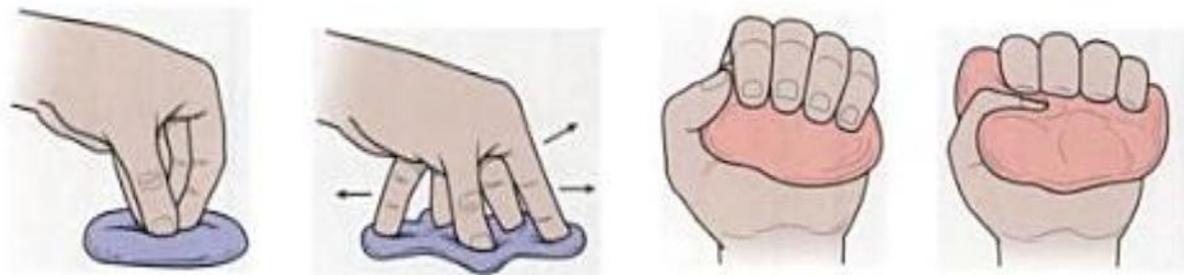


Il existe de nombreux types d'étirement qui peuvent faire partie d'une stratégie de lutte contre les algies musculaires. Ces derniers doivent être réalisés seulement en l'absence de problèmes articulaires ou algiques importants. D'une manière générale, il est recommandé de réaliser ces étirements en accord avec un professionnel de santé (kinésithérapeute, ostéopathe...). Les bénéfices de ce type d'étirement sont doubles : sur le plan de la prévention, ils permettent des contractions plus efficaces et moins à risque, sur le plan de la récupération, ils permettent de rétablir des positions articulaires favorables et en rétablissant la circulation sanguine une meilleure oxygénation et évacuation des déchets internes au muscle.

- Le renforcement musculaire :

Certains auteurs recommandent des exercices de renforcement musculaire notamment au niveau des doigts (Nield-Gehrig, 2008). Ces exercices réalisables au cabinet en utilisant du silicone putty comme élément résistant (Figure 79) permettraient un renforcement des structures tendineuses et musculaires afin d'augmenter leur seuil de résistance aux sessions de travail longues. Ces exercices sont toutefois à éviter en cas de douleurs au niveau des structures concernées.

Figure 79 : Exercices de renforcement musculaire des muscles des doigts utilisant du silicone « putty » comme accessoire résistant. D'après Nield-Gehrig, 2008.



Cependant d'autres auteurs s'opposent à ce type d'exercice qui imposent des contractions aux muscles fléchisseurs des doigts s'ajoutant aux contraintes lors des tâches du travail dentaire (Le Beau, 2007). Les risques d'apparition de TMS seraient de ce fait augmentés par de telles pratiques.

Il serait ainsi plus bénéfique de fournir suffisamment de repos et de temps de récupération aux muscles fatigués plutôt que de tenter de les renforcer par des exercices. De plus un exercice appliqué à des muscles déjà fatigués par une demande excessive au travail n'est pas recommandé (Kolber, 1998).

4.4.2.3 Conclusion.

La pratique de la chirurgie dentaire nécessite pour de nombreux actes le maintien d'une position statique délétère. En adoptant quelques stratégies d'organisation, en variant les activités et la nature des séances, en se préparant musculairement au travail et en favorisant les périodes de repos et d'étirement après les phases de travail, chaque praticien possède un panel de

moyens efficaces et simples à mettre en œuvre afin de limiter les effets délétères sur la posture du travail au fauteuil.

4.4.3 Hygiène de vie.

4.4.3.1 Pratique sportive.

Parmi les stratégies préventives efficaces contre les TMS, on trouve de nombreux points touchant à l'hygiène de vie en général et à l'activité physique en particulier. En effet l'évocation des douleurs rachidiennes est inversement proportionnelle à l'intensité de pratique sportive lorsque celle-ci est inférieure à 5 h hebdomadaires (Ginisty, 2002).

D'après Ginisty (2012), la démarche globale de prise de conscience est très importante. En effet prendre garde à sa posture lors du travail au fauteuil en la négligeant lors des activités extra-professionnelles est un non sens. La position du corps lors du sommeil ou par exemple les habitudes de levage de charge dans la vie de tous les jours sont des facteurs tout aussi importants de survenue de TMS. La démarche d'amélioration de l'hygiène de vie permet de favoriser la prise en compte de la posture dans toutes ces circonstances afin de garantir une meilleure efficacité des stratégies mises en place au cabinet.

Au premier plan des moyens d'amélioration des habitudes générales de vie, il faut évidemment citer la pratique d'une activité physique. Outre un effet physique d'augmentation des capacités de contraction et d'étirement des muscles et de mobilité des segments articulaires (Meyer et coll., 1993 ; Luttman et coll., 2004), le sport permet un effet de « déconfinement » par une sollicitation du système cardio-pulmonaire (Ginisty, 2012). Il faut également noter un effet psychologique positif de la pratique régulière d'un sport permettant de rompre la routine de travail et de consacrer une partie de son temps à son propre bien-être. Enfin cela permet de conserver un contrôle du poids de corps. Il est important de noter sur ce point qu'une augmentation de la masse corporelle a une incidence non négligeable sur la posture. En effet le surpoids amènerait un affaiblissement des muscles posturaux très sollicités dans notre pratique quotidienne (Gupta, 2011) et d'autre part, augmenterait de façon purement mécanique les contraintes articulaires notamment au niveau du rachis lombaire. À ce titre, il existerait un facteur 10 entre un kilo de poids corporel et la force générée au niveau des disques articulaires du segment lombaire. Pour 10 kg de poids supplémentaire, la colonne lombaire reçoit une force supplémentaire qui serait générée par une masse de 100 kg (Gupta, 2011). À titre informatif, 35% des dentistes britanniques interrogés étaient en surpoids (27,6%) ou obèses (7,4%) d'après Myers et Myers (2004), ce qui montre bien que ce problème est loin d'être anecdotique.

La pratique d'un sport doit se faire de façon raisonnée. Ainsi un sport à haut niveau d'intensité ou pratiqué de façon excessive peut à lui seul être un facteur d'apparition ou d'aggravation de troubles musculo-squelettiques (Woolf et Pflieger, 2003 ; Luttman et coll., 2004 ; Vital et coll., 2004 ; Chang, 2004 ; Ginisty, 2012).

Le type de sport est relativement indifférent. Il doit être plaisant pour le pratiquant et être réalisé deux à trois fois par semaines entre 20 et 30 minutes par session (Meyer et coll., 1993). Il est également important de moduler l'intensité de la séance en fonction de l'entraînement et commencer doucement si l'on sort d'une longue période d'inactivité. Les sessions doivent être précédées d'un échauffement et suivies d'une phase d'étirement et de

récupération. D'après l'enquête relative à la santé des chirurgiens dentistes faite par Ginisty (2002), si 85 % de l'ensemble des praticiens considèrent les activités physiques et sportives comme nécessaires, 50 % d'entre eux n'en pratiquent aucune par manque de temps. Parmi les 28% de pratiquants réguliers, la durée des sessions ne dépasse pas 1 à 2 heures hebdomadaires.

Comme nous venons de le voir, la pratique sportive est moyennement répandue chez les praticiens, souvent par manque de temps. En se basant sur ce type d'observation l'agence européenne pour la sécurité et la santé au travail recommande la mise en place d'une activité physique effectuée sur le lieu de travail, dans le but d'en faciliter l'assiduité (OSHA, 2008).

Ce point de vue est partagé par Ginisty (2012) qui pense qu'il faut axer l'activité physique des praticiens sur ce type de pratique. L'auteur propose un programme quotidien plus simple à suivre basé sur le plan suivant :

- 5 minutes d'échauffement matinal au démarrage (exercices d'étirement et de respiration).
- intercaler des exercices entre les patients en focalisant l'effort sur les zones les plus exposées (en fonction des différents types d'actes pratiqués). Il est ainsi possible d'intercaler entre les 15 ou 20 patients quotidiens, 10 à 15 séances d'exercice d'une durée maximale de 1 minute chacune.
- en fin de journée, au cabinet ou chez soi, réaliser à nouveau une série d'exercices ne dépassant pas 5 minutes.

En temps cumulé sur la journée, ce type de programme permet d'effectuer entre 15 et 20 minutes d'exercice, soit 90 à 120 minutes d'exercices par semaine ce qui équivaut à deux ou trois séances de sport sur une semaine. De plus ces exercices sont, contrairement à la pratique d'un sport plus classique, basés sur la compensation des tensions accumulées lors du travail sur les secteurs les plus touchés dans notre pratique quotidienne (haut et bas du dos, épaule, membres supérieurs).

D'après son étude 4,3 % des chirurgiens-dentistes pratiquent une activité physique au sein même de leur cabinet.

4.4.3.2 Suivi médical.

Il est important d'avoir un suivi médical en cas de pratique sportive importante et également en cas de pathologie. En effet, comme nous l'avons vu précédemment, certaines pathologies, comme les tendinites ou les syndromes canaux peuvent contre indiquer formellement les pratiques des exercices que nous venons d'évoquer. Au même titre que les exercices de renforcement musculaire, les exercices d'étirement et d'assouplissement sur des muscles algiques ou lésés seront non seulement inefficaces mais potentiellement délétères. Il est donc impératif de consulter en cas de douleurs ou de suspicion de pathologie musculo-squelettique et d'informer son médecin des habitudes éventuelles de pratique sportive ou de stretching.

Notre profession est également particulièrement à risque sur le plan visuel et auditif pour les raisons que nous avons évoquées respectivement en 3.3 et 3.4. C'est pourquoi il est également important de faire suivre l'état et le fonctionnement de ces deux sens. Une pathologie ou une perte prématurée d'acuité prises en charge de façon précoce auront un bien meilleur pronostic d'évolution.

Parmi les moyens à notre disposition concernant la prévention du risque auditif, notons l'existence de protection auditive individuelle. Si ces dernières sont efficaces, elles sont

cependant peu pratiques d'utilisation car sur le plan de l'hygiène, elles doivent être mises en place avant la mise des gants. Le bruit au cabinet dentaire étant inconstant, les protections auditives vont donc être en place durant tout le soin même lorsqu'elle ne sont pas nécessaires. Elle deviendront alors une entrave à la communication que ce soit avec le patient ou avec le reste de l'équipe soignante. Il est donc plus intéressant de mettre en place des stratégies de prévention concernant directement les instruments, en les choisissant les moins sonores possible et en les entretenant de façon suivie et efficace, ou concernant l'environnement de travail, avec une insonorisation efficace du cabinet dentaire.

4.4.4 Conclusion.

Nous venons donc de voir différentes stratégies de prévention et bonne pratiques qui permettent de diminuer le risque de survenue de TMS. Si ces dernières peuvent paraître fastidieuses et parfois peu compatibles avec une vie de travail très dense, il faut au contraire comprendre que c'est en prenant le temps pour ces exercices que nous pourrions favoriser une pratique saine et durable de notre profession.

4.5 Conclusion.

Les solutions d'amélioration du cabinet dentaire sont nombreuses. Il est en effet possible comme nous venons de le voir d'agir sur différents points. Le matériel du cabinet dentaire, l'organisation du travail, l'architecture et l'organisation spatiale du cabinet et les principes de position de travail.

La liste des solutions que nous venons d'évoquer est loin d'être exhaustive. Elle présente cependant quelques-unes des plus marquantes. Leur mise en place plus ou moins aisée permet de limiter les risques qu'ils soient psychosociaux ou de TMS.

Il est cependant intéressant de constater que la démarche de réduction de ces risques doit être globale et mettre en œuvre un panel de différentes solutions. L'encadrement de ces dernières par une équipe de professionnels et de conseillers est également un plus indéniable.

5. Ouverture

5. Ouverture.

Les connaissances en ergonomie des chirurgiens dentistes sont très restreintes. En effet, si les différents concepts que nous avons évoqués peuvent sembler familiers, il est cependant important de constater que ces derniers ne sont souvent que partiellement appliqués.

Les exemples sont nombreux. Combien de praticiens prétendent pratiquer cette technique sans réellement utiliser le transfert des instruments tels que nous l'avons évoqué ? Combien de praticiens possèdent des équipements (siège, fauteuil, instruments...) dont ils ne connaissent pas les principes d'utilisation ou de réglage ?

Les praticiens ont de plus une certaine conscience de ces lacunes puisque 76,5 % d'entre eux disent n'avoir jamais reçu aucune formation initiale dans le domaine de la prévention des rachialgies (Ginisty, 2002). De plus, les formations post-universitaires d'ergonomie sont souvent plébiscitées par des praticiens ayant déjà une certaine expérience et souvent par ceux qui ont déjà eu une mauvaise expérience notamment avec des algies ou des pathologies plus importantes.

Aujourd'hui, l'enseignement initial comporte une composante d'ergonomie dans plusieurs pays européens. Cependant cette dernière est réalisée dans les dernières années de formation. S'il est toujours intéressant d'aborder ce sujet très important, on peut se poser la question de la pertinence de le réaliser alors que les étudiants ont déjà des habitudes de travail prises en travaux pratiques et en clinique. Il serait peut être judicieux de compléter la formation par l'établissement de cours dès les phases de travaux pratiques afin que les habitudes de position de travail notamment soient prises dès les premiers instants, car rien n'est plus difficile à changer qu'une habitude prise dès le début de l'activité !

Il existe d'autre part des formations post-universitaires qui permettent de prendre du recul sur ses habitudes de travail et de les améliorer. Ces dernières peuvent également apporter un certain nombre de solutions standard qui sont adaptées au cabinets dentaires.

Il serait cependant intéressant de faire appel à des consultants, comme des ergonomes, qui pourraient intervenir dans les cabinets dentaires afin de conseiller les praticiens et de les orienter vers diverses solutions. On peut cependant se poser la question de l'application de leurs compétences à des structures de petite taille ayant une activité de soin. D'autre part le coût d'une telle intervention peut également être un frein important à ce type de recours.

Il peut être également utile d'utiliser la vidéo pour filmer ses séquences de travail dans le cabinet dentaire. Il existe des logiciels libres sur internet, à destination des ergonomes, comme le logiciel Muskatms[®] qui permettent d'exploiter ces vidéos de soins. Ils permettent de réaliser un diagnostic et de chronométrer les différentes phases de travail. Ceci peut permettre au praticien de se rendre compte par exemple de sa position de travail qui passe souvent au second plan après l'aspect technique de l'acte.

6. Conclusion

6. Conclusion.

L'amélioration des conditions de travail dans les cabinets dentaires est une démarche ancienne. Cette dernière a cependant largement évolué au fil des ans. Dans un premier temps, c'est la notion de praticité et de technicité qui a prévalu, sans pour autant faire grand cas de la santé des opérateurs. Les améliorations portaient donc sur le matériel principalement à destination du patient.

Peu à peu les préoccupations de notre société ont cependant évolué. L'adage selon lequel le travail est synonyme de santé a été remis en cause. Si ce dernier participe à la santé, comme l'exprime la définition de la santé mentale de l'OMS, il peut tout aussi bien s'il est réalisé dans de mauvaises conditions être délétère pour celle-ci.

Cette remise en cause est venue avec le développement de l'ergonomie. Le travail a donc été de plus en plus analysé afin de mettre en lumière les points et usages délétères, pour les corriger ou les supprimer.

Ces études sur l'homme au travail ont permis de démontrer que le métier de chirurgien dentiste est sujet à de nombreux risques. Sur le plan physique, les postures de travail déséquilibrées et maintenues dans le temps sont un facteur majeur d'apparition de troubles musculo-squelettiques concernant surtout le membre supérieur ainsi que les différents segments de la colonne vertébrale. La vision et l'audition des praticiens sont également sujettes à une dégradation précoce du fait des contraintes d'éclairage et de bruit. Sur le plan psychosocial, les chirurgiens dentistes sont soumis de façon importante au stress dans leur travail. Souvent seuls face aux contraintes de gestion de la structure de travail, ils doivent également gérer leurs patients et leurs actes techniques. Cette accumulation de responsabilités peut être un vecteur de stress non négligeable.

Il est primordial mais difficile d'établir un compte-rendu de ce type de notre activité. Il faut pouvoir prendre le recul nécessaire sur son travail, c'est pourquoi il est important de disposer d'outils et de documents qui orientent le praticien sur les points sensibles de son activité. Chacun doit évaluer sa situation et cibler les facteurs de risque auxquels il est soumis afin d'entamer sa démarche d'amélioration.

Une fois ce constat établi, de nombreuses solutions existent pour corriger ou supprimer les facteurs de risques. Si certaines sont simples à mettre en œuvre, d'autres touchant par exemple à l'organisation de travail sont longues et fastidieuses à instaurer. L'aspect économique de ces solutions est également important car elles peuvent parfois se révéler onéreuses.

Il est important de considérer le cabinet dentaire comme un ensemble. Tous les éléments qui le constituent ont donc leur importance et leur impact sur la santé des travailleurs qui le fréquentent. Que ce soit sur le plan technique pour l'équipement du cabinet, sur le plan de l'organisation spatiale de ce dernier, ou encore l'organisation du travail, tous les éléments constitutifs de l'outil de travail vont influencer sur la santé des utilisateurs. Il sera donc possible d'agir sur tous ces éléments dans le but d'améliorer cet outil.

La solution idéale et universelle n'existe pas, chacun doit trouver le système qui lui convient et apprendre à l'utiliser de façon correcte.

Il serait également intéressant de mettre encore davantage l'accent lors des enseignements initiaux et des formations continues, sur l'apprentissage des règles de posture de travail et d'organisation afin d'agir dans le domaine de la prévention. Il est en effet trop courant de constater que les praticiens se tournent vers une étude de leurs conditions de travail une fois que les premiers symptômes de stress ou de pathologies sont déjà présents.

La tendance actuelle est cependant encourageante. La problématique soulevée par l'ergonomie est de plus en plus présente et les solutions qui sont apportées de plus en plus diffusées.

On peut malgré tout se poser la question suivante. Avec l'allongement de la durée de vie et en considérant également la situation économique actuelle, on peut se demander si l'allongement de la durée de travail, tant sur le plan du travail hebdomadaire que de l'âge de départ à la retraite, ne va pas être un nouveau facteur d'augmentation des risques physiques et psychosociaux. Si cet état de fait rend encore plus évident la nécessité de mettre en place des stratégies de limitation des risques, on peut tout de même craindre la persistance des pathologies du fait de l'augmentation continue des contraintes tant physiques que psychosociales.

Références

1. ADELSON EH. Lightness Perception and Lightness Illusions. *The New Cognitive Neurosciences*, 2nd éd. Cambridge (Mass.): MIT press, 2000. 339–351.
2. AGARWAL SK, MARSHALL GDJ. Stress effects on immunity and its application to clinical immunology. *Clinical and Experimental Allergy*, 2001. 31: 25–31.
3. AMICK BC et al. A field intervention examining the impact of an office ergonomics training and a highly adjustable chair on visual symptoms in a public sector organization. *Applied ergonomics*, 2012. 43: 625–631.
4. ANDERSSON BJG, ÖRTENGREN R, NACHEMSON A, ELFSTRÖM G. Lumbar disc pressure and myoelectric back muscle activity during sitting: 1. Studies on experimental chair. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 1974. 6: 104–114.
5. APAP, M. Poste de travail, les quatre âges de la dentisterie. *Information dentaire. Spécial poste de travail*, 2006. 88: 356–363.
6. APTEL M, CAIL F, AUBLET-CUVELIER A. Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur (TMS-MS): Guide pour les préventeurs. 2E éd. Paris: INRS, 2011. 94p.
7. APTEL M, GAUDEZ C. Affections de l'appareil locomoteur en rapport avec l'exercice d'une profession. *EMC - Appareil locomoteur*, 2006. 15-912-A-1: 1–17.
8. ARANAUDO, B. et al. Les expositions aux risques professionnels par famille professionnelle: Résultats SUMER 2003. Paris: Ministère de l'emploi et de la solidarité, 2006. 243p.
9. AUBLET-CUVELIER, A. Les troubles musculosquelettiques du membre supérieur. Paris: INRS, 2011.
10. AYERS KMS, THOMSON WM, NEWTON JT, MORGAIN KC, RICH M. Self-reported occupational health of general dental practitioners. *Occupational medicine*, 2009. 59: 142–148.
11. BALI N, ACHARYA S, ANUP N. Assessment of the Effect of Sound Produced in a Dental clinic on the hearing of dentists. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 2007. 5: 187–192.
12. BÄURLE T, LANGE R. Effect of Light on Shade Selection. *Quintessence International*, 1982. 13: 1115–1122.
13. BECK A, STEER R, BROWN G. BDI-II, Beck depression inventory: manual. 2nd edition. San Antonio (Tex.): Psychological Corp., 1996. 38p.
14. BERGQVIST U, KNAVE B. Eye discomfort and work with visual display terminals. *Scandinavian journal of work, environment and health*, 1994. 20: 27–33.
15. BERNARD BP et al. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. Cincinnati, OH: NIOSH, 1997. Pagination multiple.
16. BIGGS J, GOUGLER GM. Equipment and Space Utilization for Dental Efficiency. *Practice administration*, 1980. 59–64.
17. BINHAS E, KUBLER J-M, PETITJEAN B. La gestion globale du cabinet dentaire. Volume 1: l'organisation technique. Paris: Ed. CdP, 2011. 221p.
18. BISWAS R, SACHDEV V, JINDAL V, RALHAN S. Musculoskeletal disorders and

- Ergonomic risk factors in dental practice. *Indian Journal of Dental Science*, 2012. 4: 70–75.
19. BJÖKSEN M, JONSSON B. Endurance Limit of Force in Long-Term Intermittent Static Contractions. *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, 1977. 3: 23–27.
 20. BOURDET M. Recherches et observations de toutes les parties de l'Art du dentiste. 1757. 330 p.
 21. BRANSO B et al. Effect of magnification lenses on student operator posture. *Journal of dental education*, 2004. 68: 384–389.
 22. BRETON-KUENY L, DESGROUX R. Santé et bien-vivre au travail. 100 questions pour comprendre et agir. La Plaine Saint-Denis: AFNOR, 2011. 183 p.
 23. BROTMAN DJ, GOLDEN SH, WITTSTEIN IS. The cardiovascular toll of stress. *The Lancet*, 2007. 370: 1089 – 1100.
 24. BROWN J et al. Dental practitioners and ill health retirement: causes, outcomes and re-employment. *British Dental Journal*, 2010. 209.
 25. BUISSETTE H. Nuisances sonores, évaluation des causes de surdité et recherche de déficiences auditives dans la pratique de l'odontologie. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat d'Audioprothésiste: Nancy: 2011. 95 f.
 26. CAIL F. Le point sur le travail informatis e. Hygiène et sécurité du travail - Cahier de notes documentaires, 2008. 213: 65–69.
 27. CAMELOT F. Le risque psychosocial en odontologie. Thèse en vue de l'obtention du diplôme d'état de docteur en chirurgie dentaire: Nancy: 2012.
 28. CANETTO P, GUILLEMY N. Le bruit. Paris: INRS, 2007. 24 p.
 29. CASTAING J, SANTINI J-J. Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur. Le rachis. Paris: Vigot, 1977. 111 p.
 30. CHAIKUMARN M. Ergonomics evaluation of technology change and its effects on health : proprioceptive derivation (Pd) in Thailand. Licentiate thesis: Lulea University of technology: 2003.
 31. CHANG WK. Shoulder impingement syndrome. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 2004. 15: 493–510.
 32. CHERNIAK M. Vibration and Dental equipment. In: *Ergonomics and the Dental Care Worker*, sous la dir. de Denise C. Murphy, American Public Health Association, 1998. 129–141.
 33. CHOUANIÈRE D et al. Le stress au travail. Paris: INRS, 2009.
 34. COHEN S, KAMARCK T, MERMELSTEIN R. A global measure of perceived stress. *J Health Soc Behav*, 1983. 24: 385–396.
 35. COUPIN I. Tensions, céphalées, fatigue nerveuse... la lumière en cause. *Ind ependantaire, spécial lumière*, 2009. 6–7.
 36. DALKE H et al. Energy Efficient Lighting System Design for Hospitals Diagnostic and Treatment Room — A Case Study. *Journal of Light & Visual Environment*, 2012. 36: 23–31.
 37. DECHAUME M, HUARD P, IMBAULT-HUART M-J. Histoire illustrée de l'art dentaire : Stomatologie et odontologie. Paris: R. Dacosta, 1977. 620 p.

38. DELBROUCK M, VÉRANA P, GOULET F, LADOUCEUR R, CORTEN P. Comment traiter le burn-out? - Principes de prise en charge du syndrome d'épuisement professionnel. Bruxelles: De Boeck, 2011. 462 p.
39. DOHRENWEND B, DOHRENWEND B, DODSON M, SHROUT P. Symptoms, hassles, social supports, and life events: problems of confounded measures. *Journal of Abnormal Psychology*, 1984, 93: 222–30.
40. DOUGLAS-BOYD J. Ergonomic working in the dental surgery. *Dental nursing*, 2008. 4: 337–341.
41. DYLLA J, FORREST JL. Sitting Better with Science. Access, 2008. August: 10–14.
42. EVENGELOS CA, STATHI I, CHARIZANI F. Prevalence of musculoskeletal disorders in dentists. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2004. 5: 16.
43. FAIN G, ELBAZ P. Les sons haute fréquence, leurs effets néfastes sur l'oreille interne des praticiens. *L'information dentaire*, 1991. 18: 1373–1379.
44. FAUCHARD P. Le chirurgien dentiste ou traité des dents. Paris: Jean Mariotte, 1728. 456 + 346 p.
45. FERNANDES C, CARVALHO A, GALLAS M, VAZ P, MATOS P. Noise levels in dental schools. No Title. *European journal of dental education : official journal of the Association for Dental Education in Europe*, 2006. 28: 32–37.
46. FINSEN L, CHRISTENSEN H. Postural load in the neck and shoulder region during dental work. In : *Proceeding of the 12th triennial congress of the International Ergonomics Association*. Mississauga, ant., Canada: Human Factors Association of Canada, 1994. 102–104.
47. FLENGHI D. Capacités fonctionnelles lombaires, lombalgies et contraintes professionnelles. Paris: INRS, 1995. 191 p.
48. FREUDENBERGER HJ. Staff burn out. *J. Soc. Issues*, 1974. 30: 159–165.
49. FREY JK, TECKLIN JS. Comparison of lumbar curves when sitting on the Westnofa Balans Multi-Chair, sitting on a conventional chair, and standing. *Physical therapy*, 1986. 66: 1365–1369.
50. GINISTY J. Station assise et douleurs rachidiennes. *Information dentaire*, 2000. 32: 1645–1652.
51. GINISTY J. Problèmes rachidiens du chirurgien- dentiste Traitement et prévention. *Encyclopédie méd chir*, 2012. 23-841-A-1.
52. GINISTY J. Les troubles rachidiens chez le praticien en chirurgie dentaire. *Sciences, AFAS, CSI 97*, 1997. 9 p.
53. GINISTY J. Résultats de l'enquête relative aux maladies professionnelles des chirurgiens dentistes. *Bulletin de l'académie nationale de chirurgie dentaire*, 2002. 45: 107–113.
54. GINISTY J, LANCTUIT X. Troubles Posturaux. *L'information dentaire*, 2008. 38.
55. GODDARD P, PARKER J. *Anatomy, physiology and pathology of the human teeth*. Philadelphia: Carey and Hart, 1844. 227 p.
56. GOZZO J, LUZEAUX N. Moins fort le bruit. Paris: INRS, 2007. 6 p.
57. GREENSPAN RE. *Medecine: Perspectives in History and Art*. Alexandria, Va: Ponteverde Press, 2006. 596 p.

58. GUASTAMACCHIA C. Un principio fondamentale di ergonomia: Preparazione Esecuzione Riordino delle attività cliniche. 2005. [en ligne]. Disponible sur: <http://www.amicidibrugg.it> . (consulté le 14 janvier 2012).
59. GUIHO-BAILLY M-P, GUILLET D. Psychopathologie et psychodynamique du travail. EMC - Pathologie professionnelle et de l'environnement. 2005. Article 1: 1–9.
60. GUPTA S. Ergonomic applications to dental practice. Indian journal of dental research, 2011. 22: 816–822.
61. HADDAD O, SANJARI M, AMIRFAZLI A, NARIMANI R, PARNIANPOUR M. Trapezius Muscle Activity in using Ordinary and Ergonomically Designed Dentistry Chairs. The international journal of occupational and environmental medicine, 2012. 3: 76–83.
62. HÄGG G. Static work loads and occupational myalgia - a new explanation model. Dans: Andersen P, Hobart D, Danoff J Éditions, Electromyographical Kinesiology, 1991. 141–144.
63. HARDAGE J, GILDERSLEEVE J, RUGH J. Clinical work posture for the dentist: an electromyographic study. Oral Health, 1984. 74: 17–20.
64. HARUTUNIAN K, GARGALLO-ALBIOL J, FIGUEIREDO R, GAY-ESCODA C. Ergonomics and musculoskeletal pain among postgraduate students and faculty members of the School of Dentistry of the University of Barcelona (Spain). A cross-sectional study. Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal, 2011. 16: 425–429.
65. HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ. Chirurgie du syndrome du canal carpien : approche multidimensionnelle pour une décision pertinente. 2012. [en ligne] Disponible sur: <http://www.has-sante.fr> . (Consulté le 5 février 2013).
66. HAYES J, COCKRELL D, SMITH D. A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. International Journal of Dental Hygiene, 2009. 7: 159–165.
67. HERBERT R. Diagnosis and Medical Management of Work-Related Neck and Upper Extremity Musculoskeletal Disorders. In Dental Care Workers. Ergonomics and the Dental Care Worker, sous la dir. de Denise C. Murphy, American Public Health Association, 1998. 375–396.
68. HOLMES T, RAHE R. The Social Readjustment Rating Scale. J Psychosom Res, 1967. 12: 213–233.
69. HOROWITZ M, WILNER N, ALVAREZ W. Impact of Event Scale: a measure of subjective stress. Psychosom Med, 1979. 41: 209–218.
70. HOWE S. Take a seat : choosing an operator chair. Dental Nursing, 2013. 9: 144–145.
71. IFKER G. Mondialisation du matériel dentaire, technologie et géographie. Information dentaire. Spécial poste de travail, 2006. 88: 369–374.
72. INRS. Et s'il y avait du stress dans votre entreprise? Paris: INRS, 2010.
73. JUST M, HILGER R. Richtige Arbeitshaltung des Zahnärztlichen team. dans Rückenschule Für Das Zahnärztliche Team. Stuttgart: Thieme, 2004. 60–61.
74. KADANAKUPPE S, BHAT PK, JYOTHI C, RAMEGOWDA C. Assessment of noise levels of the equipments used in the dental teaching institution, Bangalore. Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research, 2011. 22: 424–31.
75. KARASEK R. Job Content Questionnaire and user's guide. Lowell (Mass): University of

- Massachusetts, 1985. 15 p.
76. KEEGAN JJ. Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1953. 35: 589–603.
 77. KILPATRICK HC. Simplification du travail dans la pratique dentaire. 2^e édition. Paris: J. Prélat, 1972. 733 p.
 78. KILPATRICK HC. Present and future fonctionnal dental equipment. *Journal of the American Dental Association*, 1966. 72: 1348.
 79. KOLBER EA. The Musculoskeletal Health of the Dental Care Worker. In: *Ergonomics and the dental care worker*, sous la dir. de Denise C. Murphy. Washington, DC: APHA, 1998. 240–247.
 80. KOPP MS et al. Measures of stress in epidemiological research. *Journal of psychosomatic research*, 2010. 69: 211–225.
 81. LAFORGUE L'art du dentiste. Paris: L'auteur: Croullebois, Barrois, an X [1802]. 397 p.
 82. LANCTUIT X. La santé au fauteuil. *Clinic*, 2011. 32(10): 19.
 83. LANCTUIT X. La posture de travail efficace. *Clinic*, 2011. 32(8): 19.
 84. LASFARGUES G, ROQUELAURE Y, FOUQUET, LECLERC A. Pathologies d'hypersollicitation périarticulaire des membres supérieurs: troubles musculo-squelettiques dans le milieu du travail. Paris: Masson, 2003. p147.
 85. LE BEAU G et al. Guide de prévention des troubles musculosquelettiques (TMS) en clinique dentaire. ASSTSAS, 2007. 276 p.
 86. LEHTO TU et al. Hearing of dentists in the long run: a 15-year follow-up study. *Community dentistry and oral epidemiology*, 1989. 17: 207–211.
 87. LUTTMAN A et al. La prévention des troubles musculo-squelettiques sur le lieu de travail. Genève: Organisation mondiale de la santé, 2004. 32 p.
 88. MAILLET JP et al. Effect of magnification loupes on dental hygiene student posture. *Journal of dental education*, 2008. 72: 33–44.
 89. MALENÇON A. Art dentaire et psychotechnique. Paris: Maloine, 1968. 123 p.
 90. MARSHALL ED, DUNCOMBE LM, ROBINSON RQ, KILBREATH SL. Musculoskeletal symptoms in New South Wales dentists. *Australian dental journal*, 1997. 42: 240–246,
 91. MASLACH C, JACKSON SE. Maslach burnout inventory. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1981. 18 p.
 92. MASLACH C, SCHAUFELI WB, LEITER MP. Job Burnout. *Annual Review of Psychology*, 2001. 52: 397–422.
 93. MASSIN C, SAUVEGRAIN I. Réussir sans se détruire. Des solutions au stress du travail. Paris: Albin Michel, 2006. 308 p.
 94. McNAIR D, LORR M, DROPPLEMAN L. Manual for the Profile of Mood States. San Diego (Calif): Educational and Industrial Testing Services, 1971.
 95. MERITT C. Some personals recollections. *Dent. Pract. and advert*, January, 1898.
 96. MERVINE R. Noise-Induced Hearing Loss in Dental Offices. *RDH mag*, 2007. 54–58.
 97. MEYER J-P, JOGUET M, ROCHER M. Le dos mode d'emploi. Paris: INRS, 1993.

98. MILLAR D. Reinforced Periodontal Instrumentation and Ergonomics. *Journal of the California Dental Hygienists' Association*, 2009. 24: 8–16.
99. MITTELMARK M. Social ties and health promotion: suggestions for population-based research. *Health Education Research*, 1999. 14: 447–451.
100. MONOD H, KAPITANIAK B. *Ergonomie*. Paris: Masson, 1999. 282 p.
101. MORITA Europe GmbH. Dr . Beach ergonomic concept. 2012. [Ressource en ligne] Disponible sur <http://www.jmoritaeurop.com> (consulté le 15 novembre 2012).
102. MYERS HL, MYERS LB. “It's difficult being a dentist”: stress and health in the general dental practitioner. *British dental journal*, 2004. 197: 89–93, discussion 83, quiz 100–101.
103. NACHEMSON A. The load on lumbar discs in different positions of the body. *Clinical Orthopaedics*. 1966. 45: 107–122.
104. NIELD-GEHRIG JS. *Fundamentals of Periodontal Instrumentation and Advanced Root Instrumentation*. 6th edition. Philadelphia : Wolters Kluwer: Lippincott & Wilkins, 2008. 637 p.
105. NIELD-GEHRIG JS, HOUSEMAN GA. *Fundamentals of Periodontal Instrumentation*. 3rd edition. Philadelphia: éditions Williams & Wilkins, 1996. 74-75.
106. ORTH-GOMER K, CHESNEY M. Social stress/strain and heart disease in women. dans: Julian DG, Wenger NK, editors. *Women and heart disease*. London: Martin Dunitz , 1997. 407–420.
107. OSHA. Checklist for preventing bad working postures. European Agency for Safety and Health at Work, 2008. 45: 1–10.
108. OSUNA T. Ergonomics : Investing in Yourself. *Journal of the California Dental Hygienists' Association*, 2006. 21: 18–28.
109. OWENS AD. Oculomotor tonus and visual adaptation. *Acta Psychologica*, 1986. 63: 213–231.
110. PALMER R. Effect of two seating positions on upper limb function in normal subjects. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 2004. 11: 485–490.
111. PAOLI P, MERLLIÉ D. Dix ans de conditions de travail en Union Européenne. Luxembourg: Offices des publications officielles des communautés européennes, 2000. 7 p.
112. PARENT-THIRION A, FERNANDEZ MACIAS E, HURLEY J, VERMEYLEN G. Fourth European Working Conditions Survey. Luxembourg: Office for Official Publications, 2007. 134 p.
113. PATTISON AM. The importance of grasp. *Dimensions of Dental Hygiene*, 2011. 9: 74.
114. PLAT M-N. Syndrome du canal carpien. Cours de l'université de Médecine Paris VII. [Source en ligne] doi:10.1016/j.rhum.2007.02.003, 2007. (consulté le 6 février 2013).
115. POMIAN J-L et al. Prévention des risques liés aux positions de travail statiques. Paris: INRS, 2008.
116. PROTEAU R-A. Étude ergonomique : problèmes musculo-squelettiques en clinique dentaire. Université du Québec à Montréal, 1997. 108 p.
117. PROTEAU R-A, MARCHAND D, CHAPADOS A, PINSONNAULT C. Diminution des contraintes musculosquelettiques par l'utilisation d'appuie-coudes mobiles en gel en

- clinique dentaire. Rapport de recherche, Publications de L'ASSTSAS, 2002. 1–6.
118. RAHE R, TOLLES R. The Brief Stress and Coping Inventory: a useful stress management instrument. *International Journal of Stress Management*, 2002. 9: 61–70.
 119. ROBINSON G, WUEHRMANN A, SINNETT G, McDEVITT E. Four-handed dentistry: the whys and wherefores. *Journal of American Dental Association*, 1968. 77: 573–587.
 120. ROQUELAURE Y et al. Prévention des TMS : quelles ressources aujourd'hui ? Paris: INRS, 2011. 435–440.
 121. ROUMIGUIÉ M et al. Les urologues en formation ont-ils un syndrome d'épuisement professionnel ? Évaluation par le Maslach Burn-out Inventory (MBI). *Progrès en Urologie*, 2011. 21: 636–641.
 122. RUCKER L. Surgical Magnification : Posture Maker or Posture Breaker ? dans *Ergonomics and the Dental Care Worker*, American Public Health Association, 1998. 191–216.
 123. SANCHO F, RUIZ C. Risk of suicide amongst dentists: myth or reality? *International Dental Journal*. 2010. 60: 411–418.
 124. SANDSTRÖM A, RHODIN NYSTRÖM I, LUNDBERG M, OLSSON T. Impaired cognitive performance in patients with chronic Burnout syndrome. *Biological psychology*, 2005. 69: 271–279.
 125. SCHOBERTH H. *Sitzhaltung - Sitzschaden - Sitzmöbel*. Berlin: Springer, 1962.
 126. SELYE H. *The stress of life*. New York: Mc Graw-Hill, 1956. 324 p.
 127. SETCOS JC, MAHAYUDDIN A. Noise levels encountered in dental clinical and laboratory practice. *International journal of prosthodontics*, 1998. 11: 150–157.
 128. SHARMA P, GOLCHHA V. Awareness among Indian dentist regarding the role of physical activity in prevention of work related musculoskeletal disorders. *Indian Journal of Dental Research*, 2011. 22 : 381–384.
 129. SHARMA S. Personnel management : ergonomics and teamwork in dental practice. *Dental nursing*, 2010. 6: 706–709,
 130. SIEGRIST J, SIEGRIST K, WEBER I. Sociological concepts in the etiology of chronic disease: the case of ischemic heart disease. *Social Science & Medicine*, 1986. 22 : 247–253.
 131. SINGH S, GAMBHIR R, SINGH G, SHARMA S, KAUR A. Noise levels in a dental teaching institute - A matter of concern. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 2012. 4: 141–45.
 132. SNELL J. *A practical guide to operations on the teeth*. Philadelphia: Carey and Lea, 1832. 207 p.
 133. SOLOMON S. Healthy dental design : a thorough checklist. *Ontario Dentist*, 2009. 86: 22–26.
 134. SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE L'HISTOIRE DE L'ART DENTAIRE. Histoire de l'aménagement opératoire du cabinet dentaire. 2008 [en ligne] Disponible sur : http://www.bium.univ-paris5.fr/sfhad/cab_txt23.htm (consulté en novembre 2012)
 135. SS WHITE MANUFACTURING CO. Forsyth Unit. *Dental Cosmos*, 1914. 56: 4–5.
 136. STACK S. Occupation and Suicide. *Social Science Quarterly*, 2001. 82: 384–396.
 137. SYNDICAT DE L'ÉCLAIRAGE. *Eclairage des lieux de travail intérieur et calcul de*

- l'éblouissement d'inconfort Méthode UGR - Norme NF EN 12 464-1. 2009. 1–6.
138. TAMSE A, KAFFE I, LITTNER MM, GLUCKMAN N. Four-Handed Dentistry in Endodontics. *Quintessence International*, 1982. 13: 1337–1343.
 139. THORN-LIGHTNING. Réglementation et éclairagisme. 2012. 666–670.
 140. VALACHI B. *Practice Dentistry Pain-Free: Evidence-Based Strategies to Prevent Pain and Extend Your Career*. Portland: Posturedontics Press, 2008. 239 p.
 141. VALACHI B. Magnification in dentistry : Ergonomic perspectives for optimal health. *Australasian Dental Practice*, 2010. Mar-Apr: 106–112.
 142. VALACHI B. Why let plaque be a pain in the back? Getting to the seat of the problem. *Australian dental practice*, 2008. Mar-Apr: 90–94.
 143. VALACHI B. *Creating the Operatory : Evidence-Based Strategies for Dental Hygienists*. Access, 2012. Jul: 14–19.
 144. VERMEULEN J. *Mémo Organisation quotidienne au cabinet dentaire*. Rueil-Malmaison: éd Cdp, 2011. 123 p.
 145. VITAL J-M, LAVIGNOLLE B, POINTILLART V, GILLE O, DE SÈZE M. Cervicalgie commune et névralgies cervicobrachiales. *EMC – Rhumatologie-Orthopédie*, 2004. 1: 196–217.
 146. WILLIAMS MM, HAWLEY JA, MCKENZIE RA, VAN WIJMEN PM. A comparison of the effects of two sitting postures on back and referred pain. *Spine*, 1991. 16: 1185–1191.
 147. WILSON JD, DARBY ML, TOLLE SL, SEVER JC. Effects of occupational ultrasonic noise exposure on hearing of dental hygienists: a pilot study. *Journal of dental hygiene*, 2002. 76: 262–269.
 148. WOOLF AD, PFLEGER B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization*, 2003. 81: 646–656.
 149. ZIEGLER G, TEYSSANDIER M-J, EULLER L. *Douleurs vertébrales et radiculalgies communes*. Tome 1: Physiopathologie. Paris: Maloine. 1979. p.183.
 150. *Épuisement professionnel: limiter la perte de mémoire et de concentration*. *Le monde de l'intelligence*, 2012. 23: 27–31.

Table des matières

Liste des Figures.....	10
Liste des tableaux.....	15
1. Introduction.....	19
2. Historique de l'évolution de l'ergonomie de travail au cabinet dentaire.....	22
2.1 Du XVIe au XIXe siècle.....	22
2.1.1 Introduction.....	22
2.1.2 L'école française.....	23
2.1.3 L'école britannique.....	24
2.1.4 L'école américaine.....	26
2.2 Le XXe siècle.....	30
2.2.1 Le développement des units.....	30
2.2.2 Le travail assis.....	33
2.2.2.1 En Europe.....	34
2.2.2.2 Aux États-Unis.....	38
2.2.2.3 En Asie.....	40
2.3 Conclusion.....	44
3. Constat d'une profession à risque – Analyse d'un poste type.....	46
3.1 Les troubles musculo-squelettiques.....	46
3.1.1 Définition des troubles musculo-squelettiques.....	46
3.1.2 Facteurs aggravants de troubles musculo-squelettiques.....	48
3.1.2.1 Les facteurs biomécaniques.....	48
3.1.2.2 Les facteurs psychosociaux.....	55
3.1.3 Conséquences physiques des troubles musculo-squelettiques.....	56
3.1.3.1 Rappels anatomiques des structures concernées.....	56
3.1.3.2 Risques appliqués aux structures concernées.....	62
3.1.4 Conclusion.....	68
3.2. Le stress au cabinet dentaire.....	69
3.2.1 Définition du stress.....	69
3.2.2 Les causes avérées de stress.....	75
3.2.3 Les manifestations du stress.....	78
3.2.4 Conclusion.....	81
3.3. Éclairage et luminosité.....	82
3.3.1 Rappels sur l'œil.....	82
3.3.2 Rappels sur la lumière.....	84
3.3.3 Les risques induits par les sources lumineuses.....	85
3.3.3.1 Le manque de lumière.....	86
3.3.3.2 L'éblouissement.....	86
3.3.3.3 Le cas du cabinet dentaire.....	87

3.3.4 Les normes internationales.....	93
3.3.4.1 La norme EN NF 12464-1.....	94
3.3.4.2 La norme ISO 9680.....	96
3.3.4.3 Conclusion.....	97
3.4. Environnement sonore	98
3.4.1 Rappels sur l'oreille.....	98
3.4.2 Rappels sur le son.....	99
3.4.3 Le vieillissement et la perte d'audition.....	101
3.4.4 Le cas du cabinet dentaire.....	103
3.4.5 La norme ISO 14457:2012.....	105
3.4.6 Conclusion.....	106
3.5 Conclusion générale.	106
4. Les solutions existantes.....	108
4.1 Les solutions matérielles.....	108
4.1.1 Le fauteuil.....	108
4.1.1.1 Cahier des charges.....	108
4.1.1.2 Les différents concepts.....	109
4.1.1.3 Conclusion.....	115
4.1.2 Le siège.....	115
4.1.2.1 La position physiologique de travail assis.....	115
4.1.2.2 Le cahier des charges du siège.....	117
4.1.2.3 Les différents types de siège.....	117
4.1.2.3 L'appui coude : un accessoire intéressant.....	121
4.1.2.4 Conclusion.....	123
4.1.3 Les aides optiques.....	124
4.1.3.1 Introduction.....	124
4.1.3.2 Les loupes.....	125
4.1.3.3 Le microscope.....	127
4.1.3.4 la caméra intra-orale.....	127
4.1.3.5 Conclusion.....	128
4.1.4 Les instruments.....	129
4.1.4.1 Impact de l'utilisation des instruments.....	129
4.1.4.2 Cahier des charges d'instruments.....	130
4.1.4.3 Bonnes pratiques d'utilisation des instruments.....	131
4.1.4.4 Un instrument incontournable : le miroir.....	133
4.1.4.5 Conclusion.....	134
4.1.5 Conclusion.....	134
4.2 Les solutions organisationnelles.....	136
4.2.1 Introduction.....	136
4.2.2 Définir le rôle de chacun.....	137
4.2.3 Organiser le temps de travail.....	137
4.2.4 Organiser le travail.....	139
4.2.4.1 Le travail à quatre mains.....	139
4.2.4.2 Les plateaux pré-préparés.....	144
4.2.4.3 Le travail sur deux fauteuils.....	146

4.2.5 Conclusion.....	147
4.3 Les solutions architecturales.....	148
4.3.1 Le modèle organisationnel de Kilpatrick.....	148
4.3.2 Les modèles actuels.....	152
4.3.3 Autres données à prendre en compte.....	153
4.3.4 Conclusion.....	155
4.4 Position de travail, mouvements et activité physique.....	156
4.4.1 Quelle position de travail adopter ?.....	156
4.4.1.1 Être bien assis.....	156
4.4.1.2 La position horaire de travail.....	156
4.4.1.3 La position du patient.....	158
4.4.1.4 Conclusion.....	159
4.4.2 Mouvements et préparation au travail.....	159
4.4.2.1 La position statique.....	159
4.4.2.2 Le stretching et l'échauffement.....	160
4.4.2.3 Conclusion.....	163
4.4.3 Hygiène de vie.....	164
4.4.3.1 Pratique sportive.....	164
4.4.3.2 Suivi médical.....	165
4.4.4 Conclusion.....	166
4.5 Conclusion.....	166
5. Ouverture.....	168
6. Conclusion.....	170
Références.....	172

Jury : Président : P.AMBROSINI – Professeur des Universités
Juges : E.MORTIER – Maître de Conférences des Universités
C.CLEMENT – Maître de Conférences des Universités
D.JOSEPH – Assistant Hospitalier Universitaire

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée par: **Monsieur VERHILLE Simon**

né(e) à: **BEAUNE (Côte d'Or)**

le 1^{er} janvier 1987

et ayant pour titre : « **Analyse des conditions de travail d'un chirurgien-dentiste : risques physiques et psychosociaux.** »

Le Président du jury



P.AMBROSINI

Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie



FACULTÉ D'ODONTOLOGIE
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
NANCY
J.M. MARTRETTE

J.M. MARTRETTE

Autorise à soutenir et imprimer la thèse

6462

NANCY, le 10. 6. 2013

Le Président de l'Université de Lorraine



Université de Lorraine
Le Président

P. MUTZENHARDT

VERHILLE Simon – Analyse des conditions de travail d'un chirurgien dentiste : risques physiques et psychosociaux.

Nancy 2012 : 181 f. : 79 ill.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy-1 : 2013

Mots clés :

- Conditions de travail
- Cabinet dentaire
- Organisation et solutions
- Ergonomie

Résumé : VERHILLE Simon – Analyse des conditions de travail d'un chirurgien dentiste : risques physiques et psychosociaux.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy-1 : 2013

La pratique de l'odontologie est une source importante de contraintes tant sur le plan physique que psychologique. En effet sur le plan technique, les postures souvent asymétriques et maintenues dans le temps sont des facteurs de risques importants. Sur le plan psychologique, les chirurgiens dentistes ont une pratique très largement majoritaire en cabinets libéraux. Ces petites structures impliquent un investissement personnel et une responsabilité importants. Le praticien souvent livré à lui même doit gérer cette structure par ses propres moyens, et il peut se trouver bien démuni devant la diversité des tâches qui se présentent à lui.

L'objectif du présent travail est de dresser une analyse de la pratique de la chirurgie dentaire afin de déterminer les risques physiques et psychosociaux qu'elle induit.

Nous verrons ainsi dans un premier temps l'historique et l'évolution de l'ergonomie appliquée au cabinet dentaire, puis dans un second temps une analyse des différents types de risques induits par la pratique de l'odontologie, enfin nous présenterons une série non exhaustive de solutions diverses permettant de limiter les risques ainsi que leurs conséquences sur la santé de l'équipe de soin.

Membres du jury :

Pr P. AMBROSINI	Professeur des Universités	Président
<u>Dr E. MORTIER</u>	<u>Maître de Conférences</u>	<u>Juge</u>
Dr C. CLEMENT	Maître de Conférences	Juge
Dr D. JOSEPH	Assistant hospitalo-universitaire	Juge

Adresse de l'auteur :

VERHILLE Simon
13 rue des Charmettes
69100 Villeurbanne