

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU



FACULTE DE MEDECINE

DEPARTEMENT DE MEDECINE DENTAIRE

Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

LE BLANCHIMENT INTERNE

Présenté et soutenu publiquement le : 27 juin 2024

Réalisé par :

1. *AMIRI Chahrazade*
2. *CHIKHI Rosa*
3. *DJAOUTI Amel*
4. *DJOUDER Tarek*
5. *HADDOU Sihem*

Devant le jury composé de :

Encadré par : Dr. MESSAADI.KH

- Dr HERBANE.G maitre assistante en pathologie et chirurgie buccale. Présidente de jury.
- Dr BOUBRIT .S maitre assistante en prothèse dentaire. Examinatrice.

Année universitaire 2023-2024

Remerciement

Nous exprimons notre profonde gratitude

à Dieu pour nous avoir guidés à travers les défis de ce parcours passionnant en médecine dentaire. Son aide précieuse nous a permis de réaliser ce modeste travail, qui marque la fin d'un long chapitre de notre parcours académique.

Nous sommes profondément reconnaissants envers notre encadrante, **le Dr Messadi Khadidja**, pour sa rigueur et son attention aux détails, qui ont été essentiels à l'aboutissement de ce travail. Ses conseils précieux ont enrichi notre savoir et resteront des repères sûrs pour notre parcours professionnel. En plus de son expertise, nous avons découvert en elle une personne exceptionnelle. Nous lui exprimons notre sincère gratitude.

Nous exprimons notre reconnaissance envers la présidente du jury, **le Dr Herbane**, maître assistante en pathologie bucco-dentaire, pour avoir accepté la présidence du jury et pour nous honorer de sa présence. C'est un honneur de lui présenter notre travail.

Nous lui sommes également très reconnaissants envers elle pour les précieux enseignements qu'elle nous a prodigués au fil des années.

Nous adressons nos sincères remerciements au **Dr Boubrit**, maître assistante en prothèse, pour son évaluation de notre travail. Nous sommes reconnaissants pour ses enseignements enrichissants qui ont contribué à notre formation professionnelle.

Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance envers tous les enseignants de la clinique dentaire, dont l'aide précieuse a façonné notre parcours académique et professionnel au fil des années.

Dédicaces

Ce travail tant attendu par ma famille et mes proches pour couronner mes études. Je tends

À le dédier

A mon cher père « TAHAR » que j'aime beaucoup pour exprimer mon respect pour ses nombreux sacrifices, ses précieuses directives, sa patience et son amour qui en font sa grandeur et pour tout ce qu'il m'a donné et qu'il m'est impossible de rendre

A ma chère mère « FATIMA » que j'aime énormément en rendant grâce à ses conseils pertinents, à ses innombrables efforts, à son affection, à sa tendresse et à son amour qu'elle n'a pas cessé d'exprimer à mon égard .

A mes chères sœurs « KAHINA » « ATIKA » « HANANE » « HAFIDHA » « YASMINE » et « BOUCHERA » et mon cher frère « MOUSSAB » pour leurs soutiens indéfectible

Que Dieu les préserve tous de tout mal et leurs réserve la vie à laquelle ils rêvent

A mon cher neveu « ADAM » et mes chères nièces « MARIA » « ELENA » « MARAM » et « ACIL » qui font le printemps de ma vie.

A mes chers amies « SARAH » « MELISSA » et « HAYET », que j'adore de tout mon cœur car elles sont à la hauteur du mot « Amies » et elles ont partagé avec moi aussi bien les pires moments que les meilleurs.

A tous ceux qui me sont chers, je dis : je vous aime de tout mon cœur pour la vie.

Vous êtes comme une fleur dans mon cœur. A tous : un grand Merci.

Amiri. Chahrazed

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à Papa et Maman. Leur amour et leur soutien inconditionnel m'ont permis de devenir la personne que je suis aujourd'hui. Grâce à eux, j'ai pu m'épanouir et me réaliser pleinement. J'espère qu'ils seront toujours fiers de moi. Merci pour votre patience, votre compréhension et votre dévouement sans faille. Votre amour est le socle sur lequel j'ai bâti ma vie, et je chérirai toujours cette précieuse bénédiction.

Je dédie également ce mémoire à mes frères, Lyes et Lydia, qui sont loin de nous. Vous nous manquez énormément et je pense à vous en ce moment spécial. Votre soutien, même de loin, a été essentiel pour moi. J'espère que vous êtes fiers de moi.

À ma chère Khadidja, ma cousine et confidente, qui représente la grande sœur que je n'ai jamais eue. Merci pour ton soutien constant, tes conseils avisés et ton amour sincère qui illuminent mon chemin.

À mon fiancé, Bilal, dont le soutien constant et l'amour m'ont inspirée chaque jour et qui m'ont donné la force de mener à bien ce projet.

À toutes les personnes qui ont croisé mon chemin et qui ont été bienveillantes envers moi : je pense à Hussem, Sarah Gaci, Amel, Imen, Yasmine, Feriel, Karim, et à toutes celles et ceux que je n'ai pas pu citer mais qui de près ou de loin ont enrichi ma vie de leur gentillesse. Merci à vous tous.

CHIKHI. Rosa

Dédicaces

À mes parents, mes piliers, mes exemples, mes premiers soutiens,, vous êtes ma plus grande source de force. Merci infiniment pour votre amour inébranlable, votre soutien sans faille, votre dévouement et les nombreux sacrifices consentis pour mon succès. C'est grâce à vous que je suis là où je suis aujourd'hui. Les mots ne suffiront jamais pour exprimer pleinement ma gratitude. Mon plus grand bonheur serait de vous rendre fiers. Je vous aime plus que tout.

À mes chères grandes sœurs Amina et Karima, ainsi qu'à Amira, une amie précieuse que je considère comme ma troisième grande sœur, merci du fond du cœur. Votre soutien constant, vos conseils précieux, votre bienveillance et votre amour sincère ont été essentiels pour moi. Votre présence et votre soutien ont été des éléments clés dans mon cheminement personnel. Je vous suis profondément reconnaissante pour tout ce que vous avez apporté à ma vie.

Merci infiniment à mes chers frères Mohamed et Mustapha d'avoir été bien plus que des frères, mais aussi mes mentors dévoués, toujours présents à mes côtés avec leur amour inconditionnel.

Je remercie chaleureusement mes belles-sœurs, en particulier Narimane, pour sa présence constante et son soutien précieux qui m'ont été d'une grande aide.

À tous mes précieux amis qui m'ont soutenu, particulièrement Reda pour son soutien considérable, et à mon amie Rosa pour sa présence durant cette aventure. Un grand merci également à toutes les personnes qui m'ont aidé, que ce soit de près ou de loin. Je vous envoie tout mon amour.

Djaouti. Amel

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut pour exprimer ma gratitude, mon amour, mon respect et ma reconnaissance, c'est tout simplement que je dédie mon modeste travail à :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour son assistance et sa présence dans ma vie. Reçois à travers ce travail aussi modeste soit –il l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privation pour m'aider à avancer dans la vie, que Dieu fasse en sorte que ce travail porte son fruit, merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venus de toi.

Mes deux merveilleuses sœurs « Nardjes » et « Cintia » en témoignage de mon affection fraternelle, pour leur soutien moral, pour toutes la complicité et l'entente qui nous unissent.

Ma grande famille en particulier mes grands-mères, mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousines.

Mes collègues et amis avec qui j'ai passés d'agréables moments au fil de mes études, je vous souhaite santé, succès et bonheur.

Mes professeurs de l'UMMTO qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

Djouder. Tarek

Dédicaces

AU NOM DE DIEU LE TOUT PUISSANT

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents

Vous êtes ma raison de vivre, vous m'avez doté d'une éducation digne, je suis profondément reconnaissante pour votre patience infinie et votre soutien pendant tout ce long cursus, vous avez toujours su me guider et trouver les bons mots aux bons moments pour me pousser à aller de l'avant, sans vous je ne serai jamais là où j'en suis aujourd'hui.

Aucune dédicace n'est à la hauteur d'exprimer mon respect et mon admiration pour vous, je vous remercie pour tous les moyens et les efforts que vous avez consentis pour me voir réussir dans ma vie.

Vous êtes les meilleurs parents que personne n'a jamais eus ! J'espère que votre bénédiction m'accompagnera pour toujours.

A mes chères sœurs

Lilia et Lydia qui me manquent énormément, Fahima ma petite boule d'amour, Dyhia ma source de détermination et Nadjet mon âme sœur, je vous remercie d'avoir été là chaque seconde pour me soutenir et à supporter mon tempérament souvent chamboulé par les examens, vous êtes le plus beau cadeau que mes parents m'ont offert. Je vous aime.

Particulièrement à mon fiancé Ali

Qui ne m'a jamais laissé tomber quelques soit les circonstances et qui a toujours su gérer mon stress face à mon difficile parcours. Tu fais une grande partie de ma réussite, tu es la plus belle chose qui me soit arrivée.

A camarade Lina

Tous ces beaux moments passés ensemble, il y a eu des hauts et des bas mais on a pu surmonter tout ça.

HADDOU. Sihem

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 01

Partie théorique : Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : RAPPELS

1. L'email..... 2

1.1. Définition de l'émail dentaire.....2

1.2. Propriétés chimiques2

1.3. Propriétés physiques.....2

1.4. Structure histologique3

1.4.1. Prisme d'émail3

1.4.2. Ultrastructure des prismes3

1.4.3. Bandes de Hunter-Schreger4

1.4.4. Lignes d'incrément de Retzius4

1.4.5. Jonctions avec les tissus durs de la dent4

1.5. Structure de surface.....5

1.5.1. Émail sans Prismes5

1.5.2. Perikymata, Extrémités Prismatiques, et Fissures5

1.5.3. Cuticule de l'émail5

1.5.4. Lamelles d'émail.....5

1.6. Permèabilité de l'émail5

1.7. Les voies d'échanges moléculaires5

1.8. Vieillessement de l'émail au fil du temps6

2. La dentine..... 6

2.1. Définition.....6

2.2. Propriétés chimiques	6
2.3. Propriétés physiques.....	6
2.4. Structure de la dentine	7
2.5. Les types de la dentine	8
2.5.1. Dentine primaire.....	8
2.5.2. Dentine secondaire	8
2.5.3. Dentine tertiaire ou Cicatricielle.....	8
2.6. La perméabilité de la dentine	9
2.6.1. Les mécanismes impliqués dans la perméabilité de la dentine	9
2.6.2. Facteurs de variation de la perméabilité dentinaire.....	10
3. La pulpe.....	11
3.1. Définition.....	11
3.2. La structure de la pulpe	11
4. Le cément.....	12
4.1. Définition.....	12

CHAPITRE II : LA CARTE CHROMATIQUE DE LA DENT

1. Perception de la couleur	13
1.1. L'importance de la perception visuelle	13
1.2. Mécanisme de la perception visuelle	13
2. Colorimétrie dentaire	14
2.1. Évolution des Systèmes de Mesure de Couleur en Dentisterie	14
2.2. Paramètres fondamentaux	15
2.2.1. La teinte.....	15
2.2.2. La saturation	15
2.2.3. La luminosité.....	16
3. Dimensions optiques de la dent naturelle	16
3.1. La chromacité.....	16
3.2. Translucidité/opacité.....	16
3.3. La fluorescence.....	17
3.4. L'opalescence	17

3.5. L'état de surface.....	18
3.6. Caractérisations et pigmentations blanches.....	19
4. Effet du vieillissement sur la couleur de la dent	19
4.1. Effet du vieillissement sur l'email	19
4.2. Effet du vieillissement sur la dentine	20
5. Sources d'erreur de détermination de la couleur de la dent et prévention	20
5.1. L'éclairage	20
5.2. Métamérisme	21
5.3. La fatigue visuelle.....	21
5.4. L'effet des médicaments, caféine, alcool	21
5.5. L'effet de contraste	21
6. Méthodes de détermination de la couleur	22
6.1. Choix visuel à l'aide des teintiers.....	22
6.1.1. Teintiers construits par familles de teintes.....	22
6.1.2. Les teintiers construits par groupes de luminosité.....	23
6.2. Choix visuel assisté	23
6.2.1. Les lampes calibrées.....	23
6.2.2. Les appareils photographiques	23
6.3. Choix instrumental.....	24
6.3.1. Colorimètres	24
6.3.2. Spectrophotomètres	24
6.3.3. Les caméras intra-orales.....	24
6.3.4. Logiciel d'analyse photographique.....	25

CHAPITRE III : LES DYSCHROMIES DENTAIRES

1. Définition de la dyschromie dentaire.....	26
2. Mécanisme de la dyschromie dentaire.....	26
2.1. Mécanisme de la dyschromie intrinsèque.....	27
2.2. Mécanisme de la dyschromie extrinsèque.....	27
3. Les différents types de dyschromie	29
3.1. Les dyschromies extrinsèques.....	29

3.1.1. La coloration brune	29
3.1.2. La coloration tabagique	29
3.1.3. Les colorations dues aux bactéries chromogènes	30
3.1.4. Les colorations métalliques	32
3.1.5. Les colorations antiseptiques.....	32
3.1.6. Les colorations culturelles volontaires	32
3.2. Les dyschromies intrinsèques	33
3.2.1. Les dyschromies intrinsèques pré-éruptives	34
3.2.1.1. Colorations d'origine génétique.....	34
3.2.1.2. Coloration dues aux anomalies congénitales	37
3.2.1.3. Coloration dues aux facteurs environnementaux	38
3.2.2. Dyschromies intrinsèques post-éruptives	41
3.2.2.1. Suit à un traumatisme	41
3.2.2.2. Les causes iatrogènes.....	42
3.2.2.3. Le vieillissement physiologique dentaire.....	45
4. Diagnostic de dyschromie dentaire	45
4.1. Le schéma clinique	46
4.1.1. Anamnèse.....	46
4.1.2. L'examen endo -buccal.....	47
4.1.3. Examens complémentaires	47
4.1.3.1. L'examen radiographique	47
4.1.3.2. La photographie	48
4.2. Diagnostique étiologique	48

CHAPITRE IV : LE GRADIENT THERAPEUTIQUE

1. Les modalités thérapeutiques	50
1.1. Abstention	50
1.2. Détartrage / Polissage	50
1.3. Eclaircissement dentaire externe	50
1.4. Eclaircissement dentaire interne	51
1.5. Erosion-infiltration	51
1.6. La micro-abrasion.....	52

1.7. La macro-abrasion.....	53
1.8. La stratification des composites	54
1.9. Les facettes dentaires.....	54

CHAPITRE V : BLANCHIMENT INTERNE

1. Historique du blanchiment dentaire	55
2. Définition du blanchiment dentaire interne	56
3. Indication /Contre-indication.....	56
3.1. Indication.....	56
3.2. Contre- indication.....	57
3.2.1. Relatives.....	57
3.2.2. Absolues.....	57
4. Différents produits utilisés pour l'éclaircissement interne	57
4.1. Peroxyde d'hydrogène.....	57
4.1.1. Présentation	57
4.1.2. Mode d'action	58
4.1.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne.....	59
4.1.3.1. Snow Smile Professional : Clarben Bleach Material	59
4.1.3.2. POLA PROFESSIONAL®.....	60
4.1.3.3. Opalescence Endo Whitener 35%	61
4.1.3.4. Superoxol®.....	62
4.1.3.5. Whiteness HP®.....	63
4.2. Peroxyde de carbamide	64
4.2.1. Présentation	64
4.2.2. Mode d'action	64
4.2.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne.....	65
4.2.3.1. Endopérox®	65
4.2.3.2. Belagel-O (ENDO) ®.....	66
4.2.3.3. Whiteness Super-endo 37%.....	67

4.3. Le perborate de sodium	68
4.3.1. Présentation	68
4.3.2. Mode d'action	68
4.3.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne.....	69
4. 4. Les adjuvants et activateurs des agents éclaircissants	69
4.4.1. Les adjuvants : interviennent pour augmenter l'efficacité des produits, ils contribuent à plusieurs aspects	69
4.4.1.1. Agents épaississants.....	69
4.4.1.2. Agents stabilisants	70
4.4.1.3. L'urée	70
4.4.1.4. Agents réducteurs de sensibilité.....	70
4.4.1.5. Humectants	71
4.4.1.6. Arômes	71
4.4.2. Les activateurs	71
4.4.2.1. Sources de lumière.....	71
4.4.2.2. Concentration du produit	72
4.4.2.3. Température	72
4.5. L'aspect réglementaire	72
5. Les techniques d'éclaircissement interne	73
5.1. Examen clinique initial du patient.....	73
5.1.1. Anamnèse	73
5.1.2. Examen endo-buccal	74
5.1.3. Examen radiologique.....	75
5.2. Les étapes communes aux différentes techniques du blanchiment interne.....	76
5.2.1. Les conditions cliniques.....	76
5.2.2. Information du patient.....	77
5.2.3. Préparation de la dent à traiter	77
5.2.3.1. Aménagement de la cavité d'accès.....	77
5.2.3.2. Protection des tissus gingivaux	77
5.2.3.3. Dégagement de l'entrée canalaire	78
5.2.3.4. Scellement cervical étanche	79
5.2.3.5. Nettoyage interne de la cavité camérale.....	81
5.2.3.6. Mise en place du produit de blanchiment.....	81
5.2.3.7. L'obturation provisoire de la cavité camérale	82

5.2.3.8. L'obturation définitive	82
5.2.3.9. Le suivi du patient.....	83
5.3. Technique ambulatoire ou « Walking Bleach Technique ».....	83
5.3.1. Les agents éclaircissants utilisés	83
5.3.2. Protocole opératoire	84
5.3.3. Avantages et inconvénients	85
5.4. Technique au fauteuil ou technique immédiate	86
5.4.1. Les agents éclaircissants utilisés	86
5.4.2. Technique thermocatalytique	86
5.4.3. Technique Photodynamique	87
5.4.4. Technique au laser.....	89
5.4.5. Avantages et inconvénients de la technique immédiate	90
5.5. Technique inside/outside	91
5.5.1. L'agent éclaircissant utilisé	91
5.5.2. Le protocole opératoire	91
5.5.3. Avantages et inconvénients	93
6. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur les tissus durs et sur les tissus mous.....	95
6.1. Les Effets indésirables des agents éclaircissants sur l'émail	95
6.1.1. Effet du peroxyde d'hydrogène	95
6.1.2. Effet du peroxyde de carbamide.....	95
6.1.3. Perborate de sodium	95
6.2. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur la dentine.....	95
6.2.1. Effet du peroxyde d'hydrogène	95
6.2.2. Effet du peroxyde de carbamide.....	96
6.2.3. Effet du perborate de sodium	96
6.3. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur les tissus mous	97
6.3.1. Effet du peroxyde d'hydrogène	97
6.3.2. Effet du peroxyde de carbamide.....	97
6.3.3. Effet du perborate de sodium	98
7. Les complications du blanchiment interne.....	98
7.1. Les résorptions cervicales externes	98
7.1.1. Définition	98

7.1.2. Mécanisme	98
7.1.3. Diagnostic des REC.....	100
7.1.3.1. Diagnostic clinique.....	100
7.1.3.2. Diagnostic radiologique.....	100
7.1.4. Traitement des RCE	100
7.1.5. Prévention des REC	102
7.2. Fractures coronaires secondaires suite au blanchiment interne	102
7.3. Les récides dyschromiques.....	103

Partie pratique : cas clinique

Cas clinique N° 1.....	107
-------------------------------	------------

Cas clinique N° 2.....	118
-------------------------------	------------

Cas clinique N°3.....	128
------------------------------	------------

Discussion

Conclusion	136
-------------------------	------------

Bibliographie

Résumé

Liste des abréviations

RVB : Rouge-Vert-Blue

AI : Amélogénèse imparfaite

DI : Dentinogénèse imparfaite

MIH : Molar incisor hypomineralisation

OMS : Organisation mondiale de la santé

PCO : Pulp canal obtération

MTA : Mineral trioxyde agregate

ZnOE : Oxyde de zinc eugénol

NaCLO : Hypochlorite de sodium

ANSM : Agence nationale de sécurité du médicament

CSSC : Comité scientifique Européen pour la sécurité des consommateurs

JEC : Jonction émail-cément

RCE : Résorption cervicale externe

CVI : Ciment verre ionomère

CVIMAR : Ciment verre ionomère modifié par adjonction de résine

IRM: Intermediate restorative material

LED: Light emitting diode

KTP: Potassium titanyl phosphate

Nd-YAG: Neodymium doped yttrium aluminium garnet

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification des colorations extrinsèques de Nathoo (Faucher AJ, 2001).....	29
Tableau 02 : Tableau récapitulatif des étiologies des dyschromies extrinsèque acquises (d'après la classification d'Hattab).....	33
Tableau 03 : Causes des dyschromies intrinsèques généralisées dentaire (Hattab , 1999)	34
Tableau 04 : Classification des défauts liés à des substances pharmaceutiques (Feinman et col, 1989).....	39
Tableau 05 : Classification des fluoroses selon l'OMS en cinq stades... ..	40
Tableau 06 : Classification simplifiée de la fluorose (Alexender G, 2008)	40
Tableau 07 : Classification des dyschromies (Sfreddo et Masson, 2005).....	49
Tableau 08 : Proposition d'un questionnaire médical concernant l'éclaircissement dentaire (Maguin H, 2013).....	73/74

Liste des figures

Figure 01: Microscope électronique des prismes (Kumar Gs, 2015).....	4
Figure 02 : Surface dentinaire criblée de tubuli (Albert H, 2012).....	7
Figure 03 : Schéma de la structure de la dentine circumpulpaire sur la première molaire de souris (Simon S, 2008)	8
Figure 04 : Illustration des mouvements des fluides dans les canalicules ouverts de la dentine (Ivar A, 2009)	10
Figure 05 : Illustration de l'accumulation de dentine sclérotique ménéralisée dans leur lumière (Ivar A, 2009)	10
Figure 06 : Diagramme de l'organisation de la pulpe périphérique (Duval P, 2018)	12
Figure 07 : Cylindre de Munsell prenant en compte, par ordre d'importance les trois paramètres fondamentaux de la couleur (Lazarescu F, 2019)	14
Figure 08 : La teinte dominante des dents est jaune orangé mais elle peut tendre vers le rouge ou vers le jaune (Lazarescu F, 2019).....	15
Figure 09 : La saturation augmente généralement du bord libre au collet des dents bien que la luminosité soit quasiment identique (Lazarescu F, 2019)	15
Figure 10 : La luminosité s'apprécie facilement en retirant la chromaticité des couleurs. Ici, la dent 11 est moins lumineuse que la dent 21 (Lazarescu F, 2019)....	16
Figure 11 : La classification des opalescences (Lorenzo Vanini)....	18
Figure 12 : La classification des pigmentations blanches (Lorenzo Vanini).....	19
Figure 13: Coupe longitudinale et transversale des prismes et émail interprismatique (Christine V, 2011).....	28
Figure 14 : Perméabilité amélaire (Kumar R, 2023)	28
Figure 15 : Mécanisme de la dyschromie extrinsèque (Katherine UB, 2021).....	28

Figure 16 : Illustration d'une dyschromie due au tabac (Hattab FN, 1999).....	30
Figure 17 : Illustration d'une dyschromie dentaire d'une personne fumeuse de pipe (Hattab FN, 1999).....	30
Figure 18 : Illustration intrabuccale des colorations noires extrinsèques chez une jeune fille ayant une faible expérience carieuse (Hattab FN, 1999)....	30
Figure 19 : Illustration intrabuccale d'une coloration verte associée à une mauvaise hygiène bucco-dentaire (Hattab FN, 1999).....	31
Figure 20 : Illustration intrabuccale de tâche orange associées à une accumulation de plaque et gingivite (Hattab FN, 1999).....	31
Figure 21 : Dyschromie due à l'amélogénèse imparfaite (Faucher AJ, 2001).....	35
Figure 22 : Dyschromie due à la dentinogénèse imparfaite (Faucher AJ, 2001).....	35
Figure 23 : Dyschromie due à la thalassémie (Marzia Sfreddo, 2005).....	36
Figure 24 : Dyschromie due aux tétracyclines (Manuel ST, 2010).....	39
Figure 25 : Dyschromie due aux fluoroses (Marzia Sfreddo, 2005).....	41
Figure 26 : Dyschromie due à la nécrose pulpaire (Charland R, 2006).....	42
Figure 27 : Illustration de la technique au fauteuil (Ha-Ngoc, 2024).....	51
Figure 28 : Illustration d'avant et après un blanchiment externe au fauteuil dentaire (Amazlag J, 2024).....	51
Figure 29 : Photographie per-opératoire montrant des taches blanches opaques et brunes au niveau des faces vestibulaires des dents antérieures (Laila Azzahim, 4/10/2019)....	52
Figure 30 : Résultat après la micro-abrasion (Laila Azzahim, 4/10/2019).....	53
Figure 31 : Illustration des taches d'hypoplasie sur le tiers incisif des incisives centrales supérieures sous forme de stries. Et hypoplasie taches blanche opaque sur l'incisive centrale supérieure gauche (Ubiracy Gaiaol 10/02/2022).....	53

Figure 32 : Aspect final des dents antérieures supérieures noter l'harmonie des couleurs apportée par l'association de la facette partielle en résine composite (Ubiracy Gaiaol 10/02/2022)	53
Figure 33 : Réactions chimiques lors du processus d'éclaircissement (Minoux, Serfaty, 2010)	59
Figure 34 : Illustration du produit Snow Smile Professional (Products Inc, 2024)	60
Figure .35 : Illustration du produit Pola Professional (SDI products)	61
Figure 36 : Kit de blanchiment Opalescence Endo Ultradent (Products Inc, 2024)	62
Figure 37 : Flacon de Superoxol contenant 1 OZ de peroxyde d'hydrogène à 35% (Manufacturer, 2024)	63
Figure 38 : Photo du produit Whiteness HP (FGM dental group, 2024)	63
Figure 39: Rupture de doubles liaisons lors de la réaction chimique (Minoux, Serfaty, 2010)	65
Figure 40 : Principe d'éclaircissement à l'aide de peroxyde de carbamide (Dahl JE, Pallesen U, 2003)	65
Figure 41 : Kit de blanchiment Endopérox (Septodont, 2024)	66
Figure 42 : Illustration du produit Belagel-O (ENDO) (Septodont, 2024)	66
Figure 43 : Illustration du produit Whiteness Super-endo 37% (Products Inc, 2024)	67
Figure 44 : Perborate de sodium (Septodont, 2024)	69
Figure 45 : Carbopol ultrez 21 (Products Inc, 2024)	70
Figure 46 : L'acide phosphorique (Manufacturer, 2024)	70
Figure 47 : Le nitrate de potassium (FGM dental group, 2024)	70
Figure 48 : Glycerine (Manufacturer, 2024)	71
Figure 49 : Spray nettoyant activateur de blancheur (FGM dental group, 2024)	71
Figure 50 : Lampe à polymériser (Manufacturer, 2024)	72

Figure 51 : Le vita classique (Greenwall L, 2017).....	75
Figure 52 : Le vita 3D master (Greenwall L, 2017).....	75
Figure 53 : Le vitapan 3D master (Greenwall L, 2017).....	75
Figure 54 : Ivoclar/Vivadent (Greenwall L, 2017).....	75
Figure 55 : Illustration d'une digue liquide (Dr Meldas M).....	78
Figure 56 : Illustration d'une digue en caoutchouc (Avitan A, 2023).....	78
Figure 57 : Photo illustrant la mesure de la longueur du forêt de Gates Glidden (Greenwall L, 2017).....	78
Figure 58 : photo illustrant le forêt de Gates en place (Greenwall L, 2017).....	78
Figure 59 : Illustration radiologique d'une désobturation de 2mm sous la jonction émail ciment (Manguin H, 2013).....	79
Figure 60 : Technique permettant d'objectiver le niveau de désobturation canalaire par rapport à la JEC (Borello A, 2018).....	79
Figure 61 : Schéma d'une barrière idéale pour protéger les tubuli dentinaires (Greenwall L, 2017).....	80
Figure 62 : Illustration d'un ciment verre ionomère encapsulé et chimiquement durci est utilisé pour la mise en place de la barrière (Greenwall L, 2017).....	80
Figure 63 : Le matériau est placé à la bonne profondeur à l'aide d'un plugger endodontique (Greenwall L, 2017).....	80
Figure 64 : Exemple d'un produit de blanchiment en place (Greenwall L, 2017).....	81
Figure 65 : Illustration d'une obturation provisoire avec l'IRM recouvert d'un vernis (Manguin H, 2013).....	82
Figure 66 : Illustration de poudre de perborate de sodium et peroxyde d'hydrogène 35% (Greenwall L, 2017).....	83
Figure 67 : Illustration de peroxyde d'hydrogène 35% (Opalescence Endo).....	83
Figure 68 : Technique thermocatalitique (Claisse-Crinquette A, 2000).....	87

Figure 69 : Techniques avec photo activation (Greenwall L, 2001)	89
Figure 70 : Illustration de l'incisive centrale supérieure gauche avant et après irradiation CP (Greenwall L, 2001)	89
Figure 71 : Technique inside/outside (Ephrem T, 2014).....	92
Figure 72 : Dyschromie initiale (Leith R, 2009)	94
Figure 73 : Quinze jours après blanchiment interne par technique inside/outside (Leith R, 2009).....	94
Figure 74 : Photo de la dentine traitée avec l'eau (Maguin H, 2013).....	96
Figure 75 : Photo de la dentine traitée par le peroxyde d'hydrogène à 30% (Maguin H, 2013).....	96
Figure 76 : Classification des RCE pour Heithersay (Craig A et al, 2022).....	101
Figure 77 : Illustration d'une fracture coronaire suit à un blanchiment interne (Greenwall L, 2017).....	103
Figure 78 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane.....	108
Figure 79 : Photographie du sourire initial, vue de face.....	108
Figure 80 : Photographie endobuccale montre l'overbite de 04 mm	109
Figure 81 : (A. B) Photographies endo-buccale montrant la dyschromie importante de 21 et la 22	110
Figure 82 : Photographie endo-buccale montrant les restaurations défectueuses sur la 21 et la 22 en vue vestibulaire et palatine	110
Figure 83 : Radiographie rétro alvéolaire montre la qualité du traitement endodontique de la 21 et la 22	111
Figure 84 : Le teintier vita classique (ivoclar).....	112
Figure 85 : Désobturation de 03 mm coronaire du canal à l'aide d'un foret de Gates.....	114

Figure 86 : Mise en place d'un bouchon en ciment verre ionomère à l'aide d'un lentulo.....	114
Figure 87 : Produit éclaircissant utilisé à base de peroxyde d'hydrogène à 35%.....	114
Figure 88 : Application du produit de blanchiment.....	114
Figure 89 : Obturation provisoire avec un ciment verre ionomère utilisé.....	114
Figure 90 : Photographie en itercuspitation maximale montrant le résultat de la première application.....	115
Figure 91 : Photographie intra-buccale de face et de profil du résultat satisfaisant suite à la troisième application du blanchiment interne	115
Figure 92 : Photographie intra-buccale de face, montrant le résultat de la quatrième séance de blanchiment interne	116
Figure 93 : Illustrations des différentes étapes de la restauration montre une bonne adaptation marginale, respect des points de contacts et le parfait biomémitisme assuré par le bon choix de la teinte et l'état de surface parfaitement poli.....	117
Figure 94 : Résultat final montre l'harmonisation du sourire	118
Figure 95 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane.....	119
Figure 96 : Photographie des deux profils droit et gauche	119
Figure 97 : Photographie du sourire initial, vue de face.....	120
Figure 98 : Photographie endo-buccale de profil, montrant la classe II d'Angle canine et l'overbite de 4 mm.....	120
Figure 99 : Photographie endo-buccale de face, de l'état initiale des tissus parodontaux et de la dyschromie initiale sur la 21 et la 22.....	121
Figure 100 : Photographie endo-buccale de profil de la dyschromie initiale sur la 21 et la 22.....	121
Figure 101 : Etat des tissus parodontaux après le détartrage.....	122

Figure 102 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire qui montre traitement canalair non satisfaisant radiologiquement et une radio-clarté péri apical au regard de la 22.....	123
Figure 103 : Teintier ivoclar vita classique	123
Figure 104 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire montrant l'obturation canalair définitive sur la 21 et la 22	125
Figure 105 : Photographie endo-buccale vu palatine de la désobturation canalair sur 3mm.....	126
Figure 106 : Produit de blanchiment en place	126
Figure 107 : Produit éclaircissant utilisé à base de peroxyde de carbamide à 60%	126
Figure 108 : Photographie du ciment verre ionomère utilisé. NOVA GLASS-F.....	126
Figure 109 : Photographie endo-buccale montrant le résultat de la première séance de blanchiment interne	126
Figure 110 : Photographie du produit utilisé (Opalescence)	127
Figure 111 : Photographie intra-buccale de face du résultat satisfaisant suite à deux applications du produit Opalescence endo	127
Figure 112 : Photographie intra-buccale de face et des deux profils, montrant le résultat de la troisième application de blanchiment interne	127
Figure 113 : Photographie endo-buccale de face en intercuspidie maximale des restaurations définitives sur la 21 et la 22.....	128
Figure 114 : Photographie endo-buccale des deux profils des restaurations définitives sur la 21 et la 22	129
Figure 115 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane, et l'absence de parallélisme entre les lignes horizontales.....	130
Figure 116 : Photographie initiale du sourire, vue de face	131
Figure 117 : Photographie endo-buccale de face et de profil de l'état parodontal initial.....	132

Figure 118 : Photographie endo-buccale de face en ICM montrant l'état initial de la dyschromie.....	132
Figure 119 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire qui montre la qualité du traitement endodontique de la 11	134
Figure 120 : Photographie endo-buccale de face et des deux profils montrant les résultats du traitement parodontal	134
Figure 121 : Illustration des produits utilisés.	134
Figure 122 : Photographie endo-buccale de face, en intercuspidie maximale, montrant le résultat après la première séance de blanchiment interne	135
Figure 123 : Photographie endo-buccale de face et profil, montrant le résultat de la deuxième application du produit de blanchiment	135
Figure 124 : Photographie du sourire montrant la restauration définitive sur la 11	135

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans sa pratique quotidienne, le chirurgien-dentiste doit répondre aux demandes esthétiques et fonctionnelles de ses patients. De nos jours, l'aspect esthétique prend une importance croissante, les patients souhaitant de plus en plus obtenir un sourire éclatant et des dents blanches parfaitement alignées. Pour beaucoup, cette blancheur dentaire est perçue comme un signe de réussite sociale.

Depuis toujours, l'homme cherche la recette miracle pour obtenir cette blancheur. Certains se sont tournés vers les plantes, d'autres vers les propriétés chimiques de diverses substances, mais les résultats étaient souvent aléatoires, parfois nocifs et rarement efficaces.

À la fin du XIXe siècle, l'apparition du peroxyde d'hydrogène et du perborate de sodium a marqué le début de la quête de la blancheur dentaire.

Dans ce mémoire de fin d'étude qui a pour thème le blanchiment interne, nous aborderons dans un premier temps les bases fondamentales de la chlorométrie dentaire. Dans un second temps, nous détaillerons les étiologies des dyschromies dentaires, en expliquant les différents mécanismes responsables des dyscolorations externes et internes, avec une attention particulière à la dyscolorations de la dent dépulpée.

Nous exposerons ensuite les différentes gammes d'agents éclaircissants utilisés en pratique courante, leurs mécanismes d'action et de leurs effets sur les tissus durs et mous de la cavité buccale ainsi que les diverses méthodes d'éclaircissement interne, que ce soit en ambulatoire ou sur fauteuil.

Enfin, nous conclurons cette partie théorique avec les complications potentielles des protocoles d'éclaircissement pour enchaîner avec des *une série de cas cliniques* traités durant la période allant du 01 février 2024 au 10 Juin 2024, par le Dr Messadi au niveau du service d'odontologie conservatrice et endodontie CHU TIZIOUZOU.

Les objectif de ce mémoire de fin d'études sont de :

1. Identifier le profil de malade a besoins esthétiques ;
2. Détecter les anomalies de teinte du secteur esthétique ;
3. Poser le diagnostic et l'indication du blanchiment interne ;
4. Décrire le protocole clinique du blanchiment interne ;
5. Prévenir les récives et les complications de ce blanchiment.

CHAPITRE I : RAPPELS

1. L'émail

1.1. Définition de l'émail dentaire

L'émail dentaire constitue le revêtement externe de la dent, il se présente comme un tissu minéral exceptionnel. Il est acellulaire, intensément minéralisé et composé de cristallites individuels plus grands et plus orientés que ceux que l'on retrouve dans d'autres tissus minéralisés du corps humain [1].

1.2. Propriétés chimiques

L'émail dentaire est principalement composé de 86% de minéraux, de 2% de matière organique et de 12% d'eau, selon les concentrations atteintes lors de l'éruption dentaire.

Les constituants inorganiques de l'émail dentaire comprennent principalement du phosphate de calcium, se présentant sous forme d'hydroxyapatite. De plus, on retrouve d'autres éléments tels que des sels de calcium et de phosphore, contribuant à la richesse de sa composition minérale. Les cristaux d'apatite sont les constituants majeurs.

En cours de développement et tout au long de la vie, les cristaux de l'émail dentaire ont la capacité d'incorporer ou d'absorber divers ions, tels que le strontium, le magnésium, le plomb et le fluor, que l'on retrouve dans la salive et l'alimentation.

La matrice organique de l'émail, formée par la décomposition des protéines, telle que l'amélogénine, subit une élimination partielle après l'éruption dentaire. Cette expulsion contribue à stimuler une hausse du taux de minéralisation.

La présence d'eau dans l'émail dentaire se manifeste de différentes manières : elle peut être présente sous forme libre, entourer les cristaux ou être incorporée aux protéines [2-4].

1.3. Propriétés physiques

La dureté exceptionnelle de l'émail dentaire, le rendant le tissu calcifié le plus robuste du corps humain, découle de sa concentration élevée en sels minéraux et de son arrangement cristallin sophistiqué. Sa structure cristalline complexe confère une rigidité remarquable, mais elle contribue également à sa fragilité. Cette combinaison unique de dureté et de fragilité met en lumière l'équilibre délicat que l'émail maintient pour assurer une protection efficace tout en permettant une fonction masticatoire adaptative.

L'émail dentaire, en tant que bouclier protecteur, affiche une épaisseur dynamique, atteignant 2,5 mm sur les tubercules des molaires et prémolaires, et se réduisant vers le

collet de la dent. Cette adaptation structurelle, accentuée dans les surfaces linguales des molaires maxillaires et les surfaces buccales des molaires mandibulaires, garantit une protection optimale tout en répondant aux exigences spécifiques de chaque région dentaire.

L'émail dentaire, grâce à la disposition minutieuse de ses cristaux d'hydroxyapatite, adopte une allure translucide, évoquant la transparence du verre. Cette caractéristique est cruciale dans la détermination de la couleur des dents, largement influencée par la dentine perceptible à travers l'émail. Ainsi, l'aspect translucide de l'émail, résultant de la disposition spécifique de ses cristaux, ajoute une dimension esthétique significative à la denture humaine.

L'émail dentaire, en raison de cette épaisseur variable, crée des nuances de couleur distinctes entre les parties incisives et cervicales d'une dent. Cette diversité d'épaisseur contribue à la palette esthétique des dents humaines [3, 4].

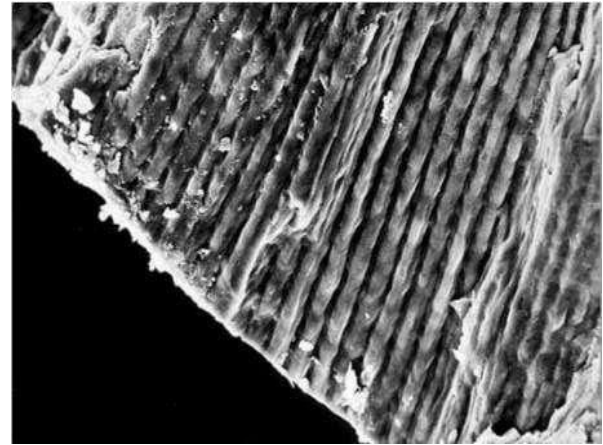
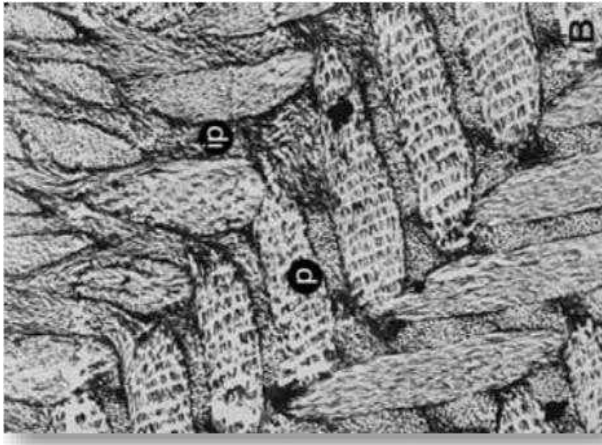
1.4. Structure histologique

1.4.1. Prismes d'émail

Les prismes d'émail, alignés avec une précision millimétrique, sont les unités structurelles de base. Formés par des processus biologiques complexes, ces cylindres cristallins donnent à l'émail sa robustesse.

1.4.2. Ultrastructure des prismes

Au niveau ultra-structural, les prismes révèlent une disposition régulière des cristaux d'apatite. Ces cristaux, agencés le long des axes des prismes, confèrent à l'émail une solidité remarquable.



Email prismatique

P : Pris

Ip : Inter-prismes

Microscope électronique à balayage :

Prismes d'émail humain

Figure 01 : Microscope électronique des prismes (Kumar GS, 2015)

1.4.3. Bandes de Hunter-Schreger

Les bandes de Hunter-Schreger, résultant de l'organisation des prismes, créent des motifs alternants. Cette disposition particulière offre une résistance structurelle, minimisant les risques de fractures sous contrainte masticatoire.

1.4.4. Lignes d'incrément de Retzius

Les lignes d'incrément de Retzius, observables au microscope, représentent les fluctuations dans le processus de croissance de l'émail. Elles témoignent des variations dans la formation de l'émail au fil du temps.

1.4.5. Jonctions avec les tissus durs de la dent :

La Jonction *amélodentinaire* se caractérise par une forme en 'S' en coupe transversale, soulignant une résistance accrue à l'abrasion dans la région occlusale où l'émail est plus épais. Quant à la jonction *email-cément*, elle présente trois types classiques : le cément recouvrant l'émail dans 65 % des cas, un rejoignement bout à bout dans 30 % des cas, et une séparation par une zone dentinaire dans 5 % des cas. Cependant, des nuances complexes émergent grâce à la microscopie à balayage, révélant des variations intriquées même au sein d'une même dent [2, 4].

1.5. Structure de surface :

1.5.1. Émail sans prismes

La surface cervicale de l'émail se présente comme une toile sans motifs, dépourvue de la structure régulière des prismes. Cette zone, densément minéralisée, fournit des indices cruciaux sur les stades de maturation de l'émail.

1.5.2. Perikymata, extrémités prismatiques, et fissures

Chaque détail en surface revêt une importance significative : des rainures transversales nommées perikymata aux extrémités prismatiques concaves et aux fissures. Ces éléments tracent l'histoire de l'émail, formant une cartographie visible des conditions de croissance et des défis environnementaux.

1.5.3. Cuticule de l'émail

La cuticule de l'émail, telle un voile protecteur, représente une membrane délicate d'origine épithéliale. Elle assure la préservation de l'émail face aux influences externes avant son éruption, établissant ainsi une première ligne de défense.

1.5.4. Lamelles d'émail

Les lamelles d'émail, structures fines en forme de feuille s'étendant de la surface à la jonction amélo-dentinaire, ajoutent une dimension supplémentaire. Leur détection post-décalcification révèle des modifications dans le processus de maturation de l'émail [2, 4].

1.6. Perméabilité de l'émail

La perméabilité de l'émail dentaire est régie par plusieurs mécanismes essentiels tels que l'osmose, la pression hydrostatique, la capillarité et l'évaporation. L'osmose implique le déplacement des molécules de solvant à travers une membrane semi-perméable, tandis que la pression hydrostatique correspond à la force exercée par l'eau sur la surface de l'émail. La capillarité, quant à elle, se réfère à l'ascension du liquide dans les tubules de l'émail, sous l'influence de facteurs comme la pression pulpaire. Enfin, l'évaporation, proportionnelle à la surface exposée de l'émail, joue également un rôle crucial dans sa perméabilité [2, 4].

1.7. Les voies d'échanges moléculaires

L'émail offre deux voies principales d'échanges moléculaires : les pores et la voie protéique. Les pores présentent une distribution de taille, permettant le transport de petites molécules et d'ions à travers l'émail. La perméabilité varie de la jonction amélo-dentinaire vers la surface externe. La voie protéique, quant à elle, est caractérisée par une diffusion isotopique

utilisant des marqueurs spécifiques. La coagulation des voies protéiques peut ralentir ces échanges moléculaires [2, 4].

1.8. Vieillessement de l'émail au fil du temps

L'émail subit une usure résultant de la mastication, phénomène connu sous le nom d'attrition. Les perikymata disparaissent après l'éruption. On observe une absorption de fluorure par les couches superficielles de l'émail, ce qui entraîne une diminution de la perméabilité de l'émail [2, 4].

2. La dentine

2.1. Définition

La dentine représente le constituant majeur de la dent, revêtue par l'émail au niveau coronaire ; on parle de « dentine coronaire », et par le cément au niveau radulaire ; c'est la « dentine radulaire ». Elle entoure la pulpe dont la connexion avec cette dernière est permanente [5].

2.2. Propriétés chimiques

La dentine est un tissu conjonctif minéralisé et avasculaire. Elle est constituée de 70% de trame inorganique, de 20% de trame organique et de 10% d'eau [6].

La phase minérale de la dentine est constituée d'hydroxyapatite substituée sous forme de petites plaques.

En ce qui concerne la phase organique, elle est composée de 90 % de collagène, principalement de type I, avec de petites quantités de types III et V. Cette phase inclut également des fractions de diverses protéines non collagéniques qui comblent l'espace entre les fibrilles de collagène, et qui s'accumulent le long de la périphérie des tubules dentinaire : la phosphoprotéine/phosphoporphine dentinaire, la sialoprotéine dentinaire, la glycoprotéine, la protéine de matrice dentinaire, la protéine acide sécrétée et riche en cystéine, l'ostéocalcine, la sialoprotéine osseuse, l'ostéopontine, la phosphoglycoprotéine extracellulaire de la matrice, les protéoglycanes, et certaines protéines sériques de même que de lipides [6].

2.3. Propriétés Physiques

La dentine est de couleur translucide blanc jaunâtre. La dentine est légèrement plus dure que l'os et moins minéralisée que l'émail. Cette différence peut être aisément distinguée sur les radiographies, où la dentine apparaît plus radiotransparente que l'émail et plus radiopaque que la pulpe.

Elle présente une qualité élastique qui joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement de la dent. Cette élasticité confère une flexibilité et prévient la fracture de l'émail, qui est plus cassant. Dans la partie radiculaire, la dentine est recouverte de ciment, et la transition entre ces deux tissus est moins précise [7].

2.4. Structure de la dentine

La dentine est un tissu perméable de structure poreuse, parcourue par un réseau important de cavités allongées appelées « canalicules / tubuli dentinaires » disposés perpendiculairement à la jonction amélo-dentinaire. Ils représentent 10 à 30% du volume dentinaire, lui conférant sa perméabilité. Leur diamètre est de 1 à 2 mm dans la majeure partie de la dentine [5, 8].

Lors d'une éventuelle mise à nu de la dentine, des échanges avec le milieu externe (bactéries, stimuli : froid/chaud/acide...) par le biais des canalicules dentinaires peuvent se produire.

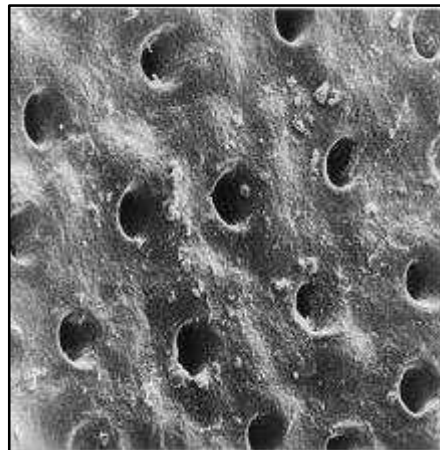


Figure 02 : Surface dentinaire criblée de tubuli (Albert H, 2012)

On distingue :

- **Le « Mantle dentine » ou le « manteau dentine »**

Il représente la couche la plus externe, située directement sous la jonction amélo-dentinaire, munie d'une structure atubulaire, recouvrant une couche épaisse de dentine circumpulpaire [8].

- **La « dentine circumpulpaire » ou la « dentine périphérique »**

Munie d'une structure tubulaire et constituée de : dentine « inter tubulaire /intercanaliculaire », dentine « péritubulaire/intratubulaire » et des canalicules dentinaires [8].

Leur composition biochimique diffère, notamment dans l'aspect des fibres de collagène de la matrice qui les compose, on retrouve les fibres de Von Korff plus épaisses dans le manteau dentine que celle de la dentine périphérique [12].

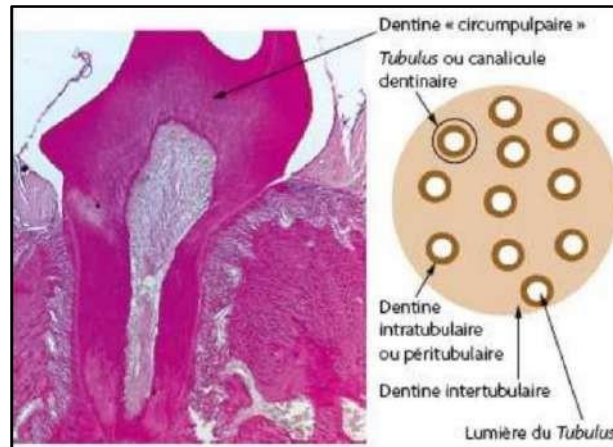


Figure 03 : Schéma de la structure de la dentine circumpulpaire sur la première molaire de souris (Simon S, 2008)

2.5. Les types de la dentine

La dentine, à la différence de l'émail, possède la capacité de régénération grâce aux odontoblastes par le phénomène de dentinogenèse :

2.5.1. Dentine primaire

Il s'agit de la 1^{ère} dentine secrétée au cours du développement de l'organe dentaire. Elle est à l'origine de la morphologie générale de la couronne et de la racine [8].

2.5.2. Dentine secondaire

Sa sécrétion dure tout au long de la vie dentaire, produite directement après l'apexogenèse ou après l'éruption de la dent. Elle est responsable de l'amenuisement de la lumière canalaire et de la senescence pulpaire (rétrécissement du volume pulpaire) [8].

2.5.3. Dentine tertiaire ou Cicatricielle

Elle peut être classée en dentine réactionnelle, qui se forme en réponse à des irritations modérées, et en dentine réparatrice, qui se forme face à un stress plus important mettant en danger la survie des odontoblastes [8].

2.6. La perméabilité de la dentine

La perméabilité de la dentine est liée à la présence des tubulis. Ils jouent un rôle primordial ; ils transportent les protéines composant la matrice extracellulaire lors de la dentinogenèse, ils assurent le transfert des phosphates calciques pendant la minéralisation, ainsi que le transport des ions et des molécules tout au long de la vie de la dent.

Les tubulis contiennent principalement les prolongements odontoblastiques (des extensions cytoplasmiques des fibres de Tomes), les fibres de collagène et les fluides provenant de la pulpe nommés les fluides transdentinaire.

La barrière odontoblastique joue également un rôle dans les échanges des solutés et des fluides entre la pulpe et les canalicules dentinaires. Il s'agit d'une barrière fonctionnelle qui peut être altérée par une inflammation ou suite à mécanisme de réparation [10].

2.6.1. Les mécanismes impliqués dans la perméabilité de la dentine

- **L'évaporation**

Un jet d'air induit une évaporation si l'humidité de l'air est inférieure à 100%. L'évaporation de l'eau dans l'atmosphère déplace le fluide dentinaire vers le milieu externe activant des récepteurs mécaniques et provoquant ainsi la douleur.

- **Le transport passif**

C'est le passage net des molécules d'un milieu de haute concentration vers un milieu de basse concentration. Il dépend de :

- La surface disponible pour la diffusion ;
- L'épaisseur de la dentine ;
- La concentration appliquée ;
- Le coefficient de diffusion.

- **Mouvement de liquide vers l'extérieur**

Les différents stimuli osmotiques et thermiques induisent une modification du débit du fluide présent dans les canalicules dentinaires, et engendrent un hydrodynamisme dans les tubulis. Ce dernier produit un mouvement des prolongements odontoblastiques ainsi que l'excitation des terminaisons nerveuses libres. Le froid contracte le fluide intra-canaliculaire et engendre un débit sortant important ce qui provoque la douleur ; contrairement au chaud, qui

lui crée un flux de liquide en direction de la pulpe et déclenche une douleur rarement ressentie. C'est la théorie hydrodynamique de la sensibilité dentaire de Brännström [13].

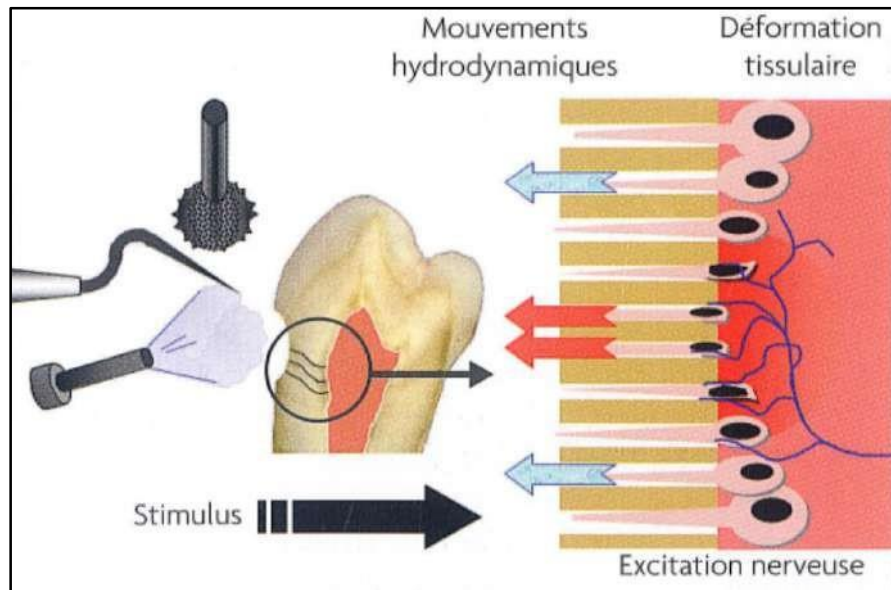


Figure 04 : illustration de la théorie hydrodynamique de la sensibilité dentaire (Ivar A, 2009)

2.6.2. Facteurs de variation de la perméabilité dentinaire

- Variations liées aux dépôts dentinaires

Le diamètre des tubuli dentinaires diminue avec l'âge par apposition de nouvelles couches de dentine (dentine sclérotique, dentine secondaire, dentine tertiaire et la boue dentinaire).

Par conséquent une réduction de la perméabilité va avoir lieu, ce qui explique la sensibilité moindre chez le sujet âgé, et la vitesse accrue de la progression de la carie chez l'enfant [8, 11].

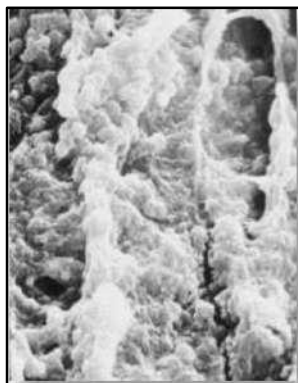


Figure 05 : illustration de l'accumulation de dentine sclérotique mérialisée dans leur lumière (Ivar A, 2009)

- **Variations régionales de la structure tubulaire**

Le nombre de canalicules varie en fonction de la proximité avec la pulpe. Une disposition décroissante en allant en direction coronaire :

- 65 000/mm² à la périphérie pulpaire ;
- 15000/mm² à la jonction amélo-dentinaire ;
- 35000/mm² dans la portion moyenne de la couronne [10].

3. La pulpe

3.1. Définition

La pulpe est un tissu conjonctif spécialisé qui assure différentes fonctions, notamment la production de dentine, le soutien de la santé et de la vitalité de la dent, ainsi que la détection des stimuli sensoriels comme la douleur, la température et la pression [14].

3.2. La structure de la pulpe

Dans la pulpe dentaire, on peut distinguer deux zones principales :

- **La zone centrale**

La zone centrale de la pulpe dentaire est située au centre de la dent et est entourée par la dentine. Cette région contient généralement les vaisseaux sanguins et les nerfs principaux de la dent, mais aussi les fibroblastes, les odontoblastes et les cellules immunitaires.

- **La zone périphérique**

Cette zone est située près de la limite entre la pulpe et la dentine ; comprend la couche odontoblastique, la couche acellulaire de Weil, et la couche cellulaire de Hohl, qui sont essentielles dans la structure histologique de la pulpe dentaire [15].

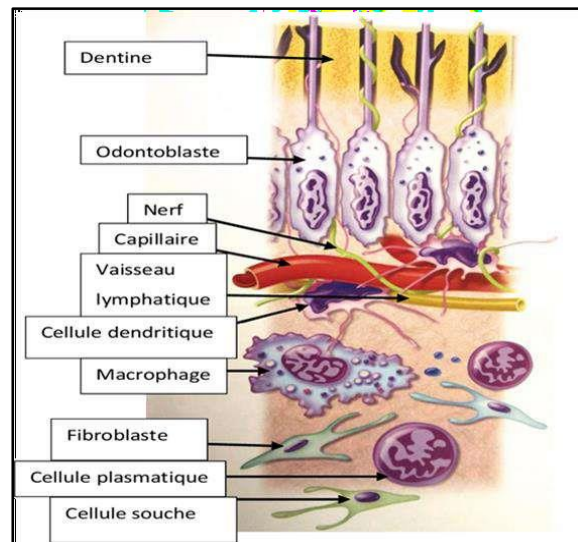


Figure 06 : Diagramme de l'organisation de la pulpe périodentaire (P. Duval 2018)

4. Le cément

4.1. Définition

L'origine du mot cément provient du mot latin caementum qui signifie « pierre brute, pierre non taillée ».

Le cément d'origine éctomesenchymateuse est un tissu conjonctif mince calcifié qui entoure la racine en recouvrant la dentine radiculaire, et dans lequel les fibres de collagène sont insérées pour attacher la dent à son alvéole [16].

CHAPITRE II : LA CARTE CHROMATIQUE DE LA DENT

1. Perception de la couleur

La couleur, en dentisterie, s'impose comme l'un des éléments esthétiques prépondérants. Le jugement visuel demeure la méthode privilégiée pour évaluer cette caractéristique fondamentale. Toutefois, cette approche, bien que largement employée, soulève des défis inhérents liés à la subjectivité et aux conditions environnementales. Dans ce contexte, l'évolution des pratiques dentaires s'oriente vers l'intégration de méthodes plus objectives, mettant en lumière la nécessité de concilier tradition et innovation pour une évaluation précise et reproductible de la couleur en dentisterie [17, 18].

1.1. L'importance de la perception visuelle

La dentisterie esthétique requiert des compétences artistiques, où le dentiste manie la lumière, la couleur, l'illusion, la forme et la structure pour créer des résultats esthétiques. Cette compétence fait des dentistes experts en art dentaire. En même temps, ils sont régulièrement confrontés à la difficulté de déterminer la couleur des dents, une tâche compliquée par des jugements subjectifs et des conditions d'éclairage inadéquates. Comprendre et utiliser la couleur devient ainsi crucial, fusionnant aspect artistique et technique pour réussir les interventions esthétiques en dentisterie. [17, 19].

1.2. Mécanisme de la perception visuelle

La perception de la couleur, peut être définie comme un processus sensoriel complexe impliquant l'interaction de la lumière avec la matière, la réception de cette lumière par les cellules rétinienne de l'œil, et la transformation des impulsions sensorielles en une perception consciente de la lumière et de la couleur dans le cerveau. Ce processus multifactoriel est influencé par des facteurs tels que l'âge, l'environnement, l'intégrité des récepteurs oculaires, et le fonctionnement cérébral [17].

2. Colorimétrie dentaire

2.1. Évolution des Systèmes de Mesure de Couleur en Dentisterie

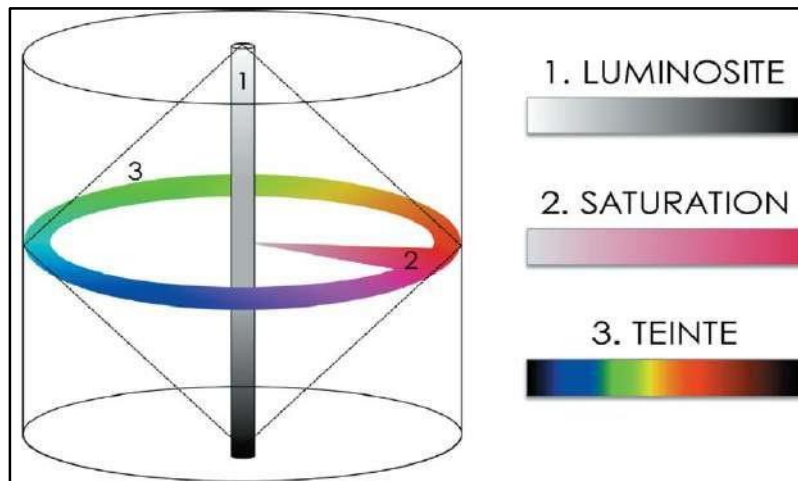


Figure 07 : Cylindre de Munsell prenant en compte, par ordre d'importance les trois paramètres fondamentaux de la couleur (Lăzărescu F, 2019)

La compréhension scientifique de la couleur, indispensable pour la reproduction précise des teintes dentaires, repose sur l'utilisation de systèmes de mesure. Plusieurs tentatives historiques ont été faites pour organiser universellement les couleurs, avec des contributions notables de personnalités telles que Goethe, Runge, et Munsell.

En 1810, Goethe expose l'une des premières classifications des couleurs dans son traité, illustrée par un cercle chromatique comprenant six couleurs.

Durant cette même année, le peintre P.O. Runge présente un système de représentation des couleurs qui se distingue du cercle traditionnel en adoptant une structure sphérique.

Au sein de ce panorama coloré, une avancée significative survient en 1905 grâce à A.H. Munsell, qui révolutionne la classification des couleurs en élaborant un atlas novateur. Pour la première fois, Munsell organise les couleurs en fonction de trois paramètres fondamentaux : la luminosité, la saturation et la teinte. Son concept novateur est matérialisé dans le cylindre de Munsell, une représentation tridimensionnelle où chaque couleur est soigneusement définie par des coordonnées le long de l'axe vertical, horizontal (rayon) et périphérique. Cette approche structurée transcende le traditionnel cercle chromatique, fournissant ainsi une représentation complète de la gamme des couleurs [18, 20]

2.2. Paramètres fondamentaux

2.2.1. La teinte

C'est la couleur que nous voyons, influencée par la façon dont la lumière rebondit. En dentisterie, cela se situe généralement dans des nuances de jaune à orange, décrivant ainsi la gamme de couleurs [21].



Figure 08 : La teinte dominante des dents est jaune orangé mais elle peut tendre vers le rouge ou vers le jaune (Lăzărescu F, 2019)

2.2.2. La saturation

C'est à quel point une couleur est vive ou pâle en raison de la concentration du pigment. Les cellules rétinienne, sensibles au rouge, bleu et vert, évaluent cette intensité de couleur [21].



Figure 09 : La saturation augmente généralement du bord libre au collet des dents bien que la luminosité soit quasiment identique (Lăzărescu F, 2019)

2.2.3. La luminosité

D'une couleur dépend de la quantité de lumière réfléchiée. Si une couleur est très vive (saturation élevée), la luminosité sera plus faible [21].

En somme dans le contexte dentaire, la teinte, la saturation et la luminosité de la dent sont influencées par la dentine en raison de son volume dominant, de sa saturation et de son opacité. La dentine est considérée comme le principal contributeur à la couleur globale de la dent. L'émail, quant à lui, contribue davantage à la luminosité [17, 21].

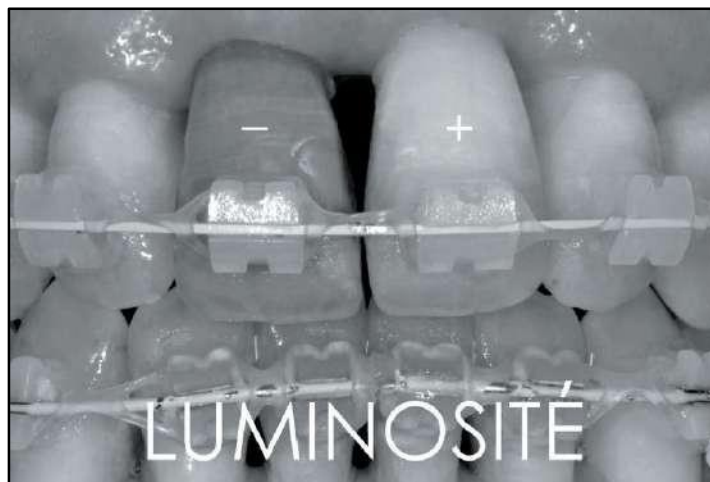


Figure 10 : La luminosité s'apprécie facilement en retirant la chromaticité des couleurs. Ici, la dent 11 est moins lumineuse que la dent 21 (Lăzărescu F, 2019)

3. Dimensions optiques de la dent naturelle

La structure dentaire est stratifiée, sa couleur n'est pas homogène, et les trois paramètres fondamentaux cités précédemment ne sont pas suffisants pour définir sa couleur d'une manière correcte, d'autres paramètres à prendre en considération viennent s'ajouter,.

3.1. La chromacité

Elle unit la teinte et la saturation. Elle est déterminée essentiellement par la dentine, elle est contenue entre le jaune et le jaune-orangé; au-delà, on considère la dent comme étant dyschromiée. Le relevé de chromacité s'effectue au niveau du tiers cervical de la dent là où l'émail (qui est achromatique) est de faible épaisseur [22-25].

3.2. Translucidité/opacité

La translucidité et l'opacité sont, dans l'ordre, les propriétés d'un corps à laisser ou à empêcher la lumière de passer.

La translucidité ne fait pas partie de l'analyse de Munsell, mais elle est cruciale dans le rendu final d'une restauration esthétique. Elle est de 70% au niveau de l'email et de 40% au niveau de la dentine. Ce qui explique que l'email est translucide, tandis que la dentine est opaque.

Ces deux phénomènes varient en fonction de la localisation du noyau dentinaire ; la dent paraît opaque au collet où l'email est très fin, par l'expression de la masse dentinaire. Au bord libre, on note une translucidité accrue vu que l'email n'est généralement plus soutenu par la dentine à ce niveau [17, 18, 23, 26].

3.3. La fluorescence

C'est la capacité d'un matériau de transformer l'énergie lumineuse non visible (rayons ultraviolets) en radiations visibles de plus grandes longueurs d'ondes.

Pour la dent naturelle, en raison de sa riche composition organique, c'est la dentine qui est responsable de l'aspect blanc-bleuté sous l'effet d'une lumière ultraviolette invisible, en créant « l'effet de boîte de nuit » [18, 19, 23].

3.4. L'opalescence

Terme issu du mot « opale », désignant une pierre à composition cristalline rappelant celle de l'email. La taille très fine des cristallines des molécules d'hydroxyapatites procurent à l'email cette propriété.

L'opalescence est un comportement optique qui permet à un corps translucide d'apparaître d'une couleur bleutée en réflexion lumineuse, en renvoyant les longueurs d'onde courtes, et d'une couleur rouge-orange en lumière transmise en laissant passer les longueurs d'ondes les plus hautes. Ce phénomène est souvent visible sur les bords incisifs car la lumière ne pénètre que l'email. On parle alors de l'« effet opale » [17, 18, 26].

Lorenzo Vanini a décrit 5 types d'opalescence classés en fonction de l'âge de la dent

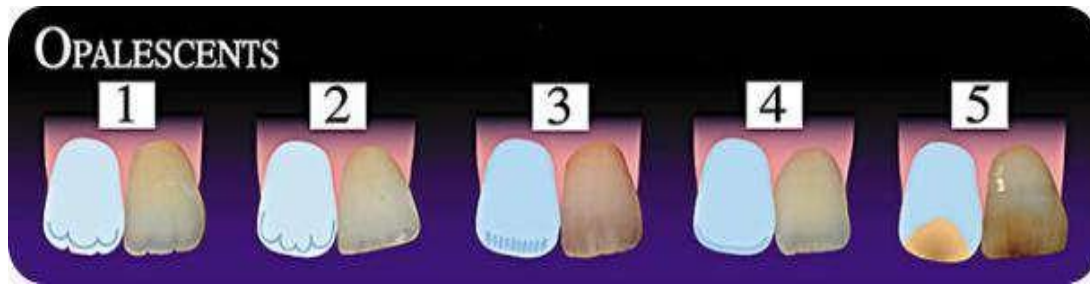


Figure 11 : La classification des opalescences (Lorenzo VANINI)

- Le type 1 : mamelon, il est présent sur les dents dont l'éruption vient de se terminer ou chez les patients ne présentant pas de contacts incisifs ;
- Le type 2 : mamelon central dédoublé, est fréquemment rencontré chez les enfants et les jeunes adultes ;
- Le type 3 : en peigne, retrouvé chez les adultes d'âge moyen. Il résulte d'une division des 3 mamelons du type 1 au cours du temps ;
- Le type 4 : fenêtre, marque la fin des différents changements subis par les mamelons au cours du temps, Il est représenté par une ligne droite au niveau du bord incisal ;
- Le type 5 : tâche, normalement présent sur toutes les dents indépendamment de leur bord incisal.

En résumé, la dentine est responsable de la saturation, teinte et fluorescence. Alors qu'à l'email se rattache la luminosité, translucidité/transparence et l'opalescence des bords libres.

3.5. L'état de surface

La texture, également appelée « microgéographie » des dents naturelles influence la perception colorée.

En fonction de l'âge, l'état de surface varie ; une dent jeune présente une texture rugueuse tourmentée, riche en détails avec des reliefs prononcés tels que les fossettes, le marquage horizontal de croissance des Périkématies... Ceci entraîne une réflexion diffuse de la lumière, ce qui engendre la brillance et la luminosité (dent jeune claire). En revanche, une dent âgée possède une microgéographie lisse du fait des reliefs vestibulaires gommés par l'usure abrasive et érosive. Cet état de surface donne naissance à une réflexion unique de lumière (un seul rayon), ce qui réduit la luminosité (dent âgée sombre).

Dans de rare cas , on rencontre des dents jeunes naturellement très lumineuses, avec une forte brillance d'aspect irisé analogue à celle de la nacre et de quelques coquillages, on parle alors de « l'effet nacré » [18, 23, 25].

3.6. Caractérisations et pigmentations blanches

Ce sont des colorations ponctuelles et particulières, d'étiologies distinctes (extrinsèques ou intrinsèques), décrites comme « grains de beauté » de la dent. Il peut s'agir de l'effet laiteux et nuageux (suite à l'hypominéralisation), de taches blanches opaques de déminéralisation, des fissures de l'émail avec ou sans infiltration, de colorations jaune de la lame dentinaire visible par transparence [17, 18, 25].

On distingue quatre types de pigmentations blanches :

- Type 1 : tâche isolée ;
- Type 2 : tâches plus petites et plus denses ;
- Type 3 : flocons de neige occupant toute la couronne ;
- Type 4 : bandes horizontales.

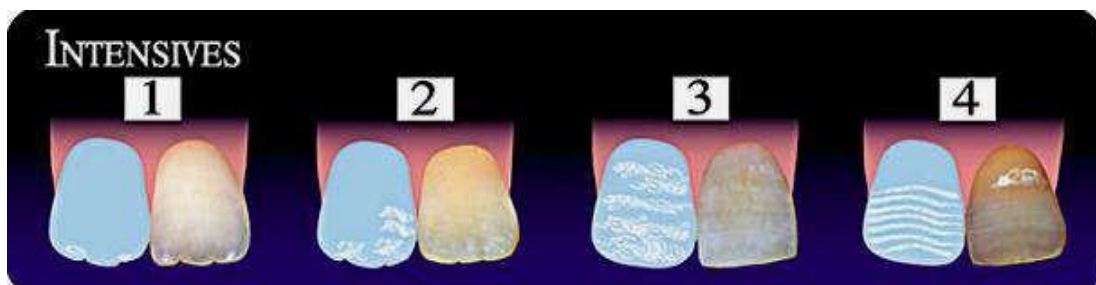


Figure 12 : La classification des pigmentations blanches (Lorenzo VANINI)

4. Effet du vieillissement sur la couleur de la dent

L'impact du vieillissement sur les tissus dentaires est significatif, engendrant des transformations progressives au fil du temps.

4.1. Effet du vieillissement sur l'émail

Au cours de la vie, l'émail s'use et s'amincit vu qu'il est dépourvu de toute propriété de régénération. L'usure, qu'elle soit érosive ou abrasive, efface progressivement les irrégularités naturelles de l'émail, ce qui rend la dent plus lisse dévoilant ainsi un aspect caractéristique appelé « aspect émoussé luisant ». Cet état de surface modifie la diffraction de

la lumière et engendre une réflexion unique de la lumière ce qui réduit la luminosité, et modifie ainsi la perception de la couleur.

Donc, avec l'âge l'émail s'amincit et perd de sa luminosité et prend un aspect vitreux laissant apparaître la dentine sous-jacente [28-29].

4.2. Effet du vieillissement sur la dentine

L'épaisseur de la dentine augmente avec le temps par apposition centripète de la dentine secondaire, et par la formation de dentine tertiaire et sclérotique face aux différentes agressions. Cette dernière contient des pigments qui sont responsables de l'augmentation de la saturation de la dentine ce qui la rend plus foncée.

La teinte est plus saturée au tiers incisif et moyen, et la dent devient plus jaune.

Plus la dentine vieillit, plus elle perd son caractère fluorescent suite à son hypo-minéralisation [17, 18, 27].

5. Sources d'erreur de détermination de la couleur de la dent et prévention

5.1. L'éclairage

La lumière est l'un des facteurs fondamentaux et nécessaires à la vision d'une couleur. La couleur est mal définie si l'éclairage et la lumière sont incorrects.

Le clinicien doit essayer de se servir d'une source lumineuse à spectre complet de rayons sans prédominance d'une longueur d'onde particulière.

Il existe trois sortes de lumière : la lumière fluorescente qui émet une forte concentration d'ondes bleues, la lumière incandescente à forte concentration d'ondes jaunes. La majorité des cabinets sont munis de ce genre de source lumineuse. Elles ne sont pas adoptées à l'harmonisation des teintes.

La dernière est la lumière naturelle du jour, considérée comme le meilleur vu qu'elle est la plus proche pour l'émission du spectre complet de lumière blanche [22, 26].

5.2. Métamérisme

C'est la faculté d'une couleur à modifier son aspect en fonction de la source lumineuse. Deux objets sous le même éclairage peuvent apparaître différents lorsque la lumière change, on dit qu'ils sont métamères.

C'est un phénomène assez fréquent en dentisterie, mais prévisible ; il peut être évité en choisissant une teinte en la confirmant sous des conditions d'éclairage différentes, par exemple ; sous une lumière incandescente et sous la lumière du jour [22, 26].

5.3. La fatigue visuelle

La fatigue oculaire survient facilement suite à une fatigue générale et/ou locale, notamment lors d'observations successives de la couleur surtout si la vision se concentre sur des particules minuscules, notamment quand les conditions sont défavorables (mauvaise qualité d'éclairage), par conséquent impossibilité de distinguer la teinte et la saturation.

C'est pour cette raison qu'il est conseillé de ne pas regarder la dent plus de 5 secondes, et de fixer une zone neutre avant de réexaminer la dent. Pour une meilleure appréciation, on examine les yeux mi-clos, et si possible s'équiper de loupes afin de mieux préciser la texture de la dent [22, 30, 32].

5.4. L'effet des médicaments, caféine, alcool

L'abus de ces substances modifie la perception des couleurs par affectation du diamètre de la pupille de l'œil, comme l'alcool qui entraîne une dilatation pupillaire [22].

5.5. L'effet de contraste

- **Le contraste clair/obscur**

Ce phénomène a une grande importance clinique : l'exemple pratique est la rougeur des tissus gingivaux enflammés qui faussent la perception colorée. Car dans ces conditions la couleur a tendance à apparaître plus claire. Pareil pour la présence de dépôts de tartre ou de la présence d'un maquillage prononcé ... Si un environnement est foncé, le corps paraît clair et vis-versa. Il faut s'assurer d'un environnement tégumentaire neutre du patient afin de bien percevoir la couleur de la dent [22, 23, 30].

- **Le contraste de taille**

Plus l'objet est petit, plus il apparaît foncé. Inversement, un objet volumineux apparaît clair.

De la même manière, si on prend deux objets de la même taille, le plus clair donnera l'illusion d'être plus grand que l'objet sombre [22].

- **Le contraste spatial**

Un corps éloigné de l'observateur apparaît plus sombre qu'un corps proche. Même explication pour la situation des dents dans la cavité buccale, les dents postérieures sont assombries du fait de leur position reculée, en plus des ombres présentes au fond de la bouche contribuant à cet aspect foncé [22, 23].

6. Méthodes de détermination de la couleur

6.1. Choix visuel à l'aide de teintiers

Le processus débute par la comparaison des barrettes échantillon du teintier avec la dent naturelle à imiter. Chaque teintier, tel que le VITA classical, propose sa méthodologie spécifique. Idéalement, le choix se fait dans un environnement neutre, en lumière naturelle. En l'absence de conditions naturelles, un éclairage de type lumière du jour est recommandé. Il est crucial de réaliser un schéma détaillé des zones cervicales, moyenne, et incisale. Les prises de vue macrophotographiques peuvent également fournir des informations précieuses sur les caractéristiques de la dent. Cependant, il convient de noter que le choix visuel est intrinsèquement subjectif, influencé par des facteurs tels que la physiologie oculaire de l'observateur, son vieillissement oculaire, d'éventuelles dyschromatopsies, son éducation visuelle, et la qualité de la lumière ambiante [17].

6.1.1. Teintiers construits par familles de teintes

Parmi les teintiers, on distingue ceux construits par familles de teintes, tels que le Vitapan Classical® de Vita, avec 16 échantillons répartis en 4 familles chromatiques. Cependant, il présente une limite pour évaluer la luminosité et les dents âgées. Le Chromascop® d'Ivoclar-Vivadent, comprenant 20 échantillons dans 5 familles, permet d'ajuster la luminosité par la stratification d'émail et il est adapté aux dents vieillissantes grâce à ses échantillons saturés [17, 18].

6.1.2. Les teintiers construits par groupes de luminosité

Le teintier Vitapan 3D Master® de Vita lancé en 1998, proposent 26 échantillons répartis en 5 familles de luminosité, priorisant la luminosité, évaluant la saturation dans le sous-groupe central M, et offrant des options chromatiques entre rouge et jaune ; Ce teintier améliore la précision, la scientificité et la rapidité du choix de couleur par rapport aux modèles antérieurs, marquant une avancée significative dans le choix visuel par teintier.

6.2. Choix visuel assisté

Des outils d'assistance, tels que lampes calibrées et appareils photo, ont été développés pour améliorer la précision des relevés visuels des couleurs en optimisant les conditions d'éclairage, tout en préservant la subjectivité de l'œil de l'observateur [18].

6.2.1. Les lampes calibrées

Des lampes calibrées, telles que l'Optilume Trueshade et le Demetron Shade Light, sont utilisées pour évaluer la couleur dentaire avec une lumière étalonnée entre 5 500 et 6 500 K. Le Smile Lite de Smile Line propose une version compacte avec une source lumineuse calibrée, un dispositif de grossissement et la possibilité de prendre des photos avec un iPhone via l'application Smile Capture. Des lampes d'appoint, comme l'Esthetic Eye et le Rite-Lite 2, calibrées à 5 500 K, sont également utilisées pour des relevés colorimétriques [18].

6.2.2. Les appareils photographiques

L'usage des appareils photos numériques chez le dentiste va bien au-delà de la simple transmission de la couleur au laboratoire. Bien que ces appareils présentent des défauts dans la reproduction des couleurs, des astuces, comme de photographier la barrette du teintier en situation, sont utilisées pour aider les techniciens de laboratoire. Cette démarche devient particulièrement cruciale lors des ajustements de restaurations dentaires [18].

6.3. Choix instrumental

Dans le domaine dentaire, pour améliorer la précision des relevés de couleur, on utilise des outils spécialisés comme les colorimètres, les spectrophotomètres, les caméras optiques intraorales (comme le TRIOS Scanner) et des logiciels comme ClearMatch. Ces méthodes visent à rendre les mesures plus précises en respectant des critères de fidélité, de justesse et d'exactitude [18].

6.3.1. Colorimètres

Les colorimètres, comme le Shade Eye Chroma Meter de Shofu en 1998, sont des outils clés pour déterminer les couleurs dentaires. Ils analysent la lumière avec trois filtres (rouge, vert, bleu) pour définir la couleur par des coordonnées trichromatiques. Il faut les calibrer sur le blanc avant chaque mesure. On les utilise du cabinet dentaire au laboratoire, pour des mesures précises ponctuelles ou une vue d'ensemble 3D, vérifiant ainsi les couleurs des prothèses [17, 18].

6.3.2. Spectrophotomètres

Les spectrophotomètres évaluent la couleur des dents avec leur propre lumière, éliminant les effets de l'éclairage ambiant. Avant chaque mesure, ils se calibrent avec des pastilles de céramique. Par exemple, le VITA Easyshade permet des mesures précises en un point ou en 3 points spécifiques de la dent. En utilisant les teintiers VITA classical et VITA 3D-MASTER comme référence, ce spectrophotomètre offre des fonctionnalités avancées pour évaluer avec précision les couleurs dentaires. Ces appareils sont utilisés dans les cabinets dentaires et les laboratoires, assurant une évaluation détaillée et fiable des teintes dentaires [17, 18].

6.3.3. Les caméras intra-orales

Les caméras intra-orales, comme le 3Shape TRIOS, sont utilisées pour prendre des empreintes numériques et évaluer la couleur des dents. Elles enregistrent les couleurs pendant la prise d'empreinte, ce qui simplifie l'évaluation de la teinte dentaire. Cependant, il est important de bien évaluer la précision et la fidélité de ces systèmes pour assurer leur fiabilité [18].

6.3.4. Logiciel d'analyse photographique

ClearMatch, logiciel de Clarity Dental Corporation, crée des cartographies colorimétriques des dents en analysant les données RVB de photos dentaires avec divers teintiers comme référence. Bien qu'offrant des avantages, il présente des limitations, notamment des variations selon le teintier choisi, appelant à des améliorations [18].

CHAPITRE III : LES DYSCHROMIES DENTAIRES

1. Définition de la dyschromie dentaire

La dyschromie dentaire est la modification de la couleur d'une ou plusieurs dents. En effet, le mot dyschromie se compose du préfixe « Dys » qui fait référence à une anomalie (Larousse), et du mot « chrome » avec son suffixe « -ie », qui fait référence à la couleur. Dans le domaine dentaire, on peut définir une dyschromie comme étant la variation de l'aspect visuel de la couleur d'une ou de plusieurs dents, sur une surface plus ou moins étendue.

La dyschromie se caractérise par son étiologie, son aspect, sa composition, sa localisation, son intensité et son adhérence à la surface de la dent. Deux types de dyschromies sont distingués suivant la localisation de la coloration :

- ✓ Les dyschromies extrinsèques, dites acquises, qui ne touchent que la surface de l'émail, elles sont causées par le dépôt de composés chromogènes.
- ✓ Les dyschromies intrinsèques qui sont liées au complexe organo-minéral de la dent et touchant les structures amélo-dentinaires, plus ou moins profondément. Elles sont d'origine congénitale ou systémique et peuvent avoir lieu au cours de l'odontogenèse ou après l'éruption de la dent.

La détermination de l'étiologie des dyschromies est importante car elle permet directement de poser l'indication d'un traitement d'éclaircissement et la mise en place d'un traitement adapté [31, 32].

2. Mécanisme de la dyschromie dentaire

L'aspect naturel d'une dent dépend des différents tissus qui la composent, c'est-à-dire l'émail, la dentine et la pulpe. Selon l'épaisseur des tissus, leur structure et leur composition, la dent aura une certaine teinte, luminosité et saturation.

De leur formation à leur édification, ainsi que tout au long de leur vie, les dents sont appelées à voir leur couleur se modifier car elles sont soumises à l'influence des milieux internes et extérieurs.

Contrairement à ce que la majorité des gens pensent, les dents ne sont pas « blanches » naturellement, mais présentent plutôt une palette de couleurs qui varient autour d'une base principale « blanc jaunâtre ». L'harmonie des couleurs autour de cette base varie d'une dent à l'autre et d'un individu à l'autre.

Dans de nombreux cas, les dyschromies intrinsèques et/ou extrinsèques sont liées à la présence de composés organiques appelés chromophores ou pigments qui possèdent plusieurs doubles liaisons. En effet, la dent est un lieu d'échange permanent avec des fluides, certaines molécules venant du milieu buccal peuvent s'infiltrer dans l'organe dentaire par la salive, ou viennent de la circulation sanguine en passant par la pulpe.

2.1. Mécanisme de la dyschromie intrinsèque

Lors d'un traumatisme violent, les tissus durs de la dent ne sont pas les seuls qui peuvent être touchés, une rupture des vaisseaux sanguins de la pulpe peut aussi se produire, entraînant un envahissement des tubulis dentinaires par le sang. Une étude de Marin et Col, démontre que la principale molécule responsable des dyschromies est l'hémoglobine, produit de dégradation des érythrocytes. Ils mettent en évidence que la majorité du changement de couleur due au sang se retrouve dans la dentine au niveau des tubulis dentinaires, une légère coloration peut malgré tout toucher l'émail, même si l'intensité colorante diminue le long de ses canalicules. Cette accumulation de sang donne à la dent un aspect rosâtre.

Certains médicaments, comme les tétracyclines, ont des groupes pigmentés qui ont la capacité de se fixer sur la dentine en formant un complexe avec les ions calcium de la trame minérale, ou sur le collagène. Après oxydation par la lumière, ces pigments donnent naissance à des colorations brunes.

2.2. Mécanisme de la dyschromie extrinsèque

L'émail peut également être coloré en contact avec la salive et les aliments. Son état de surface et sa perméabilité au niveau des fêlures et des fissures jouent un rôle important. En outre les constituants organiques des zones inter-prismatiques constituent également une voie de passage des fluides buccaux.

Certains aliments et certaines boissons contiennent des pigments colorés pouvant créer des liaisons chimiques avec les tissus organiques contenus dans les zones inter-prismaqtiques et les fissures au niveau des groupes hydroxyles ou aminés. Ceci se vérifie particulièrement avec le café et le thé contenant des tanins, ayant un fort pouvoir de fixation aux tissus organiques.

CHAPITRE III: LES DYSCROMIES DENTAIRES

Il existe encore de nombreux autres pigments, comme les ions métalliques, qui peuvent par voie endogène ou exogène se lier aux tissus de la dent [33, 34, 35].

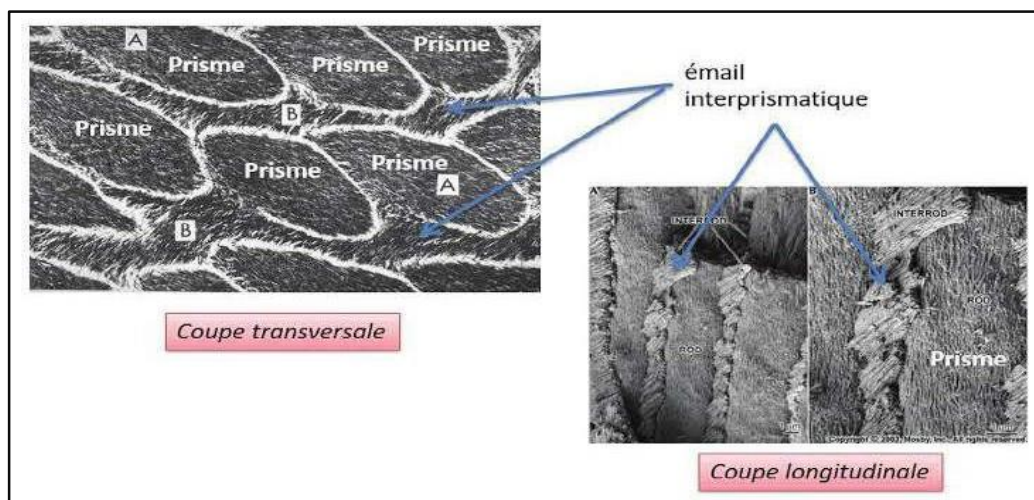


Figure 13 : Coupe longitudinale et transversale des prismes et émail interprismatique (Christine V, 2011).

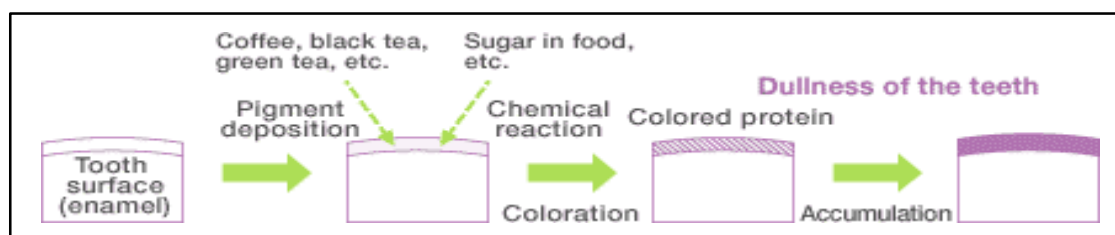


Figure 14 : Perméabilité amélaire (Kumar R, 2023).

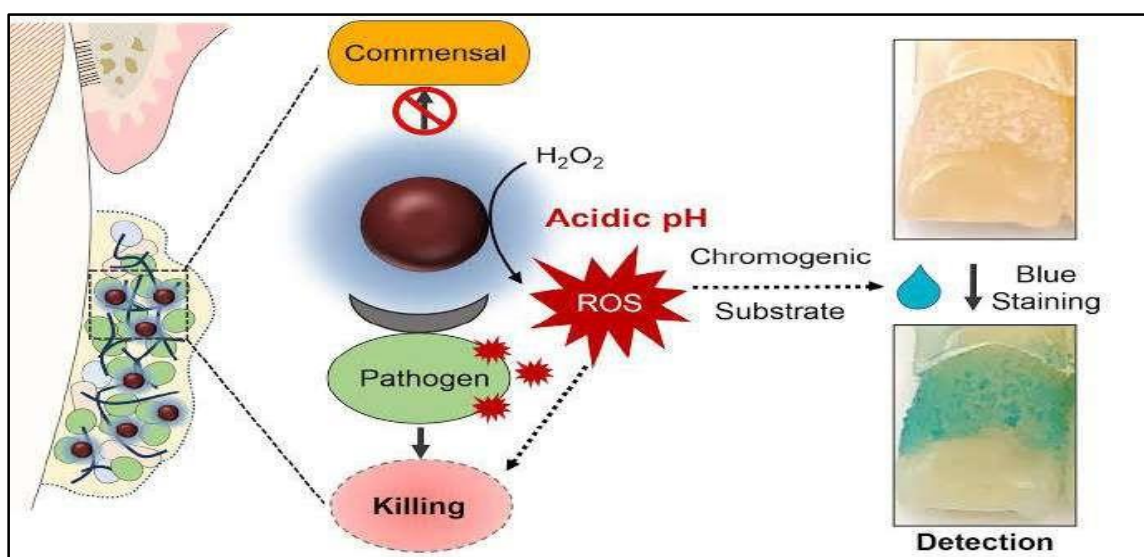


Figure 15 : Mécanisme de la dyschromie extrinsèque (Katherine UB, 2021).

3. Les différents types de dyschromie

Les dyschromies dentaires sont classées en deux groupes ; les dyschromies extrinsèques ou acquises, qui en général ne touchent que la surface de l'émail, et les dyschromies intrinsèques, qui elles, sont liées au complexe organo-minéral de la dent, donc se situent plus en profondeur dans l'épaisseur de l'émail, voire de la dentine.

3.1. Les dyschromies extrinsèques

De nombreuses classifications de dyschromie ont été décrites. Nathoo a proposé une classification en 1997, basée sur les interactions physico-chimiques de l'agent de coloration avec la surface dentaire.

Tableau 01 : Classification des colorations extrinsèques de Nathoo (Faucher AJ, 2001)

Type N1 des colorations extrinsèques ou colorations dentaires directes	L'agent de coloration (chromogène) adhère à la surface dentaire et induit la coloration La couleur du chromogène est identique à la coloration (thé, café, vin rouge...)
Type N2 des colorations extrinsèques ou colorations dentaires directes	L'agent de coloration change de couleur après avoir adhéré à la dent
Type N3 des colorations extrinsèques ou colorations dentaires indirectes	L'agent non coloré, ou préchromogène, adhère à la dent et subit une réaction chimique qui induit la coloration (Chlorhexidine)

En 1999, Hattab propose une classification basée en partie sur l'étiologie des colorations. Il s'agit de la classification la plus reconnue et que l'on développera ci-dessous

3.1.1. La coloration brune

Concerne les patients ayant un mode d'hygiène bucco-dentaire insuffisant ou inadéquat. Caractérisée par une fine pellicule pigmentée démunie de bactéries, issue du dépôt des tannins que l'on retrouve dans les breuvages tels que ; le café, le vin ou le thé. Elle siège préférentiellement sur la face vestibulaire des molaires supérieures, la face linguale des incisives inférieures et plus rarement sur les faces labiales des dents antérieures maxillaires [35, 36].

3.1.2. La coloration tabagique : Ce sont des colorations allant du brun foncé au noire intense, elles sont fortement liées à la rugosité de la surface dentaire, elles pénètrent dans les défauts de l'émail tels que les fissures. Elles couvrent la plupart des dents du tiers cervical jusqu'à leur moitié [35, 36].



Figure 16 : Illustration d'une dyschromie due au tabac (Hattab FN, 1999)



Figure 17 : Illustration d'une dyschromie dentaire d'une personne fumeuse de pipe (Hatta FN, 1999)

3.1.3. Les colorations dues aux bactéries chromogènes

- **La coloration noire**

Appelée dans la littérature anglo-saxonne « Black-stains », due à l'action des bactéries anaérobies chromogènes nommées *Actinomyces*, qui produisent le sulfure d'hydrogène qui lui interagit avec le fer contenu dans la salive et l'exsudat gingival, afin de former des dépôts ferreux responsables de cette coloration. Elle se présente sous forme de points, ou de liseré noir inachevé au niveau du tiers cervical en suivant le feston gingival et peut s'étendre aux faces proximales des dents temporaires et permanentes.

Les Black-stains sont plus fréquents chez la femme que chez l'homme.

Elles adhèrent fermement à la surface dentaire, ce qui rend leur élimination au brossage très difficile, avec une forte prévalence à la récurrence. A différencier de la carie dentaire, la coloration noire a tendance à disparaître après un polissage, tandis que la lésion carieuse persiste, en plus de la localisation typique des black-stains au niveau du rebord marginal [35, 36].



Figure 18 : illustration intrabuccale des colorations noires extrinsèques chez une jeune fille ayant une faible expérience carieuse (Hattab FN, 1999)

• La coloration verte

Provoquée par une bactérie fluorescente (*Bacillus pyocyaneus*) et des champignons chromogènes (*Penicillium* et *Aspergillus*) qui ne prolifèrent jamais en l'absence de lumière, ce qui explique la position typique de cette dyschromie qui est intéressée uniquement les faces vestibulaires des dents antérieures maxillaires, plus précisément au niveau du tiers gingival.

Très souvent rencontrée en dentisterie pédiatrique, avec une prédominance masculine. Elle apparaît sous forme de dépôts épais (bandes) verdâtres sur la surface dentaire, qui ont tendance à réapparaître après le retrait [35, 36].



Figure 19 : Illustration intra-buccale d'une coloration verte associée à une mauvaise hygiène bucco-dentaire (Hattab FN, 1999)

• La coloration orange

Causée par des bactéries chromogènes (*Serratia marcescens*, *Flavobacterium lutescens*). Siège sur la face vestibulaire du bloc incisivo-canin maxillaire et mandibulaire, au niveau du tiers cervical.

Elle est moins fréquente que les tâches vertes ou noires, elle ne touche que 3% de la population, souvent associée à une hygiène bucco-dentaire déficiente. La coloration orange s'élimine plus aisément que les dyschromies vertes [35, 36].



Figure 20 : Illustration intra-buccale de tâches orange associées à une accumulation de plaque et gingivite (Hattab FN, 1999)

3.1.4. Les colorations métalliques

Issues de la combinaison des métaux (exposition industrielle ou métaux contenus dans les substances thérapeutiques) avec la pellicule acquise exogène, il en résulte une coloration qui peut être superficielle ou permanente si elle pénètre dans l'email.

L'exposition des travailleurs industriels dans les fonderies et usines au mercure peut engendrer une dyschromie grise ; le nickel et le cuivre, une dyschromie verte ; le fer, le magnèse, et l'argent, une dyschromie noire.

L'utilisation des bains de bouche à base de permanganate de potassium peut provoquer des colorations violacées, ainsi que les médicaments qui contiennent du fer dans le traitement des anémies ferriprives qui induisent des colorations noires [35, 36].

3.1.5. Les colorations antiseptiques

Colorations brunes dues à l'exposition prolongée à la Chlorhexidine, qui est absorbée sur la surface de la dent et sur la muqueuse, puis libérée progressivement sous forme active par les cations présents dans la salive comme le calcium.

La Chlorhexidine est disponible sous plusieurs formes ; bain de bouche à 0,2%, gel à 1%, dentifrice, vernis et irrigateur buccal.

La décoloration engendrée est diffuse, n'atteignant pas que les dents mais aussi la langue et les restaurations au composite [35, 36].

3.1.6. Les colorations culturelles volontaires

L'honorable dent noire du Japon : les femmes japonaises teignent leurs dents traditionnellement, avec un mélange d'herbes (cendres d'écorces brûlées, le jus d'Euphorbiacées...) et du fer, ce mélange appelé l'Ohaguro, est un rituel de beauté, utilisé également pour indiquer la maturité sexuelle.

Des recherches scientifiques ont prouvé que les dents traitées avec l'Ohaguro résistent à la déminéralisation et au mordantage acide, ainsi cette substance constitue une sorte de couche protectrice de la dent face aux agressions carieuses [35, 36].

CHAPITRE III: LES DYSCROMIES DENTAIRES

Tableau 02 : tableau récapitulatif des étiologies des dyschromies extrinsèques acquises (d'après la classification d'Hattab)

Etiologie des dyschromies extrinsèques acquises		Type de colorations	
Habitudes alimentaires (tanins des breuvages)		Brunes et fines	
Le tabac		Brunes et foncées	
Les antiseptiques (bain de bouche, dentifrice, gel, vernis...)		Brunes	
Les bactéries chromogènes	<i>Actinomyces</i>	Noire	
	<i>Bacillus pyocyaneus</i>	Verte	
	<i>Serratia marcescens, Flavobacterium lutescens</i>	Orange	
Les métaux	Les métaux industriels	Le mercure	Grise
		Le nickel et le cuivre	Verte
		Le fer, magnèse et l'argent	Noire
	Les métaux contenus dans les substances thérapeutiques	Le fer des médicaments de l'anémie ferriprive	Noire
		Permanganate de potassium des bains de bouche	Violette

Il existe des facteurs prédisposant aux colorations extrinsèques :

- Hygiène bucco-dentaire insuffisante ou inappropriée ;
- Habitudes alimentaires (boissons riches en tanins) et tabagisme ;
- Défauts amélaire : la présence des imperfections sur la surface dentaire comme les rugosités, les fissures, sillons et puits favorisent l'accumulation du tabac et des aliments colorants ;
- Dysfonction salivaire : composition et flux salivaire.

3.2. Les dyschromies intrinsèques

La dyschromie intrinsèque dentaire se réfère à un changement de couleur interne des dents. Elle se caractérise par des altérations de couleur provenant de l'intérieur de la dent, affectant l'émail, la dentine ou la pulpe. Ces changements peuvent résulter de divers facteurs endogènes tels que des anomalies de développement, des traumatismes dentaires, des réactions à certains médicaments, ou encore le vieillissement naturel des dents. Il existe deux types de

CHAPITRE III: LES DYSCHROMIES DENTAIRES

dyschromie intrinsèque : la dyschromie intrinsèque pré-éruptive, qui survient avant l'éruption dentaire, et la dyschromie intrinsèque post-éruptive, qui se développe après l'éruption dentaire. Contrairement à la dyschromie extrinsèque, qui est liée à des facteurs externes, la dyschromie intrinsèque est inhérente à la structure même de la dent [35, 37].

Tableau 03 : causes des dyschromies intrinsèques généralisées dentaire (Hattab 1999)

Causes environnementales		Causes héréditaires	
Prénatales	Post-natales	Dent seulement	Accompagnées de désordre systémique
Infection maternelle (rubéole, cytomégalovirus)	Infection (Rougeole, varicelle, scarlatine)	Amélogénèse imparfaite	Epidermolyse Bulleuse
Thérapie médicale Maternelle (tétracyclines)	Médication (Tétracyclines, fluor)	Dentinogénèse imparfaite	Porphyrie érythroïtique
Toxémie de Grossesse	Désordres hématopoïétiques (Anémie...)	Dysplasie Dentinaire	Ostéogénèse Imparfaite

3.2.1. Les dyschromies intrinsèques pré-éruptives

3.2.1.1. Colorations d'origine génétique

✓ Amélogénèse imparfaite

L'amélogénèse imparfaite (AI) représente une condition héréditaire touchant les dents temporaires et permanentes, sans implication systémique. La transmission génétique de l'AI peut suivre différents schémas : dominant, récessif, ou lié au chromosome X. Sur le plan clinique, cette condition se divise en quatre formes distinctes : hypo mature, hypoplasique, hypo minéralisée, et mixte. La variété de colorations amélogénétiques va du blanc au jaune brun, évoluant vers des teintes plus sombres au fil du temps, parfois prenant une teinte noire sur les dents en déhiscence [35, 37, 38].



Figure 22 : Dyschromie due à l'amélogénèse imparfaite (Faucher AJ, 2001)

✓ Dentinogénèse imparfaite

La dentinogénèse imparfaite (DI) représente une condition génétique caractérisée par une formation anormale de la dentine, touchant tant les dents temporaires que permanentes. L'hérédité de la DI suit un mode autosomique dominant. Elle se subdivise en trois types, le type I étant lié à certaines formes d'ostéogénèse imparfaite, tandis que les types II et III se limitent aux problèmes dentaires. Le type II, souvent désigné sous le nom de "dentine opalescente héréditaire", prédomine parmi les types de DI. Les dents affectées exhibent des couronnes en forme de bulbe, des racines raccourcies, et des canaux dentinaires obstrués, induisant une gamme de teintes allant du bleu clair au brun foncé [35, 39].



Figure 23 : Dyschromie due à la dentinogénèse imparfaite (Faucher AJ, 2001)

✓ Dysplasie dentinaire

La dysplasie dentinaire est une altération pouvant être héritée qui se caractérise par une oblitération pulpaire, une anomalie dans le développement des racines, et une prédisposition

aux lésions périphériques. Cette condition peut conduire à la perte précoce des éléments dentaires, souvent associée à des pathologies sous-jacentes. On distingue deux types de dysplasies dentinaires : le type I, impliquant des racines courtes et coniques, et le type II, caractérisé par une usure de l'émail et une teinte jaune-ambré de la dentine exposée. Ces altérations affectent l'aspect visuel des dents en leur conférant une opacité distinctive et une coloration jaune [37, 40].

✓ **Anémie et thalassémie**

L'anémie, caractérisée par une baisse du taux d'hémoglobine, peut impacter la couleur des dents en provoquant des saignements dans la pulpe dentaire en raison de la réduction de l'apport en oxygène aux tissus pulpaire, entraînant ainsi une inflammation et une fragilité vasculaire. Les pigments sanguins résultant de ces saignements peuvent migrer à travers les tubuli dentinaires, atteignant la dentine et influençant la couleur dentaire de l'intérieur. Les nuances de couleur varient selon le type d'anémie, par exemple, une coloration bleue ou blanche dans le cas de l'anémie sidéropive, et une teinte marronne pour l'anémie drépanocytaire [35, 37, 43].

NB : La thalassémie et la drépanocytose peuvent entraîner une coloration dentaire similaire, souvent observée sous forme de teintes marron. Cette coloration est généralement attribuable à la présence de pigments résultant de la dégradation des globules rouges dans la structure dentaire [37].



Figure 23 : Dyschromie due à la thalassémie (Marzia Sfreddo, 2005)

✓ **Erythroblastose fœtale et ictère du nouveau-né**

L'érythroblastose fœtale résulte de l'incompatibilité sanguine entre la mère et le fœtus, entraînant la destruction des globules rouges du fœtus. Dans certains cas associés à une hyperbilirubinémie significative, ces conditions peuvent potentiellement influencer la coloration des dents, se manifestant par des teintes jaunes ou vertes, et pouvant également

provoquer une hypoplasie de l'émail dentaire, attribuée à l'incorporation de la bilirubine dans les dents [35, 44].

3.2.1.2. Coloration dues aux anomalies congénitales

✓ **Porphyrie érythropoïétique congénitale**

La porphyrie érythropoïétique, maladie génétique rare, se caractérise par des perturbations dans la production d'hémoglobine. Cela entraîne le dépôt de pigments de porphyrine dans la dentine et l'os, créant une coloration distinctive en rouge pourpre et brun rougeâtre sur les dentures lactéale et définitive. Une particularité notable est la fluorescence rouge observée sur les dents affectées sous lumière ultraviolette [35, 45].

✓ **Le rachitisme héréditaire vitamine D-dépendant**

Le rachitisme héréditaire vitamine D-dépendant Insensible à la vitamine D, peut résulter de divers facteurs tels que des cardiopathies congénitales, des souffrances fœtales ou des incompatibilités entre la mère et le fœtus, se traduisant par des colorations gris-vert [41].

✓ **Ictère hémolytique néonatal**

L'ictère hémolytique néonatal se manifeste par une coloration jaune-vert des dents de lait, laissant les dents définitives indemnes [41].

✓ **Cardiopathies congénitales cyanogènes**

Les cardiopathies congénitales cyanogènes peuvent entraîner un aspect anormalement pâle des incisives supérieures, semblant presque crayeuses ou bleuâtres. Cette coloration peut être attribuée à une diminution du taux d'oxygène dans le sang de la pulpe dentaire ou à une sécheresse due à la respiration buccale [41].

✓ **La mélanodontie**

La mélanodontie est une condition caractérisée par une altération de l'émail des dents temporaires déjà formées sur l'arcade dentaire, entraînant leur effritement et leur disparition progressive. Cela expose progressivement la dentine sous-jacente, qui prend une teinte noire en réaction. Les incisives mandibulaires sont généralement épargnées, tandis que les incisives centrales maxillaires, puis les incisives latérales, les canines, et enfin les faces occlusales des molaires, acquièrent progressivement une coloration noire [41].

✓ Souffrances fœtales

Les souffrances fœtales peuvent engendrer des anomalies de coloration dentaire dues à des altérations dans le processus de formation des dents. Ces anomalies peuvent être causées par des maladies infectieuses contractées par la mère pendant la grossesse, telles que la syphilis, qui peut provoquer une pigmentation de l'émail (connue sous le nom de dents de Hutchinson), ou la rubéole, qui peut entraîner des hypoplasies de l'émail des dents temporaires et permanentes.

De plus, une exposition de la femme enceinte à des radiations ionisantes peut également conduire à une diminution de la translucidité de l'émail et à une coloration bleu-verte des dents [41].

✓ Les hypominéralisations molaires-incisives (HMI)

Le terme MIH, employé pour "Molar Incisor Hypomineralisation", a été proposé par Weerheijm et al (2001) qui nommer les défauts qualitatifs de l'émail des dents permanentes, touchant principalement les premières molaires et parfois les incisives. Ces anomalies se développent entre la naissance et l'âge de 4 ans et peuvent être causées par divers facteurs comme des problèmes généraux de santé, la prise d'antibiotiques, des accouchements prématurés, ou des infections. La prévalence des MIH varie entre 3% et 25% selon les régions, avec une augmentation constante. Les patients consultent souvent pour des taches sur les incisives, mais il est primordial pour les praticiens de détecter et de quantifier les anomalies sur les premières molaires pour un traitement efficace [41].

3.2.1.3. Coloration dues aux facteurs environnementaux

✓ Colorations dues aux tétracyclines

Les tétracyclines peuvent colorer les dents pendant leur formation, généralement entre le 2ème trimestre in utero et l'âge d'environ 8 ans.

La sévérité de la coloration dépend de plusieurs facteurs :

- Moment d'administration de l'antibiotique
- Durée d'administration
- Le type de tétracycline (comme l'auroéomycine, la téramycine, l'achromycine, ou la lédermycine)
- La dose administrée.

CHAPITRE III: LES DYSCHROMIES DENTAIRES

Le risque de coloration est faible jusqu'à la 25^{ème} semaine de grossesse, mais devient très élevé après la 27^{ème} semaine (une période critique pendant la vie fœtale). Les colorations apparaissent généralement pour des doses de tétracycline de 21 mg/kg.

La coloration des dents due aux tétracyclines est causée par un processus appelé chélation, où l'antibiotique réagit avec les ions calcium pour former un complexe insoluble. Ce complexe se colore lorsqu'il s'oxyde dans la structure de l'émail et de la dentine [41, 42].



Figure 24 : Dyschromie due aux tétracyclines (Manuel ST, 2010).

Tableau 04 : Classification des défauts liés à des substances pharmaceutiques (Feinman et col, 1989)

Les tétracyclines Degré	Description
I	Coloration minimale, jaune clair, brun clair, ou gris clair, uniforme et limitée aux trois quarts incisifs de la couronne dentaire.
II	Variabilité accrue en quantité et en localisation. La teinte varie d'un jaune profond au brun ou au gris sans bandes transversales.
III	Coloration plus prononcée prenant un aspect marron ou gris foncé, violet ou bleu, sous forme de bandes marquées.

✓ Colorations dues aux fluoroses

La fluorose, conséquence d'une exposition excessive au fluor pendant la formation dentaire, peut se manifester du quatrième mois in utero jusqu'à environ huit ans, couvrant ainsi la période prénatale et postnatale. Cet excès de fluor perturbe le développement complet des cristaux de l'émail, entraînant des dysplasies et des altérations structurelles.

CHAPITRE III: LES DYSCHROMIES DENTAIRES

L'émail, étant poreux et composé de protéines immatures, peut facilement absorber des substances étrangères, conduisant à une coloration allant de simples taches blanchâtres à des colorations brunes étendues, souvent accompagnées d'une détérioration de la surface dentaire. Les conséquences dentaires de l'ingestion excessive de fluor sont multifactorielles et dépendent de facteurs tels que la dose, le moment de l'ingestion pendant la formation de l'émail, la durée de l'exposition, ainsi que des facteurs individuels de la cinétique d'absorption et d'excrétion. Des études ont révélé que la fluorose entraîne une altération des améloblastes, les cellules responsables de la formation de l'émail, en raison de l'action du fluor sur les enzymes régulant leur métabolisme.

De plus, les fluorures inhibent la dégradation des protéines transitoires de l'émail, ce qui entraîne l'accumulation d'amélogénines et d'autres protéines matricielles non dégradées pendant la phase de maturation de l'émail. Cela perturbe la minéralisation de l'émail et conduit à des colorations dentaires caractéristiques.

La fluorose dentaire, causée par un excès de fluor pendant la formation des dents, se manifeste principalement en trois types. La fluorose simple se caractérise par une coloration brune des dents avec un émail lisse. En revanche, la fluorose opaque présente des dents grises avec des taches blanchâtres plus ou moins opaques, souvent superficielles et traitables par micro-abrasion. Enfin, la fluorose avec porosités se distingue par un émail présentant une surface piquetée, pouvant varier en texture et en apparence [35, 37].

Tableau 05 : Classification des fluoroses selon l'OMS en cinq stades.

Code	Description
0	Émail normal, lisse, brillant, blanc crème clair
1	Légères altérations, mouchetures blanches ou taches éparses
2	Petites opacités blanches, ne touchant pas plus de 25% de la dent
3	Opacification blanche, couvrant moins de 50% de la surface dentaire
4	Usure marquée, présence de taches brunes
5	Émail très attaqué, hypoplasie prononcée, nombreuses taches brunes

Tableau 06 : Classification simplifiée de la fluorose (Alexander G, 2008).

Stade	Description
Douteuse	Quelques taches blanches ou points discrets
Très légère	Petites taches opaques sur dents correspondantes (jusqu'à 25%)
légère	Zones blanches opaques (jusqu'à 50% de la surface dentaire)
Modérée	Colorations sur toute la surface dentaire, pas de changement de forme
Sévère	Hypoplasies sur toutes les couronnes dentaires, abrasion des bords incisifs et des cuspidés



Figure 25 : Dyschromie due aux fluoroses (Marzia Sfreddo, 2005).

3.2.2. Dyschromies intrinsèques post-éruptives

3.2.2.1. Suit à un traumatisme

Le "trauma dentaire" inclut les lésions des structures dentaires causées par des chocs externes (comme les chutes ou les activités sportives) ou des contraintes intra-buccales, directes ou indirectes, souvent liées à des troubles dentaires fonctionnels. En parallèle, le terme "traumatisme" couvre les conséquences de ces événements, jouant un rôle crucial dans le contexte des altérations esthétiques, telles que la dyschromie intrinsèque post-traumatique [46].

Explorons maintenant les réponses spécifiques des tissus pulpo-dentaires aux traumatismes, en examinant l'hémorragie pulpaire, la nécrose pulpaire et la dégénérescence calcique.

✓ **Hémorragie pulpaire**

L'hémorragie pulpaire survient suite à des dommages aux vaisseaux sanguins de la pulpe dentaire causés par un traumatisme. Cela entraîne un saignement dans la chambre pulpaire, déclenchant une réponse inflammatoire caractérisée par l'infiltration de cellules inflammatoires cherchant à résorber le sang. Les produits de dégradation de l'hémoglobine issus de ce processus peuvent influencer la couleur intrinsèque de la dent, lui donnant parfois une teinte brune, rougeâtre ou noirâtre. Il est important de noter que cette hémorragie peut signaler une condition transitoire ou permanente [47, 48].

✓ **Nécrose pulpaire**

La nécrose pulpaire survient lorsque la pulpe dentaire est endommagée par un traumatisme non résolu, entraînant sa décomposition. Cette condition déclenche une réponse

inflammatoire persistante, souvent accompagnée d'une infection bactérienne, qui transforme la pulpe en un matériau nécrotique. Au fil du temps, la dent peut prendre une teinte grise ou bleu-noir en raison de l'infiltration de pigments provenant des bactéries ou de la décomposition tissulaire. Cette décoloration résulte de la libération de débris tissulaires qui pénètrent dans les tubulis dentinaires, altérant ainsi la couleur de la dentine. Plus la nécrose pulpaire persiste, plus cette décoloration devient prononcée [47, 48].



Figure 26 : Dyschromie due à la Nécrose pulpaire (Charland R, 2006).

✓ Dégénérescence calcique

La dégénérescence calcique, ou Pulp canal oblitération (PCO), se manifeste par une croissance rapide de dentine en réaction à un traumatisme. Cela réduit le diamètre du canal, visible sur les radiographies. La dyschromie, souvent jaunâtre, est fréquemment présente, résultant d'un dépôt excessif de dentine qui altère l'aspect visuel de la dent [49, 50].

3.2.2.2. Les causes iatrogènes

• Hémorragie iatrogène survenant lors d'une biopulpectomie

Dans ce cas, l'hémorragie est incontrôlable et abondante, les tubuli dentinaires se remplissent de sang ce qui cause une décoloration d'intensité variable du rose au rouge [52].

- **L'endodontie incomplète**

La conception erronée de la cavité d'accès peut emprisonner au niveau de la chambre pulpaire des agents chromatophores de la pulpe, qui peuvent engendrer une couleur jaune, grise.

Il faut une élimination complète du parenchyme pulpaire afin de ne pas le voir se nécroser par la suite, par le même mécanisme expliqué précédemment.

Une irrigation insuffisante des canaux contribue également à la décoloration de la dent non vitale [52].

- **La médication intra-canalair**

Les médicaments intra-canalaires peuvent provoquer une dyschromie progressive de la dent, tels que les phénoliques et les médicaments à base d'iodoforme (iode potassium iodide) [17].

Iode potassium iodide est une solution d'irrigation désinfectante, biocompatible, elle pénètre dans les tubuli dentinaires et élimine les bactéries, essentiellement *E. faecalis*. Malgré son efficacité antibactérienne, l'iode engendre des tâches dentaires allant du jaune au jaune brun [53].

- **Les matériaux d'obturation canalair**

L'utilisation de MTA (le Mineral Trioxide Aggregate) dans le but d'apexification donne des résultats satisfaisants, cependant une discoloration coronaire peut être engendrée en raison de la présence d'oxyde de bismuth et de son interaction avec l'hypochlorite de sodium, ainsi qu'avec le collagène des tissus dentaires. Les substituts appropriés au MTA qui ne sont pas susceptibles de causer une dyschromie sont la Neo MTA Plus® et Biodentine®.

Patrovi et coll [19], ont fait une étude qui se base sur une méthode d'analyse informatique, qui a pour objectif l'évaluation du degré de colorations coronaires induites par les matériaux d'obturation endodontique. Les résultats montrèrent que tous les produits de scellement provoquent une dyschromie qui s'accroît avec le temps ; l'Apatite root canal® constitue le matériau le moins colorant, tandis que l'Endofill (Thymol iodide) et l'oxyde de zinc eugénol (ZnOE) sont les plus colorants [54].

- **L'irrigation canalaire**

Une irrigation insuffisante peut entraîner une dégradation de la couleur dentaire ; les résidus organiques persistants peuvent réagir avec les métabolites bactériens engendrant ainsi un assombrissement de la dentine.

Une irrigation abondante est donc nécessaire pour le succès du traitement endodontique. Parmi les irrigants de choix, on cite l'hypochlorite de sodium (NaCLO) à des concentrations allant de 2.5% à 5%.

Cependant, il faut prêter attention à l'association de l'hypochlorite et le gluconate de Chlorhexidine qui peut susciter une dyschromie de couleur rouille à brun foncé [54].

- **Matériaux de restaurations coronaires**

Certains matériaux d'obturation coronaire contribuent à la décoloration de la dent tel que les résines composite et l'amalgame.

- **L'amalgame**

Souvent après l'éviction des amalgames, la dentine prend un aspect plus sombre. Cette coloration foncée est due à la pénétration des produits de corrosion issus de l'amalgame dans les canalicules dentinaires.

L'amalgame ne possède pas de propriété d'adhésion aux tissus dentinaires, du fait de la tension superficielle élevée du mercure qui engendre une mauvaise mouillabilité.

Donc il existe un hiatus entre les parois de la cavité et les restaurations à l'amalgame, entraînant un contact permanent du matériau avec l'environnement buccal, aboutissant à son altération et la libération des produits de corrosion.

La coloration ainsi résultante est noire grisâtre. Cette dyschromie est rebelle aux techniques conventionnelles de l'éclaircissement [35, 55, 56].

- **Le composite**

Certaines résines composites utilisées en dentisterie restauratrice peuvent entraîner des colorations grisâtres en raison des silicates qu'elles contiennent.

- **Les White-spots**

Il s'agit d'une hypo-minéralisation non cavitaire de la surface de l'émail. Leur prévalence est la plus importante de toutes les étiologies des taches blanches, elle est de 49.6% suite à un traitement orthodontique par multi-attache. C'est une pathologie qui concerne au moins 3 dents chez 46% des patients. Elle se localise dans les zones de prédilection de la plaque dentaire (au niveau des collets et autour des brackets orthodontiques).

Cliniquement, l'émail est blanc crayeux, opaque et mat, formant des plages de forme et de taille distinctes.

- **Les colorations post-éruptives dues aux irradiations**

L'irradiation de la sphère oro-faciale entraîne des effets secondaires à différents niveaux, notamment sur les tissus dentaires.

Quand l'irradiation a lieu après l'éruption dentaire, toute la partie exposée dans la cavité buccale peut être colorée en brun, voire en noir par les rayons, on parle des « dents d'ébène ».

3.2.2.3. Le vieillissement physiologique dentaire

Le vieillissement dentaire est un processus naturel marqué par des changements anatomiques, physiologiques et esthétiques dans les dents au fil du temps. Ses mécanismes incluent l'accumulation de colorations internes et externes, l'apposition continue de dentine entraînant la réduction de la taille de la chambre pulpaire, et l'amincissement de l'émail. Ces facteurs conduisent à une coloration intrinsèque des dents, souvent caractérisée par des teintes plus foncées, principalement en raison de la visibilité accrue de la dentine et de l'influence des colorants accumulés au fil des années. Avec le temps, la teinte a tendance à devenir plus jaune. Il est essentiel de noter que plusieurs facteurs, tels que le tabagisme, les habitudes alimentaires, etc., peuvent influencer la couleur spécifique des dents associée au vieillissement [35, 51, 57].

4. Diagnostic de dyschromie dentaire

La dyschromie peut avoir un impact significatif sur la confiance en soi et la qualité de vie des individus concernés. Afin d'aborder efficacement ces problèmes, le diagnostic précis de la dyschromie dentaire revêt une importance primordiale. En tant que premier pas vers la

planification d'un traitement adapté, le diagnostic permet de déterminer les causes sous-jacentes de la décoloration dentaire, facilitant ainsi le choix des interventions thérapeutiques les plus appropriées [58].

Une démarche diagnostique bien établie repose sur un examen clinique minutieux, guidé par des tests et investigations ciblés. Elle se base également sur l'analyse des différents paramètres cliniques. À partir de l'examen clinique, on peut déterminer l'étiologie des dyschromies, mais aussi leur étendue, leurs localisations, leurs profondeurs et leurs épaisseurs [59].

4.1. Le schéma clinique

Anamnèse

Examens cliniques

Examens cliniques

4.1.1. Anamnèse

L'anamnèse est une étape incontournable pour recueillir des informations sur les antécédents médicaux, dentaires et les habitudes de vie d'un patient. Elle va permettre de s'orienter vers les possibles causes de cette coloration dentaire. Plusieurs questions semblent indispensables :

1. Hérité

- Y a-t-il des antécédents familiaux de problèmes dentaires ou de dyschromies ?
- Vos parents ou frères et sœurs ont-ils connu des changements de couleur dentaire ?

2. Antécédents médicaux généraux

- Avez-vous des problèmes de santé sous-jacents tels que le diabète, les troubles endocriniens ou d'autres conditions médicales ?
- Prenez-vous des médicaments régulièrement

3. Habitudes alimentaires et de consommation

- Avez-vous des habitudes alimentaires particulières, comme la consommation fréquente de café, de thé, de vin rouge ou de tabac ?

4. Soins bucco-dentaires

- Pouvez-vous décrire votre routine quotidienne de soins bucco-dentaires, y compris le type de dentifrice et de brosse à dents que vous utilisez ?

- Utilisez-vous des bains de bouche ou d'autres produits d'hygiène bucco-dentaire ?

5. Antécédents dentaires spécifiques

- Avez-vous bénéficié des traitements dentaires antérieurs tels que des obturations, des couronnes ou des extractions ?

- Avez-vous eu des blessures dentaires par le passé ?

6. Routines professionnelles

- Quel est votre environnement de travail ? Êtes-vous exposé à des substances potentiellement colorantes ?

- Portez-vous un équipement de protection buccale si vous pratiquez des sports de contact ?

7. Changements hormonaux

- Les femmes : Avez-vous remarqué des changements de couleur dentaire liés à votre cycle menstruel, à la grossesse ou à la ménopause ?

- Les adolescents : Avez-vous observé des changements de couleur associés à la puberté ?

8. Histoire des traumatismes

- Avez-vous subi des traumatismes dentaires, tels que des chutes ou des accidents, dans le passé ?

- Avez-vous déjà eu des dents cassées ou fissurées ?

4.1.2. L'examen endo –buccal

On va s'intéresser principalement à la localisation, la coloration, l'étendue et le nombre de dents atteintes.

4.1.3. Examens complémentaires

4.1.3.1. L'examen radiographique

L'examen radiographique permet d'explorer l'intérieur des dents, les racines et les structures osseuses, permettant ainsi de détecter d'éventuels problèmes tels que des infections, des fractures ou d'autres anomalies.

4.1.3.2. La photographie

Dans le domaine de la dentisterie esthétique, la maîtrise de la photographie est devenue une compétence indispensable. Grâce à la révolution numérique, notre domaine connaît une avancée accrue. Des photographies précises, combinées à des diagnostics approfondis, offrent aux praticiens la possibilité de documenter, de planifier et de traiter les cas de manière prévisible.

L'équipement de photographie dentaire comprend généralement un ensemble d'appareils et d'accessoires spécialement conçus pour répondre aux besoins de la pratique dentaire. Cela inclut :

- Des appareils photo intraoraux ;
- Des miroirs intraoraux ;
- Un éclairage approprié ;
- Des écarteurs de joues ;
- Des contrasteurs ;
- Des logiciels de traitement d'image.

4.2. Diagnostique étiologique

Afin de faciliter le diagnostic lors d'un examen clinique, nous allons classer les dyschromies en fonction de la couleur. Sfredo et Mason, en 2005, ont proposé une classification des dyschromies en fonction de leur couleur [37, 41].

CHAPITRE III: LES DYSCHROMIES DENTAIRES

Tableau 07 : Classification des dyschromies (Sfreddo et Masson, 2005)

Couleur	Etiologie correspondante
Blanc	Fluorose / « White spot » / Amélogénèse imparfaite
Blanc bleuté	Hyperthyroïdie
Bleu blanchâtre	Anémie sidéropénique
Jaune (paprika, safran)	Dysplasie dentinaire / Hyperadrénalisme / Aliments
Jaune sombre	Calcification pulpaire périphérique
Rose	Résorption radiculaire ou « pink spot »
Jaune/Marron dentinaire en	Amélogénèse imparfaite / Sénescence / Carie amélo- phase initiale / application intra cavitaire de fluor d'étain
Jaune verdâtre	Hyperbillirubinémie
Orange	Aliments (carotte) / Micro-organismes chromogènes
Vert (épinards) / Bactéries	Hypoadrénalisme / Aliments avec chlorophylle chromogènes (<i>Bacillus pyocyanus</i>) Champignons (<i>Penicillium glaucum, Aspergillum</i>)
Vert Bleuté	Obturation provisoire avec ciment au cuivre
Vert/Noir	Dent dévitalisée, traumatisme dentaire
Marron Hypothyroïdie / dérivés, ammoniums	Anémie sidéropénique (falciforme) / thalassémie / Antiseptiques oraux cationiques (chlorhexidine et quaternaires, etc.)
Marron foncé/ Rouge	Porphyrie érythropoïétique congénitale
Marron/noir champignons divers	Tétracyclines Carie avancée Tabagisme Bactéries et
Bleu sombre/Marron	Dentinogénèse imparfaite
Gris ayant une pointe en argent	Amalgame/Obturation endodontique avec instrument

CHAPITRE IV : LE GRADIENT THERAPEUTIQUE

1. Les modalités thérapeutiques

Avant, afin de répondre aux doléances esthétiques d'une dent dyschromiée, l'indication d'une restauration invasive par voie directe voire même une couronne pouvait être posée. Mais actuellement grâce au principe d'économie tissulaire, la dentisterie vise au maximum à préserver la structure dentaire. L'éclaircissement dentaire s'inscrit totalement dans cette démarche.

1.1. Abstention

Le traitement des dyschromies dentaires doit tenir compte des préférences des patients, mais il est parfois préférable de s'abstenir, notamment dans les cas de dysmorphophobie où une perception négative imaginaire de l'apparence peut compromettre la satisfaction. De même, lorsque la santé bucco-dentaire est défectueuse, il est impératif de reconsidérer le traitement. Les contraintes liées à l'origine de la dyschromie peuvent rendre la prise en charge difficile, car atteindre les normes esthétiques peut nécessiter des altérations significatives de la structure dentaire.

1.2. Détartrage / Polissage

Dans certaines situations, opter pour un détartrage ou un aéropolisseur s'avère nécessaire, surtout face à des colorations extérieures engendrées par la plaque dentaire, les habitudes quotidiennes (alimentation, tabagisme, utilisation de bains de bouche), et la présence de bactéries colorantes. Ces procédures, qu'elles soient individuelles ou combinées, offrent une solution efficace pour se débarrasser de ces teintes indésirables. N'oublions pas d'accompagner ces traitements d'une motivation à maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire pour éviter que ces altérations chromatiques ne fassent leur retour [60].

1.3. Eclaircissement dentaire externe

Le blanchiment dentaire, également nommé « éclaircissement dentaire » est une procédure esthétique et indolore, qui permet d'éclaircir la teinte des dents en utilisant un agent éclaircissant. Ce dernier est capable de rompre à travers une réaction chimique, les groupes chromophores responsables de la coloration de la dent.

L'intervention est réalisable par un professionnel dans un cabinet dentaire, ou à domicile par le patient lui-même supervisé par un médecin dentiste.

Le principe actif est le peroxyde d'hydrogène, communément appelé « eau oxygénée ». Il s'agit d'une molécule de faible poids moléculaire permettant sa diffusion facile au travers la trame organique de l'émail jusqu'à la dentine.

L'éclaircissement dentaire peut être indiqué pour une dent vivante, et pour une dent non-vivante [61, 62].



Figure 27 : Illustration de la technique au fauteuil (Ha-Ngoc, 2024)



Figure 28 : Illustration d'avant et après un blanchiment externe au fauteuil dentaire (Amazlag J, 2024)

1.4. Eclaircissement dentaire interne

L'éclaircissement dentaire interne est une méthode d'éclaircissement non invasive respectant l'économie tissulaire, destiné aux dents dyschromiées suite à une dévitalisation. Il consiste à réaliser un box hermétique dans la cavité camérale, y déposer le principe actif et le renouveler jusqu'au résultat souhaité [61].

1.5. Erosion-infiltration

L'érosion-infiltration dentaire est une technique thérapeutique initialement développée pour stopper la carie dans le secteur postérieur. Elle comprend une déminéralisation superficielle à l'acide chlorhydrique suivie de l'infiltration avec une résine fluide, montrant son efficacité pour les caries initiales de l'émail. Progressivement étendue, cette approche traite également les taches blanches, les fluoroses et les hypominéralisations traumatiques peu profondes. Une variante plus avancée propose une infiltration en profondeur pour des cas complexes. Globalement, l'érosion-infiltration est une méthode minimalement invasive, préservant l'émail et offrant des solutions esthétiques pour diverses dyschromies dentaires [63, 64].

1.6. La micro-abrasion

La microabrasion est une technique précise de dentisterie esthétique qui utilise un mélange d'acides et d'agents abrasifs pour éliminer les taches et les irrégularités de l'émail dentaire, tout en préservant la structure dentaire. Elle vise à restaurer la couleur naturelle des dents en ciblant la couche superficielle de l'émail. Cette méthode, conservatrice et efficace, offre des résultats esthétiques remarquables, avec un taux de réussite élevé proche de 100% pour les taches brunes et environ 75% pour les taches blanches [61, 63].

Originellement décrite par Croll et ses collaborateurs en 1989, la technique de micro-abrasion se destine exclusivement aux altérations chromatiques confinées à la couche superficielle de l'émail, sans aucune atteinte à la dentine [63, 64].



Figure 29 : photographie per-opératoire montrant des taches blanches opaques et brunes au niveau des faces vestibulaires des dents antérieures (Laila azzahim 4/10/2019)



Figure 30 : résultat après la micro-abrasion (Laila azzahim, 4/10/2019)

1.7. La macro-abrasion

La macroabrasion dentaire est une technique esthétique qui utilise des outils abrasifs pour éliminer les taches, dyschromies et défauts de l'émail dentaire, visant ainsi à améliorer précisément l'esthétique dentaire [63, 65].

La macroabrasion dentaire est une méthode recommandée pour éliminer efficacement les taches blanches marquées sur l'émail, tout en préservant la dentine. Elle utilise un composite neutre et fluorescent pour restaurer l'esthétique dentaire. Cette approche est également adaptée pour résoudre les tâches fluoritiques, ainsi que les tâches traumatiques profondes [63,66].



Figure 31 : Illustration des taches d'hypoplasie chez un patient âgé de 10 ans sur le tiers incisif des incisives centrales supérieures sous forme de stries. Et hypoplasie taches blanche opaque sur l'incisive centrale supérieure gauche (Ubiracy Gaiao10/02/2022)



Figure 32 : Aspect final des dents antérieures supérieures noter l'harmonie des couleurs apportée par l'association de la facette partielle en résine composite (UbiracyGaiao 10/02/2022)

1.8. La stratification des composites

La stratification des restaurations en composite directe repose sur l'utilisation d'une combinaison de propriétés optiques des différentes couches de composite pour imiter la couleur, les caractéristiques et la translucidité des dents naturelles.

Pour les restaurations antérieures présentant des décolorations significatives, notamment sur des dents devitalisées, il n'est pas toujours nécessaire de recourir immédiatement à des restaurations indirectes telles que les facettes ou les couronnes périphériques. Il est préférable de privilégier d'abord les protocoles les plus simples et les moins invasifs [67].

CHAPITRE V : BLANCHIMENT INTERNE

1. Historique du blanchiment dentaire

Les premières traces de l'éclaircissement dentaire remontent à l'antiquité. 4000 ans avant notre ère, les égyptiens utilisaient une pâte composée de pierre ponce et de vinaigre de vin pour blanchir leurs dents. Ils étaient conscients de l'importance d'une dentition blanche pour la beauté et la santé. Les Romains, quant à eux, employaient l'urine pour son effet éclaircissant dû à l'ammoniaque qu'elle contient. Cette pratique était courante dans l'empire romain et témoigne de la recherche constante de méthodes pour améliorer l'apparence des dents.

Les premiers essais scientifiques d'éclaircissement dentaire datent du XIXe siècle. En 1864, Truman a utilisé une solution d'hydrochlorite de calcium et d'acide acétique pour blanchir les dents. Cette technique, bien que rudimentaire, a marqué le début d'une approche plus scientifique de l'éclaircissement dentaire. En 1872, Bogue a utilisé l'acide oxalique pour éclaircir les dents dépulpées. Ces recherches ont permis de mieux comprendre les mécanismes chimiques impliqués dans le blanchiment des dents et ont ouvert la voie à des techniques plus efficaces. En 1884, Harlan préconise l'utilisation du peroxyde d'hydrogène comme agent éclaircissant en application externe et interne et Westlake, en 1895, conseille une activation thermique des réactions chimiques.

Au début du XXe siècle, en 1918, Abbot découvre l'efficacité du peroxyde d'hydrogène sur les colorations dentaires. Ce produit, activé par une source lumineuse, s'est avéré plus puissant que les agents de blanchiment utilisés auparavant. Il a permis d'obtenir des résultats plus rapides et plus durables. En 1924, Prinz utilise en application interne et externe, une solution saturée de perborate de sodium et de peroxyde d'hydrogène et en 1938, Silvas préconise l'usage du perborate de sodium seul comme agent éclaircissant. En 1958, Pearson emploie 35% de peroxyde d'hydrogène dans la dent dépulpée, qu'il place dans la chambre pulpaire, et suggère aussi 25% de peroxyde d'hydrogène associé à 75% d'éther activés par une lampe. En 1968, Monroe a découvert les propriétés du peroxyde de carbamide, un dérivé du peroxyde d'hydrogène plus stable et moins irritant pour les gencives. Cette découverte a contribué à l'essor de l'éclaircissement dentaire en clinique et à domicile.

Les années 1970 ont marqué un tournant majeur dans l'histoire de l'éclaircissement dentaire. C'est à cette époque que les bases des protocoles actuels ont été développées. L'éclaircissement au fauteuil, réalisé par un dentiste est devenu une pratique courante. Cette

technique utilise des concentrations élevées de peroxyde d'hydrogène (jusqu'à 40%) appliquées sur les dents pendant une courte durée (environ une heure).

En 1982, Abou-Rass décrit une technique de blanchiment des dents colorées aux tétracyclines par dévitalisation intentionnelle suivie de séances d'éclaircissement interne à l'aide de 30% de peroxyde d'hydrogène et de perborate de sodium. En 1997, Settembrini et Coll expérimentent la technique combinée interne et externe pour l'éclaircissement des dents dépulpées.

Aujourd'hui l'éclaircissement dentaire est devenu une procédure courante et accessible, il existe de nombreuses options disponibles en vente libre et chez le dentiste pour répondre aux besoins et aux budgets de tous [71].

2. Définition du blanchiment dentaire interne

Selon l'Australian Dental Association, le blanchiment intracoronaire est une procédure peu invasive qui a été introduite dans la dentisterie au XIXe siècle. Le rôle de cette procédure dans l'amélioration de la couleur des dents soumises à une décoloration interne, tout en étant conservatrice, l'a rendue extrêmement populaire parmi les professionnels dentaires. Différents matériaux et techniques ont été utilisés au fil des ans pour tenter d'obtenir des résultats prévisibles à long terme tout en minimisant les risques associés.

3. Indication /Contre-indication

3.1. Indication

- Dent dépulpée dyschromiée peu délabrée ;
- Colorations engendrées par la nécrose pulpaire ;
- Colorations dues à un traitement endodontique incomplet ;
- Colorations engendrées par certains produits d'obturation canalaire ;
- Colorations dues à l'emploi de médicaments intra-canalaire ;
- Colorations causées par une hémorragie pulpaire suite à un traumatisme ;
- Patients jeunes : meilleure pénétration de l'agent oxydant du fait de la largeur des tubuli dentinaires ;
- Impossibilité de traiter la dyschromie par un éclaircissement externe [72, 73].

NB : L'hygiène bucco-dentaire et la motivation du patient constituent les impératifs au blanchiment interne.

3.2. Contre- indication

3.2.1. Relatives

- Reconstitution coronaire étendue ;
- Dyschromies d'origines inorganiques (suite à des obturations coronaires à l'amalgame, ou à la l'utilisation des pâtes à base des sels d'argent) ;
- Patient trop exigeant.

3.2.2. Absolues

1. Dents temporaires ;
2. Dents permanentes n'ayant pas fini leur édification (apex non fermé) ;
3. Patients de moins de 19 ans (d'un point de vue légal) ;
4. Dents traumatisées, choc violent avec perte importante de substance dentaire ;
5. Dents avec des fêlures radiculaires ;
6. Présence d'anomalie de l'émail, hypoplasie, anomalie de structure ;
7. Présence de pathologies apicales, résorption radiculaire interne ou externe ;
8. Présence de maladie parodontale sévère ;
9. Patients ayant subi un traitement parodontal avec surfaçage radiculaire (car le blanchiment interne constitue un sur-traitement ce qui augmente le risque de résorptions cervicales externes) ;
10. Présence d'allergie connue aux principes actifs contenus dans l'agent éclaircissant utilisé ;
11. Grossesse et allaitement : il n'existe pas d'études concernant ce sujet, mais comme les produits chimiques sont de forte concentration, il vaut mieux éviter [73].

4. Différents produits utilisés pour l'éclaircissement interne

4.1. Peroxyde d'hydrogène

4.1.1. Présentation

Le peroxyde d'hydrogène, également appelé eau oxygénée est un composé chimique de formule H_2O_2 . Il se présente sous forme d'un liquide incolore et indolore à température ambiante. Soluble dans l'eau, il doit être conservé dans des flacons en verre ambré et à l'abri de la lumière pour éviter sa décomposition. Le peroxyde d'hydrogène est une solution instable qui peut se décomposer en eau et en oxygène gazeux sous l'influence de la lumière, de la chaleur

ou de catalyseurs. Cette décomposition est exothermique, ce qui signifie qu'elle libère de la chaleur. Il est commercialisé à différentes concentrations, exprimées en poids ou en volume.

4.1.2. Mode d'action

L'action du peroxyde d'hydrogène repose sur sa capacité à se décomposer en ions oxygène (O_2^-) et en ions perhydroxyl (HO_2^-) qui ont un pouvoir oxydant élevé. Ces ions oxydent les pigments responsables de la coloration des dents, les rendant ainsi plus blanches. Pour faciliter les compréhensions du blanchiment des dents, le processus peut être évalué en trois phases distinctes :

Phase 1 : La diffusion

Le peroxyde d'hydrogène, l'ingrédient actif de la plupart des agents blanchissants, diffuse dans l'émail et la dentine, les deux couches dures qui composent la dent. La diffusion du peroxyde d'hydrogène est influencée par un certain nombre de facteurs :

- 1) La concentration du peroxyde.
- 2) Le pH de l'agent blanchissant.
- 3) La structure de la dent.

Phase 2 : L'interaction

Une fois que le peroxyde d'hydrogène a pénétré dans la structure de la dent, il interagit avec les chromophores. Les chromophores sont des substances qui absorbent la lumière et donnent aux dents leur couleur. Le peroxyde d'hydrogène oxyde les chromophores, ce qui les décompose en molécules plus petites qui absorbent moins la lumière. Cela donne aux dents une apparence plus blanche.

Le processus de décomposition du peroxyde d'hydrogène peut se dérouler de deux manières principales :

- Dissociation équilibrée : cette réaction est favorisée par la lumière et la chaleur. Elle produit des ions O_2^- avec un pouvoir oxydant relativement faible. C'est la réaction prédominante dans la plupart des cas.



- **Dissociation anionique** : Cette réaction est favorisée par un pH alcalin, l'ajout de sels spécifiques (comme le perborate ou le persulfate) ou d'énergie (chaleur ou lumière). Elle produit des ions HO²⁻ avec un pouvoir oxydant plus élevé que les ions O²⁻.



Phase 3 : Le changements micromorphologiques

Le blanchiment des dents peut également entraîner des changements micromorphologiques à la surface et à la structure de la dent. Ces changements peuvent inclure une augmentation de la porosité de l'émail et une diminution de la taille des tubules dentinaires. Les changements micromorphologiques peuvent contribuer à l'effet blanchissant global en augmentant la quantité de lumière réfléchie par la surface de la dent [74, 75, 76].

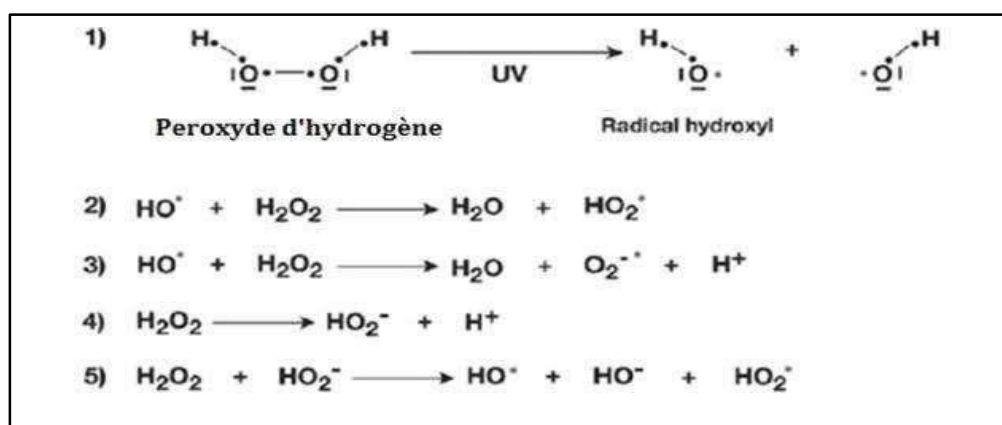


Figure 33: Réactions chimiques lors du processus d'éclaircissement (Minoux, Serfaty, 2010).

4.1.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne

Divers produits sont disponibles sur le marché avec des concentrations de peroxyde d'hydrogène variable (entre 3% et 35%). Ces produits sont utilisés par les professionnels dentaires pour restaurer la teinte naturelle des dents dévitalisées [72].

4.1.3.1. Snow Smile Professional : Clarben Bleach Material

❖ Description du produit

Il s'agit d'un système de blanchiment professionnel, à base de **peroxyde d'hydrogène à 38%**, particulièrement indiqué pour usage clinique dans le traitement des dents dévitalisées ayant subi des décolorations intrinsèques.



Figure 34 : illustration du produit Snow Smile Professional® (Products Inc., 2024)

❖ Caractéristiques principales

- Simplicité et facilité de mise en place grâce au système double seringue ;
- Obtention de la quantité exacte sans perte ni d'argent ni de temps ;
- Pas de photopolymérisation requise ;
- Comprend un gel protecteur des tissus gingivaux inclus dans le kit ;
- Les propriétés thixotropiques du gel empêchent les gouttes de s'écouler sans déplacement involontaire, ainsi permettre une adhésion ferme sur la partie souhaitée.

❖ Contenu du kit

- 02 seringues avec 2,5ml de gel blanchissant au peroxyde d'hydrogène à 38%.
- 02 seringues de 1,5g de protecteur gingival.
- 04 pointes d'application bleues pour l'application du gel blanchissant.
- 04 pointes d'application noires pour la protection de gencives.

4.1.3.2. POLA PROFESSIONAL®

❖ Description du produit

Pola Professionnal® est un produit d'éclaircissement dentaire au peroxyde d'hydrogène à concentration allant de 35 à 37,5%, conçu pour le traitement des dents devitalisée par voie endodontique.



Figure 35 : illustration du produit Pola professionnel® (SDI produits)

❖ Caractéristiques principales

- Application simple et rapide ;
- Gel collant pour une adhésion parfaite ;
- Conforme à la législation Européenne.

Pola professional® est disponible en deux versions :

- ✓ **37,5% Peroxyde d'hydrogène** : double tube auto-mélangé, distribution directe, permettant un gain de temps précieux.
- ✓ **35% Peroxyde d'hydrogène** : poudre et liquide mélangés par le professionnel de santé, la consistance doit être mousseuse de couleur bleue claire, non collante et non filandreuse.

4.1.3.3. Opalescence Endo Whitener 35%

❖ Description du produit

Opalescence Endo® est un gel de blanchiment dentaire conçu pour le traitement des dents non vitales (technique Walking Bleach). Ce produit, prêt à l'emploi, contient **35% de peroxyde d'hydrogène**.



Figure 36 : Kit de blanchiment Opalescence Endo Ultradent (Products Inc., 2024)

❖ Caractéristiques principales

- Procédure de blanchiment plus rapide et efficace (concentration élevée de peroxyde d'hydrogène) ;
- Viscosité idéale, avec une application facile à l'intérieur de la chambre pulpaire, assurant une distribution uniforme et stable du gel blanchissant ;
- Couleur blanche, presque transparente, le gel est visible à l'intérieur de la dent sans affecter l'apparence extérieure ni tacher l'intérieur de la dent ;
- Produit en seringue, prête à l'emploi ;
- Produit parfait pour blanchir les dents dépulpées.

❖ Contenu du Kit

- 02 seringues de 1,2 ml Opalescence Endo.
- 20 embouts Mini noirs.

4.1.3.4. Superoxol®

❖ Description du produit

Superoxol® est un agent de blanchiment dentaire professionnel conçu pour une utilisation en cabinet. Sa formule contient **35 % de peroxyde d'hydrogène**, offrant une solution efficace pour le blanchiment des dents sans nécessiter l'utilisation de lumière.



Figure 37 : Flacon de Superoxol contenant 1 oz de peroxyde d'hydrogène à 35% (Manufacturer, 2024).

❖ Caractéristiques principales

- Résultats rapide et efficace ;
- Pas de lumière requise ;
- Il peut être mélangé au perborate de sodium ;
- Format pratique et manipulation facile (conditionné dans une bouteille).

❖ Contenu

Il s'agit d'un flacon de 30ml.

4.1.3.5. Whiteness HP®

❖ Description du produit

Whiteness HP® est un système de blanchiment au peroxyde d'hydrogène à 35%. Indiqué pour le blanchiment interne des dents non vitales en utilisant la technique adéquate au cabinet dentaire.



Figure 38 : photo du produit Whiteness HP (FGM Dental Group, 2024).

❖ Caractéristiques principale

- Système en bouteille offrant une quantité idéale ;
- Manipulation précise et anti-gaspillage (disponible en 2 phases : peroxyde et épaississant) ;
- Excellent rendement (le kit permet de réaliser 18 applications).

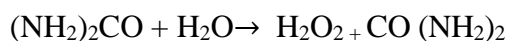
4.2. Peroxyde de carbamide

4.2.1. Présentation

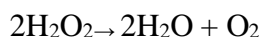
Le peroxyde de carbamide (CH₆N₂O₂) dans une formulation en gel à 10% est le matériau de blanchiment à domicile le plus couramment utilisé. Le matériau est normalement fourni dans une seringue pour faciliter l'application. Il est également fourni dans des sachets prédécoupés. Ce produit se décompose en une solution à 3.35% de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et une solution à 6.05% d'urée (CH₄N₂O). Des solutions à 15% et 20% de peroxyde de carbamide sont également disponible pour les procédures de blanchiment à domicile supervisées par un dentiste. La solution à 15% de peroxyde de carbamide produit une solution à 7% de peroxyde d'hydrogène.

4.2.2. Mode d'action

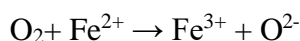
Le peroxyde de carbamide se décompose lentement en peroxyde d'hydrogène et en urée, cette réaction est catalysée par l'enzyme peroxydase, naturellement présente dans la salive.



Le peroxyde d'hydrogène se décompose ensuite en eau et en oxygène gazeux.



L'oxygène gazeux réagit ensuite avec des ions métallique présents dans la salive, comme le fer et le cuivre, pour former des radicaux libres d'oxygène.



Les radicaux libres d'oxygènes, comme l'anion superoxyde (O_2^-) et le radical hydroxyle (OH^\bullet) sont des espèces chimiques très réactives. Ils attaquent les doubles liaisons des chromophores, les molécules responsables de la coloration des dents, les décomposant en fragments plus petits et solubles dans l'eau.

Les pigments décomposés par les radicaux libres d'oxygène sont ensuite éliminés par la salive, laissant les dents plus blanches [74, 75, 77].

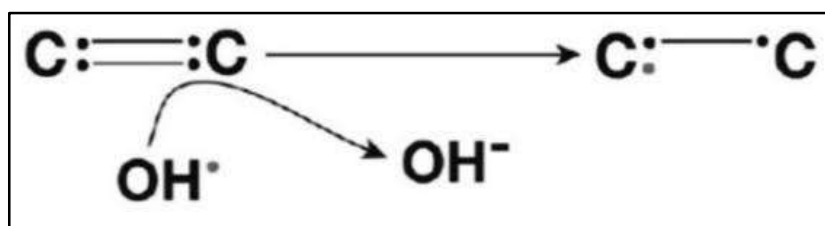


Figure 39 : Rupture de doubles liaisons lors de la réaction chimique (Minoux, Serfaty, 2010).

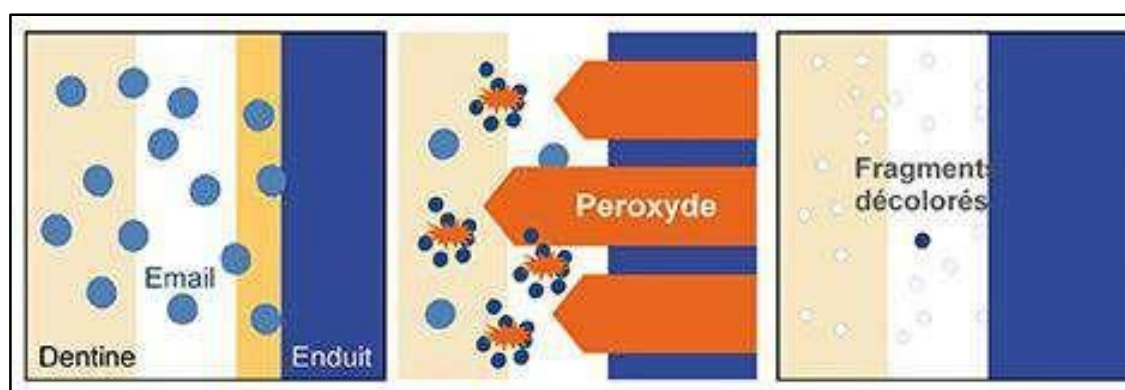


Figure 40 : Principe d'éclaircissement à l'aide de peroxyde de carbamide (Dahl JE, Pallesen U, 2003).

4.2.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne

4.2.3.1. Endopérox®

❖ Description du produit

Le kit de blanchiment Endopérox® est une solution professionnelle destinée au blanchiment des dents dévitalisées dyschromiées. Sa formule est à 100 % de peroxyde de carbamide, ce kit offre une méthode efficace pour restaurer l'apparence esthétique des dents affectées.



Figure 41 : Kit de blanchiment Endopérox® (Septodont, 2024).

❖ Caractéristiques principales

- Composition de qualité ; formulé avec du peroxyde de carbamide pur à 100 %, garantissant des résultats fiables et constants.
- Action Oxydante et Anti bactérienne ; libération d'oxygène actif lors du contact avec les fluides physiologiques, agissant comme un puissant agent blanchissant et antibactérien, tout en nettoyant les surfaces dentaires par évolution de gaz.

❖ Contenu du kit

- 01 flacon de poudre de 5 g,
- 01 flacon de glycérine de 5 ml,
- 01 cuillère doseuse.

4.2.3.2. Belagel-O (ENDO) ®

❖ Description du produit

Le Belagel-O (ENDO) est une pâte à base de peroxyde de carbamide à 60%, l'équivalent de 22% de peroxyde d'hydrogène. Conçu pour éliminer les dyschromies préexistantes des dents dépulpées.



Figure 42 : illustration du produit Belagel-O (ENDO) (Septodont, 2024).

❖ **Caractéristiques principales**

- Produit prêt à l'emploi ;
- Action bactéricide du produit.

❖ **Contenu du kit**

Peroxyde de carbamide sous forme de pâte à 1,5g.

4.2.3.3. **Whiteness Super-endo 37%**

❖ **Description du produit**

Il s'agit d'un produit conçu pour le blanchiment des dents dévitalisées non vitales. Il se présente sous forme de gel à base de **peroxyde de carbamide à 37%**, parfaitement adapté pour la technique de « Walking Bleach ».



Figure 43 : Illustration du produit Whiteness Super-endo 37%(Products Inc., 2024)

❖ **Caractéristiques principales**

- Application facile grâce à son excellente viscosité ;
- Produit prêt à l'emploi ;
- Produit hydrophile aisément éliminé après le traitement ;
- Rapport coût-bénéfice intéressant : une seringue pour 70 applications.

❖ **Contenu du kit**

- 01 seringue de 3g.
- 15 embouts applicateurs.

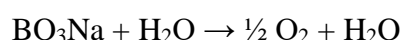
4.3. Le perborate de sodium

4.3.1. Présentation

Le perborate de sodium est un composé chimique inorganique polyvalent, connu pour ses propriétés blanchissantes et désinfectantes. Il se présente sous différentes formes selon sa teneur en eau, sa formule brute anhydre est NaBO_3 , mais on le retrouve plus couramment sous forme de monohydrate ($\text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ou de tétrahydrate ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$). En résumé, c'est un sel de sodium de l'acide perborique combinant du sodium (Na) avec du bore (B) et de l'oxygène (O) sous forme d'un ion perborate. Le perborate de sodium se caractérise par son aspect de poudre cristalline blanche et sa bonne solubilité dans l'eau. C'est là que sa magie opère, en solution aqueuse le perborate de sodium se décompose et libère de l'oxygène actif (O_2), cet oxygène actif joue un rôle prépondérant dans ses applications blanchissantes et désinfectantes. Par ailleurs, le perborate de sodium présente un léger caractère alcalin ce qui peut être utile dans certains processus de nettoyage.

4.3.2. Mode d'action

Le perborate de sodium de formule chimique NaBO_3 , est un composé stable à l'état sec. Cependant, en présence d'un agent activateur tel que l'acide, l'air chaud ou l'eau, il se décompose en deux substances le métaborate de sodium (NaBO_2) et le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), ce dernier est un agent oxydant puissant qui se décompose ensuite en oxygène natif (O_2) et en eau (H_2O).



L'oxygène natif est l'élément clé du processus d'éclaircissement des dents. Il agit en oxydant les pigments responsables des colorations internes les rendant ainsi moins visible. Ce processus est lent et progressif et peut prendre plusieurs jours ou semaines pour obtenir un résultat visible.

Le perborate de sodium est un agent blanchissant efficace avec une action prolongée, l'ajout de peroxyde d'hydrogène peut potentialiser son action mais les résultats cliniques selon les études ne montrent pas de différence significative. D'autres études sont nécessaires pour comparer l'efficacité de différents dérivés du perborate de sodium [75].

4.3.3. Les produits commercialisés pour blanchiment interne

Le perborate de sodium se trouve pur en pharmacie, sous conditionnements de différentes tailles allant du flacon de **500g au sachet de 1kg** ou plus, adaptées à l'usage des dentistes [76].

Il est additionné à l'eau distillée ou de peroxyde d'hydrogène H₂O₂.

- Formule chimique : NaBO₃
- Masse molaire : 99.83 g/mol
- Apparence : poudre blanche ou granules
- Solubilité dans l'eau : solubilité limitée à température ambiante.
- Point de fusion : décomposition à environ 60-75 °C
- Propriétés : libère de l'oxygène actif lorsqu'il est dissout dans l'eau, ce qui aide à éliminer les taches et les agents pathogènes.



Figure 44 : Perborate de sodium (Septodont, 2024).

4. 4. Les adjuvants et activateurs des agents éclaircissants

Les produits d'éclaircissement dentaire ne se limitent pas aux agents éclaircissants primaires tels que le peroxyde d'hydrogène et le peroxyde de carbamide. Ils comprennent également des substances auxiliaires appelées adjuvants et activateurs qui optimisent leur efficacité et leur utilisation.

4.4.1. Les adjuvants : interviennent pour augmenter l'efficacité des produits, ils contribuent à plusieurs aspects :

4.4.1.1. Agents épaisissants : augmentent la viscosité du produit, permettant un contact prolongé avec les dents et une libération progressive des agents oxydants pour une action plus durable. Le carbopol est l'agent épaisissant le plus répandu.

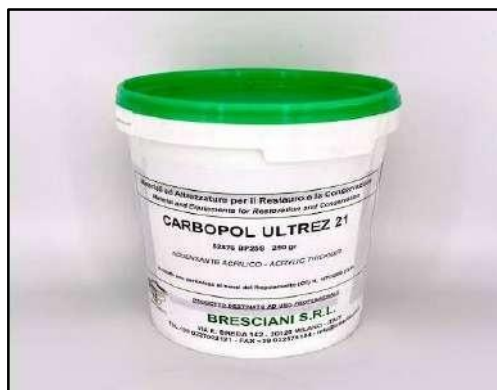


Figure 45 : Carbopol Ultrez 21 (Products Inc., 2024).

4.4.1.2. Agents stabilisants : prolongent la durée de vie des agents éclaircissants en les protégeant de la dégradation. L'acide citrique, et l'acide phosphorique aident à prévenir la décomposition du peroxyde d'hydrogène et à prolonger sa durée de vie. Cela permet d'obtenir un effet éclaircissant plus durable.



Figure 46 : L'acide phosphorique (Manufacturer, 2024).

4.4.1.3. L'urée : L'urée est un composant du peroxyde de carbamide. Elle est naturellement présente dans le corps humain, produite par les glandes salivaires. Dans les produits d'éclaircissement dentaire, elle joue plusieurs rôles importants ; elle aide à stabiliser le peroxyde d'hydrogène, augmente le ph. Elle possède un effet anticariogène, en plus.

4.4.1.4. Agents réducteurs de sensibilité : le nitrate de potassium permet de diminuer les sensibilités.



Figure 47 : Le nitrate de potassium (FGM Dental Group, 2024).

4.4.1.5. Humectants : favorisent la dissolution des autres agents et maintiennent l'hydratation du produit pour une meilleure application et un confort accru. La glycérine et le propylène glycol sont des exemples d'humectants connus.



Figure 48 : Glycerine (Manufacturer, 2024).

4.4.1.6. Arômes : ajoutent un goût agréable, souvent de la menthe pour masquer le goût désagréable de certains agents éclaircissants.

4.4.2. Les activateurs : sont des substances qui accélèrent une réaction chimique en augmentant la vitesse à laquelle les réactifs se transforment en produits. Ils agissent comme des catalyseurs, facilitant le processus réactionnel sans être consommés par celui-ci.



Figure 49 : Spray nettoyant activateur de blancheur (FGM Dental Group, 2024).

4.4.2.1. Sources de lumière : lampes à polymériser, lampes à infra-rouge ou lampes à ultra-violettes sont utilisées pour activer les agents éclaircissants et accélérer le processus de blanchiment.



Figure 50 : Lampe à polymériser (Manufacturer, 2024).

4.4.2.2. Concentration du produit : une concentration plus élevée en agents éclaircissants se traduit par une action plus puissante, mais peut également accroître la sensibilité dentaire.

4.4.2.3. Température : la vitesse de décomposition des agents éclaircissants est augmentée par la chaleur. Augmenter la température de 10°C double la vitesse de réaction [75].

4.5. L'aspect réglementaire

Selon la commission européenne (20/08/2011) et l'ANSM (Agence Nationale de Sécurité du Médicament) (09/07/2013) :

- Les produits dont la concentration en H₂O₂ (présent ou dégagé) >6%, sont interdits ;
- Les produits dont la concentration ≤ 0.1% H₂O₂ présent ou dégagé sont en vente libre ;
- Les produits dont la concentration >0.1% et ≤à 6% (3,5-18% de peroxyde de carbamide) sont autorisés pour le chirurgien-dentiste lors de la première séance, ensuite il peut fournir le produit au consommateur en lui indiquant les modalités d'emploi ;
- Le perborate de sodium est interdit car il est classé comme CMR1B, c'est-à-dire carcinogène, mutagène ou toxique pour la reproduction.

Cependant, une exception est prévue pour l'utilisation de ces substances, à condition de respecter quatre critères cumulatifs :

- Conformité aux normes de sécurité alimentaire ;
- Absence de substitut approprié ;
- Utilisation spécifique pour une catégorie de produits, avec une exposition déterminée ;
- Avis favorable du Comité Scientifique Européen pour la Sécurité des Consommateurs (CSSC) quant à leur sécurité dans les produits cosmétiques, en prenant en compte une exposition globale à partir d'autres sources, et en accordant une attention particulière

aux groupes de populations vulnérables (ces substances sont répertoriées en annexe sur la liste des substances autorisées ou soumises à restriction).

5. Les techniques d'éclaircissement interne

5.1. Examen clinique initial du patient

5.1.1. Anamnèse

L'anamnèse constitue la première étape essentielle de tout examen. Le praticien doit recueillir des informations détaillées sur l'historique médical et dentaire du patient. Pour ce faire, un questionnaire médical exhaustif, couvrant un large éventail de pathologies, est généralement proposé à chaque nouveau patient. Dans le cas spécifique de la dentisterie esthétique, des questions plus ciblées sur l'histoire de la dent présentant une dyschromie seront posées au patient. Il est envisageable d'utiliser un questionnaire médical spécifique pour aborder précisément ces aspects [72].

Tableau 08 : Proposition d'un questionnaire médical concernant l'éclaircissement dentaire (Maguin H, 2013).

INFORMATIONS GENERALES		
Nom, prénom		
Date de naissance		
Adresse		
Numéro de téléphone		
Profession		
HISTORIQUE MEDICAL		
Antécédents particuliers ; si oui précisez	Oui	Non
Médication en cours	Oui	Non
Allergies	Oui	Non
Avez-vous eu à votre connaissance une prise de médicaments (tétracyclines) : - Lorsque votre mère était enceinte de vous : - Pendant votre enfance :	Oui	Non
Avez-vous pris des compléments fluorés étant jeune ?	Oui	Non
Avez-vous déjà eu des carences en vitamines ?	Oui	Non
HISTORIQUE DENTAIRE		

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

Avez-vous déjà reçu un coup au visage ou aux dents ? Si oui, âge du traumatisme :	Oui	Non
Avez-vous bénéficié d'un traitement orthodontique ? Si oui, date du traitement :	Oui	Non
Avez-vous bénéficié d'un traitement parodontal ? Si oui, date du traitement :	Oui	Non
Avez-vous déjà bénéficié de soins sur les dents antérieures ? Si oui, date du traitement :	Oui	Non
Avez-vous remarqué un changement de couleur d'une ou plusieurs dents ces dernières années ?	Oui	Non
Combien de fois vous brossez-vous les dents par jour ? Type de brosse à dents utilisée :	Manuelle	Electrique
Utilisez-vous régulièrement du fil dentaire, des brossettes ?	Oui	Non
Utilisez-vous des bains de bouche ? Si oui, nom du produit utilisé :	Oui	Non
Avez-vous les gencives qui saignent ?	Oui	Non
Avez-vous un suivi dentaire régulier chez un professionnel ?	Oui	Non
TABAC		
Fumez-vous ? Si oui, combien par jour ?	Oui	Non
Avez-vous fumé ? Si oui, période du tabagisme	Oui	Non
ALIMENTATION		
Consommez-vous régulièrement du café ?	Oui	Non
Consommez-vous régulièrement du vin ?	Oui	Non
Consommez-vous régulièrement du thé ?	Oui	Non
Consommez-vous régulièrement de fruits rouges ?	Oui	Non
MOTIF DE LA CONSULTATION		

5.1.2. Examen endo-buccal

Lors de l'examen clinique endobuccal, il est indispensable de vérifier l'état de santé des tissus mous environnants de la dent, notamment en recherchant toute inflammation ou saignement

gingival. Ces indicateurs reflètent l'hygiène orale globale du patient. Ensuite, pour une meilleure étude de la dent concernée, il est recommandé de la nettoyer préalablement afin d'éliminer les taches extrinsèques et de faciliter la détermination de l'origine de la dyschromie. Il est également essentiel de vérifier l'absence de symptômes dentaires tels que les caries, qui doivent être traitées avant tout traitement d'éclaircissement.

Il est important d'identifier toute restauration existante, en examinant leur nature (amalgame ou composite), leur étanchéité et leur étendue. Toutes les restaurations en amalgame doivent être retirées avant tout traitement d'éclaircissement. Les restaurations défectueuses doivent être remplacées, soit temporairement soit définitivement, en utilisant un matériau adapté à la nouvelle couleur de la dent.

La couleur initiale de la dent dyschromiée doit être déterminée dans des conditions optimales, en utilisant éventuellement des teintiers et des photographies pour suivre l'évolution du traitement. Enfin, l'occlusion doit être vérifiée pour détecter tout traumatisme potentiel lors de la mastication [72].

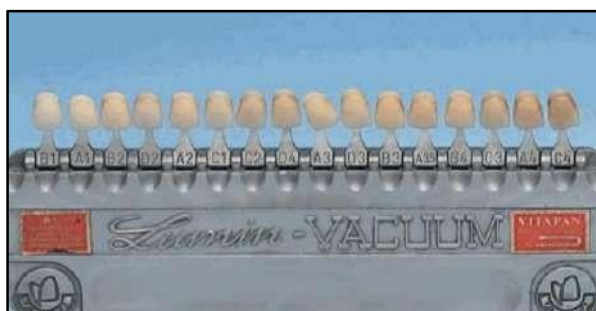


Figure 51 : Le Vita Classique (Greenwall L, 2017).



Figure 52 : Le Vita 3D master (Greenwall L, 2017).



Figure 53 : Le Vitapan 3D master (Greenwall L, 2017).

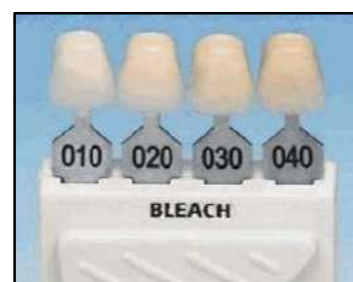


Figure 54 : Ivoclar/Vivadent (Greenwall L, 2017).

5.1.3. Examen radiologique

Avant tout traitement d'éclaircissement des dents non vitales, un examen radiologique est indispensable pour confirmer les observations cliniques et préciser le diagnostic. Au niveau

coronaire, il permet de détecter les lésions carieuses non visibles à l'œil nu et d'évaluer l'étendue et l'état des restaurations composites. Au niveau radiculaire, il permet de visualiser l'intégrité de la racine dentaire, en recherchant toute fracture, malformation, lésion apicale ou résorption pouvant affecter la racine.

Il est également important d'évaluer la qualité de l'obturation radiculaire, qui doit être dense et atteindre l'apex sans le dépasser. Un traitement radiculaire adéquat empêche la migration des micro-organismes de la couronne vers l'apex et protège les tissus péri-apicaux des agents éclaircissants.

Si le traitement endodontique n'est pas satisfaisant, il est recommandé de le refaire avant d'entreprendre tout traitement d'éclaircissement et d'attendre 7 jours avant de commencer les étapes d'éclaircissement [72].

5.2. Les étapes communes aux différentes techniques du blanchiment interne

5.2.1. Les conditions cliniques

Il est indispensable de poser l'indication du blanchiment interne après un examen clinique et radiologique minutieux. Devant une perte importante des tissus dentaires, avec une structure coronaire faible, le recours à d'autres techniques de réhabilitation esthétique peut avoir lieu.

Avant tout éclaircissement, le traitement endodontique doit être impérativement vérifié.

Une reprise est envisagée dans les cas ci-dessous :

- Une obturation canalaire incomplète ;
- Un manque d'étanchéité ;
- Présence d'une réaction apicale ;
- Dent concernée symptomatique ;
- Un manque de radio-opacité.

L'obturation canalaire doit être tridimensionnelle, dense, étanche et complète jusqu'à l'apex [80].

5.2.2. Information du patient

Le patient doit être avisé, avant toute procédure, du prix, de la durée du traitement et des risques encourus du blanchiment interne. Il sera informé que les résultats ne peuvent pas être garantis et qu'ils dépendent de ses habitudes alimentaires et de son hygiène buccale. Il doit savoir qu'il est impératif de s'abstenir de toute consommation d'aliments contenant des tannins

(café, vin rouge, thé...), et qu'une récurrence peut avoir lieu dans le temps.

Une bonne motivation à se présenter aux rendez-vous afin de renouveler le traitement est indispensable.

Un consentement écrit, libre, éclairé et signé du patient doit être remis par le praticien afin de prévenir toute incidence médico-légale [72, 80].

5.2.3. Préparation de la dent à traiter

5.2.3.1. Aménagement de la cavité d'accès

Avant de réaliser la cavité d'accès, il est indispensable d'éliminer toute lésion carieuse ou ancienne restauration défectueuse, bien les nettoyer et mettre en place une obturation temporaire. Une restauration définitive se fera en fin de traitement une fois que la couleur obtenue sera jugée satisfaisante.

L'accès à la chambre pulpaire est ensuite obtenu au moyen d'instruments rotatifs utilisés à une vitesse élevée. La préparation doit être effectuée avec précision, en éliminant tout surplomb ou toute zone de rétention notamment au niveau des cornes pulpaires. Tout tissu nécrotique, tout résidu de matériaux de restauration, toute obturation canalaire (pâte d'obturation débordante, cône de gutta apparente ...) doit être intégralement être éliminé.

5.2.3.2. Protection des tissus gingivaux

Les agents utilisés pour le blanchiment interne des dents peuvent présenter une certaine toxicité pour les tissus mous avoisinants. Leur isolation est donc primordiale pour les protéger. Plusieurs types de champs opératoires sont disponibles à cet effet :

- **La digue liquide photopolymérisable** : il s'agit d'un silicone fluide très aisément mis en place à l'aide d'une seringue sur une gencive préalablement asséchée, une fois appliqué, ce silicone durcit à l'aide d'une lumière LED ou halogène, et forme une barrière imperméable et flexible autour de la dent.



Figure 55 : Illustration d'une digue liquide (Dr Meldas M)

- **La digue en caoutchouc** : le champ opératoire contient une feuille en caoutchouc, un crampon et un cadre qui permet de le tendre. Son installation est une procédure minutieuse et chronophage, pouvant entraîner des saignements indésirables, surtout lorsqu'il y a une inflammation des gencives [72].



Figure 56 : Illustration d'une digue en caoutchouc (Avitan A, 2023)

5.2.3.3. Dégagement de l'entrée canalair

Une désobturation sur 1 à 3mm de l'obturation canalair doit être réalisée en direction de l'apex en dessous de la jonction émail-cément. Le praticien peut procéder soit avec un instrument chauffé dans le cas de la présence du cône de gutta, ou bien avec un forêt de Gates en rotation lente. Cette réduction doit être contrôlée, à l'aide d'une sonde parodontale graduée, en mesurant la distance fond de la cavité – bord libre, cette dernière doit dépasser la hauteur coronaire d'environ 6 mm (la couronne clinique a normalement une longueur d'environ 10-12). Comme la barrière doit avoir une épaisseur de 2 à 3 mm et qu'elle doit se trouver à 3 mm sous la jonction cémento-émail, la longueur réelle est calculée comme suit : $10 + 3 + 3 = 16$ mm, où 10 mm = couronne clinique, 3 mm = zone sous la jonction cémento-émail pour la mise en place de la couronne clinique, et 3 mm = épaisseur de la barrière.

L'emploi d'une précelle est aussi préconisé en plaçant les bords à l'intérieur et à l'extérieur de la cavité, ceci permet une meilleure ergonomie.



Figure 57 : Photo illustrant la mesure de la longueur du forêt de Gates Glidden (Greenwall L, 2017).



Figure 58 : Photo illustrant le forêt de Gates en place (Greenwall L, 2017)

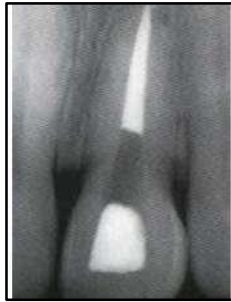


Figure 59 : Illustration radiologique d'une désobturation de 2mm (Greenwall L, 2017).



Figure 60 : technique permettant d'objectiver le niveau de désobturation canalaire (Greenwall L, 2017).

Ce dégagement permet de créer un espace pour la mise en place et pour le produit isolant la racine et pour le produit éclaircissant, ainsi que l'exposition des canalicules dentinaires dirigés vers la partie cervicale de la dent [72].

5.2.3.4. Scellement cervical étanche

Afin de protéger la jonction émail-cément des résorptions cervicales externes en évitant la pénétration du produit de blanchiment à l'intérieur de la racine, l'isolation du traitement radiculaire avec un matériau adéquat est indispensable. Cette isolation doit suivre la forme de l'attache épithéliale en proximal, et en vestibulaire et palatin/lingual. Ce détail est important car en proximal, la JEC se courbe en direction incisive laissant un large triangle de tubuli dentinaires exposés, de ce fait la forme de l'obturation doit être concave.

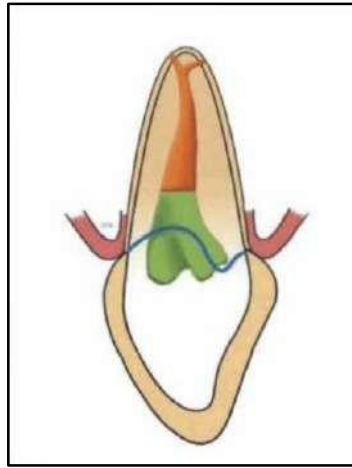


Figure 61 : Schéma d'une barrière idéale pour protéger les tubuli dentinaires (Greenwall L, 2017).

Il est possible de diminuer cette hauteur au niveau vestibulaire dans le cas où la partie cervicale de la dent concernée est fortement dyschromiée. Dans ce cas il est conseillé d'éviter les agents contenant du peroxyde d'hydrogène, car à ce niveau les tubuli dentinaire présentent leur plus gros diamètre et par conséquent un risque plus élevé de RCE.

Divers matériaux peuvent être utilisés, parmi ces matériaux on cite :

- **Les ciments verre ionomère (CVI) et les ciments verre ionomère modifié par adjonction de résine (CVIMAR)** : permettant une augmentation de l'étanchéité de l'obturation radulaire ;
- **Mineral trioxyde aggregate (MTA®)** : ce matériau présente un pH alcalin, et relargue l'hydroxyde de calcium dans un milieu humide, cette propriété peut permettre une meilleure protection des complications des produits éclaircissants notamment des RCE ;
- **IRM®** ;
- **Cavit®** ;
- **Résines ecomposit** ;
- **Ciment oxyphosphate de zinc.**

L'utilisation des CVI/CVIMAR ou le MTA, présente un avantage de la possibilité de les garder en place lors de l'obturation définitive, contrairement à l'IRM® ou Cavit® qui, doivent être éliminés [72].



Figure 62 : illustration d'un ciment verre ionomère encapsulé et chimiquement durci (Greenwall L, 2017).



Figure 63 : Le matériau est placé à la bonne profondeur à l'aide d'un plugger endodontique (Greenwall L, 2017).

NB : ces matériaux permettent une diminution importante du risque d'infiltration des produits de blanchiment, mais aucun ne prévient exclusivement leur pénétration.

5.2.3.1. Nettoyage interne de la cavité camérale

Afin d'éviter tout risque de RCE, il est conseillé de nettoyer la cavité de la dent avec de l'hypochlorite de sodium à 2,5%, puis à l'alcool et enfin l'assécher avec un jet d'air

L'élimination de la boue dentinaire reste controversée dans la littérature, certains auteurs préconisent le conditionnement de la cavité avec de l'acide orthophosphorique ou de l'EDTA, contrairement à d'autres qui n'adhèrent pas à cette idée par le fait que ces matériaux entraînent une augmentation indésirable de la perméabilité dentinaire et par conséquent la diffusion des agents éclaircissants vers le périodonte [72].

5.2.3.1. Mise en place du produit de blanchiment

L'agent éclaircissant et le protocole de sa mise en place diffèrent d'une technique à une autre, ainsi que son activation.



Figure 64 : Exemple d'un produit de blanchiment en place (Greenwall L, 2017).

5.2.3.2. L'obturation provisoire de la cavité camérale

Après chaque séance de blanchiment interne une obturation provisoire doit être mise en place pour éviter toute fuite du produit de blanchiment dans la cavité buccale et pour assurer une étanchéité maximale. Cette étape concerne la technique ambulatoire et la technique immédiate, pour la technique inside/outside la cavité d'accès reste ouverte pendant toute la période du traitement (une boulette de coton est mise en place afin d'éviter le passage des aliments.)

Plusieurs matériaux peuvent être utilisés, on peut citer le Cavit®, IRM®, CVI, les résines composites... De nombreux auteurs privilégient l'utilisation de l'IRM® recouvert d'un vernis afin de maximiser l'herméticité de l'obturation [72].



Figure 65 : Illustration d'une obturation provisoire avec l'IRM® recouvert d'un vernis (Maguin H, 2013).

Cette obturation permet de maintenir le produit de blanchiment dans un espace clos, ainsi il pourra traverser les tubuli dentinaires pour être en contact avec les pigments colorés et les décolorer.

5.2.3.1. L'obturation définitive

Une fois la couleur désirée obtenue, il est impératif de bien rincer et sécher la cavité (la catalase présente un pouvoir considérable d'éliminer le peroxyde d'hydrogène de la chambre pulpaire et des tissus), et d'y placer une obturation temporaire.

Cette dernière doit être laissée en place pendant au moins deux semaines, afin d'assurer la disparition de tous les reliquats d'oxygène susceptibles de persister dans les tubuli après l'élimination du produit de blanchiment, et ainsi permette la photopolymérisation et la bonne adhésion des résines composites à la dentine.

Une fois le délai d'attente nécessaire écoulé, l'obturation définitive pourra être réalisée, la dent étant isolée avec une digue ; tout matériau d'obturation provisoire doit être soigneusement éliminé, et la cavité d'accès est minutieusement nettoyée. Une reconstruction composite peut alors être envisagée [72].

5.2.3.2. Le suivi du patient

Il est recommandé de revoir le patient une année après et d'effectuer un contrôle clinique et radiologique pour s'assurer qu'aucune complication n'est survenue au courant de cette période [72].

5.3. Technique ambulatoire ou « Walking Bleach Technique »

Cette technique consiste à appliquer l'agent éclaircissant dans la cavité camérale en suivant le même protocole ci-dessus.

5.3.1. Les agents éclaircissants utilisés

- Perborate de sodium + eau distillée (Spasser, 1961)
- Perborate de sodium + peroxyde d'hydrogène 30% (Nutting & poe, 1967)
- Perborate de sodium + peroxyde de cabamide 16%



Figure 66 : Illustration de poudre de perborate de sodium et peroxyde d'hydrogène 35% (Greenwall L, 2017).



Figure 67 : Illustration du produit Opalescence Endo à base de peroxyde d'hydrogène à 35% (source personnelle).

Des études comparatives ont été réalisées par Rotstein et al en 1993, sur l'efficacité du blanchiment interne du perborate de sodium associé à l'eau distillée avec celle du mélange perborate de sodium associé au peroxyde d'hydrogène à 30%, sur une période d'une année. Les résultats étaient similaires ; par conséquent ils recommandent l'utilisation du mélange perborate de sodium + eau afin de prévenir tout risque de résorption cervicale externe (RCE) liée au peroxyde d'hydrogène [81, 82].

Au sujet du peroxyde de carbamide, en 2004, Cappelletto et al l'utilisent à une concentration de 37% sur une patiente. Le suivi à dix mois, ne révèle aucun signe radiologique de RCE et l'absence de récurrence de couleur. Selon eux, la manipulation du peroxyde de carbamide est plus facile que le mélange perborate de sodium + eau du fait qu'il se présente en seringue ; de plus, son utilisation permet une reconstruction définitive immédiate juste après la dernière séance de blanchiment interne.

Malgré les diverses alternatives disponibles, les recommandations actuelles en matière de blanchiment dentaire interne favorisent toujours l'approche initiale de Spasser : l'utilisation du perborate de sodium associé à de l'eau distillée. Cette méthode est privilégiée en raison de son historique d'efficacité avéré, de son coût peu onéreux et de son profil de sécurité élevé (moins de résorptions cervicales externes) [83].

En Europe, l'utilisation du perborate de sodium n'est pas autorisée en dentisterie. Le gel de peroxyde de carbamide ou le gel de peroxyde d'hydrogène peuvent donc être scellés dans la cavité d'accès à une concentration ne dépassant pas 6 % de peroxyde d'hydrogène [82].

5.3.2. Protocole opératoire

Pour le perborate de sodium associé à l'eau distillé, un mélange est réalisé à l'aide d'une spatule, dans des proportions de 2 pour 1, le perborate de sodium se saturant avec l'apport d'eau. La consistance du mélange doit être crémeuse ou « sable mouillé ». Il est ensuite foulé dans la chambre pulpaire (préalablement nettoyée et asséchée) à l'aide d'un applicateur ou d'un support d'amalgame sur une boulette de coton préalablement mise en place. Les excès seront éliminés, et un espace est laissé pour le matériau de remplissage temporaire.

Pour le peroxyde de carbamide à 16%, il est directement mis en place dans la cavité d'accès. Il est préférable d'utiliser une seringue avec un embout fin pour faciliter la procédure [82, 83].

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

À mesure que le matériau de blanchiment libère des radicaux oxygénés, la pression qui en résulte peut faire sortir le matériau de remplissage temporaire. Pour éviter cela, divers matériaux peuvent être utilisés comme Cavit®, IRM®, CVI, résine composite... de 2mm d'épaisseur minimale.

L'agent éclaircissant est ainsi contenu dans un environnement hermétique ; une fois ses ions oxydants libérés, ils pourront traverser les tubuli dentinaires pour atteindre les chromophores et les décolorer [81, 82].

Il serait souhaitable de rappeler le patient 1 à 2 semaines après si c'est le mélange perborate de sodium + eau qui a été utilisé, afin de comparer la teinte avec les dents adjacentes. Pour le professeur Bonnet, il convient de laisser agir le produit de blanchiment pendant 3 semaines au minimum.

S'il s'agit de l'association perborate de sodium + peroxyde d'hydrogène, le patient est convoqué plus tôt (environ de 4 à 5 jours), du fait que le traitement est plus efficace.

Si un produit du commerce est privilégié (peroxyde d'hydrogène de peroxyde de carbamide), il est conseillé de se référer à la notice du produit afin de connaître les recommandations du fabricant.

En fonction de l'étiologie et de la gravité de la décoloration, la procédure doit généralement être **répétée 3 à 5 fois. Le traitement doit être terminé lorsque la couleur de la dent devient un peu plus claire que la dent adjacente.**

Une fois la couleur désirée de la dent obtenue, la restauration temporaire doit rester en place pendant 1 à 3 semaines, selon les auteurs, avant de réaliser la restauration définitive de la dent, afin de permettre la stabilisation de la couleur, la dissipation de l'oxygène et la récupération de la force d'adhésion [82, 83].

5.3.2. Avantages et inconvénients

➤ Les avantages

- Simple à mettre en œuvre ;
- Indolore ;
- Efficace ;
- Peu onéreuse ;
- Sans risque de complications (Perborate de sodium + eau distillée).

➤ Les inconvénients

- Résultats imprévisibles ;

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

- Nombre de séances non définissable à l'avance.

Impératif : Nécessité d'une bonne motivation du patient [72].

5.4. Technique au fauteuil ou technique immédiate

5.4.1. Les agents éclaircissants utilisés

La technique au fauteuil implique l'application d'un produit à base de peroxyde d'hydrogène hautement concentré, généralement autour de 35% (parfois on utilise le peroxyde de carbamide à 10%). Ce produit peut être une poudre ou un liquide à mélanger, ou un gel prêt à l'emploi. L'éclaircissement des dents est instantané en raison de la forte concentration du produit. Cette méthode prend généralement de 5 à 15 minutes, selon la dyschromie initiale des dents, et peut être répétée 3 à 4 fois au cours de la même séance. Il est essentiel d'utiliser un système de protection pour protéger les tissus mous de la bouche. De plus, le patient doit être conscient et ne pas être anesthésié afin de détecter toute sensibilité pendant le traitement. Si le patient ressent une sensibilité, le traitement doit être interrompu [72].

5.4.2. Technique thermocatalytique

La technique de chauffage catalytique implique l'application directe de chaleur à l'agent de blanchiment pour accélérer sa réaction. Cette approche offre une augmentation significative de la vitesse et de l'efficacité du processus de blanchiment, bien qu'elle comporte également des risques et des complications associées [80].

5.4.2.1. Sources d'activation

L'activation thermique offre diverses méthodes pour stimuler la réaction du processus de blanchiment :

- **Chauffage par instrument métallique** : Cette approche utilise un fouloir plugger de type Machtou, préalablement chauffé à l'aide d'une flamme concentrée. L'instrument chauffé est ensuite appliqué pour activer l'agent de blanchiment.

- **Utilisation d'un Appareil Électrique Spécialisé** : Des dispositifs tels que le Touch'n Heat 5004 sont spécialement conçus pour générer une chaleur précise et contrôlée. Cette chaleur est dirigée vers l'agent de blanchiment pour déclencher la réaction.

L'objectif est de maintenir une température optimale comprise entre 50 et 70°C. Lorsque cette chaleur est transférée à l'agent de blanchiment, elle induit une réaction qui se traduit par un dégagement gazeux instantané, conduisant à la formation de mousse. Ce processus libère de l'oxygène, favorisant ainsi l'action de l'agent de blanchiment sur les colorations dentaires [84].

5.4.2.2. Protocole opératoire

Lors de l'utilisation d'un instrument métallique chauffé, la température émise ne peut être contrôlée avec une précision absolue. Pour pallier à cela, une méthode courante consiste à introduire une boulette de coton imprégnée de peroxyde d'hydrogène dans la cavité dentaire. L'instrument chauffé est ensuite placé en contact uniquement avec le coton, évitant ainsi tout risque de dommages aux parois dentaires. Cette précaution est essentielle pour prévenir le risque de fêlures ou de fractures secondaires [71].

En revanche, lors de l'utilisation d'un appareil électrique, il n'est pas nécessaire de placer une boulette de coton au fond de la cavité. Le produit éclaircissant peut-être introduit directement, suivi de l'insert chauffé de l'appareil électrique. De la même manière, il convient de veiller à éviter tout contact avec les parois de la chambre coronaire pour éviter les complications potentielles.

Le processus de chauffage de la solution éclaircissante dure généralement de 2 à 5 minutes et peut nécessiter plusieurs répétitions, selon l'ampleur de la coloration à traiter. À chaque répétition, l'agent éclaircissant est renouvelé pour maintenir l'efficacité du traitement.

Une fois que la teinte désirée est obtenue, une obturation provisoire est placée pendant deux semaines, conformément à la technique ambulatoire, avant de procéder à l'obturation définitive [85].

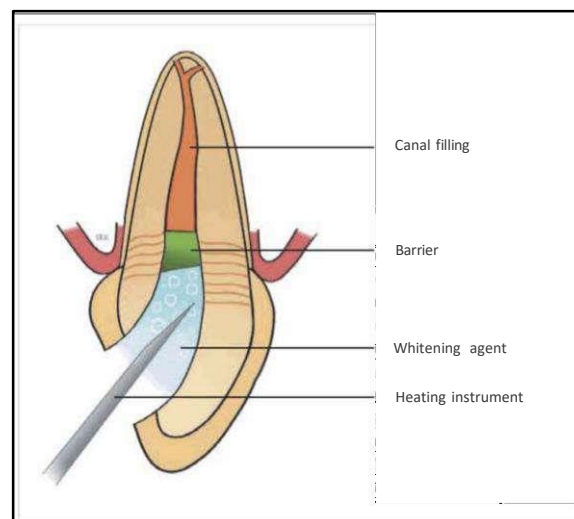


Figure 68 : Technique thermocatalytique (Claisse-Crinquette A, 2000)

5.4.3. Technique Photodynamique

L'activation photodynamique a été explorée dès 1911 par Rosenthal, qui utilisait des rayons ultraviolets en conjonction avec du peroxyde d'hydrogène. Cette technique

repose sur l'utilisation d'activateurs lumineux pour produire de la chaleur, potentialisant ainsi que l'action du peroxyde d'hydrogène.

5.4.3.1. Sources d'Activation

Les méthodes d'activation sont variées et incluent :

- Utilisation de lampes à ultraviolets, principalement employées pour la photopolymérisation ;
- Recours aux lampes à LEDs (Diodes Électroluminescentes) ;
- Utilisation de lampes à plasma ;
- Utilisation de lampes à halogènes ;
- Utilisation de lampes à xénon ;
- Utilisation de scialytiques [72].

5.4.3.2. Procédure Opératoire

Une étude menée en 2007 par Carrasco et ses collaborateurs visait à évaluer l'efficacité du peroxyde d'hydrogène à 35% selon différents protocoles, notamment :

- Utilisation en technique ambulatoire seule ;
- Activation par une lampe à LED;
- Activation par une lampe à halogènes.

La méthode au cabinet dentaire commence par l'application de peroxyde d'hydrogène à 35% dans la cavité coronaire de la dent dépulpée, ainsi que sur sa partie vestibulaire. Ensuite, une activation lumineuse est réalisée, avec une lampe à LED ou à halogènes, pendant 30 secondes du côté vestibulaire et 30 secondes du côté lingual ou palatin, perpendiculairement à la dent, à une distance de 5 mm. Après une attente de 2 minutes, le produit est retiré, la cavité est nettoyée avec une boulette de coton imprégnée de peroxyde d'hydrogène à 3%, et le processus est répété jusqu'à 4 applications lumineuses lors de la même séance. Aucune différence d'efficacité n'a été statistiquement démontrée entre ces deux protocoles dans cette étude.

Hissamitsu propose également une méthode impliquant l'application interne et externe de peroxyde de carbamide à 10%, associée à une activation lumineuse à l'aide d'une lampe à xénon.

Bien que cette méthode offre un avantage temporel indéniable, il est important de noter

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

que l'utilisation de certains activateurs lumineux, peuvent être un facteur prédisposant à l'apparition des complications du blanchiment interne, en particulier au niveau de la région cervicale de la dent, nécessitant une surveillance attentive pendant le traitement [72].

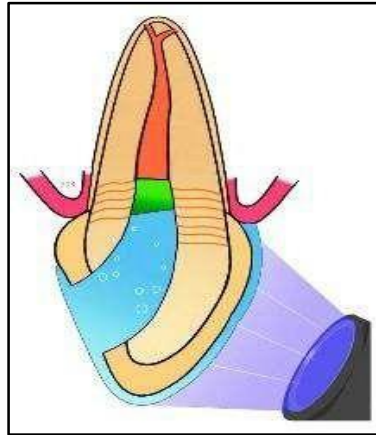


Figure 69 : Techniques avec photo activation (Greenwall L, 2001).



Figure 70 : Illustration de l'incisive centrale supérieure gauche avant et après irradiation CP (Greenwall L, 2001).

5.4.4. Technique au laser

Récemment, de nouveaux protocoles laser ont été mis en place dans le cadre de l'éclaircissement au fauteuil des dents dépulpées dyschromiées. L'effet principal du laser est de réchauffer le gel d'éclaircissement.

5.4.4.1. Sources d'Activation Laser

- Le laser argon, qui exploite la lumière et s'avère efficace pour traiter les colorations sombres.
- Le laser CO2, qui utilise la chaleur mais peut entraîner des altérations de l'émail dentaire.

- Le laser erbium Yag.
- Les lasers KTP, qui permettent un éclaircissement avec des niveaux d'énergie faibles.
Les lasers Nd-YAG.
- Les lasers à diodes, et bien d'autres encore.

5.4.4.2. Protocole opératoire

Une approche novatrice a été élaborée par Miara & Miara en 2006 pour le blanchiment des dents dépulpées en utilisant le laser erbium Yag. Leur protocole combine l'action du laser avec du peroxyde d'hydrogène sous pression, appliqué sous un film de polyéthylène.

Pour commencer, une protection gingivale est soigneusement mise en place à l'aide d'une digue photopolymérisable. Ensuite, du peroxyde d'hydrogène à haute concentration est déposé à l'intérieur de la cavité d'accès et sur toute la surface coronaire de la dent. Un film de polyéthylène est ensuite hermétiquement appliqué sur la dent, solidarisé à la protection gingivale.

Le peroxyde d'hydrogène est activé par une fibre connectée au laser erbium Yag, par intervalles de 10 secondes, pendant environ une heure. Une obturation provisoire est également mise en place pendant une à deux semaines avant la réalisation de l'obturation composite définitive.

Cette méthode promet d'excellents résultats selon ses auteurs. L'utilisation du peroxyde d'hydrogène à haute concentration est moins contraignante dans cette technique, car le temps d'application est considérablement réduit par rapport aux méthodes ambulatoires.

Toutefois, des recherches plus approfondies sont nécessaires pour évaluer les risques potentiels de complications associées à cette approche opératoire. Ce protocole ouvre ainsi de nouvelles perspectives dans le domaine du blanchiment dentaire, nécessitant une exploration continue pour optimiser les résultats tout en minimisant les risques [72].

5.4.5. Avantages et inconvénients de la technique immédiate

➤ Avantages

- Traitement et résultats rapides ;
- Efficacité contre les colorations persistantes.

➤ Inconvénients

- Mise en œuvre de techniques longues ;
- Pénibilité pour le patient (temps d'attente au fauteuil) ;

-Besoin de matériel spécifique et coûteux ;

- Augmentation significative du risque de complications, notamment des résorptions cervicales externes [72].

5.5. Technique inside/outside

Cette technique a été décrite pour la première fois par Settembrini et al (1997), puis modifiée par Liebenberg (1997) [86].

Comme son nom l'évoque, elle combine l'éclaircissement interne et l'éclaircissement externe ambulatoire. Le principe actif de l'agent de blanchiment interagit avec la dent dépulpée à la fois par voie intracoronaire et extracoronaire. En outre une fois l'éclaircissement de la dent non vitale est jugé satisfaisant, le blanchiment complet de l'arcade peut être envisagé [87].

Il est possible également de réaliser simultanément un blanchiment des dents pulpées et d'une ou plusieurs dents dépulpées (corrillo et al, 1998) [88].

5.5.1. L'agent éclaircissant utilisé

L'agent éclaircissant utilisé dans cette technique est le peroxyde de carbamide à 10% (CH₆N₂O₃), qui se décompose dans un milieu hydrophile en 3,35% de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et 7% d'urée. L'urée augmente le pH buccal lui conférant des propriétés bactériostatiques et antibactériennes.

Le blanchiment est obtenu en clivant les doubles liaisons des grosses molécules en petites molécules. Ces dernières, soit absorbent moins de lumière et apparaissent plus claires, ou bien elles sont assez minuscules afin de se diffuser hors de la structure dentaire [89].

5.5.2. Le protocole opératoire

Le recours à la réalisation d'une gouttière est indispensable afin de garder le produit et à l'intérieur et à l'extérieur de la dent.

Une empreinte à l'alginat est réalisée sur l'arcade du patient, coulée par la suite, on obtient un modèle d'étude sur lequel on applique du composite photo-polymérisable, qui va permettre de former des réservoirs buccaux et linguaux, dont le nombre dépend si l'on veut éclaircir uniquement la dent dépulpée ou toute l'arcade.

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

La gouttière sera ainsi confectionnée sous vide avec un matériau thermoplastique, d'épaisseur qui varie entre 0,020 et 0,035 pouces. La taille de cette dernière se fait jusqu'aux bords cervicaux sur les faces linguales et vestibulaires, et son ajustement est vérifié en bouche [87, 90].

Cette technique requière la coopération du patient et sa compatibilité, il doit être dextère car il est responsable de l'utilisation quotidienne à domicile de l'agent de blanchiment [88].

La cavité d'accès est réalisée comme dans la technique « Walking Bleach », une barrière intracanaire est indispensable pour étanchéifier l'obturation canalaire.

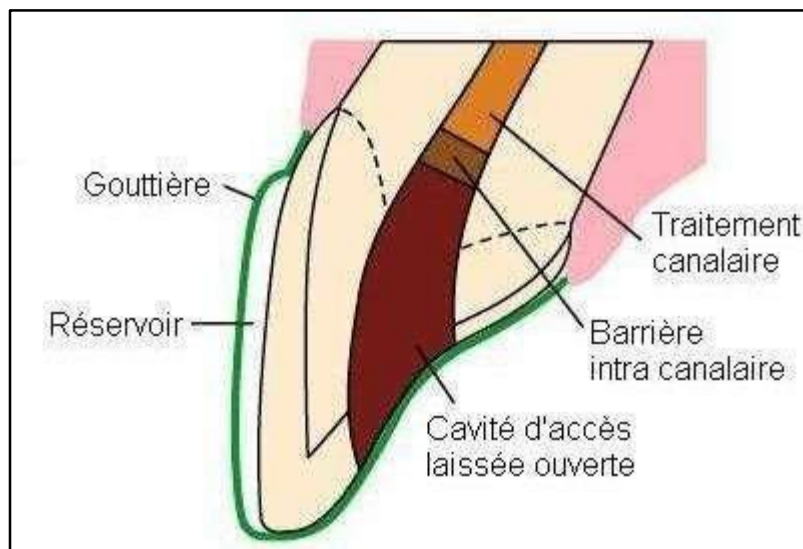


Figure 71 : Technique inside/outside (Ephrem T, 2014)

L'accès à la cavité reste ouvert pendant toute la période du traitement.

Le patient est informé sur le mode d'utilisation de l'attelle ; à l'aide d'une seringue, il injecte le gel de peroxyde de carbamide à 10% dans la cavité d'accès, et dans le réservoir de la dent à traiter, puis il insère la gouttière en bouche. L'excès de gel est éliminé à l'aide d'une brosse à dent, un coton-tige ou encore avec un bout de tissu [86, 88, 90].

Le patient a le choix entre un port nocturne de la gouttière et un port diurne de une à deux heures, s'il préfère ce dernier, le traitement prendra quelques jours de plus [87].

Après chaque séance, le patient se rince la bouche, et place une boulette de coton dans la cavité d'accès à l'aide d'un cure-dent, ou encore une sonde n°17 procurée par le praticien.

Elle doit être renouvelée après chaque repas afin d'isoler la cavité d'accès des infiltrations alimentaires. Pour le même objectif, le patient doit s'abstenir de manger pendant le traitement.

La boulette de coton est ôtée avant chaque début de séance [87, 88].

La durée de traitement avec cette technique reste controversée ; selon Settembrini (1997), des résultats rapides et positifs apparaissent en trois à quatre jours, en fonction du degré de la dyschromie initiale [87].

D'après Sonner S (2020), les résultats sont obtenus après 5 à 8 applications en fonction de la fréquence d'application du produit, et le patient sera évalué après 3 à 7 jours [88].

Selon Zimmerli B (2009), un rappel est recommandé tous les deux ou trois jours afin de surveiller le changement de couleur [90].

Une fois la couleur désirée atteinte, le patient devra revenir au cabinet, et la cavité d'accès sera obturée provisoirement avec le ciment verre ionomère (CVI) ou du polyéthylène pendant 2 semaines, puis la restauration définitive pourra être mise en place [88].

Cette temporisation de deux semaines a pour but une bonne herméticité de la restauration qui représente la condition essentielle à la stabilité de la teinte. En effet ; l'agent de blanchiment crée une boue dentinaire qui se dissout au bout de cette période.

5.5.3. Avantages et inconvénients

➤ **Avantages**

- Réduction du risque de résorption cervicale externe, par l'utilisation de faibles concentrations du peroxyde de carbamide ;
- Possibilité de combiner l'éclaircissement interne et externe simultanément ;
- Réduction du temps au fauteuil ;
- Jugement par le patient de la couleur désirée.
- Rapidité des résultats.

➤ **Inconvénients**

- Coopération et dextérité du patient nécessaires ;

CHAPITRE V : LE BLANCHIMENT INTERNE

-Risque important de contamination bactérienne de la cavité d'accès et du système canalaire, du fait du maintien de l'ouverture de la cavité d'accès pendant toute la période du traitement ;

-Risque d'irritation des tissus gingivaux [89].

* L'efficacité de cette technique reste contestée. Actuellement, il n'existe aucune preuve que la technique « inside/outside » donne une meilleure efficacité du blanchiment interne [91].

En dépit du grand succès de cette dernière dans les premiers jours en la comparant à la technique du « walking bleach », les résultats du traitement sont les mêmes après six mois ; phénomène expliqué par la réhydratation de la dent (Bizhang et al, 2003) [90].

De plus le non-scellement de la cavité d'accès, peut non seulement compromettre les résultats du blanchiment interne, mais aussi le succès à long terme du traitement endodontique par le risque de colonisation des tubuli dentinaires par les microorganismes [90, 70]. En revanche, des cas cliniques démontrent l'efficacité de la technique « inside/outside » chez les enfants et adolescents dans la production des résultats prévisibles, réussis et esthétiques. Parmi les cas cliniques (Leith R et al, 2009), on cite :

Un garçon de 12 ans s'est présenté avec des antécédents de luxation de la dent 21 à l'âge de 10 ans. L'incisive avait ensuite perdu sa vitalité et s'était décolorée. Un traitement endodontique adéquat avait été effectué. Un blanchiment inside/outside a été appliqué pendant quatre jours, l'incisive étant légèrement sur-blanchie. Le résultat du blanchiment est resté stable lors de l'examen à 15 mois.



Figure 72 : Dyschromie initiale (Leith R, 2009).



Figure 73 : Quinze mois après blanchiment interne par technique inside/outside (Leith R, 2009).

6. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur les tissus durs et sur les tissus mous

6.1. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur l'émail

6.1.1. Effet du peroxyde d'hydrogène

L'utilisation du peroxyde d'hydrogène à 3% entraîne une déminéralisation de l'émail et donc une diminution de sa microdureté selon l'étude de LOPES et collaborateurs en 2002.

ABOUASSI et collaborateurs ont démontré en 2011 que les altérations de la surface de l'émail sont directement liées à la concentration en produit actif de l'agent de blanchiment, et à la durée d'exposition [72].

6.1.2. Effet du peroxyde de carbamide

WORSCHER et collaborateur démontrent en 2006 que le peroxyde de carbamide à 10% n'influence pas sur la microstructure amélaire et confirment leur étude réalisée 3 ans plus tard sur l'effet indésirable du peroxyde de carbamide à 35% sur l'émail. Tandis que SUNIL et collaborateurs démontrent en 2012 que l'augmentation de la concentration du peroxyde de carbamide de 10% à 16% engendre une diminution de la microdureté de l'émail.

GIANNINI et collaborateurs en 2006, étudient l'effet du peroxyde de carbamide à 10% seul et celui contenant des ions calcium et des fluorures sur la tension de l'émail. Ils concluent que ces molécules ajoutées favorisent la reminéralisation par le fait que le groupe testé avec du peroxyde de carbamide seul avait une résistance moindre à la fracture.

6.1.3. Perborate de sodium

Employé exclusivement en intracronaire, l'émail ne subit pas de modifications.

6.2. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur la dentine

6.2.1. Effet du peroxyde d'hydrogène

Selon l'étude réalisée par NASCIMENTO SANTOS et collaborateur en 2009, le peroxyde d'hydrogène à 30% entraîne des modifications de la structure dentinaire, notamment de sa perméabilité, cet agent, étant acide, contribue fortement à l'élargissement des tubuli dentinaires. De plus, il engendre l'oxydation des protéines de la matrice organique, augmentant ainsi la solubilité dentinaire [72].

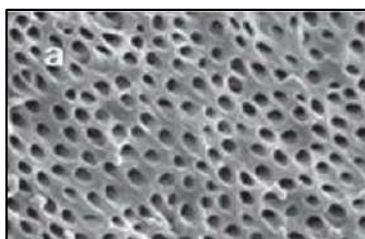


Figure 74 : photo de la dentine traitée avec l'eau (Maguin H, 2013).

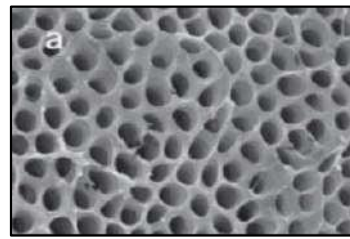


Figure 75 : photo de la dentine traitée par le peroxyde d'hydrogène à 30%(Maguin H, 2013).

6.2.2. Effet du peroxyde de carbamide

Les mêmes chercheurs démontrent que le peroxyde de carbamide à 10% et à 15% n'a que des effets modérés sur la dentine. Contrairement au peroxyde de carbamide à 37%, qui provoque des altérations semblables à celles engendrées par le peroxyde d'hydrogène à 30%, malgré son pH neutre lors de sa décomposition.

Ils concluent que les dommages engendrés sur la dentine ne sont pas uniquement liés aux variations de pH entre les différents agents éclaircissant (vu que le pH du peroxyde d'hydrogène est plus acide que celui du peroxyde de carbamide).

En 2003, une étude *in vitro* menée par CARRASCO et ses collègues est entreprise sur vingt-quatre incisives centrales maxillaires. L'objectif est d'évaluer l'impact des agents d'éclaircissement interne sur la perméabilité dentinaire des dents non vitales

Ils concluent que cette dernière est nécessaire pour l'efficacité de la thérapie éclaircissante, la pénétration des ions cuivre dans les tubuli dentinaires altère la perméabilité de la dentine. En sommes, toutes les substances testées ont induit une augmentation de la perméabilité dentinaire par rapport au groupe témoin non traité. Le peroxyde de carbamide s'est avéré plus efficace, entraînant une plus forte augmentation de la perméabilité dentinaire, suivie de près par la pâte de perborate de sodium contenant 20 % de peroxyde d'hydrogène. Le gel de peroxyde de carbamide à 27 % donne les valeurs les plus basses sans différence statistiquement significative par rapport au groupe témoin [72].

6.2.3. Effet du perborate de sodium : En 2009, NASCIMENTO SANTOS et ses collègues démontrent que l'association de perborate de sodium avec de l'eau distillée n'entraîne aucune modification morphologique ou chimique de la dentine. La solubilité et la composition chimique de la dentine restent inchangées. Seule une légère diminution de ses

propriétés biomécaniques est observée. Cette diminution peut s'expliquer par la faible libération de peroxyde d'hydrogène résultant de la réaction d'oxydation.

Donc l'utilisation du perborate de sodium en association avec de l'eau distillée représente la méthode la plus sécurisée pour éclaircir les dents devitalisées. Aucune altération significative des tissus durs n'a été démontrée en sa présence.

En revanche, des modifications de la surface dentinaire apparaissent dans le cas où il est associé à l'eau oxygénée d'après Nascimento Santos et collaborateurs. Phénomène expliqué par l'augmentation de la concentration du peroxyde d'hydrogène. Les changements sont moins importants que ceux observés sur les spécimens traités uniquement par du peroxyde d'hydrogène pur, car le mélange perborate de sodium + eau oxygénée entraîne une alcalinisation du pH de ce dernier.

L'étude menée par CARRASCO et ses collaborateurs en 2003 démontre que l'utilisation conjointe de perborate de sodium et de 20 % de peroxyde d'hydrogène, dans le cadre des techniques d'éclaircissement interne des dents dépulpées, entraîne une légère altération de la perméabilité dentinaire [72].

6.3. Les effets indésirables des agents éclaircissants sur les tissus mous

6.3.1. Effet du peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène utilisé en intracronaire peut interagir avec les tissus gingivaux environnants, les radicaux hydroxyles libérés sont très toxiques pour les fibroblastes logeant dans le ligament parodontal, un risque important de résorption externe est présent.

6.3.2. Effet du peroxyde de carbamide

En 1995, une étude menée par TIPTON et collaborateurs a examiné les effets du peroxyde de carbamide sur les cellules fibroblastique de la gencive. L'exposition à long terme à cet agent peut induire des irritations ou des ulcérations au niveau de la gencive ou des différents tissus mous de la cavité buccale. Les résultats de cette étude démontrent que le peroxyde d'hydrogène issu de la décomposition du peroxyde de carbamide est toxique pour les fibroblastes gingivaux, en inhibant certaines de leurs caractéristiques cellulaires qui sont vitales pour la santé parodontale telles que la synthèse de la fibronectine et du collagène.

6.3.3. Effet du perborate de sodium

Une étude in vitro a été menée par KINOMOTO et collaborateurs en 2001, sur les effets du perborate de sodium sur les cellules parodontales. Ils concluent que parmi les trois agents utilisés, le perborate de sodium seul, reste la solution avec le moins d'effets indésirable sur la gencive et les tissus mous de la cavité buccale. Alors que l'association du perborate de sodium au peroxyde d'hydrogène est plus toxique que le peroxyde d'hydrogène à 30% utilisé seul.

NB : ces altérations provoquées par les agents éclaircissants restent réversibles, elles disparaissent progressivement après l'arrêt du traitement. Cependant, une prévention reste indispensable par l'utilisation de digue en caoutchouc ou bien photopolymérisable [72].

7. Les complications du blanchiment interne

7.1. Les résorptions cervicales externes

La résorption cervicale externe est une complication sérieuse du blanchiment interne (Hoen 1994, Friedman 1997). Heithersay (1999), examine 222 patients présentant des RCE (Résorption Cervicale Externe), sur 257 dents, il met en évidence que dans 24,1% des cas la résorption est causée par le traitement orthodontique, 15,1% par un traumatisme, 5,1% par une chirurgie et 3,9% par un blanchiment interne. Ce dernier combiné à l'une des autres étiologies préalablement citées, est responsable de 13,6% des résorptions cervicales externes [92].

7.1.1. Définition

La RCE est un processus dynamique et pathologique caractérisé par sa position cervicale sur la dent, apparaissant immédiatement en dessous de l'attache épithéliale et de la partie coronale de l'os, cette zone est appelée zone d'attache du tissu conjonctif.

Elle est également appelée résorption cervicale invasive, l'odontoclastome, la REC idiopathique, la dysplasie fibreuse des dents ... etc (Roxana M, 2021) [93].

7.1.2. Mécanisme

Le mécanisme des RCE n'a pas encore été expliqué ;

Des auteurs affirment que la diffusion du peroxyde d'hydrogène via la dentine entraîne une irritation du parodonte, engendrant par la suite une colonisation bactérienne des canalicules

dentinaires, ce qui déclenche par la suite une réaction inflammatoire des tissus adjacents et une résorption externe.

Harrington et Natkin (1979), supposent que le H₂O₂ se diffuse dans le parodonte à travers les tubuli dentinaires et induit directement un processus de résorption inflammatoire par son pH acide qui favorise l'activité ostéoclastique. L'étude de Lee et al (1987) démontre que le pH extra radiculaire est significativement lié à la quantité et à la concentration du peroxyde d'hydrogène et au temps d'exposition au produit.

Ce processus est accéléré chez l'enfant du fait de la largeur des canalicules dentinaires (Schroder 1992), également favorisé par des facteurs externes tels que l'application de chaleur (méthode thermocatalytique), qui augmente la perméabilité de la dentine en élargissant ses tubuli, ce qui facilite la diffusion des molécules dans ces derniers (Pashley et al 1983).

De plus, cette chaleur génère des radicaux hydroxyles à partir du H₂O₂ qui sont très réactifs et qui entraînent une dégradation des composés du tissu conjonctif (Dahlstrom et al, 1997).

Aujourd'hui, en raison du risque accru de RCE, la technique thermocatalytique est moins utilisée. Cependant, la technique ambulatoire du « walking bleach » avec le perborate de sodium seul ou associé au peroxyde d'hydrogène n'a provoqué aucune résorption cervicale même 1 an après. Ceci est expliqué par le fait que le perborate de sodium inhibe les macrophages responsables de la stimulation de la résorption osseuse ostéoclastique et la lyse des tissus parodontaux.

Il a été prouvé que l'utilisation du peroxyde d'hydrogène à 30% seul ou combiné au perborate de sodium est plus toxique pour les cellules parodontales que l'association eau-perborate de sodium (Kinomoto et al, 2001).

Le peroxyde de carbamide à 35% est considéré comme l'agent éclaircissant interne de choix, compte tenu des faibles niveaux de diffusion extra-radiculaire.

La diffusion du H₂O₂ est également facilitée devant les défauts anatomiques de la jonction émail-cément, retrouvés dans 10% des dents ; Ainsi devant un défaut quantitatif de cément, qui provoque une exposition dentinaire, il convient d'éviter les concentrations élevées d'agent de blanchiment, et les expositions longues au produit.

Une pénétration accrue de l'agent est constatée devant un prétraitement à l'hypochlorite de sodium à 5%.

Un autre facteur important prédisposant aux RCE après un blanchiment interne est le scellement cervical. Deitschi (2006), rapporte l'absence de RCE 20 ans après un blanchiment interne avec le peroxyde d'hydrogène à 30% en raison de l'étanchéité du scellement cervical. Le taux des résorptions cervicales diminue à 19% après un suivi de 16 à 19 ans avec une bonne herméticité cervicale (Amato et al, 2006) [92, 94, 88].

7.1.3. Diagnostic des REC

7.1.3.1. Diagnostic clinique

Il n'existe pas de présentations classiques, ni symptomatologie particulière de la RCE. Elle est souvent insidieuse, asymptomatique, découverte fortuitement lors d'une radiographie de contrôle. Pour les RCE avancées, dans le cas où la lésion se situe à proximité de la pulpe, une symptomatologie similaire à celle d'une pulpite ou parodontite apicale peut être présente.

Parfois on peut noter un gonflement de la papille ou une sensibilité à la percussion des dents blanchies (Harrington et Natkin 1997, Lado et al 1983).

Le signe pathognomonique des RCE est la tâche rose au niveau de la troisième zone cervicale de la dent, mais elle est assez rare [92, 93].

7.1.3.2. Diagnostic radiologique

Au niveau radiographique, les lésions peuvent être symétriques ou asymétriques, les bords peuvent être réguliers ou irréguliers, lisses ou rugueux.

La RCE peut être radio-opaque si la lésion est dans sa phase de réparation suite à l'ossification du tissu granulomateux, ou radio-claire si elle est détectée dans sa phase active de résorption.

A différencier des résorptions cervicales internes : Dans le cadre de RCE ; les parois du canal radiculaire doivent être intactes et la lésion est située sur la région latérale de la racine [93].

7.1.4. Traitement des RCE

Le pronostic des lésions cervicales dépend de la classification de Heithersay

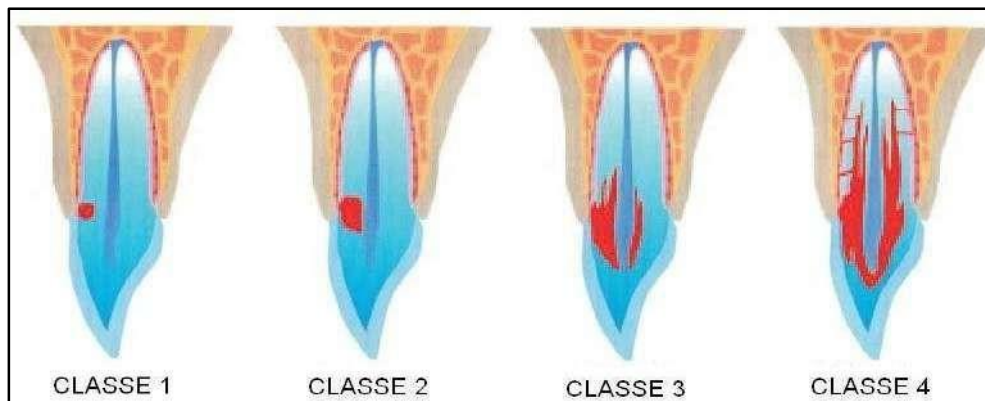


Figure 76 : Classification des RCE par Heithersay (Craig A et al 2022)

- Classe 1 : petite lésion de résorption au niveau cervical avec légère pénétration dans la dentine ;
- Classe 2 : résorption mieux définie à proximité des cornes de la chambre pulpaire sans atteinte de la dentine radulaire ;
- Classe 3 : invasion plus profonde de la dentine s'étendant jusqu'au tiers coronaire de la racine ;
- Classe 4 : résorption très invasive s'étendant au-delà du tiers coronaire de la racine.

Avec un traitement adéquat, la classe 1 et la classe 2 ont un taux de réussite de 100%, la classe 3 de 78%, et la classe 4 de 12,5%.

Les thérapeutiques envisageables sont : un traitement non chirurgical, un traitement chirurgical, combinaison des deux, extraction de la dent ou abstention.

La décision de traiter chirurgicalement ou non dépend en grande partie de l'accessibilité de la lésion et de la quantité d'os ablaté, ce qui peut mettre en danger les dents adjacentes.

Friedman et al, suggèrent un traitement de recalcification à l'hydroxyde de calcium. Les pansements à base de ce matériau contrebalancent généralement le pH faible des lésions ostéolytiques inflammatoires, tandis qu'un pansement intra-coronaire empêche parfois la progression de la RCE. S'il existe une communication entre la résorption et la cavité buccale, ce traitement échouera et le traitement chirurgical devra être envisagé. Ceci implique la levée d'un lambeau, suivie d'un nettoyage minutieux de la lésion afin d'éviter toute récurrence, il est conseillé d'appliquer l'acide trichloroacétique à 90% sur les marges affectées pour nécroser le tissu de granulation. La zone de résorption devra ensuite être restaurée avec un matériau approprié (ciment verre ionomère, matériau biocéramique ou résine composite).

L'extraction est souvent inévitable dans les RCE sévères, et dans les cas où la lésion ne

peut pas être contrôlée.

L'abstention thérapeutique peut être appropriée dans le cas de RCE avancée asymptomatique si le pronostic est très mauvais, le patient et le praticien doivent prévoir la perte de ce type de dent [94, 95].

7.1.5. Prévention des REC

Afin de les éviter, il faut respecter les conditions suivantes :

- Un scellement cervical étanche doit être réalisé à 3mm apical de la jonction émail-cément ;
- Bonne isolation pendant le traitement (utilisation de la digue), et en inter-séance (obturation provisoire étanche) ;
- Peroxyde de carbamide à 35% à privilégier ;
- L'association eau-perborate de sodium à préférer pour la technique « walking-belach » ;
- Des concentrations d'hypochlorite de sodium inférieures à 5% sont utilisées ;
- Suivi clinique et radiologique du patient [92, 95].

7.2. Fractures coronaires secondaires suite au blanchiment interne

Lorsque l'on considère les techniques d'éclaircissement interne, il est essentiel de reconnaître le risque significatif de fractures dentaires subséquentes. La fragilité accrue des dents dépulpées par rapport aux dents vitales est bien établie, due principalement à la réduction de leur humidité intrinsèque et à la manipulation nécessaire lors du traitement endodontique. La préparation canalaire et l'accès à la cavité doivent être effectués avec une approche conservatrice, tenant compte de la préservation maximale du tissu dentaire restant.

Si le risque de fragilisation est partiellement contrôlable lors du traitement endodontique, d'autres facteurs de fragilisation associés aux protocoles d'éclaircissement doivent être attentivement gérés par les praticiens. Les concentrations élevées de peroxyde d'hydrogène, par exemple, sont connues pour altérer la microdureté et le module d'élasticité des tissus dentaires, induisant des modifications morphologiques affaiblissant les propriétés mécaniques de la dentine. De même, l'utilisation d'activateurs thermiques peut favoriser la formation de fissures microscopiques, augmentant le risque de fractures [96].

Il est important d'éviter l'utilisation d'eau oxygénée et de sources de chaleur lors des techniques d'éclaircissement interne pour minimiser ce risque. De plus, bien que le type de restauration dentaire puisse influencer la susceptibilité à la fracture, les études indiquent

qu'aucune différence significative n'a été observée entre les différents matériaux utilisés.



Figure 77 : Illustration d'une fracture coronaire suite à un blanchiment interne (Greenwall L, 2017).

En résumé, la gestion des fractures coronaires secondaires lors du blanchiment interne nécessite une approche holistique, tenant compte à la fois des risques inhérents au traitement endodontique et des implications spécifiques aux protocoles d'éclaircissement. Une compréhension approfondie de ces facteurs et une mise en œuvre prudente des techniques sont essentielles pour minimiser les complications et assurer des résultats cliniques satisfaisants [72].

7.3. Les récurrences dyschromiques

Après une intervention thérapeutique de blanchiment interne, il n'est pas rare d'observer une recoloration relative de la dent dans les jours suivants. Pour contrer cet effet, les praticiens recommandent souvent de légèrement sur-éclaircir la dent lors du traitement initial, afin de compenser cette réaction. De plus, ils suggèrent de choisir une teinte de résine finale plus claire que celle de la dent traitée, ce qui peut également aider à minimiser les récurrences dyschromiques immédiates [71].

À plus long terme, sur une période de plusieurs années, une récurrence de la coloration peut survenir. La majorité des spécialistes avancent l'hypothèse d'une mauvaise adhésion de la résine composite de restauration définitive comme facteur favorisant la pénétration d'agents chromogènes dans la dentine. En effet, les résidus d'agents éclaircissants peuvent compromettre l'adhésion optimale de la restauration composite [72].

Ainsi, il est impératif, une fois que la couleur désirée a été obtenue, de différer la pose de l'obturation définitive d'une à trois semaines après la fin du traitement de blanchiment. Cette période permet non seulement de stabiliser la couleur, mais aussi d'assurer une meilleure adhésion de la résine composite, réduisant ainsi le risque de récurrence de la coloration à long terme [72].

CHAPITRE VI : PARTIE PRATIQUE

VI-1 Type de l'étude :

Notre étude est de type série de cas cliniques.

VI-2 Les objectifs de cette étude sont de :

1. Réaliser un examen clinique spécifique à la dentisterie esthétique ;
2. Identifier le profil des malades a besoin esthétique ;
3. Détecter les anomalies de teinte du secteur esthétique ;
4. Poser le diagnostic et l'indication du blanchiment interne ;
5. Décrire le protocole clinique du blanchiment interne ;
6. Prévenir les récives et les complications ;
7. Permettre à l'omnipraticien l'accès au domine de la photographie dentaire.

VI-3 Cadre de l'étude :

L'étude a été menée au niveau du service d'odontologie conservatrice et endodontie de la clinique dentaire (A.HANACHI) CHU TIZI OUZOU durantla période allant du 01 février 2024 au 10 Juin 2024.

VI-4 Sélection des malades :

- Les patients sélectionnés sont au nombre de 03.
- Les critères d'inclusion :
 - Patients présentant des dyschromies sur dents antérieures pour faciliter L'observation de l'évolution de la teinte.
 - Patients adultes de sexe féminin et masculin.
 - Patients motivés pour ne pas compromettre le suivie, qui nécessite plusieurs séances.
- Les critères d'exclusion :
 - Patient jeune, vue la contre-indication médicolégal.
 - Dent immature.
 - Dyschromie d'origine non organique.
 - Dents postérieures.

VI-5 Les contraintes rencontrées :

1. Le manque d'équipement , au niveau du service OCE , nécessaire à la réalisation des soins Optimaux :
 - ✓ Absence de l'aspiration, d'où impossibilité de travailler sous digue.

2. Absence totale de plateaux technique spécifique à la dentisterie esthétique à savoir : composites de stratification, instruments appropriés (fraises, instruments de finition, disques) produit de blanchiment ; lampes de blanchiment.
3. Cherté du matériel de la photographie dentaire, d'où impossibilité de prendre toutes les photographies exposées dans ce chapitre avec un matériel professionnel adéquat.
Malgré ce qui vient d'être dit un minimum d'équipement a été procuré par Dr Messaadi pour pouvoir réaliser des prises correctes, nous citons : les écarteurs, les contrasteurs, un smart phone de haute qualité.
NB : Un appareil photographique professionnel a été utilisé pour la prise de certaines photos.
4. Coût élevé du matériel et des matériaux utilisés pour la réalisation des différents étapes cliniques : composite esthétique, instrumentation de préparation et de finition, fil de rétraction, instruments de sculptures, produit de blanchiment.

CAS N : 01

La date de la première consultation : 06/02/2024

ETAT CIVIL :

Mr : R.A
AGE : 28 ans
SEXE : Masculin
PROFESSION : Infirmier
Adresse : Dellys

MOTIF DE CONSULTATION :

Esthétique.

L'ANAMNESE :

Le 1^{er} patient est présenté à la consultation au niveau du service d'odontologie conservatrice et endodontie pour un motif esthétique souhaitant embellir son sourire

L'entretien clinique révèle :

- Pas d'antécédents généraux particuliers.
- Consommation modérée de thé et de café noir ;
- Pas d'intoxication tabagique ;
- Bonne hygiène bucco-dentaire.

HISTOIRE DU MALADIE :

Le patient décrit avoir fait un traitement endodontique sur la 21 en 2019 suite à une carie, une dyschromie est apparue progressivement 1 année après le soin.

EXAMEN EXOBUCCAL :

- Le visage est asymétrique par rapport à la ligne sagittale médiane
- Les lignes horizontales sont parallèles.

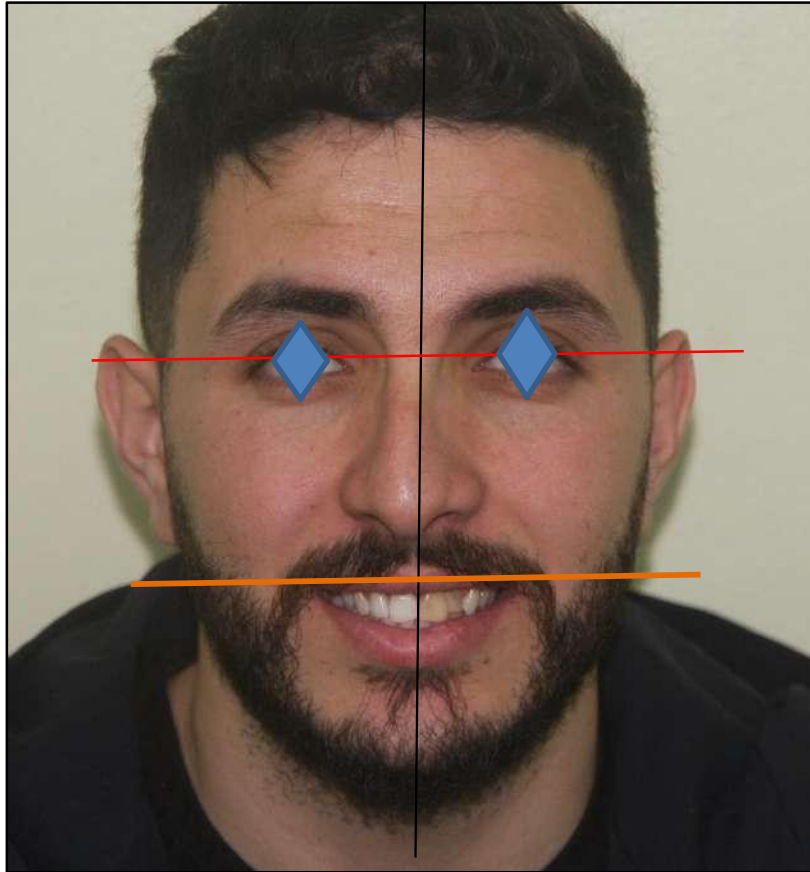


Figure 78 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane.



Figure 79 : Photographie du sourire initial, vue de face.

EXAMEN DE LA CINETIQUE MANDIBULAIRE

Le patient présente :

- Une amplitude d'ouverture buccale de 3 doigts ;
- Un chemin de fermeture rectiligne ;
- Overjet de 02 mm ;
- Overbite de 04 mm ;
- CI I d'ANGLE canine.



Figure 80 : Photographie endobuccale montre l'overbite de 04 mm..

EXAMEN ENDOBUCCAL

- Bonne hygiène Bucco-dentaire ;
- Légère déviation la ligne inter incisive ;
- Indice CAO = 02 Cariées ; 06 Obturées ; 03, Absentes ;
- Dyschromie importante de la 21 et la 22 ;
- Restaurations défectueuses sur la 21 et la 22 ;
- Caries sur la 47 et la 48 ;
- Absence de la 15, 17 et la 26.



Figure 81 : (A. B) Photographies endo-buccale montrant la dyschromie importante de la 21 et la 22.



Figure 82 : Photographie endo-buccale montrant les restaurations défectueuses sur la 21 et la 22 en vue vestibulaire et palatine.

Examen des dents causales :

La 21

- Présente une teinte A4 selon le teintier ivoclar, une restauration défectueuse en mésiale et une perte de la restauration sur la face palatine avec mise à nu du matériau d'obturation canalaire (cône de gutta et ciment d'obturation canalaire).
- Un Silence sémiologique : absence de toute réponse aux différents tests (sensibilité au froid, percussions, et pression).

La 22

- Préserve une teinte A4 selon le teintier ivoclar, et une restauration défectueuse en mésio- vestibulaire.
- Un Silence sémiologique.

EXAMEN COMPLEMENTAIRE

Une radiographie retro alvéolaire objectif un traitement endodontique radiologiquement satisfaisant sur la 21 et la 22.



Figure 83 : Radiographie rétro alvéolaire montre la qualité du traitement endodontique de la 21 et la 22.

DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE

- La dyschromie s'est installée progressivement suite à la dévitalisation de la dent, la qualité de la restauration a accéléré ce processus.
- Les facteurs favorisant l'apparition de la dyschromie :

- 1- Le choix d'un composite non esthétique macro chargée ;
- 2- Le non-respect de la procédure du collage ;
- 3- Le non-respect du protocole de mise en place du composite en petit apport incrémentale ;
- 4- L'absence de polissage de la dent propice à la fixation des substances chromogènes ;
- 5- L'infiltration salivaire avec les substances chromogènes suite à la perte de la restauration sur la 21 ;
- 6- La présence du matériau d'obturation canalaire (la gutta percha) au niveau de la cavité coronaire.

DIAGNOSTIC POSITIF

- Teinte A2 des dents selon le teintier ivoclar vita classique.
- Dyschromie importante de la 21 et la 22 de teinte A4 selon le teintier ivoclar vita classique.



Figure 84 : le teintier vita classique (ivoclar).

DECISION THERAPEUTIQUE :

- 1- Traitement étiologique en supprimant ces facteurs favorisant la dyschromie :
 - ✓ L'élimination des anciennes restaurations non étanches,
 - ✓ L'élimination du matériau d'obturation canalaire à la gutta percha,
 - ✓ La réalisation d'un blanchiment interne à base **de peroxyde d'hydrogène à 35%** renouvelé tous les Cinq jours jusqu'à obtention du résultat souhaité.
- 2- Restauration anatomique esthétique et fonctionnelle des dents causales à l'aide d'un composite esthétique adapté à la restauration du secteur esthétique.
- 3- Contrôle radiologique et clinique tous les 03 mois pour prévenir le risque de résorption cervicale .

DISCUSSION DU PLAN DE TRAITEMENT

- Nous décidons de réaliser le blanchiment interne sur la 21 d'abord en laissant la 22 comme dent témoin pour le suivi du résultat thérapeutique.
- Le produit choisi est le peroxyde d'hydrogène à 35% (opalescence-endo) de chez ultra dent USA.
- Le résultat final qui nous a permis de passer d'une teinte A4 à une teinte A2 a nécessité le recours à 04 applications du produit de blanchiment.
- Les séances de blanchiment ont été espacées de 05 jours en moyenne.
- La restauration définitive au composite a été programmée 15 jours après la dernière application du peroxyde d'hydrogène pour permettre l'élimination complète des ions d'oxygène qui risquent d'interférer avec la photopolymérisation et d'altérer les qualités mécaniques et esthétiques du composite, souvent à l'origine des phénomènes de récurrence des dyschromies.
- Un résultat satisfaisant a été obtenu au bout de 03 applications du peroxyde d'hydrogène, néanmoins une quatrième application a été rajoutée pour prévenir une légère récurrence souvent observée à la suite des procédures de blanchiment interne.
- Le malade a été informé de l'importance des contrôles radiologiques et cliniques régulier pour intercepter le risque d'apparition des résorptions cervicales.

Le 02-04-2024 :

Nous avons procédé à :

- ✓ Elimination du pansement provisoire à base d'oxyde de zinc eugéno ;
- ✓ Nettoyage et aseptie de la cavité ;
- ✓ Elimination sur 03mm du matériau d'obturation canalair à l'aide d'un foret de Gates ;
- ✓ Rinçage, désinfection et séchage de la cavité ;
- ✓ Mise en place du ciment verre ionomère au niveau du tiers coronaire désobturé ;
- ✓ Mise en place du peroxyde d'hydrogène à 35% conditionné dans une seringue prête à l'emploi ;
- ✓ Obturation provisoire hermétique avec un ciment verre ionomère.



Figure 85 : Désobturation du 03mm coronaire du canal à l'aide d'un foret de Gates.



Figure 86 : Mise en place d'un bouchon en ciment verre ionomère à l'aide d'un lentulo.



Figure 87: Produit éclaircissant utilisé à base de peroxyde d'hydrogène à 35%.



Figure 88 : application du Produit de blanchiment.

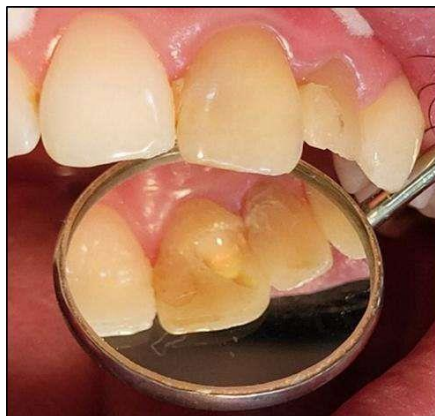


Figure 89 : obturation provisoire avec un ciment verre ionomère utilisé.

Le 08-04-2024 :

Evaluation des résultats et renouvellement du produit de blanchiment (Opalescence®) selon le protocole précédemment décrit .

-On note une amélioration de la teinte de la 21 comparativement à la dent témoin la 22.

- Passage d'une teinte A4 à un A3.



Figure 90 : Photographie en intercuspidation maximale montrant le résultat de la première application.

Le 14-04-2024 :

La troisième application selon le protocole précédemment décrit.

Le 21-04-2024 :

- Contrôle du résultat de la troisième application de blanchiment interne.
- Obtention d'un résultat satisfaisant au bout de 03 applications.
- Teinte A2 atteinte.



Figure 91 : Photographie intra-buccale de face et de profil du résultat satisfaisant suite à la troisième application du blanchiment interne.

le 05-05-2024 :

Une quatrième application est effectuée pour prévenir une éventuelle rechute souvent observée suite aux thérapies de blanchiment interne.



Figure 92 : Photographie intra-buccale de face, montrant le résultat de la quatrième séance de blanchiment interne.

Le 22-05-2024 :

Restauration définitive en composite selon le protocole suivant :

1 – Le choix de la teinte :

Se fait à la lumière du jour. Avec un teintier Ivoclar, nous avons choisi une teinte A2 pour la région cervicale et médiane qui sont légèrement plus saturées et une teinte A1 pour le bord libre .

2- Préparation de la surface amélaire :

Après avoir éliminé l'ancienne restauration défectueuse on procède à la réalisation d'un biseautage à 45 degrés avec une fraise bague jaune sur la face vestibulaire

3- Mordançage de la surface amélaire

Application de l'acide orthophosphorique à 37% pendant 30 secondes sur l'émail et 15 seconde sur la dentine suivie du rinçage et d'asséchage.

4- Application de l'adhésif :

L'application de l'adhésif uniformément pour avoir un joint dent-restauration homogène.

Photopolymérisation pendant 40 secondes.

5- Application du composite :

- Le composite utilisé est de la marque Ivoclar, c'est un composite antérieur,esthétique, nanohybride.
- Après la mise en place du système de matriçage (strip lisse, coins interdentaires), la réalisation de la restauration se fait par apport icrémental successif.

6- Finitions :

- Le dégrossissage est réalisé avec des fraises de finitions bague blanches et bagues jaunes.
- Caractérisation avec des disques de différentes granulométries (bleu, rose, jaune, blanc).
- Utilisation des cupules de finitions à granulométries décroissantes.
- Lustrage avec les têtes en peau de chamois

7- Vérification de l'occlusion :

En intercuspidation maximale, en latéralité et en propulsion afin d'éliminer toutes les interférences.

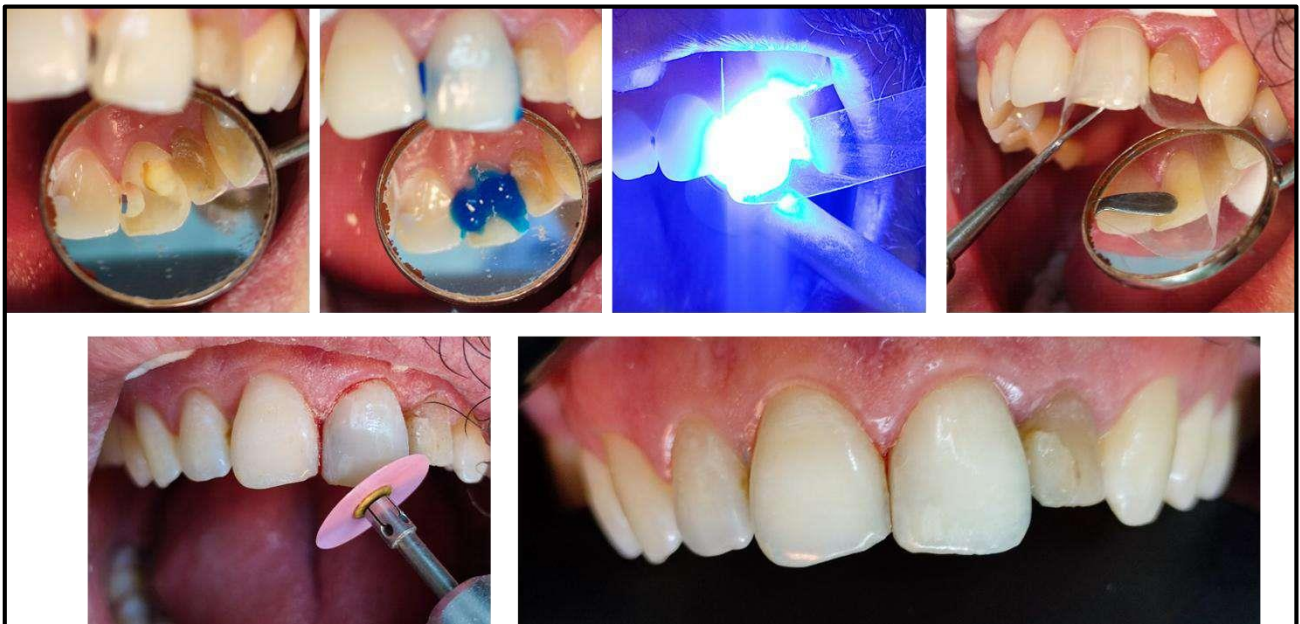


Figure 93 : illustrations des différentes étapes de la restauration. montre une bonne adaptation marginale respect des points de contacts , et le parfait biomémitisme assuré par le bon choix de la teinte et l'état de surface parfaitement poli



Figure 94 : Résultat final montre l'harmonisation du sourire .

CAS N : 02

La date de la première consultation : 10/03/2024

ETAT CIVIL :

Mme : H. S

AGE : 29 ans

SEXE : Femme

PROFESSION : Femme au foyer

ADRESSE : Tizi Ouzou

MOTIF DE CONSULTATION :

Esthétique.

L'ANAMNESE :

M.HAMDANI s'est présentée à la consultation au niveau du service d'odontologie

conservatrice et endodontie pour un motif esthétique.

L'entretien clinique nous révèle que la patiente :

- Est motivée pour le traitement ;
- N'a pas antécédents généraux particuliers ;
- Consomme rarement du thé et du café noir ;
- Ne fume pas.

HISTOIRE DE LA MALADIE :

- Antécédent des traitements endodontiques sur la 21 et la 22 en 2014.
- Apparition d'une dyschromie (progressivement) 03 mois après le soin.

EXAMEN EXOBUCCAL :

- Le visage est légèrement asymétrique par rapport à la ligne sagittale médiane
- Parallélisme des lignes horizontales.

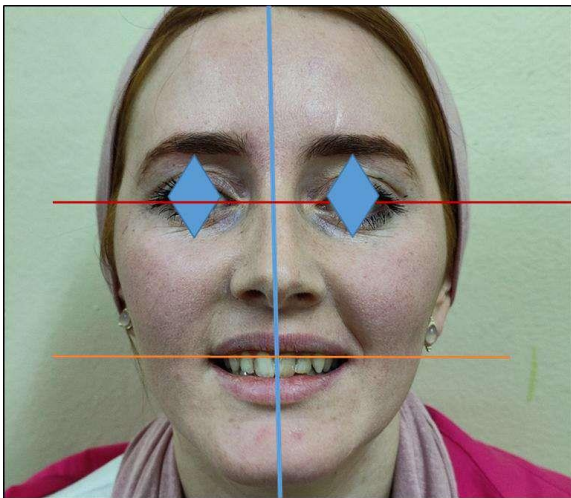


Figure 95 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne sagittale médiane.



Figure 96 : photographie des deux profils droit et gauche



Figure 97 : Photographie de sourire initial, vue de face.

EXAMEN DE LA CINETIQUE MANDIBULAIRE

La patiente présente :

- Une amplitude d'ouverture buccale de 3 doigts ;
- Un chemin de fermeture rectiligne ;
- Overjet de 01 mm ;
- Overbite de 04 mm ;
- CI II D'ANGLE canine.



Figure 98 : Photographie endo-buccale de profil, montrant la classe II d'Angle canine et l'overbite de 4mm.

EXAMEN ENDOBUCCAL

La malade présente :

- Une hygiène bucco-dentaire insuffisante ;

- Des signes d'inflammation gingivale localisés notamment au niveau antérieur ;
- Une Légère déviation la ligne inter incisive ;
- Indice CAO = 13 (Cariées : 4, Obturées : 8, Absentes : 1) ;
- Une dyschromie importante sur la 21 et la 22 ;
- Restaurations sur les 11, 12, 16, 17, 21, 22, 35 et 36 ;
- Des caries sur la 28, 38, 46 et 47 ;
- Une 26 absente .



Figure 99 : Photographie endo-buccale , de face, de l'état initial des tissus parodontaux et de la dyschromie initiale sur la 21 et la 22.



Figure 100 : Photographie endo-buccale de profil de la dyschromie initiale sur la 21 et la 22.



Figure 101 : état des tissus parodontaux après l'assainissement parodontal.

EXAMEN DES DENTS CAUSALES

La 21

- Dyschromie non homogène, avec un liseré grisâtre au niveau cervical, et une teinte saturée (A3 selon le teintier ivoclar) au niveau du tiers moyen et apical ;
- Restauration défectueuse en mésio et disto-vestibulaire, avec non-respect de la forme de la dent (bord libre et point de contact non respectés), mauvaise adaptation marginale où on note une légère inflammation ;
- Silence sémiologique .

La 22

- Dyschromie non homogène, avec coloration grisâtre au niveau du tiers cervical, et une teinte qui correspond à un A3 selon le teintier ivoclar ;
- Restauration défectueuse ;
- Silence sémiologique .

EXAMEN COMPLIMENTAIRE

L'examen par radiographie rétro alvéolaire objective :

- Un traitement canalaire non satisfaisant radiologiquement sur la 21/22 ;
- Une radio-clarté péri apicale en rapport avec la 22.



Figure 102 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire qui montre traitement canalaire non satisfaisant radiologiquement et Une radio-clarté péri apical en rapport avec la 22.

DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE

- La dyschromie s'est installée progressivement suite à la mortification des dents, les restaurations défectueuses ont accéléré le processus.

DIAGNOSTIC POSITIF

- 1- Traitement canalaire radiologiquement non satisfaisant sur la 21 avec absence de manifestations cliniques et radiologiques ;
- 2- Echec du traitement canalaire sur la 22 avec apparition d'une lésion péri-apicale d'origine endodontiques ;
- 3- Sur le plan esthétique on note :
 - Teinte des dents A2 selon le teintier ivoclar vita classique ;
 - Dyschromie importante sur la 21 et la 22, teinte A3 selon le teintier ivoclar vita classique.



Figure 103 : Teintier ivoclar vita classique.

DECISION THERAPEUTIQUE :

- Reprise de traitement endodontique sur la 21 et la 22 avec temporisation avec de l'hydroxyde de calcium canalair ;
- Réalisation d'un blanchiment interne sur la 21 et la 22 à base *de peroxyde d'hydrogène*, renouvelé tous les 05 jours jusqu'à obtention du résultat escompté.
- Restauration anatomique esthétique et fonctionnelle des dents à l'aide d'un composite adapté la reconstitution du secteur antérieur ;
- Contrôle radiologique et clinique tous les 03,06 et 09 mois afin de prévenir les complications du blanchiment interne.

DISCUSSION DU PLAN DE TRAITEMENT ET RESULTATS

- Reprise de traitement endodontique sur la 22 avec temporisation à l'hydroxyde de calcium, est décidée suite à la présence d'une réaction péri-apicale radiologiquement décelable ;
- Du fait de l'absence de manifestations cliniques et radiologiques sur la 21, une reprise de traitement est indiquée avant d'entreprendre un traitement par blanchiment interne ;
- Le produit utilisé est le peroxyde de carbamide à 60% (Belagel-O ENDO, contenant 22% de peroxyde d'hydrogène), et le relais avec un produit à base de peroxyde d'hydrogène à 35% (Opalescence – endo) ;
- Le recours à 03 applications est nécessaire afin de passer d'une teinte de A3 à une teinte de A2 ;
- La restauration définitive des deux dents est différée de deux semaines après la dernière application de peroxyde d'hydrogène, afin de garantir la suppression totale des résidus de l'oxygène natif persistants dans les tubulis dentinaires, car ces derniers entravent la photopolymérisation et altèrent les qualités mécaniques et esthétiques du composite, souvent à l'origine des récidives des dyschromies ;

RESULTAT APRES TRAITEMENT

- Un résultat satisfaisant a été obtenu après 02 applications du peroxyde d'hydrogène, cependant une troisième application a été rajoutée afin de prévenir une légère récidive de la dyschromie souvent observée suite aux procédures de blanchiment interne.
- La patiente est informée de l'intérêt des contrôles radiologiques et cliniques réguliers afin d'intercepter toute apparition des résorptions cervicales.

Le 23-04-2024

A eu lieu la première séance de reprise de traitement endodontique sur la 21 et 22, selon le protocole standard :

- création de la cavité d'accès ;
- Elimination du matériau d'obturation canalaire ;
- Cathétérisme ;
- Détermination des longueurs de travail, révélant une valeur de 22mm pour la 21 et de 21mm pour la 22 ;
- Mise en forme canalaire sous irrigation abondante ;
- Obturation canalaire avec l'hydroxyde de calcium à l'aide d'un lentulo ;
- Mise en place d'un pansement coronaire hermétique provisoire (ciment d'oxyde de zinc-eugénol).

Le 29-04-2024

Obturations canalaire effectuées sur la 21 et la 22 en absence de toute symptomatologie .



Figure 104 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire montrant l'obturation canalaire définitive sur la 21 et la 22.

Le 06-05-2024

Nous avons procédé à :

- Elimination du pansement provisoire ;
- Désinfection et asepsie de la cavité ;
- Désobturation canalaire sur 03mm à l'aide d'un foret de Gates ;
- Désinfection de la cavité et séchage ;
- Mise en place d'un bouchon étanche à base de ciment verre ionomère ;
- Mise en place dans la chambre pulpaire du produit éclaircissant Belagel-O ENDO® à 60% de peroxyde de carbamide (équivalent à 22% de peroxyde d'hydrogène), conditionné dans une seringue prête à l'emploi ;
- Fermeture de la chambre pulpaire avec un pansement hermétique (CIV).



Figure 105 : Photographie endo-buccale vue palatine de la désobturation canalaire sur 3mm.



Figure 106 : produit de blanchiment en place



Figure 107 : Produit éclaircissant utilisé à base de peroxyde de carbamide à 60%.



Figure 108 : Photographie du ciment verre inomère utilisé. NOVA GLASS-F®.

Le 12-05-2024

- Contrôle du résultat de la première application du produit Belagel-O ENDO.
- En l'absence d'amélioration de la teinte, nous avons décidé de remplacer le BELAGEL-OENDO par un produit à base de peroxyde d'hydrogène à 35% (Opalescence endo), appliqué le même jour selon le protocole décrit précédemment.



Figure 109 : Photographie endobuccale montrant l'absence d'amélioration suite à l'usage de Belagel-O ENDO.



Figure 110 : Photographie du produit utilisé (Opalescence®).

Le 17-05-2024

Deuxième application du produit de blanchiment (Opalescence endo).

Le 22-05-2024

- Contrôle du résultat de la deuxième application de blanchiment interne avec le produit Opalescence endo ;
- Obtention d'un résultat satisfaisant, teinte A2 obtenue ;
- Une troisième application est effectuée afin de prévenir une éventuelle récurrence.



Figure 111 : photographie intra buccale de face du résultat satisfaisant suite à deux applications du produit Opalescence endo

Le 27-05-2024

- Evaluation des résultats de la troisième séance.



Figure 112 : Photographie intrabuccale de face et des deux profils, montrant le résultat de la troisième application de blanchiment interne

Le 10-06-2024

- Restauration définitive au composite.



Figure 113 : photographie endobuccale de face en intercuspidie maximale des restaurations définitives sur la 21 et la 22.



Figure 114 : photographie endobuccale des deux profils des restaurations définitives sur la 21 et la 22.

CAS N : 03

- La première consultation a eu lieu le 29/04/2024.

ETAT CIVIL :

- Mme : C.L
- AGE : 28 ans
- SEXE : Feminin
- ADRESSE : Tizi Ouzou

MOTIF DE CONSULTATION :

Esthétique.

L'ANAMNESE :

Mme.C .L ; est motivée par des préoccupations esthétiques concernant son sourire et désireuse d'en améliorer l'aspect.

L'entretien clinique nous révèle que La patiente présente :

- Des végétations adénoïdes et une déviation nasale ;
- Respiration buccale ;
- Est non fumeuse ;
- Ne Consomme que modérément du thé et du café noir ;

HISTOIRE DE LA MALADIE :

- La patiente a subi une dévitalisation de la dent 11 en 2022 . Environ huit mois après ce traitement, elle a remarqué l'apparition progressive d'une dyschromie.

EXAMEN EXOBUCCAL :

- Le visage est asymétrique par rapport à la ligne sagittale médiane
- Manque de Parallélisme des lignes horizontales.

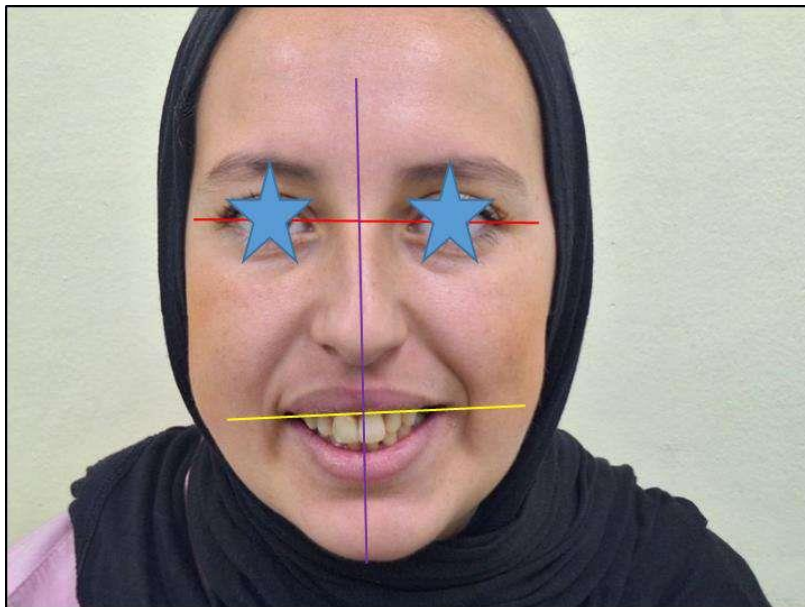


Figure 115 : Photographie de face montrant l'asymétrie du visage par rapport à la ligne médiane, et l'absence de parallélisme entre les lignes horizontales.



Figure 116 : photographie initiale du sourire, vue de face.

EXAMEN DE LA CINETIQUE MANDIBULAIRE

La patiente présente :

- Une amplitude d'ouverture buccale de 3 doigts ;
- Un chemin de fermeture rectiligne ;
- Overjet de 02 mm ;
- Overbite de 02 mm ;
- CI I D'ANGLE canine.

EXAMEN ENDOBUCCAL

La malade présente :

- Une hygiène bucco-dentaire insuffisante ;
- Une légère déviation de la ligne inter-incisive est observée du côté gauche ;
- Indice CAO = 20 (Cariées : 2, Obturées : 10, Absentes : 8) ;
- La présence d'une dyschromie modérée de la 11 ;
- La présence de restaurations sur la 11, 12, 16, 17, 22, 27, 32, 37, 41 et la 42 ;
- Des caries observées sur la 24 et 47 ;
- L'absence de la 16, 18, 26, 28, 32, 37, 41 et la 42.
- Au niveau parodontal, on note une inflammation sévère de la gencive au niveau du secteur incisivo-canin maxillaire , la gencive est de couleur rouge, de texture lisse et brillante, œdématisée, de consistance molle, avec un contour irrégulier n'adhérant plus aux dents, l'examen clinique révèle un saignement au sondage et également au brossage. (elle

correspond au degré 2 de l'indice de Loe et Silness, et au degré 3 de l'indice de Muhlemann).

- Au niveau du secteur incisivo-canin inférieur , on note un accroissement gingival important avec recouvrement de la quasi-totalité de la surface coronaire, un érythème rouge vif, une texture brillante et lisse, consistance molle, avec un rebord gingival arrondi qui n'adhère plus aux dents ce qui correspond au degré 2 de l'indice de Loe et Silness et au degré 4 de l'indice de Muhlemann.
- Présence du tartre sus et sous gingivale.



Figure 117 : Photographie endobuccale de face et de profil de l'état parodontal initial

Examen de la dent causale

La 11

- Présence d'une dyschromie modérée avec une restaurations défectueuse comprimant les papilles.
- Silence sémiologique : absence de toutes réponses aux différents tests .



Figure 118 : photographie endobuccale de face en ICM montrant l'état initial de la dyschromie.

EXAMEN COMPLEMENTAIRE

Radiographie rétro alvéolaire révèle un traitement canalaire sur la 11 satisfaisant radiologiquement.



Figure 119 : Photographie de la radiographie rétro-alvéolaire qui montre la qualité du traitement endodontique de la 11.

DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE

- La dévitalisation est à l'origine de l'installation de la dyschromie ;
- Etat parodontal altéré, on incrimine des étiologies multiples :
 - Le manque d'hygiène bucco-dentaire avec présence de plaque et de tartre ;
 - Absence de stomion et lèvre courte ;
 - Respiration buccale due à la présence de végétations adénoïdes et à la déviation nasale.

DIAGNOSTIC POSITIF

- Dyschromie modérée sur la 11.
- Inflammation gingivale sévère généralisée.

DECISION THERAPEUTIQUE :

Un traitement étiologique visant la suppression des facteurs favorisant la gingivite :

- Orientation vers un ORL pour améliorer la respiration buccale ;
- Un traitement parodontal par détartrage et débridement radiculaire.

Un traitement étiologique qui consiste à l'élimination des facteurs favorisant la dyschromie :

- Elimination de l'ancienne restauration défectueuse.
- Réalisation d'un blanchiment interne à base *de peroxyde d'hydrogène à 35%*.
- Restauration anatomique esthétique et fonctionnelle de la 11.
- Contrôle radiologique et clinique tous les 03/06/09 mois afin de prévenir tout risque de survenue de résorption cervicale.

DISCUSSION DU PLAN DE TRAITEMENT

-Une prise en charge ORL est en cours .

Une remise en état de la cavité buccale par un traitement parodontal, 04 séances de détartrage et débridement radiculaire ont été réalisées. Avec une bonne motivation à l'hygiène et une correction de la méthode de brossage ;

- Un blanchiment interne est réalisé sur la 11 après l'assainissement parodontale ;

- Le produit utilisé est le peroxyde d'hydrogène à 35% (Opalescence endo) ;

- Deux applications nous ont permis d'aboutir au résultat souhaité ;

- Les 02 séances ont été espacées de 05 jours en moyenne ;

- Un résultat satisfaisant a été obtenu après une seule application uniquement, cependant une deuxième application a été rajoutée afin de pallier au risque de rechute de couleur observée suite aux procédures de blanchiment interne ;

- La réalisation de la restauration définitive est différée de 15 jours. _____



Figure 120 : Photographie endobuccale de face et des deux profils montrant les résultats du traitement parodontal.



Figure 121: illustration des produits utilisés



Figure 122 : Photographie endo-buccale de face, en intercuspidie maximale, montrant le résultat après la première séance de blanchiment interne.



Figure 122 : Photographie endobuccale de face et de profil montrant le résultat de la deuxième application du produit de blanchiment.



Figure 124 : Photographie de face avec contrasteur, montrant la restauration définitive sur la 11.

CONCLUSION

CONCLUSION

La quête d'un sourire éclatant, alimentée par l'exigence croissante des patients, oriente l'industrie dentaire vers des protocoles de blanchiment standardisés et expéditifs.

Cependant, cette tendance soulève des inquiétudes quant aux risques potentiels associés à l'utilisation de produits de plus en plus concentrés, qui pourraient nuire à l'intégrité des tissus dentaires.

L'usage de peroxyde d'hydrogène, de peroxyde de carbamide, ainsi que d'activateurs lumineux ou thermiques dans les techniques d'éclaircissement interne des dents dyschromiées accroît considérablement les risques de résorptions cervicales externes. Par conséquent, les techniques utilisant ces méthodes au fauteuil, combinées ou "inside/outside", doivent être exclues de notre arsenal thérapeutique.

Les données scientifiques actuelles indiquent que la méthode ambulatoire, utilisant du perborate de sodium associé à de l'eau distillée, demeure sûre. Elle est facile à mettre en œuvre, économique, indolore et sans risque pour la dent, offrant par ailleurs des résultats très satisfaisants dans les cas de dyschromies simples.

En revanche, face à des dyschromies plus complexes, seules les techniques prothétiques permettront de rétablir une esthétique probante et durable.

Le choix de la technique la plus adaptée et la moins mutilante pour chaque cas individuel incombe au chirurgien-dentiste, en tenant compte des dents vitales et dévitalisées. Il est essentiel de maintenir un regard et un contrôle professionnels avisés sur les techniques de blanchiment, quel que soit le statut vital des dents. Cette question revêt une importance capitale et exige une attention particulière.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. Auriol MM, Le charpentier Y, Le Naout G. « Histologie de l'émail. Encyclopédie médicale chirurgicale. Paris, Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, 2000.
2. Fejerskov O, Nyvad B. Dental Caries: The Disease and its Clinical Management. Chichester: John Wiley&Sons.E. 2015.
3. Kumar, GS. Orbar's Oral Histology & Embryology - E-BOOK. Elsevier Health Sciences. 2015. Disponible sur:
[Kumar, GS. Orbar's Oral Histology & Embryology - E-BOOK. Elsevier Health Sciences. - Recherche Google](#)
4. Robinson C, Kirkham J, Brookes SJ, Bonass WA, Shore RC. The chemistry of enamel development. International Journal of Biological Chemistry, (1995) 39(1), 145-152. Disponible sur: [The chemistry of enamel development \(researchgate.net\)](#)
5. DH Pashley DMD, PHD. Clinical correlation of dentine structure and function. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1999 Déc ; 66(6) : 777-781.
6. Simon S, Coope P, Berdal A, Machtou P, & Smith A. Pulp biology :understanding in daily practice Société Odontologique de Paris.[en ligne]. 2008 Juin 11 [27]. Disponible sur <https://www.sop.asso.fr/admin/documents/ros/ROS0000223/2069.pdf>
7. Auriol MM, Le charpentier Y, Le Nour G. Histologie du complexe pulpo dentinaire. Editions scientifiques et Médicales Elsevier SAS ; 2010.
8. Simon S. Biologie de la pulpe. Medical Books Dz [en ligne]. 2023 Jan ; 1 : [15]. Disponible sur : https://www.medicalbooksdz.net/uploads/livres/88/QFLSFQNiTiJJW4liZ2Tt_16776244910.pdf
9. Edwall B, Gazelius B, Berg JO, Edwall L, Hellander K, Olgart L. Blood flow changes in the dental pulp of the cat and rat measured simultaneously by laser Doppler flowmetry and local ^{125}I clearance. Acta Physiol Scand, 1987. 131(1):p. 81-91.
10. Ivar AM. Dentin permeability : the basis for understanding pulp reaction and adhesive technology. Brazilian Dental Journal [en ligne]. 2009 Mai ; 20(1). Disponible sur : <https://www.scielo.br/j/bdj/a/bBRKQ7bp7vBcd84yw94SrKF/#>

11. Piette E, Goldberg M. La dent normale et pathologique. Editions De Boeck -Wesmael ; 2001.
12. Walter A, Jeffrey W, Arnold R. Données récentes en histologie dentaire.Ed. Julien Prélat;1973.
13. Brannstrom M, Astrom A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. IntDentJ; 1972. 22(2): p. 219-27.
14. Françoise Tillota Alain Lautrou. Gérard Lévy : l'anatomie dentaire. 11/2018.
15. Stéphane Simon .Pierre Machtou .Wilkelm .Joseph Perto. ENDODONTIE. 10/12/2012.
16. Ten Cate, Louis Mosby AR. Oral histology: development, structure and function, 4th ed. St. 1994. P 532.
17. Lasserre JF, Pop IS, d'Incau E. La couleur en odontologie : Déterminations visuelles et instrumentales. 1re partie. Cahiers de Prothèse. 2006 Sep.
18. D'Incau E, Pia JP, Pivet J. Couleur et choix de la teinte en odontologie. 2014.
19. Aschheim KW, Dale BG. Esthetic Dentistry: A clinical approach to techniques and materials. 2014.
20. Shen J. Advanced Ceramics for Dentistry. Butterworth-Heinemann. ISBN: 9780123948366. 2013.
21. Lăzărescu F. Comprehensive Esthetic Dentistry. 1re edition. Quintessence Publishing. ISBN: 9783868672947. 2019.
22. Stephen J. La couleur. In : GalipGurel. De la théorie à la pratique Les facettes en céramique. Quintessence International ; 2005. P 157-205.
23. Paris J, Andrieu P, Faucher AJ, Humeau A, et al. LES CANONS DE LA BEAUTE. In Paris J, Faucher AJ. LE GUIDE ESTHETIQUE : Comment réussir le sourire de vos patients. Quintessence International ; 2004. p 155-234.
24. Faucher AJ, Ortet S, Camaleonte G, Weisrock G, Etienne O, Paris JA. Réussir les composites antérieurs au quotidien. Quintessence International.
25. Lassere JF. La couleur des dents naturelles : Bases fondamentales. AO Marseille [en ligne] 2017 Fév. [5]. Disponible sur : <file:///C:/Users/Gforce/Downloads/AO%20Marseille%20>

26. Shammam M, Rama K. Color and Shade Matching in Dentistry. Trends in Biomaterials and Artificial Organs [en ligne]. 25(4): 172-175.
27. David Klaff. Achieving the predictable composite resin restoration: the nature of colour.
28. Cédric T. LE POINT SUR LE VIEILLISSEMENT ET LA SANTÉ BUCCODENTAIRE. Publié 23/11/2020 .Disponible en ligne sur : <https://apigroupe.com/vieillissement-et-sante-buccodentaire/>.
29. LANOISELEEE. Enregistrement et transmission de la couleur en dentisterie .2017
30. Clémence BH, Emmanuel N, Olivier H. Choix de couleur en odontologie. Editions Cdp [en ligne]. 2011 Mars 01. Disponible sur :
<https://www.editionsmdp.fr/revues/les-cahiers-de-prothese/article/n-153/choix-de-la-couleur-en-odontologie.html?fbclid=IwAR1gFmms3rF059HxvnWtDPydKpm-JlatlWSd-HkitbENrn4li4hEWHocUg>
31. Aboudharam G, Fouque F, Pignoly C et Coll. Eclaircissement dentaire. EncylMédChir (Paris), Médecine buccale, 28-745-V-10,2008.
32. Faiez N, Muawia A, Hala S. Dental discoloration: an overview. J Esthet Dent. 1999.
33. Miara A, Miara P. Traitement des dyschromies en odontologie. Collection Memento. Rueil Malmaison : Cdp. 2006 ; 114.
34. Touati B, Miara P, Nathanson D. Dentisterie esthétique et restauration en céramique. Editions Cdp, 1999 .
35. Faucher AJ, Pignoly C, Koubi G-F, Brouillet JL. Les dyschromies dentaires : de l'éclaircissement ... aux facettes céramiques. Paris : Ed. Cdp ; 2001. 123p.
36. Hattab FN, Qudeimat M. Dental Discoloration : An Overview. Journal Of Esthetic and Restorative Dentistry [en ligne]. 1999 Nov [consulté le 17/01/2024] ; [21 pages]. Disponible sur : https://www.researchgate.net/profile/FaiezHattab/publication/227889905_Dental_Discoloration_An_Overview/links/5a189e044585155c26a956d7/Dental-Discoloration-An-Overview.pdf

37. Marzia S, Selvaggia M. EVALUATION DU BLANCHIMENT DENTAIRE PAR SPECTROPHOTOMETRIE ET SEM.2005. 24p.
38. Millet C, Bittar E, Noharet R, Pfeffer F Duprez JP. Amélogénèse imparfaite : protocole de traitement dun cas. Novembre 2009 [consulté le 17/01/2024]. Disponible sur : <http://.ResearchGate.com>
39. Millet C, Leterme A, Duprez JP, Pfeffer F. Réhabilitation d'un cas de dentinogenèse imparfaite : Stratégie prothétique. Clinic (Paris, France) [consulté le 17/01/2024] ; Janvier-février 2011 ; Vol 11 (1) ; [Numéro de page non spécifié]. Disponible sur : <http://.ResearchGate.com>
40. Vanderzwalme-Gouvernaire A. Les altérations héréditaires de la dentine : si on faisait le point. Revue Odontologique et Stomatologique.2016. Disponible sur : <http://.sop.asso.fr.com>
41. Manuel ST, Abhishek P, Kundabala M. Etiology of tooth discoloration: a review. Nigerian Dental Journal.2010 [consulté le 17/01/2024]; Vol 18(2) ; (56-63). Disponible sur : <https://doi.org/10.61172/ndj.v18i2.143>.
42. Dubar M, Seckinger C, Anastasio D. Colorations coronaire et radiculaire des troisièmes molaires dues aux tétracyclines : cas clinique et revue de littérature. Médecine Buccale Chirurgie Buccale.Octobre 2014 [consulté le 17/01/2024]; Volume20(18) ;[279-283]. Disponible sur : <https://doi.org/10.1051/mbcb/2014032>.
43. Rabenandrianina ATTH, Ralaihjanirina M, NiryManantsoa S, RakotoAlson AO, Rakotoalson S. Anémie Ferriprive Et Etat Parodontal. Revue d'odontostomatologie malgache en ligne ISSN 2220-069X2013 ; Volume (7) [50-56]. Disponible sur : <http://madarevues.recherches.mg>
44. Antonette T. Dulay. Maladie hémolytique du fœtus et du nouveau-né. 2022. Disponible sur : <https://www.msmanuals.com>
45. Verneuil H, Robert-Richard E, Ged C et al. Succès de la thérapie génique d'un modèle murin de porphyrie érythropoïétique congénitale. Medecine Sciences.2018 [consulté le 17/01/2024] ; volume 24(6-7), [615-620]. Publié en ligne le 15 juin 2008. Disponible sur : <https://www.medecinesciences.org/articles/medsci/abs/2008/06/medsci2008246p615/medsci2008246p615.htm>

46. Vallaëys K, Chevalier V, Arbab-Chirani R. Traumatisme dentaire. Chapitre 44, Urgences 2013. Disponible sur : www.sfm.org.com
47. Charland R, Salvail P et al. Traumatismes des dents antérieures primaires. Journal de l'Ordre des dentistes du Québec.2006 [consulté le 17/01/2024] ; Volume 43. Disponibl sur : <https://orthodontiemontreal.com>
48. Decup F, Marczak E, Soenen A, Guerrieri A. L'état dent dépulpée: Données essentielles. Réalités Cliniques.2011[consulté le 17/01/2024] ; Vol 22(1) ; [5-13]. Disponible sur :[:https://idweblogs.com.in](https://idweblogs.com.in)
49. Karimi Z, Chala S, Nassri S, Sakout M, Abdallaoui F. Les dégénérescences calciques pulpairees et leur impact sur la qualité du traitement endodontique : étude radiographique. Actualités Odonto-Stomatologiques. Juillet 2016 [consulté le 17/01/2024] ;(277) ; [4]. Disponible sur:<https://www.aos.edpdentaire.fr/articles/aos/abs/2016/04/aos2016044/aos2016044.html>
50. Bastos JV, SouzaCôrtes MI. Pulp canal obliteration after traumatic injuries in permanent teeth - scientific fact or fiction?.Braz Oral Res. 2018 [consulté le 17/01/2024] . Volume 32 ; Suppl 1, e75. Date de publication : 18 octobre 2018. Disponible sur : <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor2018>
51. Touzi S, Cavelier S, Chantereau C, Tavernier B. Vieillissement des structures dentaires et parodontales. Elsevier Masson SAS.2014 [consulté le 17/01/2024] ; Date de publication : 04 novembre 2014. [22-003-S-30]. Disponible sur : <https://www.em-consulte.com>
52. Hennessy, B. J. "Changements de couleur et taches dans la bouche." Dans Le Manuel MSD, Version pour le grand public.2022. Vérifié/Révisé en février 2022. Disponible sur : <https://www.msdmanuals.com/>.
53. Joshi N, Prajapati K. Antimicrobial efficacy of 0.5% Iodine potassium iodide as intracanalirrigant against Enterococcus faecalis at apical third of canal. Journal of Nepal Dental Association-JNDA [en ligne]. 2014 Dec ; Vol 14 (N 2). Disponible sur : <http://www.jnda.com.np/article/90gjfykxzet.pdf>

54. Patrovi M, Al-Havvaz AH, Soleimani B. In vitro computer analysis of crown discoloration from commonly used endodontic sealers. National Library of Medicine [en ligne]. 2006 Dec ; 32(3). Disponiblesur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17201753>
55. Scholtanus J, Ozcan M, Huysmans MC. Penetration of amalgam constituents into dentine. National Library of Medicine [en ligne]. 2009 May ; 35(5). Disponible sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19231059/>
56. Jacquot B. Les amalgames. Société Francophone des Biomatériaux Dentaires (SFBD) [en ligne]. 2010 Juin ; [7]. Disponible sur : <https://archives.uness.fr/sites/campus-unf3s-2014/odontologie/enseignement/chap9/site/html/3.html>
57. Dayan DA, Heifferman M, and Begleiter A. Tooth Discoloration-- Extrinsic and Intrinsic Factors.1983. Quintessence International 14:195-199.
58. Clara RamelFedelich, Laurent Elbeze. La dent dyschromiée : approche diagnostique. Publié le 24.11.2020.
59. Kharrat I, Saad A, DoukiZbidi N. Intérêt de la démarche diagnostique dans le traitement de la fluorose. Publié le 08.01.2021.
60. AzzahimL, Chala S, Abdallaoui F. La micro-abrasion amélaire associée à l'éclaircissement externe: intérêt dans la prise en charge de la fluorose. Pan AfricanMedicalJournal. 2019. Disponible sur :<https://www.ajol.info/index.php/pamj/article/view/209470>
61. Clément M, Marcoux C. Les dychromies dentaires un diagnostic précis pour un traitement esthétique réussit. Edition CdP ; 2018.
62. Boudreault C, Gagnon B, Lafrenière E, Plante M, et al. LE POINT SUR LES TECHNIQUES DE BLANCHIMENT DENATIRE ET LES SOURCES DE LUMIERE. L'EXPLORATEUR [en ligne]. 2015 Oct ; 25 n°3. Disponible sur : <https://cris.unibe.edu.do/bitstream/123456789/227/1/explooct2015.pdf>
63. Azzahim L, Chala S, Abdallaoui F. La micro-abrasion amélaire associée à l'éclaircissement externe: intérêt dans la prise en charge de la fluorose. Pan AfricanMedical Journal. 2019. Disponible sur :<https://www.ajol.info/index.php/pamj/article/view/209470>

64. Pini NIP, Sundfeld-Neto D, Aguiar FHB, Sundfeld RH, Martins LRM, Lovadino JR, Lima DANL. Enamel microabrasion: An overview of clinical and scientific considerations. World J Clin Cases. 2015 Jan 16;3(1); [34-41]. Published online 2015 Jan 16. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4295217/?fbclid=IwAR0FTFfAvxtNuqoNsNiFKuzkOgV2qpwQ5w25aqc1N-D4X4-sQPjVytms>.
65. Gaião U, Pasmadjian ACP, Allig GR, RezendeLVML, da Silva VBS, da Cunha LF. Macroabrasion and/or Partial Veneers: Techniques for the Removal of Localized White Spots. Case Reports in Dentistry. 2022. Disponible sur [:https://www.hindawi.com/journals/crid/2022/3941488/](https://www.hindawi.com/journals/crid/2022/3941488/)
66. Amaral D, Rayen R, Muthu MS. Macroabrasion in pediatric dentistry. Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2006. Disponible sur: <https://www.researchgate.net/publication/6704923>
67. Dr. Charles TOLEDANO et Dr. Olivier ETIENNE. Dyschromie des incisives – Éclaircissement et composites stratifiés au service de la préservation tissulaire .Le 16 mars 2013 . disponible sur [:file:///C:/Users/ACS/Desktop/33/Dyschromie%20des%20incisives%20-%20C3%89claircissement%20et%20composites%20stratifi%C3%A9s%20au%20service%20de%20la%20pr%C3%A9servation%20tissulaire.html](file:///C:/Users/ACS/Desktop/33/Dyschromie%20des%20incisives%20-%20C3%89claircissement%20et%20composites%20stratifi%C3%A9s%20au%20service%20de%20la%20pr%C3%A9servation%20tissulaire.html)
68. Gurel G. Les facettes en céramique : de la théorie à la pratique. Paris : Quintessence international ; 2005.
69. Bruno P, Camille B, François D. l'éclaircissement interne : utilisation ambulatoire d'un gel pour le traitement des dents dépulpées. UFR of odontology of Montpellier. January 2012.
70. Mohamed Amer. Intracoronar tooth bleaching – A review and treatment guidelines. 17 November 2023. Disponiblesur [:https://doi.org/10.1111/adj.13000](https://doi.org/10.1111/adj.13000).
71. Claisse-crinquette A, Bonnet E, Claisse D. Blanchiment des dents pulpées et dépulpées. 2000.
72. MeguinH. .La dent dépulpée Dyschromiée : techniques d'éclaircissement interne [thèse]. Université de Lorraine. N°6110.2013.

73. Godin N. Éclaircissement des dents pulpées : indications, protocole et risques. [thèse]. université de BORDEAUX. n°2. 2020.
74. Faucher A-J, Pignoly C, Koubi G-F, Brouillet J-L. Les dyschromies dentaires : de l'éclaircissement... aux facettes céramique. Paris : Ed. Cdp ; 2001. 123p.
75. Aboudharam G, Fouque F, Pignoly C, Claisse A et Plazy A. Eclaircissement dentaire. Encyclomédchir (paris), Médecinebuccale, 28-745-v-10, 2008.
76. Jorge P. Tooth whitening. An evidence-based perspective, second edition. 2022.
77. Linda G. Tooth whitening techniques, second edition. 2017.
78. Mohammed Q-Alqahtani. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. Publier en ligne 2014 Mar 12 .disponible en ligne:https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4229680/?fbclid=IwAR0-Xu_rR-hdlLwtu8vhfw8X0G6wjbCCMg3CAeilQTViEiRjyiBGh0Fkbg_s_aem_AXAALUKESmTnnZJTAaJzvlHKq_Kf8dtXILkVVwcbA4d1laADJVX3aVtdE2NFQXHBipAewbELa72AGrLIPPWhpc0M
79. KARIMI Z, CHALA S, ABDALLAOUI F. Effets de l'éclaircissement sur les tissus durs de la dent. 28/09/2012.
80. Borello A. L'ECLAIRCISSEMENT DENTAIRE: POURQUOI? QUAND? COMMENT? [Thèse]. Villeurbanne : UNIVERSIT2 CLAUDE BERNARD LYON 1 ; 2018.
81. Attin T, Paqué F, Ajam F, Lennon A-M. Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. 2003. [Première publication: 09 Mai 2003]. Disponible sur: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2003.00667.x>
82. Zimmerli B, Jeger F, Lussi A. Bleaching of non-vital teeth: A clinically relevant literature review. 2010. Disponible sur : tcbsc.net.
83. FENNICH M, ABDALLAOUI F. Dent dépulpée : éclaircir sans nuire. ESTHÉTIQUE Clinique (4). 1 avril 2011. Disponible sur : <https://www.editionsmdp.fr/revues/clinic/article/n-32-04/dent-depulpée-eclaircir-sans-nuire-CL11320421701.html>

84. Plotino G, Buono L, Grande N, Pameijer C, and Somma F. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. 2008. Journal of Endodontics 34:394-407.
85. Baratieri L-N, Ritter A-V, Monteiro S-Jr, Caldeira de Andrada M-A and Cardoso Vieira L. Nonvital tooth bleaching: Guidelines for the clinician. 1995. Quintessence International 26:597-608.
86. Sitah N, Markim Bt. Tooth Whitening (Non-Vital Teeth). My HEALTH [en ligne]. 2015 Mars. Disponible sur : <http://www.myhealth.gov.my/en/tooth-whitening-non-vital-teeth/>
87. Settembrini L, Gultz J, Kaim J, Scherer W. A TECHNIQUE FOR BLEACHING NONVITAL TEETH : INSIDE/OUTSIDE BLEACHING [en ligne]. 1997 Sep ; Volume 128. Disponible sur : [https://jada.ada.org/article/S0002-8177\(15\)60151-9/pdf](https://jada.ada.org/article/S0002-8177(15)60151-9/pdf)
88. Soner S. Bleaching of NonVital Teeth: A Review. JOURNAL OF HEALTH SCIENCES [en ligne]. 2020 Mai ; Volume 2 (N°2) : [24]. Disponiblesur : file:///C:/Users/Gforce/Downloads/Documents/BleachingofNonvitalTeeth_AReview678047-1122071.pdf
89. Leith R, Moore M, Abigail O, Anne C. An effective bleaching technique for non-vital, discoloured teeth in children and adolescents. Journal of the Irish Dental Association [en ligne]. 2009 Sep; Volume 55 (4): [189]. Disponiblesur : <https://www.lenus.ie/bitstream/handle/10147/234812/EffectiveBleachingAugSept09.pdf?sequence=1>
90. Zimmerli B. Bleaching of Non-vital Teeth a clinically Relevant Literature Review. Research and Science [en ligne]. 2009 Juil ; Volume 120 : [8]. Disponible sur : <https://www.tcbrc.net/pdfs/sameni-internal-bleaching.pdf>
91. Ephrem T. Management of Discolored Teeth. Slideshare a scribdcompany [en ligne]. 2014 Juin. [16]. Disponible sur : <https://fr.slideshare.net/ephrem5110/bleaching-35637280>
92. Roxana M, Talpos N, Luminata M, Malina P, Serban T, Laura C. External cervical resorption : Radiological diagnosis and literature (Review). EXPERIMENTAL AND THERAPEUTIC

MEDICINE [en ligne]. 2021 Oct ; 22(4). Disponible sur :
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8353645/?fbclid=IwAR0L11uqe6eOAoA7mZh0PMrwU1SBhVEqHWEjlxAOsSnZSqZIClqzM2WNdZ4_aem_AS7ccV0ervSwpDmYcwq4OOlmv1D3zWzJhC7CpJZbNN6UswoRtgSVFpTcEpOzC5aQhkDNcfCdNDGIL0kmVY0CkK1

93. Gianluca P, Laura B, Nicolas M, Cornelis H. Nonvital Tooth Bleaching: A Review of The Literature and Clinical Procedures. Review Article [enligne]. 2008. 34(4). Disponible sur: [file:///C:/Users/Gforce/Downloads/Nonvital Tooth Bleaching A Review of the%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Gforce/Downloads/Nonvital_Tooth_Bleaching_A_Review_of_the%20(3).pdf)

94. Craig A, Dunlap, Paymon B, William PL. Multidisciplinary Management of Invasive Cervical Resorption. Décision [en ligne]. 2022 Fév. Disponible sur :
https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fdecisionsindentistry.com%2Farticle%2Fmultidisciplinary-management-invasive-cervical-resorption%2F%3Ffbclid%3DIwAR2ZY1ZdGG_umU8wH7NkAyZ_wCafynnrkHofk5-VIQe86kA5tdfwIfcIGoE_aem_AS4VYDbDYJQy2lolhH5o9z2xoDOftjuzMXvmCio5D_dSgxMXAgPQQJ_dizvFyS8F4GhqjZpW5JaXYfcVAbETMvIW&h=AT1OERXIPylYxn7wSJkopQ0IGFQDhlh4hFNyFcMK78JSKUSTYiwCaXnmWdzfwAFyCEO0ypPPUVntGjo6EqAXCeOvcrUWEnf0eAHh05Qe3KCUdqEDZLkGNV6MQZiB1kl7faisOiuJ4kcVRwc

95. Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and Sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. J Endod. févr 1994; 20(2):61-3.

96. Steiner D, and West J. Bleaching Pupless Teet, In: Complete Dental Bleaching. Chicago: Quintessence Publ.1995. P.105-136.

RESUME

Ce mémoire explore le blanchiment dentaire interne, une procédure esthétique visant à éclaircir les dents dévitalisées. Les principaux objectifs sont d'identifier les patients ayant des besoins esthétiques, de détecter les anomalies de teinte, de poser un diagnostic et de décrire le protocole clinique du blanchiment interne.

La partie théorique du mémoire commence par des rappels sur la structure dentaire, couvrant l'émail, la dentine, la pulpe et le ciment. Pour l'émail, les propriétés chimiques et physiques, ainsi que la structure histologique et la perméabilité sont abordées. La dentine est examinée en termes de composition chimique, structure, types (primaire, secondaire, tertiaire) et perméabilité. La structure de la pulpe et du ciment est également décrite.

Ensuite, la carte chromatique de la dent est étudiée, mettant en lumière l'importance de la perception visuelle et les mécanismes de la colorimétrie dentaire. Les dimensions optiques telles que la translucidité, l'opalescence et l'état de surface sont également explorées, ainsi que les effets du vieillissement sur la couleur dentaire.

Le mémoire traite ensuite des dyschromies dentaires, définissant et expliquant les mécanismes des dyschromies intrinsèques et extrinsèques. Les différentes causes, allant des facteurs génétiques aux facteurs environnementaux, sont détaillées, de même que les méthodes de diagnostic clinique et étiologique.

Le gradient thérapeutique est discuté, présentant une gamme de modalités allant de l'abstention au polissage, en passant par les techniques d'éclaircissement dentaire, tant externes qu'internes.

Les principales techniques de blanchiment interne sont décrites en détail. La "Walking Bleach Technique" est expliquée avec les agents éclaircissants utilisés, le protocole opératoire, ainsi que ses avantages et inconvénients. La technique au fauteuil, ou technique immédiate, est divisée en techniques thermocatalytique, photodynamique et laser, chacune décrivant les agents éclaircissants utilisés et les avantages et inconvénients spécifiques. La technique inside/outside est également détaillée, incluant l'agent éclaircissant utilisé et le protocole opératoire, ainsi que ses avantages et inconvénients. Les effets indésirables potentiels sur les tissus durs et mous, ainsi que les complications possibles comme les résorptions cervicales externes et les fractures coronaires, sont également abordés.

En conclusion, ce mémoire souligne l'importance de choisir avec précaution les techniques de blanchiment dentaire interne en fonction du cas clinique spécifique. Il met en garde contre les risques associés à l'utilisation de produits concentrés et recommande plutôt l'approche ambulatoire utilisant du perborate de sodium et de l'eau distillée pour assurer la sécurité et l'efficacité, notamment dans les cas de dyschromies simples. Pour les situations plus complexes, telles que les dyschromies sévères ou les dents dévitalisées, des solutions prothétiques sont conseillées pour obtenir des résultats esthétiques durables. Le choix de la méthode appropriée doit être fait par le chirurgien-dentiste, en tenant compte du statut vital des dents et en assurant un suivi professionnel rigoureux tout au long du traitement.