



**HAL**  
open science

## L'éclaircissement ambulatoire : revue de la littérature, protocole et illustration clinique

Claire Parveaux

► **To cite this version:**

Claire Parveaux. L'éclaircissement ambulatoire : revue de la littérature, protocole et illustration clinique. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03082049

**HAL Id: dumas-03082049**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03082049>**

Submitted on 18 Dec 2020

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

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

L'ECLAIRCISSEMENT AMBULATOIRE : REVUE DE LA  
LITTERATURE, PROTOCOLE, ILLUSTRATION CLINIQUE

Année 2020

Thèse n°42-57-20-23

**THÈSE**

Présentée et publiquement soutenue devant  
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice  
Le 16/10/2020 Par

**Madame Claire PARVEAUX**

Née le 29/08/1996 à Grasse  
Pour obtenir le grade de :

**DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)**

---

Examineurs :

Madame le Professeur	Laurence Lupi	Président du jury
Monsieur le Docteur	Romain Ceinos	Assesseur
Madame le Docteur	Elisabetta Merigo	Assesseur
Madame le Docteur	Christine VOHA	Assesseur
Madame le Docteur	Arlette OUEISS	Membre invité

---

## CORPS ENSEIGNANT

### 56<sup>ème</sup> section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

#### **Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE**

Professeur des Universités : Mme MANIERE-EZVAN Armelle  
Professeur des Universités : Mme MULLER-BOLLA Michèle  
Maître de Conférences des Universités : Mme JOSEPH Clara  
Maître de Conférences des Universités : Mme OUEISS Arlette  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AIEM TORT-ALVAREZ Elody  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme MASUCCI Caterina  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr CAMIA Julien

#### **Sous-section 02 : PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités : Mme LUPI Laurence  
Maître de Conférences des Universités : Mme BORSA Leslie  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme MERIGO Elisabetta  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme FRENDO Marie

### 57<sup>ème</sup> section : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

#### **Sous-section 01 : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE**

Professeur des Universités : Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle  
Maître de Conférences des Universités : M. COCHAIS Patrice  
Maître de Conférences des Universités : Mme DRIDI Sophie Myriam  
Maître de Conférences des Universités : Mme RAYBAUD Hélène  
Maître de Conférences des Universités : Mr BENHAMOU Yordan  
Maître de Conférences des Universités : Mme VINCENT-BUGNAS Séverine  
Maître de Conférences des Universités : Mme VOHA Christine  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. BORIE Gwenaël  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. CHARBIT Mathieu  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme FISTES Elene-Maria

### 58<sup>ème</sup> section : REHABILITATION ORALE

#### **Sous-section 01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

Professeur des Universités : Mme BERTRAND Marie-France  
Professeur des Universités : M. BOLLA Marc  
Professeur des Universités : Mme LASSAUZAY Claire  
Professeur des Universités : M. MAHLER Patrick  
Professeur des Universités : M. MEDIONI Etienne  
Professeur des Universités : Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie  
Professeur des Universités Emérite : M. ROCCA Jean-Paul  
Maître de Conférences des Universités : M. ALLARD Yves  
Maître de Conférences des Universités : M. CEINOS Romain  
Maître de Conférences des Universités : Mme EHRMANN Elodie  
Maître de Conférences des Universités : M. LAPLANCHE Olivier  
Maître de Conférences des Universités : M. LEFORESTIER Eric  
Maître de Conférences des Universités : Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme ABID Sarah  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme AZAN Cindy  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme DEMARTY Laure  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mme BECQUART Mathilde  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr LAMBERT Gary  
Assistant Hospitalier Universitaire : M. PARNOT Maximilien  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr LONJON Jean-Baptiste  
Assistant Hospitalier Universitaire : Mr LAMBERT Gary

## **REMERCIEMENTS**

A l'attention de Monsieur le **Docteur CEINOS Romain**  
*Docteur en chirurgie dentaire*  
*Maître de Conférences des Universités*

C'est un véritable honneur d'avoir réalisé ce projet de thèse à vos côtés. Merci d'avoir pensé à moi pour mener à bien ce travail, je vous en suis très reconnaissante. Je me souviens du premier cours d'esthétique que vous nous avez donné à la faculté. Je vous ai vu comme quelqu'un de passionné, très pédagogue et vraiment cool. Ma première impression s'est confirmée avec le temps. J'ai été votre aide opératoire pendant plus de 6 mois, vous m'avez appris les subtilités de votre pratique, votre rigueur et votre minutie. Et ce, avec une telle pédagogie ! Les professeurs de votre qualité sont à privilégier dans l'enseignement de notre profession ! En quatrième année, vous m'avez permis de participer à un concours d'esthétique et de remporter la troisième place grâce à votre implication, vos conseils et votre soutien infaillible. J'ai eu l'honneur de participer à la publication d'un article à vos côtés et soyez sûr que je mesure la chance que j'ai eue. Vous avez été mon mentor tout au long de mes études et je débute ma carrière professionnelle avec les meilleures intentions et les connaissances les plus justes de la dentisterie restauratrice et esthétique grâce à vous. Sachez que nous sommes des centaines d'étudiants dans ce cas, vous pouvez être fier du professeur et du praticien que vous êtes. Merci infiniment pour tout ce que vous m'avez apporté, votre investissement à l'égard de mon travail, votre soutien et votre bienveillance.

A l'attention de Madame le **Professeur LUPI Laurence**  
*Docteur en chirurgie dentaire*  
*Professeure des Universités*  
*Doyenne de la Faculté de chirurgie dentaire de Nice*

Je vous remercie d'avoir accepté de présider au sein de ce jury Professeur Lupi. Lorsque j'ai pris connaissance, il y a des années, de la procédure de soutenance de thèse et des critères régissant la composition du jury, je n'ai pas hésité une seule seconde quant à la présidence de ce dernier. Je suis honorée que vous ayez accepté de jouer ce rôle dans l'un des moments les plus importants de ma vie. Vous êtes quelqu'un de solaire, vous illuminez le quotidien de beaucoup de personnes par votre bonne humeur et votre sourire. Je vous ai toujours admiré pour ces raisons, vous apportez aux étudiants un réconfort, une sécurité et une confiance qui nous sont, dans les moments difficiles, plus précieux que tout. J'ai rencontré quelques difficultés au cours de ma cinquième année, vous avez été présente et m'avez apporté votre soutien, je me suis sentie écoutée et comprise, et, à cette période-là, vous ne pouvez pas vous imaginer le bien que cela m'a fait. Je vous serai toujours reconnaissante de la bienveillance dont vous avez fait preuve à mon égard. C'est une véritable chance qu'ont les étudiants de vous avoir en tant que Doyenne de la faculté, je suis fière d'avoir connu cela.

A l'attention de Madame le **Docteur VOHA Christine**  
*Docteur en chirurgie dentaire*  
*Maître de conférences des Universités*

Merci beaucoup d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse Docteur Voha. Nous n'avons eu que très peu l'occasion de travailler ensemble à l'hôpital mais je suis reconnaissante de ces quelques-fois car vous avez toujours fait preuve d'écoute et de bienveillance à l'égard des étudiants et des patients. Vous avez été une personne investie dans mon enseignement et toujours de bons conseils quant à la prise en charge de mes patients. Je suis honorée qu'une enseignante et praticienne comme vous fasse partie de mon jury, merci infiniment.

A l'attention de Madame le **Docteur MERIGO Elisabetta**  
*Docteur en chirurgie dentaire*  
*Maître de conférences des Universités associée*

Quel soulagement lorsque vous avez répondu favorablement à la demande de participation à mon jury de thèse. Merci infiniment d'être là ce soir, de participer à ce si grand moment, je suis ravie de devenir Docteur à vos côtés, c'est un véritable honneur. Nous avons eu l'occasion de travailler ensemble aux urgences de Saint-Roch et de Pasteur et cela a toujours été un immense plaisir pour moi. Vous êtes quelqu'un de formidable, vous êtes toujours de bonne humeur, à l'écoute, patiente, bienveillante et drôle. Les moments passés avec vous ne peuvent qu'être agréables et je suis reconnaissante de vous avoir connu au cours de ma sixième année. Grazie mille Elisabetta, non cambiare niente perchè lei è fantastica !

A l'attention de Madame le **Docteur OUEISS Arlette**  
*Docteur en chirurgie dentaire*  
*Maître de conférences des Universités associée*

Je suis particulièrement heureuse que vous ayez accepté de faire partie de mon jury et que vous soyez présente aujourd'hui pour m'accompagner dans l'un des plus beaux moments de ma vie personnelle et professionnelle. Je vous apprécie énormément, et ce, depuis le premier jour où je vous ai rencontré en cours d'ODF à la faculté. J'ai l'impression qu'il y a toujours eu cette affection et ce « good feeling » entre nous et j'en suis tellement touchée. Vous êtes une personne extraordinaire, dynamique, souriante, captivante... je pourrais énumérer tellement de qualités à votre sujet ! Vous savez que je n'ai jamais été très douée pour l'ODF, j'imagine que vous vous souvenez de mon premier TP de « pliage de fils », qui fût une véritable catastrophe. Malgré mes difficultés vous avez toujours été bienveillante à mon égard, vous m'avez toujours poussé à faire mieux et à m'intéresser au domaine qui vous fait vibrer et que vous pratiquez à la perfection. Vous avez toujours été concernée par ma vie professionnelle et personnelle et j'aimerais vous remercier pour cela. Votre écoute et votre attention m'ont vraiment touchée au cours de mes études et je vous en serai toujours reconnaissante. J'admire votre parcours et la motivation dont vous faites preuve au quotidien. Continuez de briller comme vous le faites, vous êtes un exemple pour beaucoup.

## Table des matières

### **I. Introduction**

### **II. Généralités**

#### **1. Les différentes options thérapeutiques d'éclaircissement des dents vitales**

- a) La méthode ambulatoire
- b) La méthode au fauteuil
- c) Les alternatives

#### **2. Mécanisme de l'éclaircissement**

### **III. Matériel et méthode**

#### **1. Solutions thérapeutiques étudiées**

- a) Peroxyde d'hydrogène
- b) Peroxyde de carbamide

#### **2. Données numériques**

#### **3. Protocole**

- a) Présentation d'un protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré
- b) Illustration clinique
- c) Résultats cliniques

### **IV. Application du protocole avec 10 patients**

#### **1. Présentation des cas**

#### **2. Questionnaire de satisfaction et résultats**

- a) Questionnaire de satisfaction
- b) Résultats

### **V. Discussion**

### **VI. Conclusion**

### **VII. Bibliographie**

# I. Introduction

La beauté caractérise ce qui est beau, ou ce qui plaît universellement. Cette notion étant hautement subjective, il semble préférable d'employer « l'esthétique » dans le domaine de la dentisterie. L'esthétique est motivé par la perception et la sensation du beau mais répond surtout à des exigences, ou « lois de beauté ». Ainsi, la dentisterie esthétique a pour but d'améliorer l'aspect du sourire et donc par extension du visage ainsi que du corps humain ; et ce, en étant régie par des lois universelles. Ces lois permettent, à la suite de leur établissement et de leur respect, d'obtenir un sourire esthétique, c'est-à-dire plaisant et attractif pour l'œil humain.

Afin d'y parvenir, la communauté mondiale des chirurgiens-dentistes a mis au point diverses méthodes. L'éclaircissement dentaire semble en être la plus conservatrice et s'applique de nos jours selon diverses méthodes et protocoles établis.

L'objectif de ce projet est de mettre en lumière la technique d'éclaircissement dentaire la plus efficiente, prenant en compte de multiples modalités eu égard à la balance risques/bénéfices, essentielle à la dispense de tout soin, et ceci dans le respect du cadre de la législation en vigueur.

Au cours de ce travail, l'éclaircissement dentaire est, dans un premier temps, introduit par son historique et ses généralités pour ensuite être précisé par ses différentes options thérapeutiques et son mécanisme.

Dans un second temps, les deux thérapeutiques couramment employées de nos jours sont expliquées avec l'exposition de leurs résultats clinique et numérique attendus. Un protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré avec illustration clinique est alors proposé à la fin de cette partie.

Enfin, l'application de ce protocole chez dix patients ainsi que les résultats cliniques, numériques et de satisfaction des patients constituent la dernière partie de ce travail.

# II. Généralités

Au début du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'intérêt principal de l'éclaircissement dentaire, réalisé uniquement au fauteuil à l'époque, était de traiter les dyschromies des dents non vitales faisant suite à un traumatisme dentaire ou à un traitement endodontique<sup>(1)</sup>.

Ceci a débuté en 1848 avec l'utilisation de chlorure de chaux (Dwinelle, 1850) tandis qu'en 1864, Truman introduit la technique qui semble être la plus efficace pour l'époque. Cette méthode consistait à utiliser le chlore contenu dans une solution d'hydrochlorite de calcium ainsi que de l'acide acétique (Kirk, 1889). Le dérivé commercial de celui-ci, plus tard connu sous le nom de « solution de Labarraque », était une solution aqueuse d'hypochlorite de sodium (Woodnut, 1861 et M'Quillen, 1868)<sup>(2)</sup>.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, d'autres agents furent développés avec notamment le cyanure de potassium (Kingsbury, 1861), l'acide oxalique (Bogue, 1872), l'acide sulfureux (Kirk, 1889), le chlorure

d'aluminium (Harlan, 1891), l'hypophosphate de sodium (Harlan, 1891), le pyrozone (Atkinson, 1892), le dioxyde d'hydrogène (peroxyde d'hydrogène ou perhydrol) et le peroxyde de sodium (Kirk, 1893). C'est ainsi que les peroxydes intègrent les techniques d'éclaircissement dentaire<sup>(2)</sup>.

Toutes ces substances étaient considérées comme des oxydants, directs ou indirects, agissant sur la fraction organique de la dent, à l'exception de l'acide sulfureux qui était un agent réducteur (Kirk, 1889). Par la suite, il est devenu connu que les oxydants directs les plus efficaces étaient la pyrozone, le superoxol et le dioxyde de sodium, tandis que l'oxydant indirect de choix était un dérivé du chlore (Franchi, 1950)<sup>(2)</sup>.

En fait, lorsque le superoxol fut introduit, il devint rapidement la substance chimique la plus utilisée par les chirurgiens-dentistes en raison de sa grande sécurité (Pearson, 1951). D'ailleurs, à la fin des années 1970, Nutting remplaça la pyrozone par du superoxol et le combina ensuite avec du perborate de sodium afin d'en obtenir un effet synergique (Nutting, 1976)<sup>(2)</sup>.

L'éclaircissement des dents vitales débuta en 1868, au moyen d'acide oxalique (Latimer, 1868) ou de pyrozone (Atkinson, 1892) mais, en revanche, le Peroxyde d'Hydrogène (PdH) fut utilisé quelques années plus tard (Fisher, 1911)<sup>(2)</sup>.

A la fin des années 1960, une méthode d'éclaircissement ambulatoire fut établie pour la première fois lorsque le Docteur Bill Klusmier, orthodontiste de profession, recommanda à l'un de ses patients de disposer un antiseptique oral « en vente libre », appelé Gly-Oxyde®, au sein du positionneur orthodontique pour faciliter la cicatrisation des tissus la nuit (Haywood 1991). Celui-ci contenait 10% de Peroxyde de Carbamide (PdC) et Le Dr Klusmier constata une amélioration de la santé gingivale de ses patients mais également un éclaircissement de la teinte de leurs dents (Haywood et al., 1990)<sup>(2)</sup>.

Ensuite, le domaine de l'éclaircissement dentaire a radicalement changé au cours des années 1980, suivant l'évolution des techniques et s'adaptant alors à la demande des patients. En effet, les doléances esthétiques étant de plus en plus présentes dans le monde de la dentisterie, on assiste à une diversification des thérapeutiques d'éclaircissement proposées avec notamment le développement de produits délivrés par le chirurgien-dentiste mais utilisés à domicile par le patient<sup>(1)</sup>.

C'est ainsi que le Proxigel® (un mélange de 10% de PdC, d'eau, de glycérine et de carbopol) fut commercialisé et remplaça le Gly-Oxyde® et en 1989, Haywood et Heymann présentèrent leur célèbre méthode d'éclaircissement ambulatoire appelée « Nightguard Vital Bleaching ».

L'éclaircissement des dents vitales est donc devenu l'acte dentaire esthétique le plus populaire, en témoignent les résultats de cette étude : au Royaume-Uni, 28% de la population adulte sont insatisfaits de la teinte de leurs dents et une enquête complémentaire révèle que sur 3215 sujets interrogés, 50% ont eu recours à un éclaircissement dentaire dans leur vie<sup>(3)</sup>. Cependant, il est important de rappeler qu'il s'agit d'un acte médical ne devant être effectué que par un professionnel de santé.

De nombreuses études décrivent les modifications de structure des composants dentaires (émail, dentine) induites lors d'un éclaircissement dentaire ainsi que les risques liés à ce procédé. A l'heure où la promotion et la vente des produits d'éclaircissement en tous genres pullulent sur internet, et en particulier sur les réseaux sociaux, il est essentiel de s'assurer de la fiabilité de la méthode employée ainsi que de l'innocuité tissulaire du produit utilisé.

## 1. Les différentes options thérapeutiques d'éclaircissement des dents vitales

Les résultats obtenus vont dépendre de l'étiologie de la dyschromie (extrinsèque ou intrinsèque), de la situation initiale (historique dentaire, quantité d'émail en présence, âge du patient) et du procédé employé<sup>(4)</sup>. Ainsi, l'ensemble des méthodes citées va dans une certaine mesure éclaircir le sourire de nos patients mais pas forcément de manière identique<sup>(5)</sup>.

La littérature confirme la relation entre l'efficacité du traitement et la méthode choisie, le type de produit utilisé, sa concentration et la durée d'application de ce dernier au contact des surfaces dentaires.

Les techniques actuelles d'éclaircissement dentaire sont principalement basées sur le peroxyde d'hydrogène (PdH) comme agent actif. Il est appliqué directement ou produit par une réaction chimique à partir de peroxyde de carbamide<sup>(6)</sup>. D'autres systèmes d'éclaircissement dentaires potentiels ont été décrits dans la littérature mais avec, cependant, des preuves limitées quant à leur efficacité. Ceux-ci comprennent le perborate de sodium, le peroxymonosulfate, le peroxyde couplé à des catalyseurs métalliques et, enfin, des enzymes oxiredactases. La reconnaissance et l'acceptabilité à long terme de l'efficacité de ces derniers nécessitent grandement des recherches supplémentaires<sup>(3)</sup>. Pour des raisons de sécurité, et en accord avec les résultats de multiples études, l'American Dental Association (ADA) ne considère que les produits avec des concentrations allant jusqu'à 3,5% de PdH comme sûrs, tandis que le Comité Scientifique des Produits de Consommation (SCCP) de l'Union Européenne a fixé la concentration de PdH présent ou dégagé à une limite inférieure à 6%<sup>(7)</sup> (correspondant à un seuil de 16,6% de PdC). En raison de cette restriction, les firmes industrielles ont adapté leurs produits pour satisfaire à la législation en vigueur. L'ensemble des modalités d'éclaircissement dentaire répond désormais à cette concentration maximale.

On dénombre deux principales méthodes et un certain nombre d'alternatives à celles-ci<sup>(3)</sup>.

### a) La méthode ambulatoire

Cette méthode, étant aujourd'hui la plus utilisée, peut être réalisée seule ou en complément à celle dispensée par un professionnel (au fauteuil) afin d'améliorer la stabilité et le pronostic du résultat obtenu ainsi que d'augmenter la satisfaction du patient (technique mixte).

Le principe est simple, un gel à base de PdC ou un gel frais de PdH est déposé au sein d'une gouttière thermoformée. Les recherches actuelles décrivent cette thérapeutique comme étant facile d'accès, fiable, prédictible et sûre lorsque les consignes du fabricant sont respectées, mais elle présente toutefois certains risques, dont les praticiens et les patients doivent avoir conscience. En effet, les inconvénients possibles de cette méthode sont l'apparition de sensibilités dentaires, l'irritation gingivale et l'altération de surface de l'émail<sup>(6)</sup>. La survenue de ces effets indésirables serait, en partie, imputable à la concentration du gel utilisé, à la durée de port des gouttières ainsi qu'au mécanisme de l'éclaircissement dentaire ; c'est pourquoi cet aspect sera traité au cours de la deuxième partie de ce travail.

La littérature est riche à ce sujet et se montre globalement unanime quant à la procédure conventionnelle à suivre. Celle-ci fut présentée par Haywood et Heymann dans un article publié en 1989<sup>(8)</sup> même si elle remonterait en réalité à 1968<sup>(9)</sup> selon certains. Elle consiste en l'application quotidienne d'un gel de PdC à 10% sur une durée de six à huit heures (port nocturne), et ce, durant deux à six semaines<sup>(8)</sup>. Il s'agit du gold standard en raison des preuves scientifiques disponibles qui attestent de son efficacité et de sa sécurité<sup>(10)</sup>. Le principal avantage de la méthode réside véritablement sur cette « sécurité » avérée : la survenue des effets indésirables est minime (sensibilités recensées en faible quantité et systématiquement réversibles) et son innocuité tissulaire est reportée aussi bien à court terme qu'à long terme<sup>(11-13)</sup>.

A noter que qu'une illustration clinique de ce procédé sera présentée au cours de la troisième partie de cette thèse.

#### b) La méthode au fauteuil

L'éclaircissement à lieu au sein du cabinet à l'aide de produit déposé, in situ, sur les dents par le chirurgien-dentiste. Cette thérapeutique peut s'effectuer en une unique séance et amène à des modifications colorimétriques plus rapides et donc, dans un plus bref délai, à la satisfaction thérapeutique du patient. Mais eu égard à la méthode ambulatoire, les études tendent à démontrer un taux de satisfaction identique en fin de traitement<sup>(5)</sup>.

Cette méthode fut, avant la législation en vigueur, traditionnellement effectuée à des concentrations élevées de PdH, variant de 35 à 40%<sup>(3,14)</sup>, ce qui lui permettait de concurrencer les techniques ambulatoires<sup>(15)</sup>. Par ailleurs, de telles concentrations justifiaient la réalisation et la surveillance effectuées par le chirurgien-dentiste tout au long du traitement.

Alors qu'elle était devenue obsolète en raison des faibles concentrations de PdH imposées par la loi, celle-ci redevient d'actualité grâce à la mise sur le marché de nouveaux produits aux concentrations revisitées et couplés à de nouveaux catalyseurs<sup>(16)</sup>. En effet, l'agent semi-conducteur TiO<sub>2</sub>N (nanoparticules de dioxyde de titane dopé à l'azote) a été combiné avec les produits de faibles concentrations de PdH (3,5–15%)<sup>(17)</sup>, mais, bien que ces agents aient augmenté l'efficacité de cette technique, ils n'ont jamais permis d'obtenir les mêmes résultats que les produits à concentration élevée en PdH (allant de 35% à 40%). De plus, leur stabilité dans le temps est comparable à celle des produits de haute concentration à court terme<sup>(18)</sup> mais va drastiquement diminuer à moyen et long terme.

Ferraz NKL et al. ont mené un essai clinique avec 54 patients utilisant des gels de PdH à 6% (HP6) ou 15% (HP15). La teinte de leurs dents a été évaluée au départ (à J0) (T1), à 1 semaine d'éclaircissement (T2), à 2 semaines (T3). Les mesures ont également été poursuivies après la fin de l'éclaircissement, à 1 semaine (T4) et à 6 mois (T5), à l'aide du teintier Vita Classical™ et d'un spectrophotomètre. La sensibilité des dents, l'irritation gingivale et l'impact sur la qualité de vie ont également été relevés. Les paramètres L, a\* et b\* différaient significativement à T3, T4 et T5 par rapport à T1 et T2 pour les deux groupes. Lors du suivi à 6 mois, 57,1 % des participants HP6 et 43,7 % des participants HP15 sont passés de la teinte B1 à une teinte plus foncée.

Ceci-dit, ces produits ont montré de faibles niveaux de survenue de sensibilités dentaires, d'irritation gingivale, et n'ont pas affecté la qualité de vie et la santé bucco-dentaire des participants. Leur biocompatibilité et la sécurité de leur usage, à court et long terme, prévalent sur l'usage des agents conventionnels, dont les effets néfastes sur la vie des patients ont abouti à la mise en place des normes actuelles<sup>(16)</sup>.

Cette thérapeutique est souvent couplée à un catalyseur lumineux, on parle alors d'éclaircissement « Bpower » ou « Bjump-start ». Il existe de nombreux types de sources lumineuses, telles que les lampes halogènes, les lasers, les diodes électroluminescentes (LED) et lampes à arc plasma (PAC). La raison de cette association serait d'accélérer le processus d'éclaircissement, en augmentant la température du PdH en présence. Selon certains, cette élévation de température augmenterait le taux de décomposition de PdH en radicaux libres afin d'oxyder les molécules organiques complexes des structures dentaires plus rapidement, et ainsi, d'en accroître le temps d'exposition. Mais, les études se multiplient et leurs résultats sont sans équivoque : l'emploi d'un catalyseur lumineux n'améliore pas l'éclaircissement au fauteuil, que ce soit en termes d'efficacité ou de sécurité<sup>(19)</sup>. Ceci fut vérifié quelle que soit la concentration en PdH du gel employé<sup>(16)</sup> ainsi que pour tous les systèmes lumineux suscités<sup>(20)</sup>. En somme, il n'a été trouvé aucune différence significative dans le changement de teinte et dans la survenue de sensibilités dentaires entre les protocoles d'éclaircissement au fauteuil avec et sans activation lumineuse.

### c) Les alternatives

Des « strips » (bandelettes préchargées en PdH), des vernis professionnels ou bien encore des gouttières à usage unique sont à la disposition de l'arsenal thérapeutique du chirurgien-dentiste comme options aux méthodes précitées.

Il existe également divers produits en vente libre contenant de très faibles taux de PdH ou de PdC, appelés « Over-The-Counter » (OTC), tels que des dentifrices, des bains de bouche ou des chewing-gums par exemple. Cependant, tous ces produits ne contiennent pas toujours de PdH comme agent actif, limitant ainsi leur potentiel d'éclaircissement et d'élimination des dyschromies superficielles<sup>(21)</sup>.

L'éclaircissement dentaire et ses procédés ont évolué avec les doléances esthétiques, mais également de confort des patients. Les techniques alternatives présentent un nombre certain d'avantages (moins coûteuses, « prêtes à l'emploi », durées de port moindres par rapport à l'éclaircissement ambulatoire conventionnel, ne nécessitant pas d'empreinte, réalisables en dehors du cabinet) cependant leur degré d'efficacité et leur innocuité (apparition de sensibilité dentinaire, répercussion pulpaire, génotoxicité, inflammation gingivale) portent à controverse.

En termes d'efficacité, l'utilisation de strips et de vernis semble moins performante que l'éclaircissement ambulatoire classique supervisé par un dentiste, avec, cependant, une supériorité des strips vis à vis des vernis<sup>(22)</sup>.

Les gouttières pré-chargées quant à elles ont un pouvoir éclaircissant comparable aux techniques plus conventionnelles<sup>(23)</sup>. Néanmoins, à l'heure actuelle, rien dans la littérature scientifique ne suggère que

la technique d'éclaircissement recommandée par l'ADA, pourrait être remplacée par les techniques alternatives<sup>(21)</sup>.

En addition, en matière d'innocuité, la survenue de sensibilités dentaires semble difficile à objectiver. Certaines études énoncent un taux d'apparition de 70% pour les strips et de 20 à 40% pour les gouttières à usage unique<sup>(23)</sup>, tandis que d'autres considèrent leur sécurité acceptable avec quelques cas seulement d'irritation gingivale et une hypersensibilité observés. Ces derniers étant, par ailleurs, faibles et réversibles<sup>(22)</sup>.

De plus, les applications auto-administrées de strips, vernis et gouttières pré-chargées doivent être manipulées avec précaution car elles peuvent présenter un danger pour la santé. Le problème principal provient du risque d'utilisation impropre de ces produits. En effet, l'application n'étant pas « guidée » avec précision sur les surfaces dentaires à distance des tissus gingivaux, le produit éclaircissant peut se retrouver au contact de la muqueuse buccale.

Du fait qu'elles n'aient pas été réalisées à partir d'empreintes, les gouttières pré-chargées ne sont donc pas parfaitement adaptées à la situation clinique. Ainsi, la solubilité de l'agent éclaircissant dans la salive est augmentée, elle amène à un manque de rétention des gouttières et donc à un risque d'ingestion plus élevé<sup>(23)</sup>. Matis et al.<sup>(24)</sup> indiquent qu'au moins 25 à 50% du produit administré est absorbé par voie systémique en début d'éclaircissement.

Dans leur étude<sup>(25)</sup>, Del Real Garcia et al. abordent la question de la génotoxicité du PdH et expliquent que celui-ci pourrait interagir avec l'ADN cellulaire par le biais des radicaux libres et des espèces réactives de l'oxygène formés lors de sa métabolisation. Des dommages tissulaires ont également été observés par contact direct du produit avec la muqueuse épithéliale buccale.

En somme, les alternatives aux éclaircissements ambulatoire et au fauteuil présentent, certes, plusieurs avantages mais leur utilisation peut présenter des risques du fait de l'absence de surveillance par un chirurgien-dentiste. Les patients devraient en être informés pour pouvoir se référer rapidement à un professionnel en cas de problème.

## 2. Mécanisme de l'éclaircissement

La dent est un ensemble de tissus de composition et de structures différentes. L'émail est un tissu hautement minéralisé et est composé, en volume, de 84% d'hydroxyapatite ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ ) sous la forme de prismes micrométriques, de 12% d'eau et de 4% de matière organique. Sa dureté et sa ténacité à la rupture résultent d'un enchevêtrement complexe de ces cristaux, formant une microstructure hiérarchique complexe. Il s'agit donc d'un tissu relativement homogène sur le plan structural et chimique. La surface de l'émail elle-même est recouverte par une fine pellicule contenant principalement des protéines salivaires, des glucides et des lipides. La dentine, partie sous-jacente à l'émail, est quant à elle moins minéralisée que l'émail et est beaucoup plus hétérogène que ce dernier. Elle est composée, en volume, de 50% de fraction minérale, de 30% de matière organique et enfin de 20% d'eau<sup>(35,36)</sup>.

Par ailleurs, ces diverses structures dentaires n'interagissent pas de la même façon avec la lumière. En effet, la diffusion lumineuse au sein de l'émail est permise par ces fameux cristaux d'hydroxyapatites. Ce sont d'ailleurs ces derniers qui lui confèrent sa translucidité. Concernant la dentine, son hétérogénéité structurale et chimique paramètre la diffusion lumineuse en son sein, notamment son opacité. Sur le plan structural, ce sont les tubulis dentinaires qui influencent la propagation de la lumière. Ce rôle est, sur le plan chimique, assuré par les composants minéraux, organiques et aqueux contenus dans la dentine<sup>(36)</sup>.

Pour rappel, la couleur d'une dent naturelle est définie par la teinte, la saturation et la luminosité. Elle peut être altérée par plusieurs phénomènes<sup>(37)</sup>.

Par exemple, la teinte originelle de l'hydroxyapatite pur est blanche voire incolore. Par conséquent, l'émail naturel a une couleur blanche avec un certain degré de translucidité. Cependant, en raison de l'usure chimique et mécanique physiologique et continue associée au vieillissement, l'émail s'amincit et apparaît donc plus translucide. De ce fait, la dentine devient davantage visible et la teinte globale de la dent devient, avec le temps, finalement plus foncée<sup>(38)</sup>.

Par ailleurs, les colorations dentaires sont constituées par des composés ayant une couleur ou des nuances plus foncées que la dent, il s'agit de chromogènes. Lorsqu'ils s'accumulent au sein de la structure dentaire, on parle de colorant intrinsèque, tandis qu'il s'agit de colorant extrinsèque s'il se situe sur la surface dentaire. Dans la nature, deux types de chromogènes sont rencontrés : composés organiques ou inorganiques. En effet, ils existent, d'une part, sous forme de petites molécules organiques comme les tanins ou les furfurals (café, thé, vin rouge), et comportent des doubles liaisons conjuguées dans leur composition chimique. D'autre part, les chromogènes inorganiques sont des ions de métaux colorés de transition comme  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ , ou  $Mn^{2+}$ . Les chromogènes, ou chromophores, absorbent la lumière dans le domaine visible et reflètent principalement la couleur complémentaire qui est reconnue par l'œil humain, généralement jaune ou brunâtre dans le cas des dents<sup>(35)</sup>.

L'éclaircissement dentaire est un processus dynamique impliquant la diffusion du matériau éclaircissant afin d'interagir avec les molécules colorées pré-citées. Ce procédé semble produire des altérations micromorphologiques au sein de la dent ainsi qu'à sa surface, modifiant alors ses propriétés optiques<sup>(39)</sup>.

Cependant, cette réaction ne semble pas se limiter aux chromophores mais engagerait aussi un processus d'interaction basé sur l'affinité des molécules éclaircissantes avec la dentine et l'émail<sup>(39)</sup>. Bien que le mécanisme pur de l'éclaircissement est encore mal connu de nos jours, la littérature s'accorde à expliquer le changement de perception de la couleur de la dent par trois grands phénomènes, (1) le mouvement de l'agent éclaircissant de l'émail à la dentine, ou « phase de diffusion » ; (2) l'interaction des molécules colorées avec le PdH lors de sa pénétration dans la structure dentaire, ou « phase d'interaction » ; et enfin (3) les changements micromorphologiques induits par les matériaux à base de peroxyde sur la surface dentaire conduisant à des changements optiques, ou « phase d'opacification de l'émail ». Si les deux premiers phénomènes sont très souvent décrits dans la littérature, le troisième, ne l'est quant à lui presque jamais<sup>(30,36)</sup>.

## - Phase 1 : Diffusion

Les colorations extrinsèques limitées à la surface externe de la dent peuvent être facilement éliminées par le brossage dentaire ou une prophylaxie dentaire pratiquée par un professionnel. Cependant, lorsqu'il s'agit d'une dyschromie intrinsèque, le PdH doit pénétrer l'émail et la dentine afin d'interagir avec les chromogènes organiques<sup>(30)</sup>.

L'émail et la dentine font preuve d'une importante perméabilité aux fluides. En effet, le PdH peut facilement se propager à travers les tissus dentaires, et ce, jusqu'à ce qu'il atteigne la cavité pulpaire. Les voies d'entrée les plus importantes sont les espaces interprismatiques dans l'émail et les tubulis dentinaires. De ce fait, le PdH peut atteindre la pulpe en 15 minutes (cependant, pour des concentrations en PdH inférieures à 6%, cela ne provoque pas d'effets indésirables)<sup>(36)</sup>.

La réaction chimique des deux réactifs (PdH et PdC) avec les composants de la matrice organique extracellulaire dentaire est, de nos jours, très bien documentée. Avant toute interaction entre le PdH et les chromogènes, dans le cas de l'utilisation d'un gel de PdC, l'urée dégrade la matrice organique amélaire. De plus, les ions urée et ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) agissent sur les liaisons hydrogène, ces dernières étant cruciales pour les structures secondaires, tertiaires et quaternaires des protéines matricielles. Après cette altération initiale, les protéines ainsi dégradées semblent ensuite être divisées en petits peptides, libérées et finalement éliminées de l'émail mature. Il en va de même pour la plupart des composants de la matrice dentinaire non collagène. Les minuscules espaces vides rendus accessibles par l'urée permettent la diffusion du PdH sur toute l'épaisseur de l'émail jusqu'à la Jonction Amélo-Dentinaire (JAD). Ainsi, les agents éclaircissants traversent la JAD et peuvent alors interagir avec les chromogènes au sein de la dentine sous-jacente<sup>(10)</sup>.

Diverses études portées sur l'analyse et l'évaluation de cette phase ont révélé que la pénétration et la diffusion du PdH était augmentée par plusieurs des éléments suivants<sup>(30,36)</sup>. En premier lieu, le temps d'application semblerait être le paramètre le plus influent dans la diffusion du PdH. Cette dernière serait considérablement augmentée si le temps de contact du produit était prolongé (Hanks et al. (1993), Kwon et al. (2012), Rotstein et al. (1991))<sup>(30,36)</sup>.

Ensuite, une concentration élevée en PdH en favoriserait le degré ainsi que la rapidité de la pénétration (Bowles et Ugwuneri (1987), Gökay et al. (2004), Hanks et al. (1993), Palo et al. (2010))<sup>(30,36)</sup>. De plus, l'ajout de carbopol en tant qu'épaississant permettrait un relargage du PdH davantage progressif au sein de l'émail et de la dentine. La durée d'action du produit serait alors allongée et les résultats améliorés<sup>(36)</sup>.

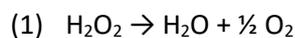
De plus, la composition et la structure des substrats en présence constituent le troisième critère d'influence de cette phase. En effet, une dent jeune dont les cristaux d'hydroxyapatite amélaire sont petits et les tubuli dentinaires sont, au contraire, larges et ouverts permet une bonne diffusion du PdH en son sein (Camps et al. (2007)). Aussi, les variations de structure comme les dents hypominéralisées (MIH par exemple) permettent une meilleure diffusion, notamment au niveau des zones d'hypominéralisation, tandis que, la présence de restaurations empêche quant à elle la diffusion du PdH à leur niveau (Benetti et al. (2004), Camargo et al. (2007), Camps et al. (2010), Palo et al. (2012), Patri et al. (2013))<sup>(30,36)</sup>.

Les résultats de nombreuses études sur le sujet semblent respecter la deuxième loi de diffusion de Fick, stipulant que la diffusion d'une molécule est proportionnelle à la surface, au coefficient de diffusion ainsi qu'à sa concentration, et qu'elle est inversement proportionnelle à la distance de diffusion (Brotherton Boron, 1994)<sup>(30)</sup>. Dans l'ensemble, compte tenu de l'existence de ces nombreux facteurs d'influence, la diffusion du principe actif H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> varie considérablement non seulement d'une personne à l'autre, d'une dent à l'autre, mais aussi au sein même d'une dent. D'où la nécessité de protocoles opératoires personnalisés et d'un suivi effectué par un professionnel de santé<sup>(36)</sup>.

- Phase 2 : Interaction H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/chromogènes

Le taux de décomposition et le type d'oxygène actif formé dépend de la température et du pH du milieu buccal, de la concentration en PdH ainsi que de la présence, ou non, de cocatalyseurs et de partenaires de réaction métalliques (Goldstein et Garber 1995)<sup>(30)</sup>.

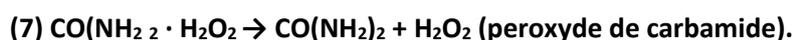
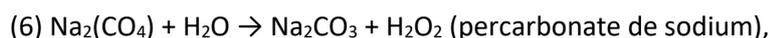
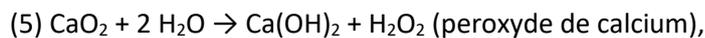
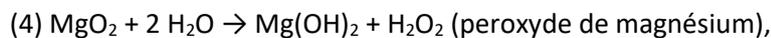
On assiste à la réaction chimique suivante<sup>(35)</sup> :



La molécule d'oxygène libérée peut alors agir comme oxydant. Cependant, l'action oxydative du PdH dépend, comme précité, de la valeur du pH :

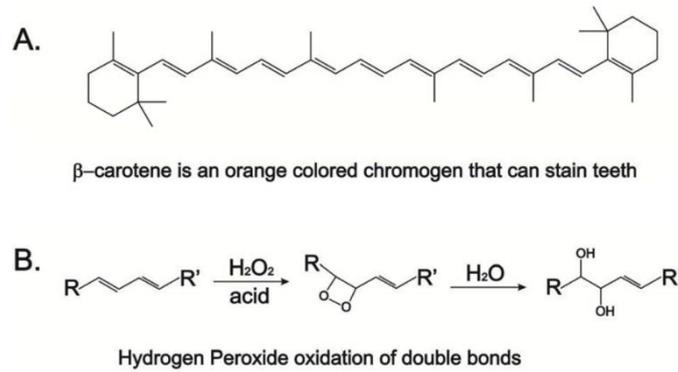


Cela se produit également après l'hydrolyse des composés précurseurs de peroxyde :



Les réactions chimiques sus-jacentes sont multiples et complexes, mais, globalement, l'éclaircissement des structures organiques par le PdH implique une réaction chimique avec les doubles liaisons des chromophores en présence. Il s'agit d'une réaction d'oxydation initiée par les radicaux libres résultants de la dégradation du PdH. Ainsi, le chromogène devient un composé ayant une teinte finale plus claire qu'à l'origine<sup>(4,10,30,35,36)</sup>.

En effet, leurs propriétés d'absorption de la lumière en sont modifiées (préférence pour des longueurs d'onde plus courtes), ceci leur confère une teinte finale plus claire et aboutit à une augmentation de la luminosité. Suite à cette réaction d'oxydation, la double liaison stable du chromophore se transforme en simple liaison et donne un électron non apparié. Ce dernier rend la molécule très instable, elle nécessite donc de temps afin de se lier à une autre molécule ou d'être digérée et éliminée. La reformation d'une double liaison signifie le retour à stabilité pour la molécule concernée et ceci constituerait une hypothèse expliquant certains cas de récurrences post-éclaircissement<sup>(36)</sup>.



**Figure 1.** Illustration de l'interaction H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/chromogène : réaction d'oxydation de la molécule de  $\beta$ -carotène par le PdH.

Enfin, il semblerait que les modifications de la composante organique de l'émail et de la dentine soient dues à la capacité oxydative du PdH, tandis que les changements la composante minérale serait principalement attribuée à son acidité (Jiang et al. (2007))<sup>(30)</sup>.

- Phase 3 : Modification colorimétrique des structures dentaires

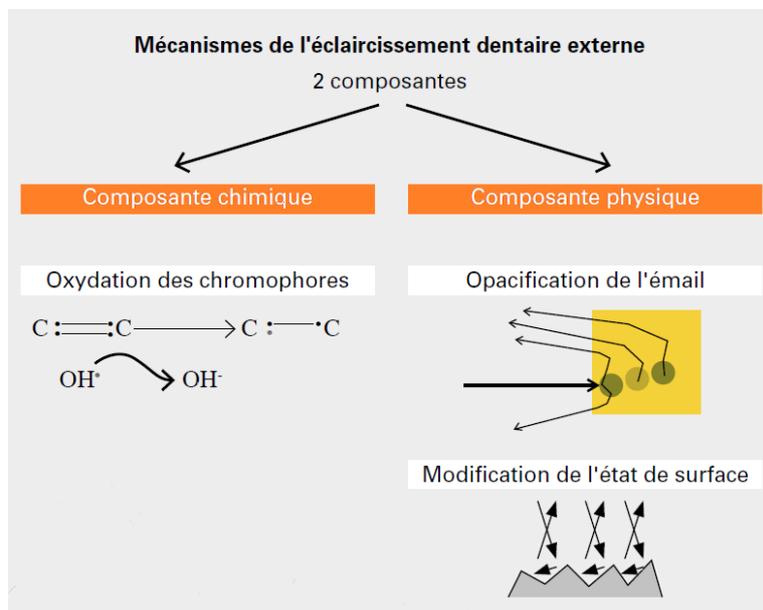
Quelques études visant à évaluer, de manière séparée, la contribution respective de l'émail et de la dentine dans la détermination de la teinte dentaire ont mis l'accent sur le rôle particulier de la dentine (Kwon et al. (2013), Wiegand et al. (2005), Kugel et al. (2007)). Toutefois, les caractéristiques de l'émail ont une influence majeure dans l'établissement des propriétés optiques de la dent<sup>(30)</sup>. Ainsi, bien que la couleur dentaire soit principalement déterminée par la dentine, l'émail semble largement contribuer au mécanisme de l'éclaircissement dentaire et à la couleur finale de la dent éclaircie. Sa contribution serait, en fait, bien plus importante que celle de la dentine.

Premièrement, le gel éclaircissant est directement déposé à sa surface. Par déduction, après diffusion dans l'épaisseur de la dent, une concentration moindre de principe actif serait disponible au sein de la dentine lorsqu'il aurait traversé l'épaisseur de l'émail<sup>(36)</sup>. Ceci expliquerait, en partie, que l'on observe plus de changements amélaire que dentinaires lors d'un éclaircissement dentaire ambulatoire. Deuxièmement, certaines études ont mesuré le taux de translucidité avant, pendant et après un éclaircissement dentaire ambulatoire et leurs résultats semblent indiquer que l'émail perd en translucidité lorsqu'il est soumis à du PdC, le rendant in fine plus opaque. De ce fait, l'émail agirait comme un filtre pour la dentine sous-jacente<sup>(36,40)</sup>, car, en étant plus opaque, moins de lumière est transmise à travers lui. Ainsi, moins de lumière atteindrait la dentine sous-jacente. Cette baisse de translucidité amélaire fait donc la majeure partie de la lumière réfléchié à notre œil provient de l'émail et non de la dentine. Selon certains auteurs, ces modifications structurales de l'émail seraient attribuables aux altérations micromorphologiques par déprotéinisation, déminéralisation et oxydation de la couche d'émail la plus superficielle (Eimar et al. (2011), Ma et al. (2009, 2011)). Cela aurait, entre autres, un impact sur la densité de l'émail, rendant ainsi la distribution des prismes d'hydroxyapatite moins compacte (Li et al. (2010), Ma et al. (2011)). Ce phénomène augmenterait potentiellement l'indice de réfraction de chacun de ces cristaux aboutissant à l'augmentation du nombre des interfaces réfractives<sup>(30,36)</sup>. Déterminer comment ces subtiles modifications de la surface amélaire affectaient la dent, ainsi que la perception de sa teinte, fut un domaine d'intérêt pour les scientifiques. Les docteurs

Attal J.P, Greenwall L., Dursun E. et Gabet A., de nombreuses fois cités au cours de ce travail, ont notamment développé une théorie réfractive afin d'expliquer cette ultime phase de l'éclaircissement dentaire. Celle-ci sera donc développée ci-dessous. Ensuite, trois illustrations provenant de leur article intitulé « La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie »<sup>(36)</sup> permettront de résumer l'ensemble de cette partie, à savoir le mécanisme de l'éclaircissement, dans sa globalité.

Tout d'abord, la modification au sein de la matière organique, suffirait selon eux à ce que la distance entre les cristaux d'hydroxyapatite soit augmentée. Ainsi, la structure cristalline de l'émail serait modifiée et rendrait ce milieu hétérogène en indice de réfraction. La lumière incidente réfractée au sein de l'émail serait donc difficilement transmise à l'œil humain. On sait que l'eau facilite la diffusion de la lumière au sein d'un milieu. Rappelons que l'éclaircissement dentaire engendre une déshydratation accrue de la dent. Certains auteurs imputent donc à ce phénomène l'opacification de l'émail. De ce fait, la déshydratation amélaire réduirait la possibilité de transmission lumineuse d'un cristal à l'autre. La dent apparaît donc moins translucide, réfléchit plus de lumière et est donc plus lumineuse.

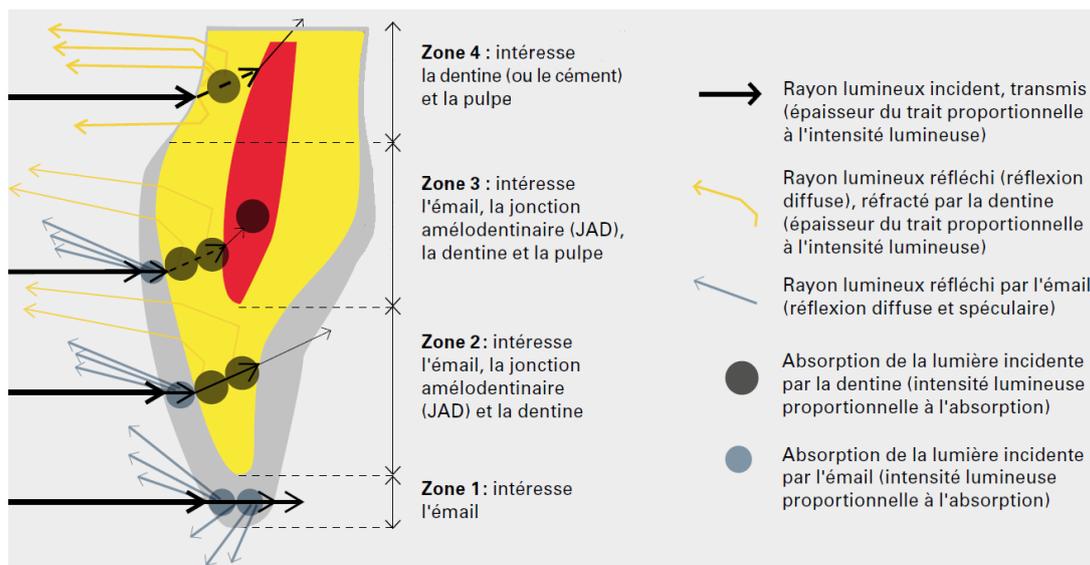
Enfin, comme précédemment abordé, les modifications structurales de l'émail font varier les trajectoires de la lumière et induisent plus ou moins de réflexion : une dent présentant des irrégularités de surface, surface dite rugueuse, ne permettra pas à la lumière d'être transmise facilement, cette transmission sera diffuse. Cela contribue à une opacité supplémentaire.



**Figure 2.** L'éclaircissement dentaire ambulatoire est le résultat de l'association d'un mécanisme chimique et d'un mécanisme physique. Image issue de l'article intitulé « La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie »<sup>(27)</sup>.

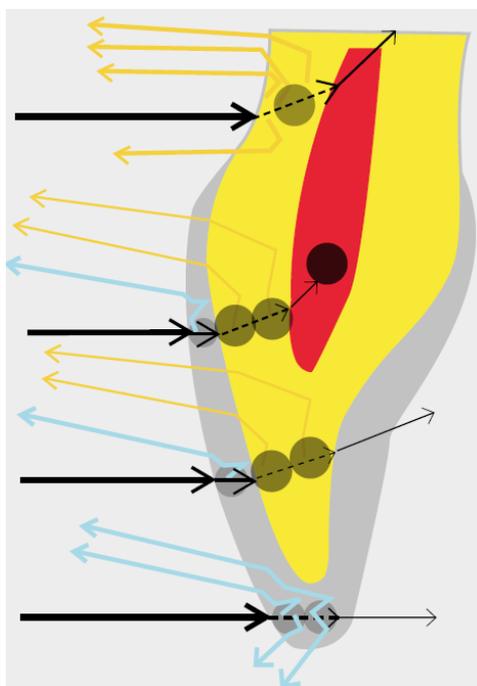
**Mécanisme chimique :** oxydation des chromophores par le PdH entraînant une diminution de la saturation de la dent.

**Mécanisme physique :** modification des propriétés optiques de l'émail associant son opacification et la modification de son état de surface.



**Figure 3.** Illustration de l'interaction entre la lumière et la dent naturelle. Image issue de l'article intitulé « La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie »<sup>(27)</sup>.

La lumière arrive sur l'émail, translucide. Une majorité des rayons lumineux est transmise aux tissus sous-jacents (JAD et dentine). La dentine est, quant à elle, opaque. Elle absorbe puis réfléchit la lumière qu'elle a reçue. C'est pourquoi elle joue un rôle prépondérant à la détermination de la couleur dentaire.



**Figure 4.** Schéma illustrant l'interaction entre la lumière et la dent éclaircie. Image issue de l'article intitulé « La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie »<sup>(27)</sup>.

La lumière réfléchi par une dent éclaircie provient majoritairement de l'émail, s'étant opacifié au cours de l'éclaircissement. Ainsi, moins de lumière est disponible pour la dentine.

### III. Matériel et méthode

#### 1. Solutions thérapeutiques étudiées

Parmi les thérapeutiques d'éclaircissement précitées, seule la méthode ambulatoire sera abordée au cours de ce travail, l'objectif final étant de présenter puis de comparer, en termes d'efficacité et de confort, deux protocoles de ce type d'éclaircissement. A noter qu'il ne s'agit pas de protocoles expérimentaux mais dont l'innocuité et le pouvoir éclaircissant ont déjà été avérés dans la littérature.

Comme introduit précédemment, les produits d'éclaircissement actuels contiennent des composants actifs et inactifs. D'une part, les ingrédients actifs sont des composés de PdH ou de PdC et, d'autre part, les principaux ingrédients inactifs comprennent des agents épaississants, un support, un surfactant et un dispersant de pigment, un conservateur et un arôme, étant détaillés ci-dessous<sup>(2)</sup>.

De nos jours, l'agent épaississant le plus couramment utilisé dans le commerce est le Carbopol (carboxypolyméthylène). Sa concentration est généralement comprise entre 0,5% et 1,5%. Ce polymère d'acide polyacrylique de haut poids moléculaire offre deux avantages principaux. Tout d'abord, il augmente la viscosité des produits d'éclaircissement, ce qui permet une meilleure rétention du gel dans les gouttières ou sur les strips. Deuxièmement, il augmente jusqu'à 4 fois le temps de libération active d'oxygène (Rodrigues et al., 2007).

Ensuite, le support peut maintenir l'humidité et aider à dissoudre les autres composants du produit. La glycérine et le propylène glycol sont principalement utilisés pour cette fonction.

De plus, les gels contenant un tensioactif ou des dispersants pigmentaires pourrait être plus efficaces que ceux n'en n'ayant pas (Feinman et al., 1991). Le tensioactif agit comme un agent mouillant de surface qui permet à l'agent d'éclaircissement de diffuser. En complément, le dispersant pigmentaire maintient les pigments en suspension.

Aussi, le méthyl, le propylparabène et le benzoate de sodium sont utilisés comme substances conservatrices. Ils ont la capacité d'empêcher la croissance bactérienne dans les produits d'éclaircissement. Par ailleurs, ces agents peuvent accélérer la dégradation du PdH en libérant des métaux de transition tels que le fer, le cuivre et le magnésium.

Enfin, les arômes sont des substances utilisées dans le but d'améliorer le goût et l'acceptation du produit par le patient. Les exemples incluent notamment la menthe poivrée, la menthe verte et un édulcorant comme la saccharine.

##### a) Peroxyde d'hydrogène (PdH)

Le PdH ( $H_2O_2$ ) est composé d'atomes d'hydrogène et d'oxygène et donne un liquide bleu très pâle qui apparaît incolore dans une solution diluée, celle-ci étant légèrement plus visqueuse que l'eau.

Il a diverses applications puisqu'il s'agit, d'une part, d'un antiseptique avéré mais aussi, d'autre part, d'un produit chimique très réactif. Ainsi, on le retrouve aussi bien au sein de produits ménagers que

de produits de soins et de désinfection de plaies cutanées et ses importantes propriétés oxydantes en font de lui un puissant agent d'éclaircissement principalement utilisé dans l'industrie du papier mais également dans le monde de la dentisterie<sup>(26)</sup>.

Globalement, le PdH se décompose en présence de la salive, il pénètre à travers la structure dentaire et produit des radicaux libres hautement réactifs qui oxydent les molécules organiques colorées. Bien que le potentiel de pénétration et de diffusion du PdH permette un éclaircissement homogène et efficace, il semble toutefois présenter un danger dans le maintien de la bonne santé de l'organe dentaire. En effet, plusieurs études ont relevé des atteintes pulpaires réversibles, mais également irréversibles dans certains cas<sup>(27)</sup>, et ce dernier semble être proportionnel à la concentration en PdH du produit utilisé mais également au temps d'exposition employé.

De plus, Berger SB et al. ont mené une étude visant à quantifier la concentration de PdH résultante dans la chambre pulpaire ainsi qu'à évaluer les changements sur la perméabilité dentaire après un éclaircissement réalisé au fauteuil avec trois produits de concentrations différentes (10%, 35% et 50%). Ils en conclurent que la perméabilité dentaire fut augmentée dans tous les cas mais ont toutefois observé que l'augmentation de celle-ci dans le groupe ayant reçu un gel de 50% de PdH était significativement plus élevée que dans les groupes de 10% et 35% (avec  $p < 0,05$ )<sup>(28)</sup>.

Ainsi, le raccourcissement du temps de contact d'un gel de PdH ou la réduction de sa concentration produirait une modification progressive de la teinte des dents traitées ainsi qu'une diffusion réduite de ce dernier à travers l'émail et la dentine<sup>(29)</sup>, ce qui permettrait, in fine, de minimiser la toxicité potentielle pour l'organe pulpo-dentinaire.

Par ailleurs, afin d'augmenter l'efficacité et de maintenir la sécurité du traitement, des agents d'activation chimiques ont été incorporés dans les gels d'éclaircissement. Des substances dérivées de métaux tels que le manganèse et le fer ou des enzymes telles que la catalase et la peroxydase pourrait réagir avec le peroxyde d'hydrogène, accélérant la production de radicaux libres. Cela vise à obtenir un processus d'éclaircissement plus rapide, plus efficace et plus sûr. En outre, il pourrait y avoir une certaine influence sur la pénétration du peroxyde d'hydrogène, car une réaction devrait se produire entre le peroxyde d'hydrogène et l'activateur chimique et par conséquent, moins de molécules de peroxyde d'hydrogène pourraient atteindre la chambre pulpaire artificielle, réduisant ainsi les risques de sensibilités. Ce type d'activation chimique fut notamment évaluée par Carlos R. G. Torres et al. au cours d'une étude *in vitro*<sup>(27)</sup>.

En résumé, l'augmentation de la perméabilité dentaire est le résultat de l'élimination de la fraction organique de l'émail et de la dentine ainsi que de l'élargissement des tubulis dentinaires menant à la pulpe. Par déduction, la dent devient plus sensible aux divers stimuli rencontrés au cours de la parole et de l'alimentation (variations thermiques, stimuli physiques par le contact de la langue, l'affrontement inter-arcades etc.), on parle alors de sensibilité dentaire. Ces sensibilités constituent le risque majeur de l'éclaircissement dentaire et représentent la source d'appréhension principale des patients. La littérature s'est alors accordée, comme évoqué précédemment, sur la nécessité de réduire les concentrations en PdH des produits d'éclaircissement, sur l'adaptation des protocoles opératoires ainsi que sur l'élaboration de nouvelles formules visant à optimiser au maximum le mécanisme de l'éclaircissement.

## b) Le peroxyde de carbamide (PdC)

Le PdC est un produit chimique composé de PdH et d'urée. Il s'agit d'un complexe stable qui se brise au contact de la salive pour libérer du PdH : 10% de PdC produisent environ 3,5% de PdH. Rappelons que la loi autorise jusqu'à 6% de PdH frais ou produit par réaction chimique, ce qui explique notamment la présence sur le marché de produits allant jusqu'à 16% de PdC.

Le PdC est principalement utilisé dans l'éclaircissement ambulatoire ou « Nightguard Vital Bleaching » décrit par Haywood et Heymann. Depuis son invention, la formule a continuellement été améliorée. En effet, l'efficacité fut optimisée grâce à l'augmentation de la viscosité du gel par l'ajout de Carbopol, comme cité précédemment, et puisque certains craignaient également que les produits éclaircissants ne provoquent une érosion de l'émail, diverses formes de fluorures furent ajoutées à la formulation en vue de diminuer ce risque<sup>(30)</sup>. Ces potentielles altérations morphologiques de surface de l'émail furent l'objet d'enquêtes approfondies, cependant, leurs résultats paraissent controversés en raison de la variabilité des conditions de réalisation et des produits étudiés. En addition, la majorité de ces études furent réalisées in vitro, correspondant apparemment peu souvent aux observations in vivo<sup>(31)</sup>.

De plus, le risque de sensibilité dentaire a mené à l'intégration de désensibilisants, tels que le nitrate de potassium, le fluorure de sodium et les phosphate de calcium. Selon certaines études, ces derniers sembleraient avoir réduit l'incidence et la gravité des sensibilités dentaires (Browning et al. 2008 ; Gallo et al. 2009 ; Maghaireh et al. 2014 ; Navarra et al. 2014 ; Wang et al. 2015)<sup>(30)</sup>. En revanche, d'autres auteurs, tels que Maran B.M et al. et Rezende M et al., considèrent qu'il n'existe pas de différence significative, en termes d'incidence et d'intensité de sensibilités ainsi que d'irritation gingivale, entre les protocoles d'éclaircissement ambulatoire avec et sans l'ajout de désensibilisants<sup>(32,33)</sup>.

En 1994, Haywood Van B. et al. concluent que 66% des patients inclus dans leur enquête ont connu des effets secondaires, ayant cependant disparu en 24 à 48 heures, au cours d'un éclaircissement ambulatoire avec 15% de PdC<sup>(34)</sup>.

Selon Jorgensen et Carroll, les patients devraient être informés du risque de sensibilité dentaire, légère, qu'ils estiment à, selon les résultats de leurs travaux en 2002, 40% à 50% en employant un gel à 15% de PdC<sup>(30)</sup>.

Quelques années plus tard, au cours d'une étude menée par Basting et al., alors que 71% des sujets utilisant 20% de PdC ont signalé une sensibilité dentaire, seulement 37% des sujets ayant utilisé 10% de PdC ont en ont éprouvé une. Ils estiment que, pour une dent, le risque de développer une sensibilité modérée est de 10% tandis qu'il existerait un très faible risque de sensibilité sévère (4%). De plus, la sensibilité a tendance à survenir tôt dans le traitement et n'est que transitoire, elle diminue avec le temps<sup>(30)</sup>.

Les résultats énoncés ne représentent qu'un infime échantillon de la littérature actuelle portant sur ce sujet. Tous paraissent unanimes, une incidence plus élevée de sensibilité est associée à des concentrations plus élevées de PdC (Matis et al. 2000)<sup>(30)</sup>.

L'ADA publie en 2010 que les « données accumulées au cours des vingt dernières années, n'indiquent qu'aucun effet oral ou systémique significatifs à long terme n'ont été associés aux produits d'éclaircissement dentaire à domicile contenant 10% de peroxyde de carbamide »<sup>(1)</sup> et poursuit par « en ce qui concerne les tissus durs, une sensibilité dentaire transitoire légère peut survenir pendant les premiers stades du traitement d'éclaircissement. [...] ce résultat est probablement dû au passage du peroxyde à travers l'émail et la dentine intacts vers la pulpe, et ce, pendant un intervalle d'exposition de cinq à quinze minutes. Cependant, aucune séquelle pulpaire indésirable à long terme n'a été signalée lorsque des techniques appropriées sont utilisées. »<sup>(1)</sup>

C'est ainsi que l'éclaircissement ambulatoire à l'aide d'un gel de 10% de PdC est devenu le gold standard de cette thérapeutique, permettant d'assurer un éclaircissement efficace tout en assurant également la sécurité de nos patients. En conditions cliniques, les faibles doses utilisées quotidiennement ne génèrent jamais d'effets toxiques aigus et subaigus généraux. La génotoxicité et la cancérogénicité ne se produisent qu'à des concentrations qui ne sont plus employées lors des thérapeutiques de dentisterie esthétique<sup>(10)</sup>.

En outre, certains travaux ont mené à soupçonner que les taux de sensibilité étaient similaires avec un gel éclaircissant et un placebo. Ce fait indiquerait que l'ingrédient actif du produit employé ne serait pas toujours responsable de la survenue d'une sensibilité dentaire. En addition, le pH du gel pourrait être un autre facteur jouant un rôle dans l'apparition de ce type d'effet secondaire (Price et al. 2000)<sup>(30)</sup>.

## 2. Données numériques

Un certain nombre d'approches est disponible pour mesurer la couleur dentaire initiale et ses changements pendant et après l'éclaircissement<sup>(41)</sup>.

Tout d'abord, celles-ci comprennent des mesures visuelles relevées par le chirurgien-dentiste à l'aide de teintiers. Ces dernières, basée uniquement sur la perception visuelle de l'œil humain, sont considérées comme étant subjectives car soumises à de nombreuses variables, générales et physiques, telles que les conditions d'éclairage, l'expérience, l'âge ou encore la fatigue. Malgré ces limites, notre œil semble être très efficace dans la détection de faibles nuances de couleur entre plusieurs objets<sup>(42)</sup>.

Il est également possible d'effectuer des mesures instrumentales à l'aide, le plus souvent, de spectrophotomètres et d'analyses d'images numériques. Ces dernières sont quant à elle objectives et offrent plusieurs avantages comme la rapidité de mesure et la quantification de la couleur par des valeurs précises<sup>(42)</sup>. Autrefois, le coût élevé et le fonctionnement complexe des systèmes numériques limitaient leur utilisation à la recherche en laboratoire ou à la recherche clinique. Désormais, la diminution tarifaire, l'amélioration ergonomique des spectrophotomètres ainsi que l'apparition d'alternatives photographiques ont permis de populariser l'utilisation des données numériques au sein des cabinets dentaires.

Les outils numériques peuvent étudier/quantifier la couleur dans différents espaces colorimétriques. Le plus importants d'entre eux est l'espace colorimétrique CIELAB (défini par la Commission Internationale de l'Éclairage en 1976) dont les paramètres  $L^*a^*b^*$  sont :

- $L^*$  la Luminosité qui prend des valeurs entre 0 (noir) à 100 (blanc de référence)
- $a^*$  représente la valeur sur un axe vert → rouge
- $b^*$  représente la valeur sur un axe bleu → jaune

Le chirurgien-dentiste est dans la possibilité d'exploiter ces valeurs numériques pour en tirer de nombreux avantages : relever avec exactitude la couleur dentaire initiale du patient, déterminer le pronostic de l'éclaircissement (et la durée de port des gouttières personnalisée à prévoir, cette notion sera abordée peu après), comprendre le mécanisme d'action de l'éclaircissement, monitorer dans le temps l'évolution du traitement et savoir quand l'arrêter, objectiver le résultat final obtenu et, enfin, démontrer tout ceci de manière claire et précise au patient<sup>(43)</sup>.

Un éclaircissement dentaire aboutit, in fine, à des différences mesurables sur ces trois paramètres, dont la variabilité peut être résumée par : une augmentation de la luminosité ( $+L^*$ ), une diminution des rouges ( $-a^*$ ) et des jaunes ( $-b^*$ )<sup>(44)</sup>.

L'efficacité d'un éclaircissement est principalement due au couple de valeurs ( $+L^*$ ,  $-b^*$ ) puisque l'émail joue un rôle plus important que la dentine dans l'éclaircissement dentaire<sup>(40)</sup> en raison, comme expliqué précédemment, de son changement rapide de translucidité dès la première semaine (correspondant à la phase 3 du mécanisme de l'éclaircissement : l'opacification de l'émail) et de couleur aboutissant à une augmentation de luminosité  $+L^*$  et une diminution de jaune  $-b^*$ .

La diminution du spectre jaune  $-b^*$  va avoir un rôle majeur dans le résultat final obtenu<sup>(45)</sup>. De plus, la dentine, de par sa désaturation<sup>(39)</sup>, va sur une période plus longue aboutir à une diminution de  $-a^*$  et  $-b^*$ . Cette modification colorimétrique tardive concourra au succès de l'éclaircissement notamment dans les zones cervicales où l'émail se trouve en faible quantité.

Les méthodes instrumentales de relevé colorimétrique sont plus fiables que la méthode visuelle classique par teintiers (accessoirisées ou non d'un dispositif de lumière calibrée)<sup>(46,47)</sup>. Même si le degré d'expertise du praticien influe sur la fiabilité et la reproductibilité de l'enregistrement correcte de la couleur par méthode visuelle, il est intéressant de rappeler que les méthodes numériques leur seront toujours supérieures et ce même chez le praticien novice<sup>(48)</sup>.

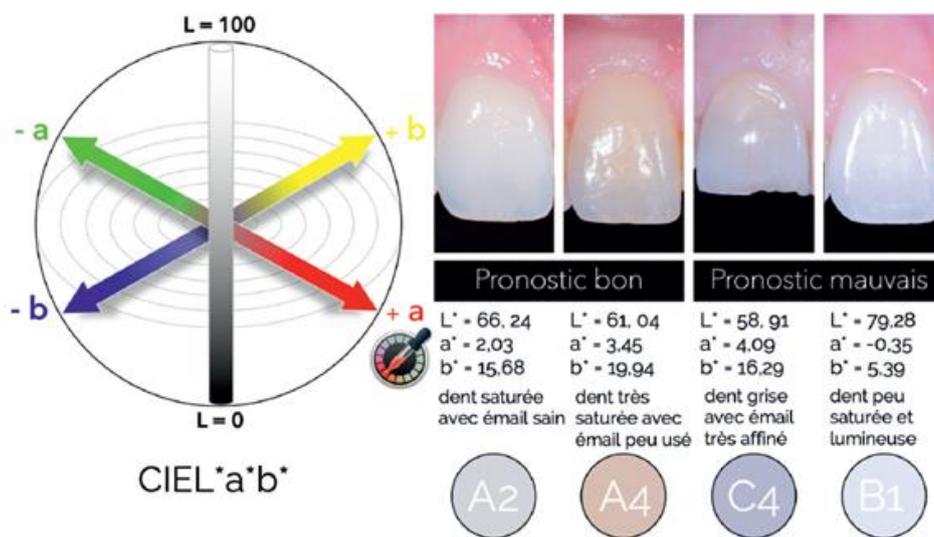
Ces valeurs peuvent être directement corrélées si besoin à un référentiel VITA plus volontiers connu et usités par les chirurgiens-dentistes<sup>(49)</sup>. Ainsi la couleur initiale peut aisément être notifiée au sein du dossier médical et objectivée auprès du patient à l'aide d'un cliché photographique couplé à l'échantillon du teintier désigné.

Les valeurs  $L^*a^*b^*$  d'une dent naturelle varient avant éclaircissement de  $58,7 < L^* < 88,7$  ;  $-3,6 < a^* < 7$  ;  $3,7 < b^* < 37,3$ <sup>(50)</sup>.

Si  $b^*$  épouse initialement une valeur haute, le pronostic sera bon et d'autant plus favorable que  $L^*$  est élevé (dent initialement lumineuse mais jaunâtre) ou faible mais en présence d'un émail en quantité suffisante (dent initialement peu lumineuse et jaune). Dans le cas contraire si  $b^*$  est faible et  $L^*$  faible avec un émail fin ou inexistant (cas fréquemment rencontré chez la personne âgée), le pronostic est

relativement défavorable. L'âge est corrélé à l'efficacité du traitement (notamment en raison des modifications quantitatives amélo-dentaires au cours du vieillissement)<sup>(51)</sup>. Ainsi, la durée d'éclaircissement va varier de 2-3 semaines chez le patient jeune à 4-6 semaines chez le patient âgé. De plus, connaître les valeurs  $L^*a^*b^*$  permet d'écarter les demandes fantaisistes des patients voulant obtenir une couleur inatteignable de dents déjà naturellement claires ou déjà préalablement éclaircies (un  $b^*$  minimal couplé à  $L^*$  maximal)<sup>(51)</sup>.

\*La paternité du concept de prédictibilité des résultats d'éclaircissement à travers les données numériques  $L^*a^*b^*$  présentés dans ce manuscrit ainsi que dans l'article intitulé « L'éclaircissement ambulatoire sous le prisme du numérique : suivi des résultats cliniques » revient au Dr JP ATTAL (communication orale « Les 10 ans de GRF » (Groupe Raphael Formation, avril 2018)).



**Figure 5.** Illustration de l'espace colorimétrique CIEL\*a\*b\* avec 4 exemples de couleurs dentaires aux pronostics d'efficacité d'éclaircissement associés.

D'autre part divers modèles de prédiction colorimétrique exploitant les valeurs  $L^*a^*b^*$  ont été proposés dans la littérature<sup>(52-54)</sup>.

L'évolution dans le temps des paramètres de couleur d'une dent en cours d'éclaircissement peut parfois s'avérer subtile. Pour cette raison, les chercheurs reconnaissent la nécessité d'employer des méthodes de mesure sensibles et objectives dans le suivi de l'efficacité des produits d'éclaircissement<sup>(55)</sup>. Si les modifications amélaire surviennent rapidement, celles dentinaires sont plus tardives, en conséquence la stagnation de ( $b$ ) peut être considérée comme un « marqueur seuil » de l'éclaircissement maximal dentaire (période au-delà de laquelle la dent ne peut plus s'éclaircir) et venir marquer la fin du traitement.

Pour les raisons identiques au relevé initial, les données numériques permettent de mettre en avant l'efficacité d'éclaircissement obtenue en fin de traitement ( $+\Delta L^*$ ,  $-\Delta a^*$ ,  $-\Delta b^*$ ) et être notifiées au sein du dossier médical. La comparaison de la couleur du teintier Vita correspondante avec celle initiale vient conforter le patient dans le succès de la thérapeutique.

### 3. Protocole

#### a) Présentation d'un protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré

Pour l'ensemble des critères énoncés au cours de la première partie de ce travail, l'option thérapeutique la plus sûre et la plus reproductible vers laquelle porter son choix, en l'absence de contre-indication, est la méthode ambulatoire. Ainsi, deux possibilités sont envisageables : le port de gouttières diurne ou nocturne.

Pour des raisons évidentes, le port diurne est effectué sur un laps de temps court (allant d'une à deux heures par jour). Plusieurs options sont ici aussi possibles. Il nécessite soit l'emploi d'un gel frais de PdH à 6% sur une durée classique de deux semaines, soit l'utilisation d'un gel de PdC à 10% sur une durée plus longue (trois semaines sont dès lors souhaitables)\*. Certains fabricants justifient cette différence de durée par le fait que la PdH frais produit des résultats plus rapides que le PdC, celui-ci devant se décomposer en urée et en PdH avant d'être efficace<sup>(56)</sup>.

*\*les durées en semaines sont données à titre indicatif dans le cadre d'un éclaircissement chez un jeune adulte exempt de dyschromies sévères médicamenteuses avec un émail non affiné par des phénomènes d'usure.*

La littérature considère l'utilisation du PdH ainsi que celle du PdC efficace dans l'éclaircissement diurne<sup>(57)</sup>. Ainsi, un gel frais de PdH avec une faible concentration permet d'obtenir en journée un éclaircissement probant. Cependant, même si l'occurrence et l'intensité de sensibilités ou d'autres effets secondaires restent faibles, elles s'avèrent malgré tout plus fréquentes par rapport au gel de PdC à 10%<sup>(58,59)</sup>.

Le port d'une gouttière nocturne chargée en gel de PdC à 10% correspond au protocole classiquement recommandé. L'utilisation d'une concentration supérieure à 10% de PdC, quand bien même elle resterait dans le cadre de la loi, n'est pas souhaitable. En effet, si les avantages sont minimes (l'obtention dans un laps de temps légèrement plus court du point maximal d'éclaircissement dentaire), la survenue d'effets indésirables augmente quant à elle significativement<sup>(60)</sup>. Rappelons que l'incorporation d'agents désensibilisants (tels le nitrate de potassium ou le fluorure de sodium) au sein même de la composition du gel d'éclaircissement peut dans une certaine mesure prévenir la survenue de sensibilité dentaire<sup>(31)</sup> mais leur efficacité réelle reste extrêmement controversée<sup>(32,33)</sup>. Il s'avère donc nécessaire pour le praticien d'éviter l'apparition de sensibilités chez le patient grâce à un protocole calibré en supervisant les paramètres que sont la concentration et le temps de port de la gouttière. Le suivi par un professionnel de santé apparaît donc comme essentiel pour le bon déroulement de cette thérapeutique.

L'application classique (8 heures de port nocturne) d'une gouttière chargée à 10% de PdC donnera des résultats d'éclaircissement plus rapides par rapport à un nombre d'heures inférieur, cependant diminuer le nombre d'heures de port diminue de par la même l'apparition de sensibilités et de douleurs<sup>(8)</sup>. Il a été démontré que l'activité du PdC diminuait amplement au-delà de la 1ère heure d'application. Par exemple, Matis et al. obtinrent les résultats suivants au cours de leur étude portant sur l'évaluation du temps de dégradation in vivo du PdC : 87% du PdC était encore disponible à 15 secondes contre seulement 10% à 10 heures<sup>(61)</sup>.

Dès lors, il semble cohérent de pouvoir moduler le nombre d'heures de port de la gouttière sans pour autant nuire aux résultats finaux obtenus. Chaque patient possède un risque de développer des sensibilités qui lui est propre et qui reste non prédictible. Le professionnel de santé, aussi expérimenté qu'il soit, ne pourra donc pas anticiper ce risque. Par conséquent, le Dr Attal proposa un temps de port personnalisé, à adapter au cas par cas<sup>(62)</sup>.

Ce protocole « sur-mesure » suit des recommandations de bon sens en procédant par « palier ». En effet, il est proposé au patient de porter initialement la gouttière sur 1h puis d'augmenter la durée suivante sur 3h s'il ne rencontre aucun effet secondaire. Ensuite, en l'absence de sensibilités rencontrées en ce deuxième palier, le port est prolongé sur la totalité d'une nuit. Dans le cas de figure où une sensibilité fait son apparition, le patient retourne au « palier de confort » précédent.

## b) Application clinique

Une patiente de 25 ans désire améliorer la couleur de son sourire. (Fig 6)



**Figure 6.** La situation initiale montre un sourire aux proportions harmonieuses, avec une canine à la couleur hautement saturée naturellement

La couleur initiale est enregistrée à l'aide de l'Easy-Shade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Allemagne). Parmi les spectrophotomètres commercialisés en France, l'Easy-Shade profite d'une solide réputation quant à sa fiabilité de mesures relayée par de nombreuses publications au sein de la littérature (celle-ci étant comprise entre 92 à 96%)<sup>(45,46)</sup>.

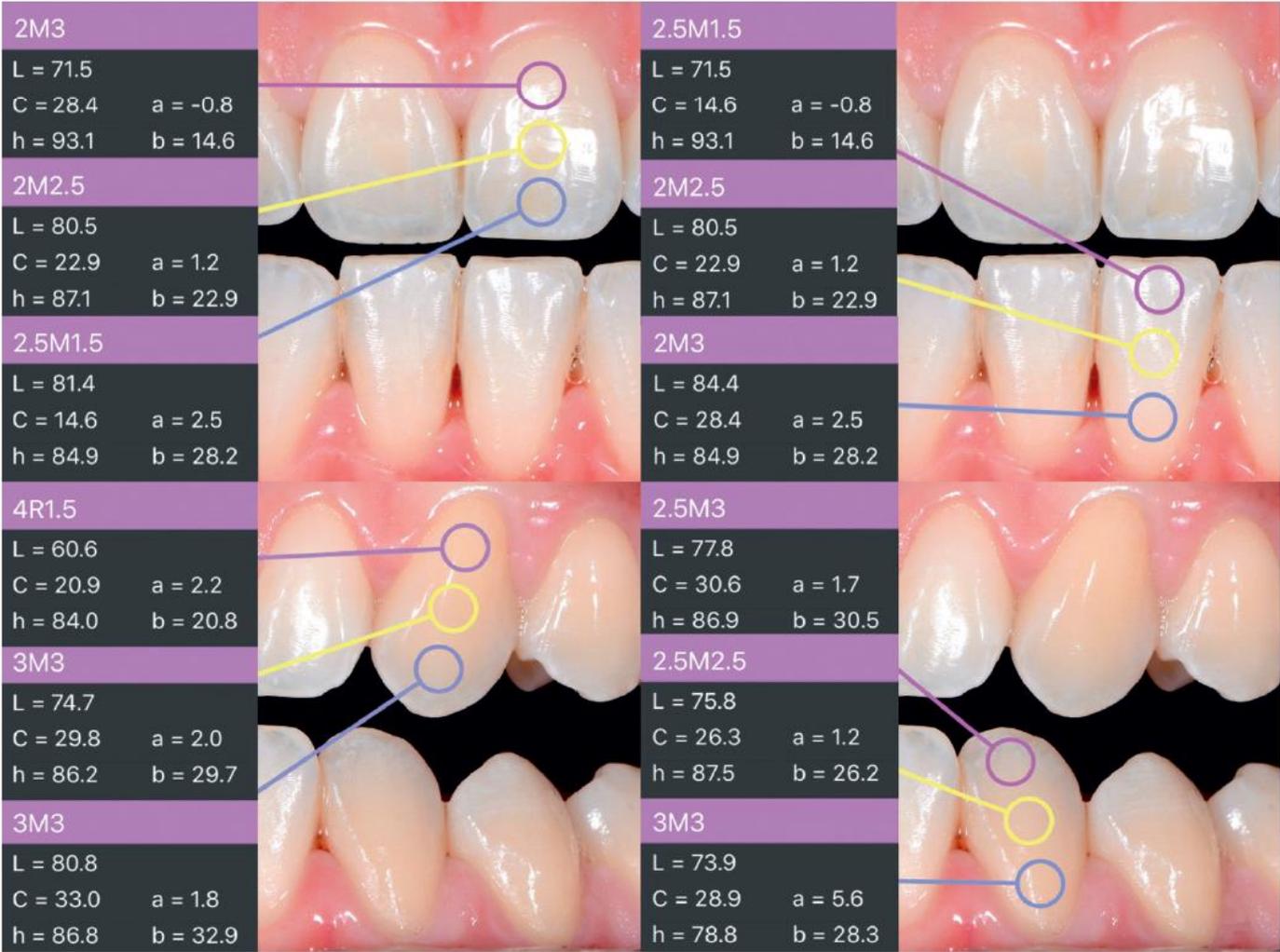
La couleur initiale est enregistrée à l'aide de l'Easy-Shade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Allemagne). Parmi les spectrophotomètres commercialisés en France, l'Easy-Shade profite d'une solide réputation quant à sa fiabilité de mesures relayée par de nombreuses publications au sein de la littérature (celle-ci étant comprise entre 92 à 96%)<sup>(45,46)</sup>.

Le relevé colorimétrique est effectué en 3 points coronaires (zones cervicale, médiane et incisale) à la fois sur l'incisive centrale et la canine. (Fig. 7)



**Figure 7.** Enregistrement en 3 points de la couleur dentaire par l'Easyshade® V (VITA).

Les valeurs L\*a\*b\* indiquent un pronostic favorable d'éclaircissement chez un patient jeune présentant un émail sain. (Fig.8)



**Figure 8.** Données L\*a\*b\* initiales des incisives centrales et canines maxillaires/ mandibulaires (images issues du logiciel VITA Mobile Assist®).

La situation initiale est enregistrée par clichés photographiques couplés aux teintiers de référence VITA 3D-Master désignés par l'EasyShade avec et sans filtres polarisants Polar\_eyes™ (Emulation, Francfort, Allemagne). (Fig.9-10)



**Figure 9.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master (VITA) 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® (Emulation) de l'incisive centrale supérieure.

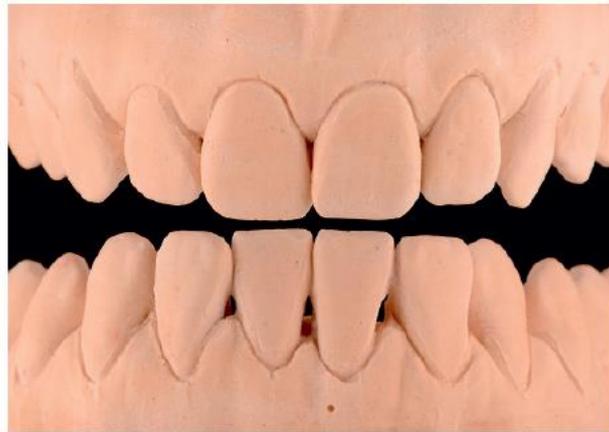


**Figure 10.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master® 3M3, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de la canine supérieure.

Les données numériques orientent vers une méthode ambulatoire d'une durée classique de 2 semaines. Une fois les empreintes réalisées à l'aide d'un matériau alginate, des gouttières sont réalisées sur les modèles issus en plâtre. (Fig.11-16)



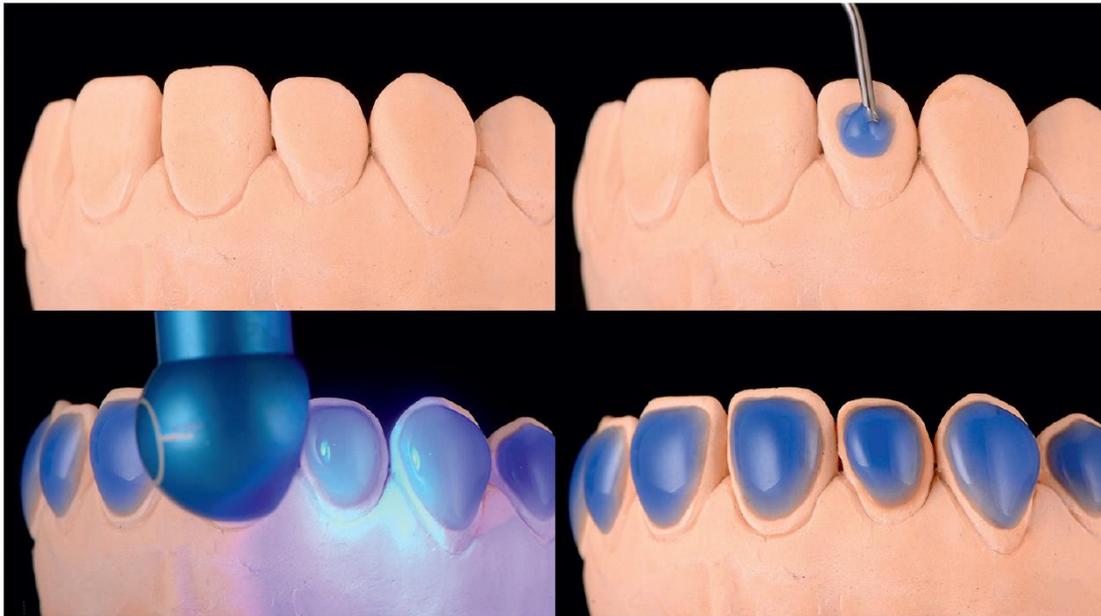
**Figure 11.** Arcades maxillaire et mandibulaire.



**Figure 12.** Modèles en plâtre issu des empreintes.



**Figure 13.** Modèles en plâtre avec emplacement des réservoirs.



**Figure 14.** Le placement des réservoirs s'effectue dent par dent, en laissant 1 mm de part et d'autre du cadre vestibulaire, à l'aide d'une résine photopolymérisable Ena White® Dam (Micerium SpA, Bisico).

La littérature semble indiquer une absence d'efficacité prouvée de ce type de réservoirs<sup>(63,64)</sup>. Néanmoins, les résultats obtenus semblent supérieurs en présence de ces derniers selon BA Matis et al.<sup>(65)</sup> et leur utilisation serait notamment recommandée lors de l'utilisation de gel épais à forte viscosité<sup>(9)</sup>.



**Figure 15.** Thermoformage de la gouttière avec une plaque Eva Soft Fine® 1 mm par une thermoformeuse Easy Vac-Plus Gold® (Bisico).



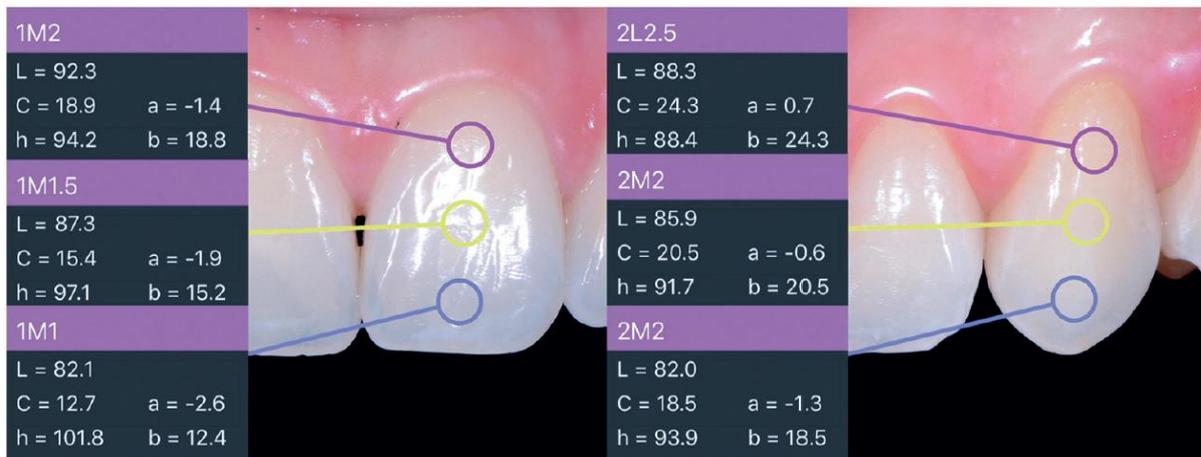
**Figure 16.** La gouttière peut être découpée au scalpel ou aux ciseaux aux collets des dents (cela entraîne moins de risque de sensibilité gingivale mais aussi une moins bonne rétention), ou bien on peut engager un bandeau d'environ 2-3 mm au-delà des collets pour favoriser un phénomène de coaptation de la gouttière<sup>(9)</sup>.

Afin de pouvoir obtenir auprès de la patiente un impact psychologique plus probant et d'avérer l'efficacité des deux alternatives ambulatoires, il est décidé d'éclaircir l'arcade maxillaire et mandibulaire séparément dans le temps. L'arcade maxillaire est traitée à l'aide d'un gel PdC 10% A-Smile® CP (Bisico, Lançon de Provence, France) en port nocturne et l'arcade mandibulaire à l'aide d'un gel PdH 6% A-Smile® HP. (Fig. 18)



**Figure 17.** Les seringues ASmile® CP 10% et ASmile® HP 6% (Bisico) possèdent un pH neutre et contiennent du nitrate de potassium, dans le but de désensibiliser les dents, et du fluorure de sodium en tant que reminéralisant dentaire.

Le traitement débute par l'arcade supérieure. Après avoir reçu les conseils de port personnalisé (PdC 10% 1 heure, puis 3 heures, puis nuit complète) et de diète, la patiente est suivie à une semaine. Aucune sensibilité n'est décrite et l'évolution de l'éclaircissement est enregistrée de manière identique à la situation initiale. (Fig.19) En l'absence de la survenue d'effet secondaire, il est décidé de poursuivre sur une semaine l'éclaircissement avec un port de gouttière chargé en A-Smile® CP d'une nuit complète.



**Figure 18.** Couleurs et données numériques L\*a\*b\* obtenues au maxillaire à une semaine d'utilisation de A-Smile® CP 10 %.

Le traitement de l'arcade mandibulaire est réalisé secondairement. Après avoir reçu de nouveau les conseils de port personnalisé (HdP 6% ½ heure, puis 1 heure, puis 2 heures) et de diète la patiente est suivie à une semaine. Aucune sensibilité n'est décrite et l'évolution de l'éclaircissement est enregistrée de manière identique à la situation initiale. (Fig.20) En l'absence de la survenue d'effet secondaire, il est décidé de poursuivre sur une semaine l'éclaircissement avec un port diurne de gouttière chargée en A-Smile® HP sur une durée de 2 heures.

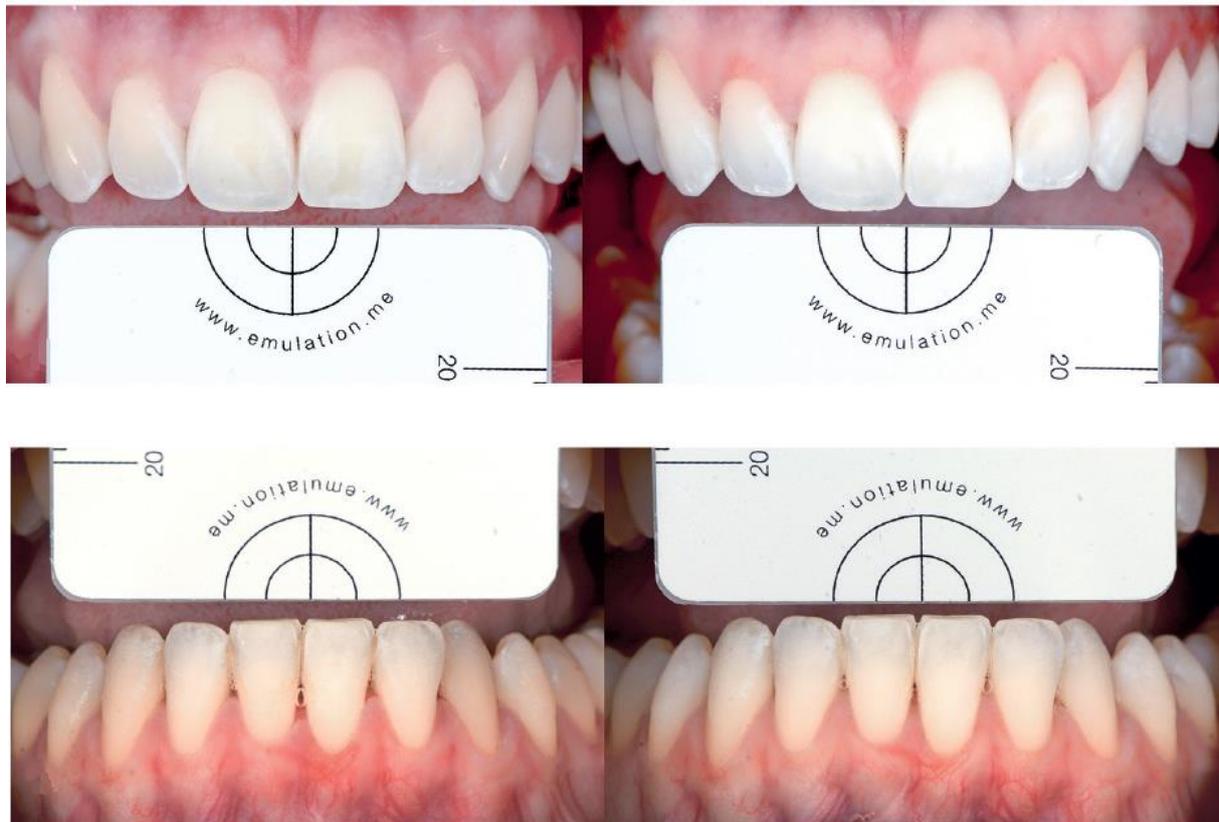


**Figure 19.** Couleurs et données numériques L\*a\*b\* obtenues à la mandibule à une semaine d'utilisation de A-Smile® HP 6%.

Le traitement a donc nécessité successivement une méthode ambulatoire de deux semaines par arcade. L'entière satisfaction des résultats obtenus et le renforcement psychologique de l'adhésion au traitement par la patiente ont ainsi pu être ainsi recueilli à mi-parcours grâce à la comparaison facilitée de la couleur d'origine mandibulaire par rapport à la couleur modifiée maxillaire. (Fig.21 et 22) Le résultat final est confirmé par la prise de mesures enregistrées numériquement et la réalisation de clichés photographiques. (Fig.23-29)



**Figure 20 et 21.** Comparaison de l'arcade maxillaire traitée par éclaircissement dentaire par rapport à la couleur d'origine de l'arcade.

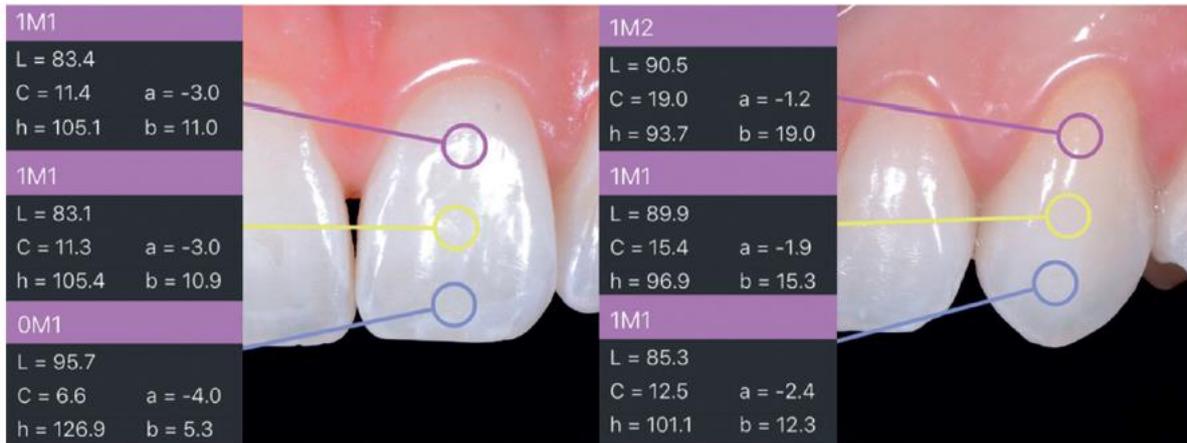


**Figures 22 et 23.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibré par Adobe Photoshop®.

L'exploitation de clichés en lumière croisée-polarisée calibrée à l'aide d'une carte de gris neutre représente une alternative intéressante à l'utilisation de spectrophotomètre dans l'enregistrement

des valeurs  $L^*a^*b^*$ <sup>(62)</sup>. Cette méthode est hautement reproductible d'une visite à l'autre et trouve toute sa pertinence dans le suivi des éclaircissements dentaires<sup>(63)</sup>.

Voici les données numériques  $L^*a^*b^*$  à deux semaines de traitement d'éclaircissement dentaire.



**Figure 24.** Couleurs obtenues au niveau de l'arcade maxillaire.



**Figure 25.** Couleurs obtenues au niveau de l'arcade mandibulaire.



**Figure 26.** Vues du sourire avant/après.



**Figure 27.** Vues intra-buccales avant/après.



**Figure 28.** Portraits avant/après.

#### 4. Résultats cliniques discussion

Les résultats obtenus sont en corrélation avec le pronostic énoncé lors de la mesure des valeurs  $L^*a^*b^*$  pré-opératoires. Rappelons qu'initialement la patiente présentait une valeur haute de  $b^*$  indiquant une quantité importante de nuances de jaune. Au maxillaire, ces valeurs étaient croissantes en partant du collet au bord libre incisif ou à la pointe cuspidienne canine. Tandis qu'à la mandibule ces valeurs croissaient dans le sens inverse (du bord incisif et de la pointe canine jusqu'au collet). La valeur de  $L^*$  était également relativement élevée, indiquant une dent lumineuse. Ceci particulièrement au niveau du bord libre incisal et de la pointe cuspidienne canine, où l'émail est présent en plus grande quantité et est, en l'occurrence, épais et jeune. (Voir Fig. 9, page 24). Pour les résultats suivants, la moyenne des 3 valeurs de  $L^*$ ,  $a^*$  et  $b^*$  a été calculée pour chaque dent afin d'obtenir une valeur globale par dent.

	Valeur de $L^*$	Valeur de $a^*$	Valeur de $b^*$
Avant éclaircissement (T0)	$L^*0 = 77,8$	$a^*0 = 0,96$	$b^*0 = 21,9$
A 1 semaine (T1)	$L^*1 = 87,16$	$a^*1 = - 1,96$	$b^*1 = 15,46$
A 2 semaines (T2)	$L^*2 = 87,4$	$a^*2 = - 3,33$	$b^*2 = 9,06$

**Figure 29.** Tableau de valeurs à T0,T1 et T2 pour l'incisive centrale maxillaire.

	Valeur de $L^*$	Valeur de $a^*$	Valeur de $b^*$
Avant éclaircissement (T0)	$L^*0 = 78,8$	$a^*0 = 2,9$	$b^*0 = 21,9$
A 1 semaine (T1)	$L^*1 = 85,6$	$a^*1 = 0,8$	$b^*1 = 19,43$
A 2 semaines (T2)	$L^*2 = 86,9$	$a^*2 = -1$	$b^*2 = 17,06$

**Figure 30.** Tableau de valeurs à T0,T1 et T2 pour l'incisive mandibulaire.

	Valeur de $L^*$	Valeur de $a^*$	Valeur de $b^*$
Avant éclaircissement (T0)	$L^*0 = 72,03$	$a^*0 = 2$	$b^*0 = 27,8$
A 1 semaine (T1)	$L^*1 = 85,4$	$a^*1 = -1,2$	$b^*1 = 21,1$
A 2 semaines (T2)	$L^*2 = 88,56$	$a^*2 = -5,5$	$b^*2 = 15,53$

**Figure 31.** Tableau de valeurs à T0, T1 et T2 pour la canine maxillaire.

	Valeur de L*	Valeur de a*	Valeur de b*
Avant éclaircissement (T0)	L*0 = 75,83	a*0 = 8,5	b*0 = 28,3
A 1 semaine (T1)	L*1 = 84,5	a*1 = 1,06	b*1 = 25,23
A 2 semaines (T2)	L*2 = 87,33	a*2 = -0,9	b*2 = 17,46

**Figure 32.** Tableau de valeurs à T0,T1 et T2 pour la canine mandibulaire.

Pour toutes les dents étudiées, on observe qu'au fil du temps la valeur L\* a considérablement augmenté. Par exemple, on obtient  $+\Delta L^* = 9,36$  à 1 semaine d'éclaircissement pour l'incisive centrale maxillaire. Néanmoins, la luminosité est sensiblement la même à 2 semaines puisque  $L1^* = 87,16$ ,  $L2^* = 87,4$  ainsi  $+\Delta L^* = 9,6$ , cette dernière n'a donc que très peu augmenté. A noter que ce phénomène est également observable pour l'incisive mandibulaire et les canines maxillaire et mandibulaire. En fait, L\* reflète la réponse amélaire à l'éclaircissement, or, l'émail demeure la première structure dentaire à réagir à l'action du PdH ; c'est pourquoi on approche la valeur maximale dès 1 semaine d'éclaircissement. En l'occurrence, l'émail dentaire de la patiente a très bien réagi à l'éclaircissement et ses dents en sont donc bien plus lumineuses.

Ensuite, les valeurs de a\* étaient notamment élevées à la mandibule, atteignant 8,5 initialement pour la canine mandibulaire. Elles diminuent considérablement au cours de l'éclaircissement. De plus, les valeurs de b\* étaient initialement importantes, et ce, d'autant plus concernant les canines maxillaire et mandibulaire. En effet, la patiente présentait des dents lumineuses mais très saturées, paraissant relativement « jaunes » à notre œil. Ces valeurs ont notamment diminué de manière progressive au cours de cet éclaircissement ambulatoire.

Ainsi, les modifications de ces deux paramètres confirment le fait que la réponse dentinaire survient plus tardivement par rapport à celle de l'émail sus-jacent. La désaturation de cette structure passe par l'oxydation des chromogènes qu'elle contient et par la diminution globale de ses nuances de rouge et de jaune permettant d'obtenir un éclaircissement efficace et homogène en seulement 2 semaines de traitement.

En comparant l'évolution ( $-\Delta b^*$ ) entre les incisives maxillaire et mandibulaire et les canines maxillaire et mandibulaire, on remarque que les dents maxillaires ont nettement mieux réagi à l'éclaircissement que leurs antagonistes mandibulaires. En effet, pour l'incisive maxillaire  $-\Delta b^* = 12,84$  tandis que pour l'incisive mandibulaire on obtient, in fine,  $-\Delta b^* = 4,84$ . De même, pour la canine maxillaire  $-\Delta b^* = 12,27$  alors que  $-\Delta b^* = 10,54$  pour son antagoniste mandibulaire. Cette différence de réponse dentinaire pourrait-elle être expliquée par la différence de protocole et donc de molécule éclaircissante employée ? Le PdC permettrait-il, dans le cadre de ce protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré, d'obtenir une désaturation dentinaire plus efficace que le PdH ?

## IV. Application du protocole avec 10 patients (split mouth)

Au cours de cette partie, seront présentées dix applications cliniques du protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré précédemment présenté et illustré. Ainsi, les cas seront introduits via leurs photographies pré-opératoires, à J0 donc, représentant la situation initiale de chacun d'entre eux. Celles-ci seront comparées avec les photographies post-opératoires prises à 3 semaines de traitement (J+3S), afin de constater l'évolution globale pré et post-éclaircissement de chacun d'entre eux. En parallèle, les données numériques L\*a\*b\* initiales (J0) et finales (J+3S) seront reportées sous forme de tableaux.

Dans un second temps, les réponses au questionnaire de satisfaction distribué aux sept participants seront présentées, ainsi les résultats cliniques obtenus pourront être expliqués et discutés.

### 1. Présentation des cas étudiés et leurs résultats

#### CAS CLINIQUE 1 : SITUATION INITIALE



**Figure 33.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 34 et 35.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master (VITA) 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® (Emulation) de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 36 et 37.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2M2	A2	77,1	0,5	19,6	2M2	B2	83,9	-0,5	18,6

**Figure 38.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### **CAS CLINIQUE 1 : SITUATION FINALE**



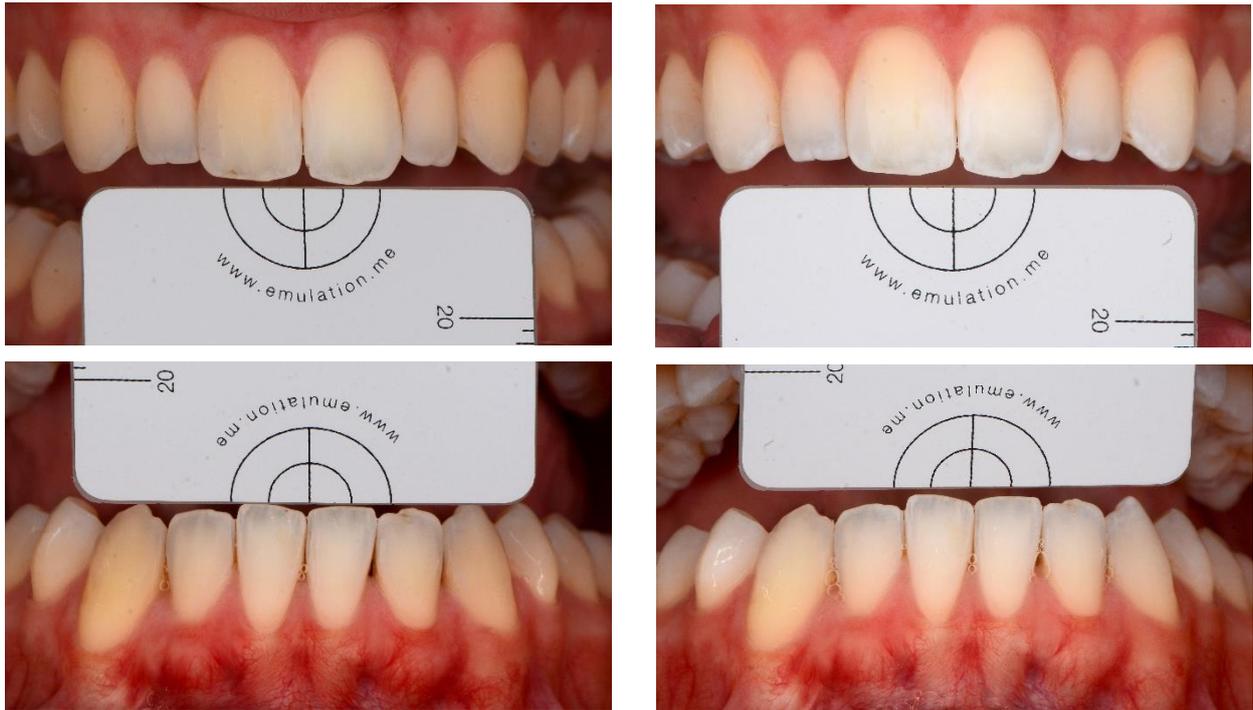
**Figure 39.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 40 et 41.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10 %) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 42 et 43.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 44 et 45.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	A1	82,7	-2,6	13,5	1M1	A1	86,9	-1,8	14,4

**Figure 46.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 2 : SITUATION INITIALE**



**Figure 47.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 48 et 49.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 1M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 50 et 51.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 1M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	A1	85,9	-1,8	15,5	1M2	A1	85,8	-1,1	17,9

**Figure 52.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### **CAS CLINIQUE 2 : SITUATION FINALE**



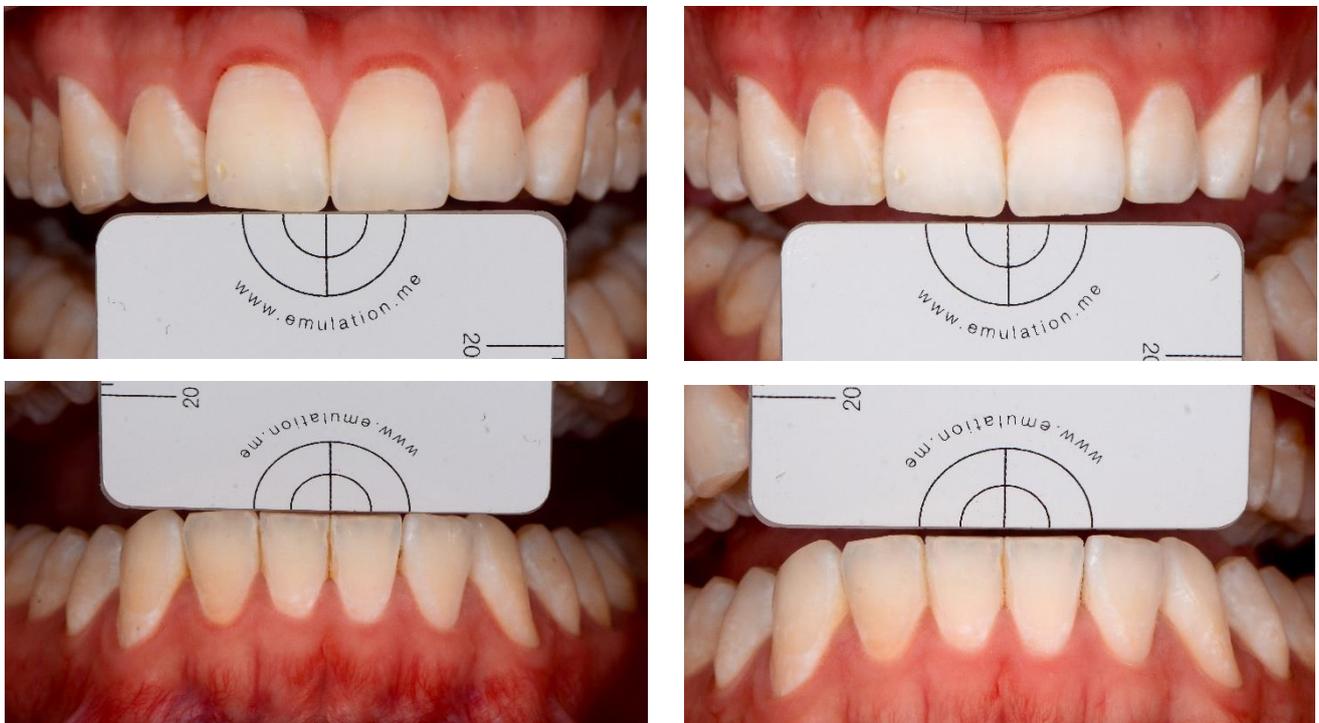
**Figure 53.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 54 et 55.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10 %) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 56 et 57.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 58 et 59.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	B1	87,8	-2,7	11,4	1M1	A1	89,2	-2,2	13,4

**Figure 60.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 3 : SITUATION INITIALE**



**Figure 61.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 62 et 63.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2L1,5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 64 et 65.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 1M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2L1,5	A1	83,5	-1,5	16,4	1M2	A1	85	-1,2	15,7

**Figure 66.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### CAS CLINIQUE 3 : SITUATION FINALE



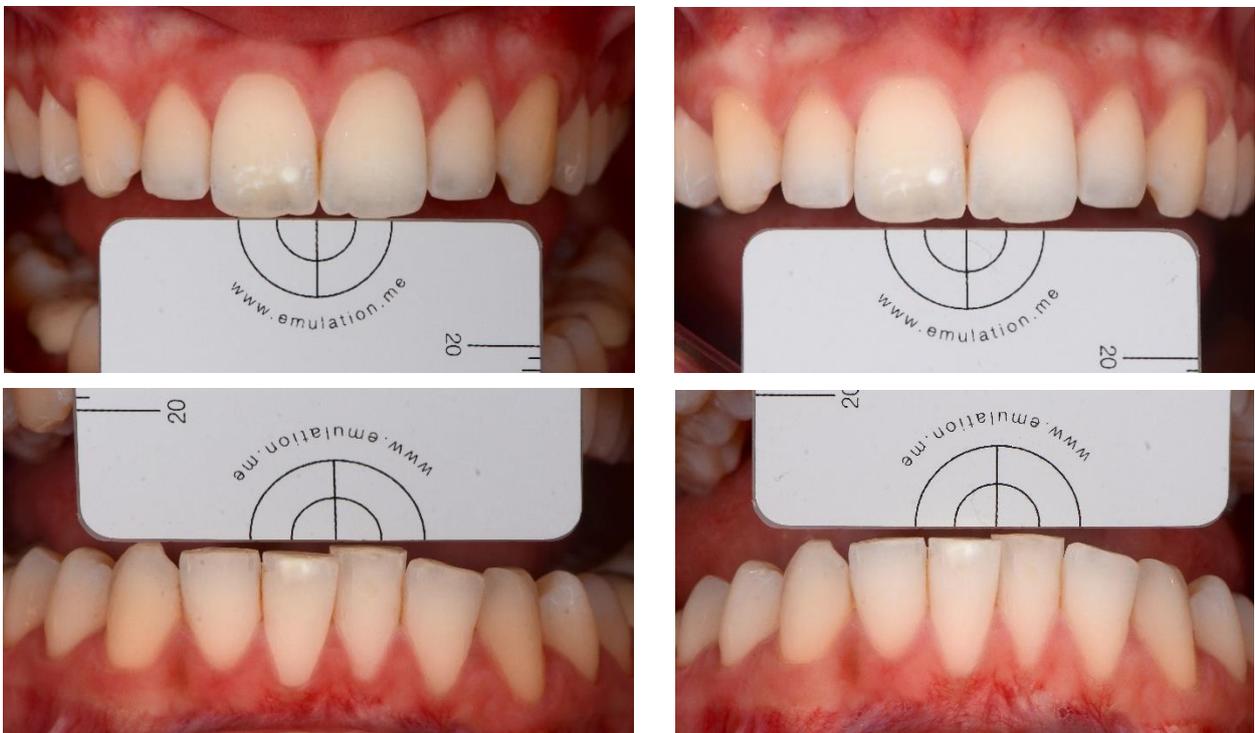
**Figure 67.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 68 et 69.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (ASmile® CP 10 %) avec un teintier 3D-Master (VITA) 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® (Emulation) de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 70 et 71.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 72 et 73.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	B1	88,3	-2,8	12	1M1	B1	90,3	-2,1	13,3

**Figure 74.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 4 : SITUATION INITIALE**



**Figure 75.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 76 et 77.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 4L1,5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 78 et 79.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2R2,5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
4L1.5	C2	71,4	0,5	18,5	2R2.5	A3	77,5	0,9	24,5

**Figure 80.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

#### **CAS CLINIQUE 4 : SITUATION FINALE**



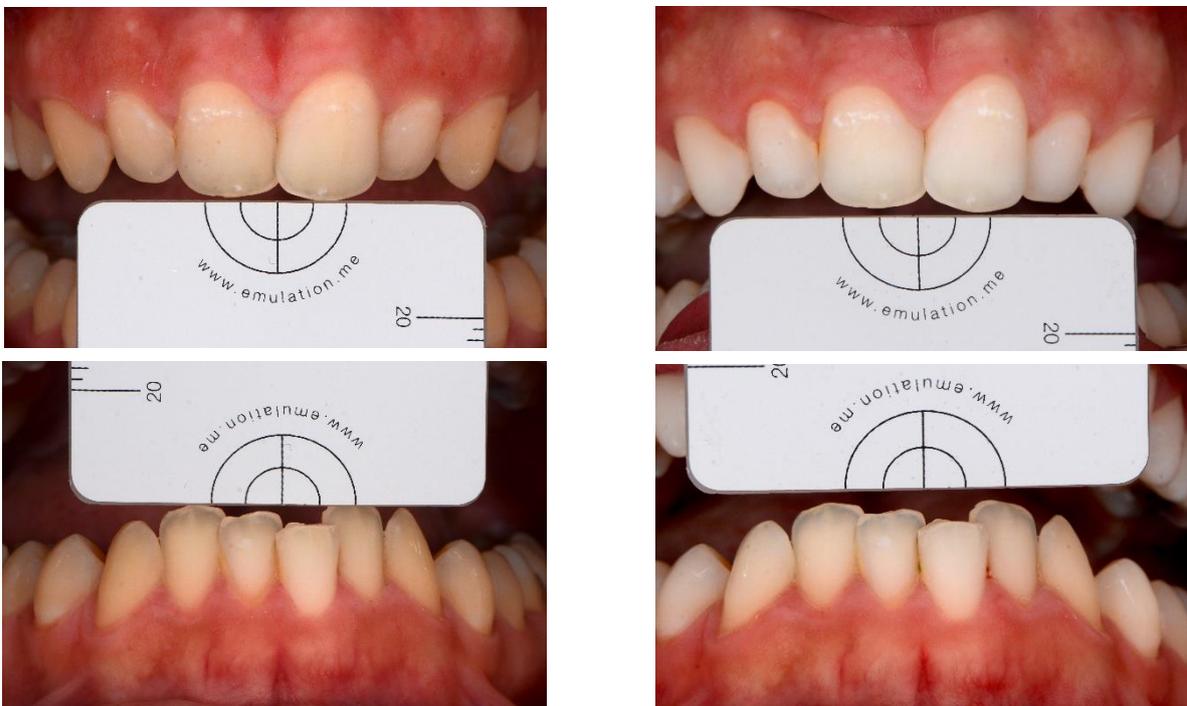
**Figure 81.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 82 et 83.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 2M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 84 et 85.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 86 et 87.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2M1	A1	79,6	-3	11,3	1M1	A1	83,5	-2	13,4

**Figure 88.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 5 : SITUATION INITIALE**



**Figure 89.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 90 et 91.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 92 et 93.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 1M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2M1	A1	82,6	-1,7	13,6	1M2	A1	84,6	-1,4	14,9

**Figure 94.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 5 : SITUATION FINALE**



**Figure 95.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 96 et 97.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 98 et 99.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 100 et 101.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	B1	87	-3	9,9	1M1	B1	87,8	-2,3	12,5

**Figure 102.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 6 : SITUATION INITIALE**



**Figure 103.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 104 et 105.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2R1,5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 106 et 107.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M3, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2R1.5	B2	76,5	-0,8	16,6	2M3	A3	79,5	2,3	29,2

**Figure 108.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

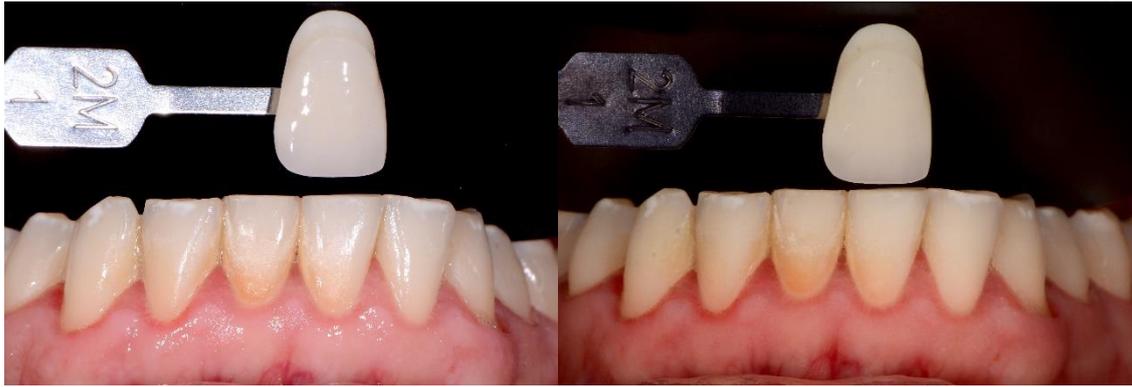
**CAS CLINIQUE 6 : SITUATION FINALE**



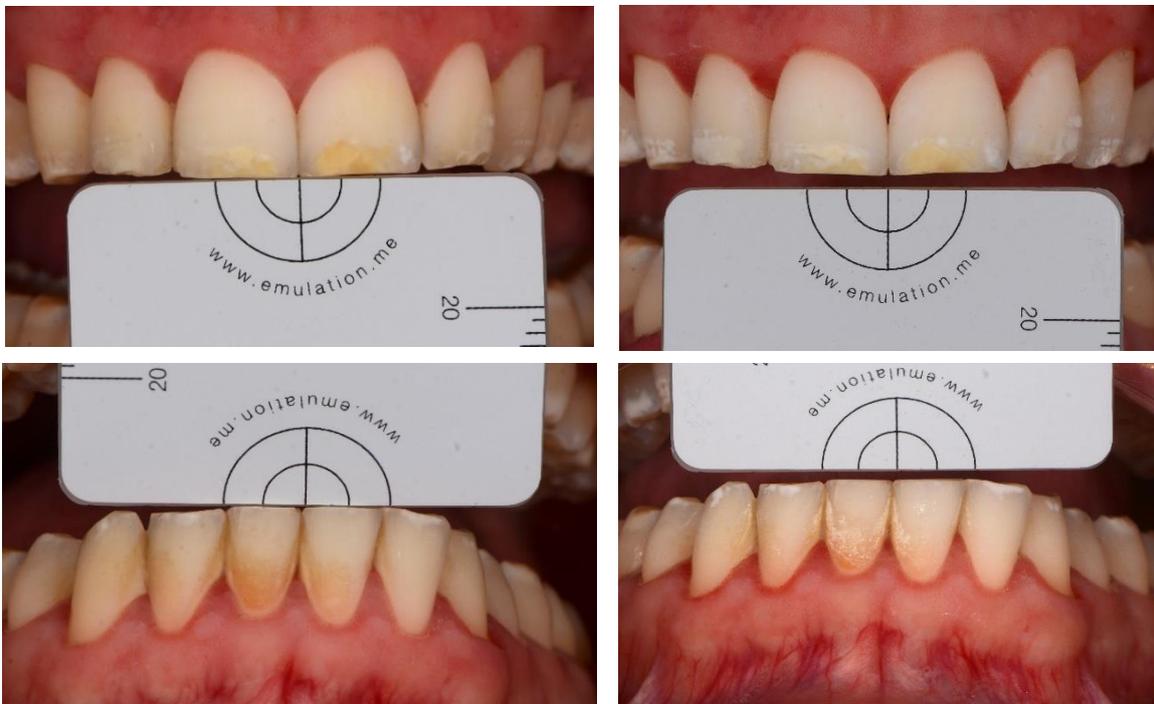
**Figure 109.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 110 et 111.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 112 et 113.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 2M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 114 et 115.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	A1	90,3	-1,7	16,6	2M1	B2	85,5	0	18,9

**Figure 116.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31)

**CAS CLINIQUE 7 : SITUATION INITIALE**



**Figure 117.** Sourire naturel pré-éclaircissement



**Figures 118 et 119.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2L1,5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 120 et 121.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M3, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2L1.5	B2	80,5	-1,4	16	2M3	A3	78,8	1,1	27

**Figure 122.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### **CAS CLINIQUE 7 : SITUATION FINALE**



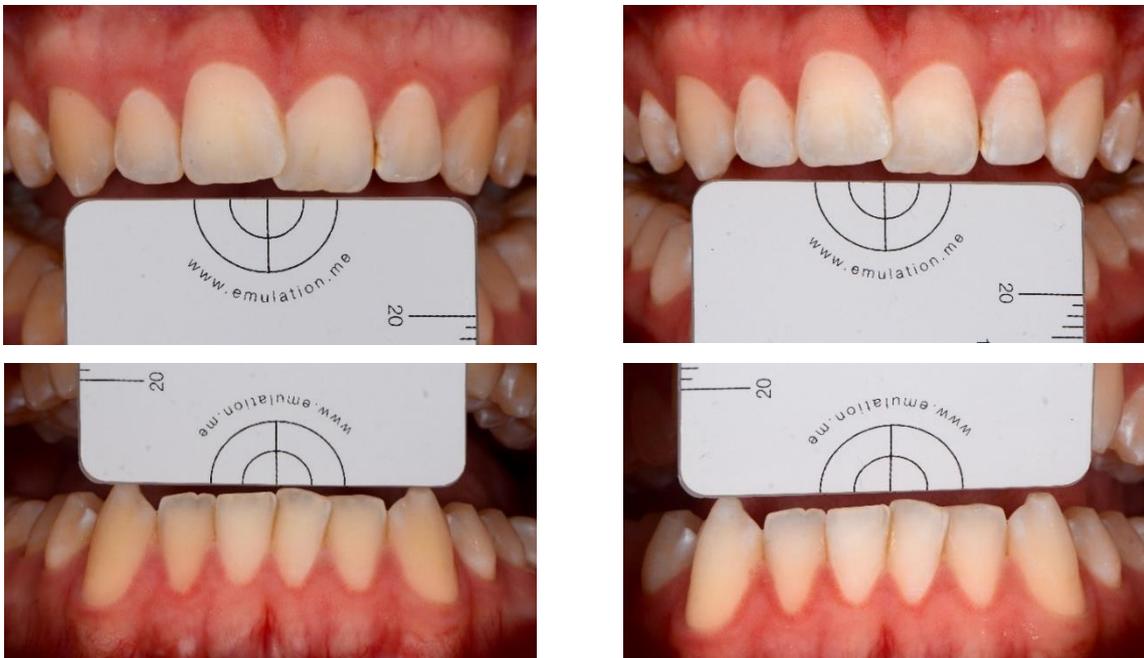
**Figure 123.** Sourire post-éclaircissement.



**Figures 124 et 125.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 2L1.5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 126 et 127.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 128 et 129.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2L1.5	A1	82	-1,6	15,1	2M2	B2	83,9	-1	18,4

**Figure 130.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 8 : SITUATION INITIALE**



**Figure 131.** Sourire nature pré-éclaircissement.



**Figures 132 et 133.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2R1.5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 134 et 135.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2R1.5, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2R1.5	B2	79,5	0,2	19,2	2R1.5	A2	78,4	0,9	17,1

**Figure 136.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### **CAS CLINIQUE 8 : SITUATION FINALE**



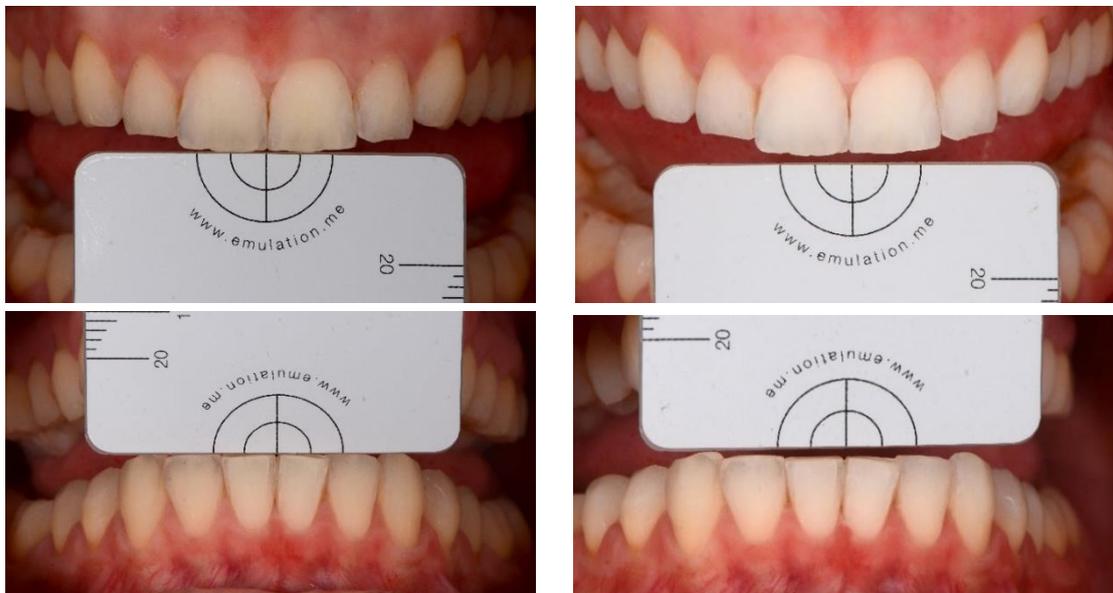
**Figure 137.** Sourire naturel post-éclaircissement.



**Figures 138 et 139.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 140 et 141.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® HP 6%) avec un teintier 3D-Master 1M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 142 et 143.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	B1	84,7	-2,8	11	1M1	A1	84,9	-1,7	14,2

**Figure 144.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 9 : SITUATION INITIALE**



**Figure 145.** Sourire naturel pré-éclaircissement.



**Figures 146 et 147.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 148 et 149.** Clichés photographiques de la couleur initiale avec un teintier 3D-Master 2M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2M2.5	A3	77,8	-0,96	22,9	2M2	A2	78,8	-0,8	21,9

**Figure 150.** Données L\*a\*b\*initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

### CAS CLINIQUE 9 : SITUATION FINALE



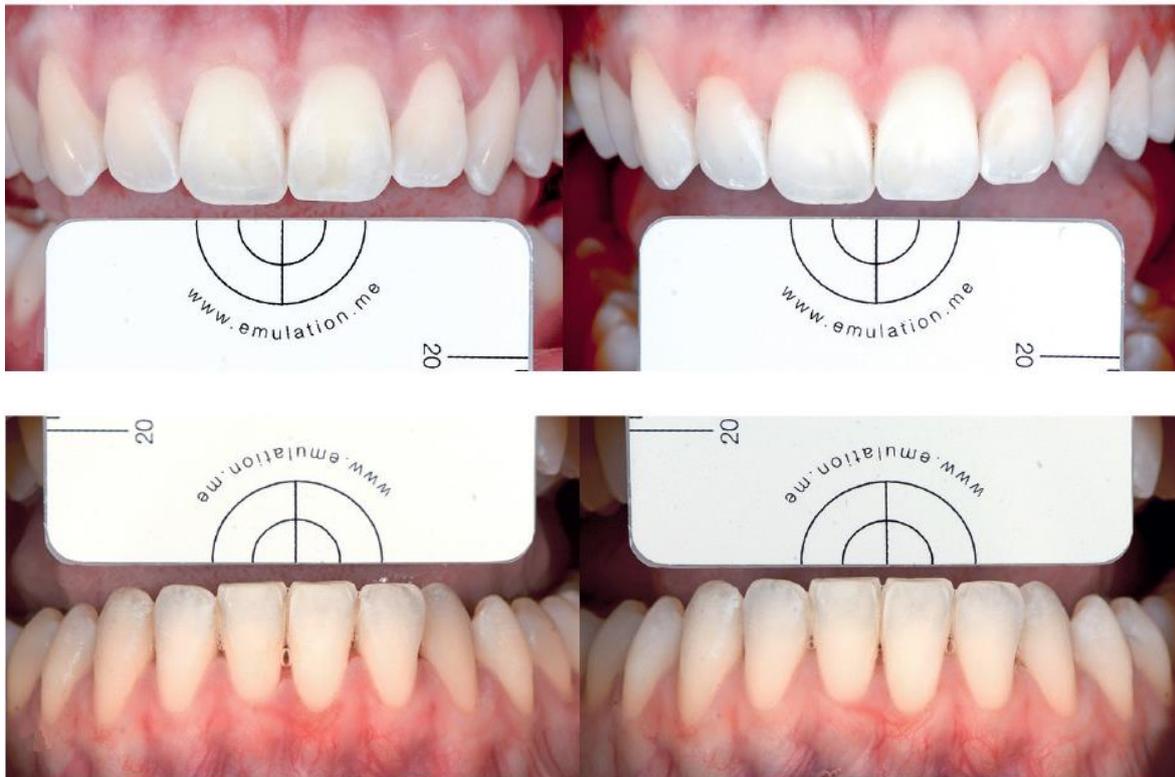
**Figure 151.** Sourire naturel post-éclaircissement.



**Figures 152 et 153.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 0M1, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale supérieure.



**Figures 154 et 155.** Clichés photographiques de la couleur finale obtenue après 3 semaines d'éclaircissement (A-Smile® CP 10%) avec un teintier 3D-Master 1M2, avec et sans lumière croisée-polarisée au Polar\_eyes® de l'incisive centrale inférieure.



**Figures 156 et 157.** Comparaison avant/après éclaircissement de deux clichés en lumière croisée-polarisée à l'espace colorimétrique calibrée par Adobe Photoshop®.

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	B1	87,4	-3,33	10,9	1M2	A1	86,9	-1,3	17,06

**Figure 158.** Données L\*a\*b\* finale de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

**CAS CLINIQUE 10**

Teinte initiale Maxillaire (21)					Teinte initiale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
2M2	A2	75,4	0,3	18,2	2M2	A3	79,5	0,9	21,8

**Figure 159.** Données L\*a\*b\* initiales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

Teinte finale Maxillaire (21)					Teinte finale Mandibulaire (31)				
VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*	VITA 3DMaster	VITA Classical	L*	a*	b*
1M1	A1	82,7	-2,6	13,5	1M1	A1	86,9	-1,8	14,4

**Figure 160.** Données L\*a\*b\* finales de l'incisive centrale maxillaire gauche (21) et de l'incisive centrale mandibulaire gauche (31).

## 2. Questionnaire de satisfaction et résultats

### a) Questionnaire de satisfaction

#### **QUESTIONNAIRE DE SATISFACTION**

Veillez répondre, s'il vous plaît, aux questions suivantes à la fin de votre expérience d'éclaircissement ambulatoire. Merci de votre participation.

#### **1- Quelle méthode vous a été plus confortable ?**

A- Le peroxyde carbamide à port nocturne, sur un laps de temps plus long.

B- Le peroxyde d'hydrogène à port diurne, sur un laps de temps plus court.

#### **2- Opteriez-vous préférentiellement pour quelle méthode et pour quelle(s) raison(s) ?**

.....  
.....  
.....

#### **3- Globalement, êtes-vous satisfait de votre éclaircissement ?**

A- Oui.

B- Moyennement, car : .....

C- Non, car : .....

#### **4- Remarquez-vous une différence d'éclaircissement entre les arcades maxillaire et mandibulaire ?**

.....

#### **5- Les informations et les conseils que l'on vous a donné lors de la délivrance des gouttières et des produits ont-ils été suffisant ?**

A- Oui, je n'ai pas eu à contacter Claire durant les 3 semaines d'éclaircissement.

B- Moyennement, j'ai eu quelques questions à poser à Claire durant les 3 semaines d'éclaircissement.

C- Non, j'étais totalement perdu(e).

**6- Globalement, avez-vous eu des sensibilités au cours de votre éclaircissement ?**

A- Oui, durant les 3 semaines.

B- Oui, au début mais cela s'est estompé.

C- Non.

**7- Ces sensibilités sont apparues selon quelle méthode ?**

A- Au maxillaire uniquement, avec le peroxyde de carbamide.

B- A la mandibule uniquement, avec le peroxyde d'hydrogène.

C- Les deux.

Précisez ici si ces sensibilités étaient égales, ou pas, selon les deux méthodes :

.....

**8- Sur une échelle de 0 à 10 (0 équivalent à "aucune sensibilité" - 10 équivalent à "sensibilité insupportable), à combien quantifieriez-vous les sensibilités ressenties ? : .....**

**9- Ces sensibilités se sont-elles, au cours de votre éclaircissement, transformées en douleurs ?**

A- Oui.

B- Non.

**10- Avez-vous eu des douleurs au cours de votre éclaircissement ?**

A- Oui.

C- Non.

**11- Ces douleurs sont apparues selon quelle méthode ?**

A- Au maxillaire uniquement, avec le peroxyde de carbamide.

B- A la mandibule uniquement, avec le peroxyde d'hydrogène.

C- Les deux.

Précisez ici si ces douleurs étaient égales, ou pas, selon les deux méthodes :

.....

**12 - Sur une échelle de 0 à 10 (0 équivalent à "aucune douleur" - 10 équivalent à "douleur insupportable), à combien quantifieriez-vous les douleurs ressenties ? : .....**

**13- Avez-vous dûment respecté les conseils de port et la diète recommandée lors de votre éclaircissement ?**

A- Oui, tout à fait.

B- Non, j'ai fait quelques écarts concernant le tabac et/ou l'alimentation.

**14- Dans le futur, pensez-vous réaliser à nouveau ce type d'éclaircissement ?**

A- Oui, assurément.

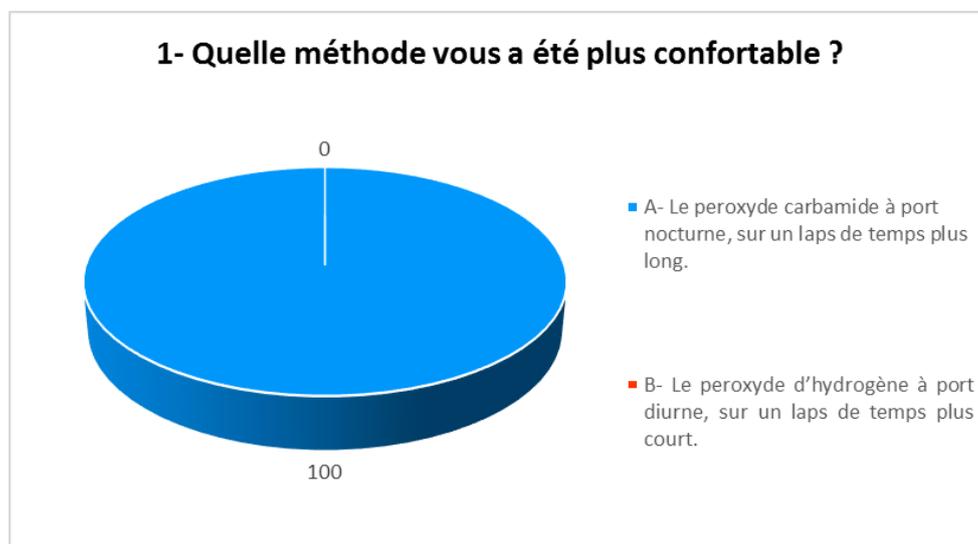
B- Peut-être.

C- Non, je ne pense pas.

**Figure 161.** Questionnaire portant sur la satisfaction et le ressenti post-éclaircissement des patients.

Ce questionnaire fut distribué à chaque participant lors de la fin de l'éclaircissement ambulatoire, après 3 semaine de traitement donc.

b) Résultats



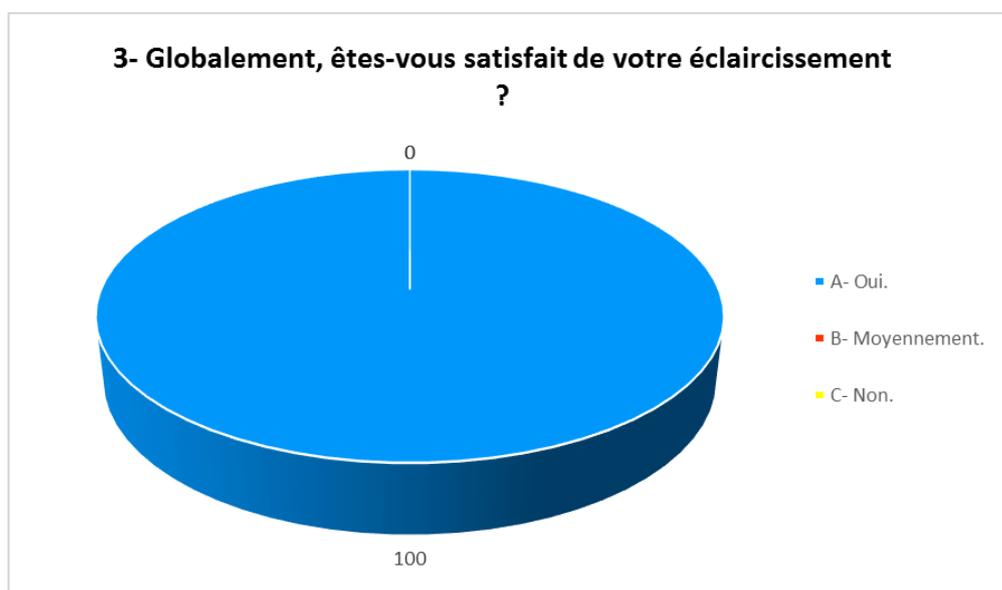
**Figure 162.** Méthode jugée la plus confortable.

Ainsi, le port nocturne des gouttières avec le PdC a été largement préféré à la méthode diurne utilisant le PdH puisqu'elle recueille la totalité des votes.

La question 2 renseignait sur les raisons de ce choix et permet donc de l'expliquer. Les réponses à cette question (« Opteriez-vous préférentiellement pour quelle méthode et pour quelle(s) raison(s) ? ») sont les suivantes :

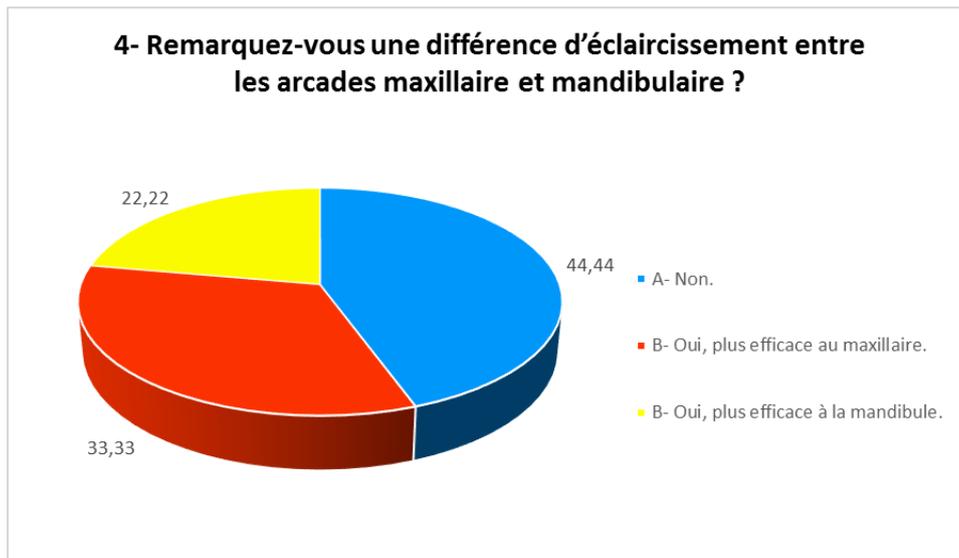
- « J'opte pour la méthode A car il été très contraignant de devoir trouver 2h dans la journée pour porter la gouttière » ;
- « J'ai préféré la méthode au PdC car le port nocturne des gouttières est beaucoup plus pratique, on n'a pas à se soucier des horaires » ;
- « La méthode A a été plus confortable pour moi car pendant le port de 2h en journée on ne peut ni boire ni manger et ça a été difficile de ne pas boire, c'était une source de stress » ;
- « Le port nocturne était beaucoup plus simple, moins contraignant car on n'a pas à y penser ».

A noter que l'ensemble des neuf réponses n'a pas été retranscrit mais elles évoquaient toutes les mêmes raisons : la simplicité et la praticité. En somme, le gold standard a été préféré du fait de sa simplicité d'exécution. En effet, les patients ont trouvé contraignant de devoir consacrer 2h de leur journée au port de la gouttière mandibulaire. Pour certains il a été difficile de trouver 2h notamment en fin de journée après le travail, pour d'autres le fait de ne pas pouvoir s'alimenter ou s'hydrater durant ce laps de temps a été un réel effort et a même provoqué de l'anxiété. De ce fait, on peut en conclure que le port diurne des gouttières peut être une alternative à la technique par port nocturne mais ne pourrait cependant pas convenir à tout le monde, le patient doit donc être informé des modalités de ces deux types d'éclaircissements afin de choisir l'option thérapeutique qui lui correspond le mieux et avec laquelle il pourra assurer la meilleure observance.



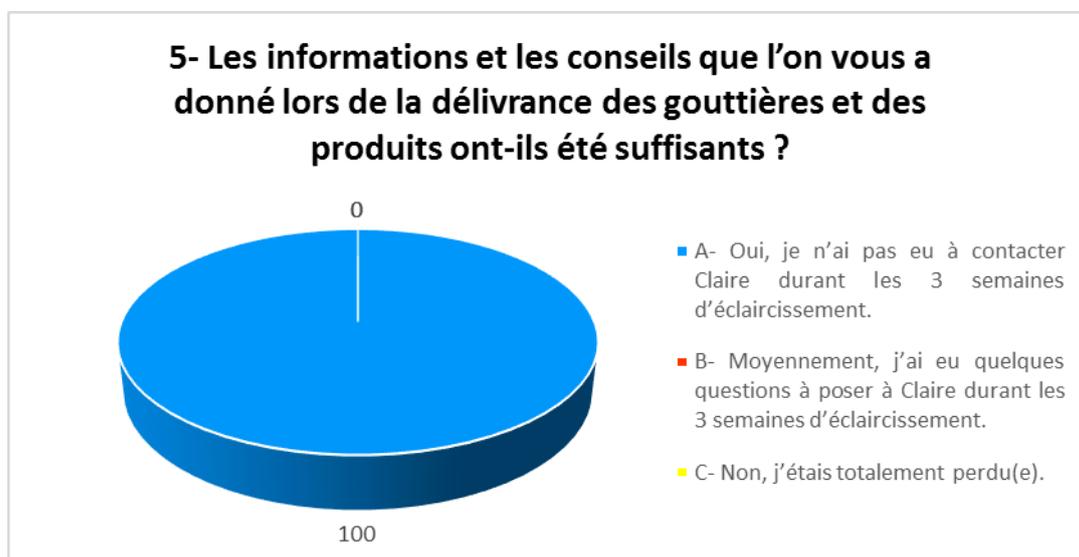
**Figure 163.** Taux de satisfaction des participants.

Tous les participants sont globalement satisfaits de leur éclaircissement dentaire. Aucun d'eux n'a donc été « déçu » du résultat obtenu par une technique ou l'autre. La méthode au PdH recueille ainsi le même taux de satisfaction que le gold-standard, mais les patients perçoivent-ils une différence d'éclaircissement entre leurs arcades (et donc entre les deux techniques) ?



**Figure 164.** Différence d'éclaircissement constatée, ou non, par les participants.

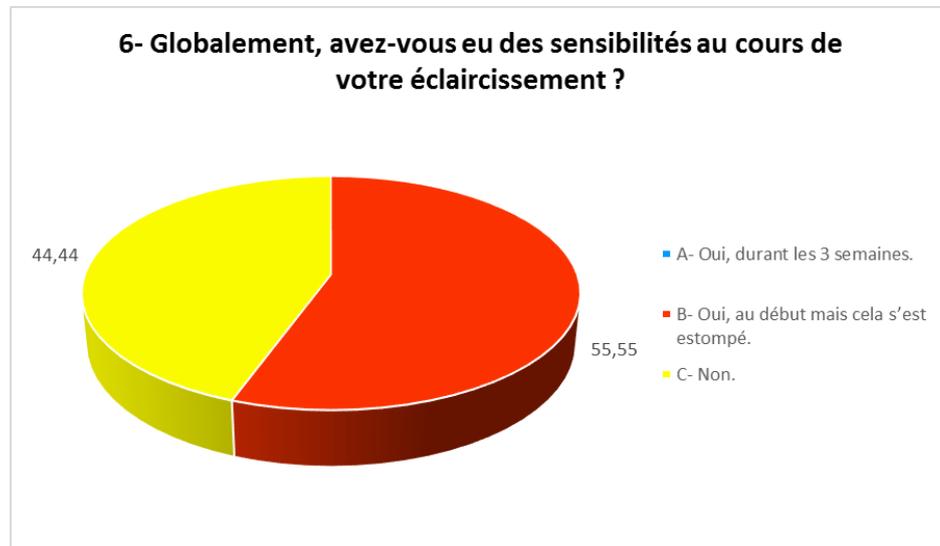
Ainsi, plus de la moitié des patients, presque 56%, ont constaté une différence d'éclaircissement entre leurs arcades maxillaire et mandibulaire. Parmi eux, 33% estiment que ce dernier a été plus efficace au maxillaire contre 22% à la mandibule. A l'inverse, 44% n'observe pas de différence d'efficacité entre les deux méthodes d'éclaircissement ambulatoire.



**Figure 165.** Niveau et suffisance des informations délivrées en début de traitement.

Les informations délivrées aux patients le jour de la remise des gouttières et des produits éclaircissants ont été efficaces et suffisantes au bon déroulement de l'éclaircissement. Bien informer nos patients sur le protocole opératoire, les résultats attendus, le pronostic ainsi que les effets secondaires potentiels est essentiel pour maximiser leur observance au traitement et garantir une qualité de vie optimale. En étant sensibilisés et conscients des risques, même minimes, que présente l'éclaircissement dentaire ils seront en mesure de réagir en conséquence et de ne surtout pas

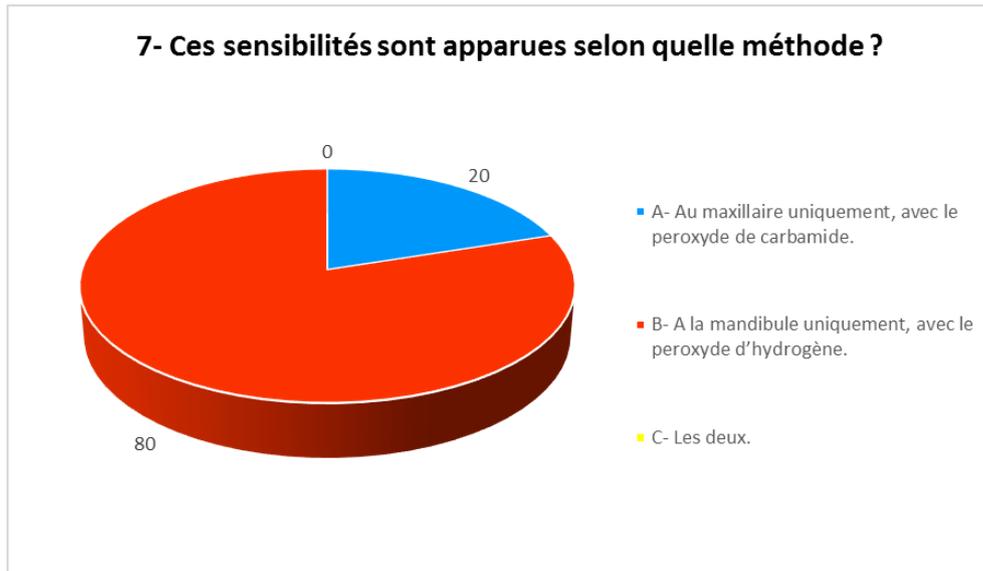
s'inquiéter. En adoptant ce comportement, le professionnel de santé réduit considérablement les risques de survenue d'évènements indésirables graves.



**Figure 166.** Taux de survenue de sensibilités dentaires.

Plus de la moitié des participants a ressenti des sensibilités dentaires au cours de leur éclaircissement. Néanmoins, ces dernières n'ont concerné que les premiers jours du traitement puisqu'elles se sont estompées ensuite. Il s'agissait donc d'évènements indésirables transitoires et non permanents car aucun d'entre eux n'a déclaré en avoir rencontré tout au long des 3 semaines de traitement. En accord avec la littérature, la survenue de sensibilité demeure fréquente, bien que ces dernières soient toujours réversibles si l'on utilise des produits aux concentrations de PdH autorisées en respectant le protocole et les informations du fabricant.

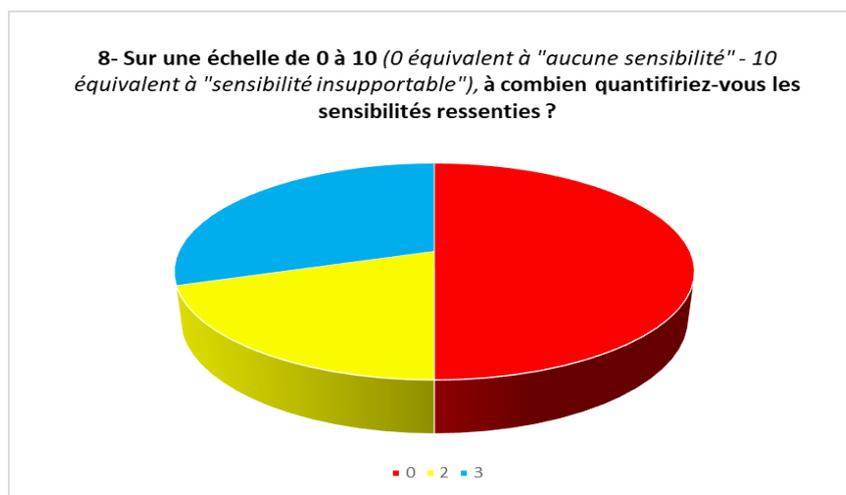
Ces sensibilités ont-elles concerné les deux méthodes d'éclaircissement étudiées ? L'une d'entre elle serait-elle plus propice à la survenue de cet effet secondaire ?



**Figure 167.** Taux d'apparition de sensibilités selon les méthodes étudiées.

Parmi les participants ayant ressenti des sensibilités dentaires au cours de leur éclaircissement (~56%), celles-ci concernaient la mandibule uniquement pour 80% d'entre eux. De plus, l'unique participant ayant déclaré avoir ressenti des sensibilités au maxillaire précise, à l'écrit sur son questionnaire, qu'il ne s'agissait pas réellement de sensibilités dentaires mais plutôt « d'irritation des gencives ». Le PdC n'a donc pas été à l'origine de sensibilités dentaires mais d'un cas d'inflammation gingivale, pouvant être dû, par exemple, à un manque d'adaptation de la gouttière maxillaire ou à un excès de produit disposé au contact des surfaces dentaires et muqueuses durant les 3 semaines de traitement. Ainsi, la méthode d'éclaircissement ambulatoire au PdH a provoqué plus de sensibilités dentaires comparativement à la méthode d'usage qui semble être la plus sûre.

La littérature s'accorde à dire que les sensibilités généralement rencontrées au cours d'un éclaircissement dentaire sont transitoires et de faible intensité. Leur faible intensité a-t-elle également été confirmée au cours de ce travail ?

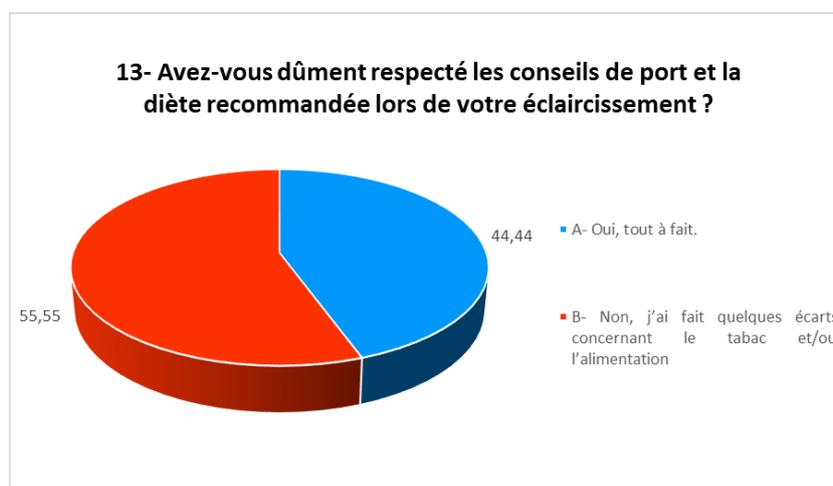


**Figure 168.** Intensité des sensibilités ressenties.

50% des patients n'ont ressenti aucune sensibilité, 20% d'entre eux quantifient les sensibilités ressenties à 2/10 contre 30% à 3/10. Ainsi, on observe que l'intensité maximale des sensibilités rencontrées, par les patients concernés (5), au cours de cet éclaircissement est de 3/10, ce qui reste relativement faible.

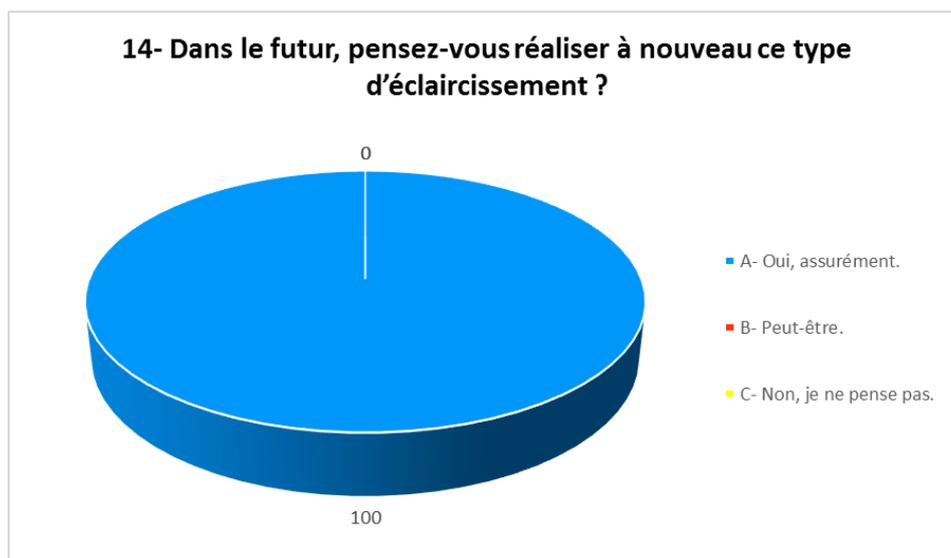
Ensuite, aux questions « 9- Ces sensibilités se sont-elles, au cours de votre éclaircissement, transformées en douleurs ? », « 10- Avez-vous eu des douleurs au cours de votre éclaircissement ? », « 11- Ces douleurs sont apparues selon quelle méthode ? » et « 12 - Sur une échelle de 0 à 10 (0 équivalent à "aucune douleur" - 10 équivalent à "douleur insupportable), à combien quantifieriez-vous les douleurs ressenties ? » ; aucun des participants n'a répondu favorablement.

Ainsi, quelle que soit la méthode employée, la bonne santé de l'organe dentino-pulpaire ne semble pas être perturbée à court et long termes. Bien que l'éclaircissement au PdH semble présenter plus de risques que l'éclaircissement au PdC, ceux-ci restent passagers et de faible intensité. La sécurité de nos patients est alors maintenue. Cependant, cette méthode nécessite en conséquence une supervision professionnelle accrue.



**Figure 169.** Respect du régime alimentaire conseillé.

Malgré la « Liste de conseils de port et d'hygiène de vie » distribuée lors de la dernière séance pré-éclaircissement ainsi que toutes les instructions données à l'oral, presque 56% des participants déclare avoir fait quelques écarts concernant leur alimentation et/ou leur tabagisme. Ainsi, il semble avoir été difficile de respecter ces consignes d'hygiène de vie à la lettre bien qu'il leur ait été expliqué que le tabac ou la consommation d'aliments ou de boissons « colorés » (comportant des tanins comme la café, le thé, le vin rouge ou encore le curcuma par exemple) pouvait avoir un impact négatif direct l'efficacité de l'éclaircissement et donc minimiser le résultat obtenu.



**Figure 170.** Taux de patients se voyant réaliser de nouveau ce type d'éclaircissement.

En somme, la totalité des participants pensent réaliser de nouveau ce type d'éclaircissement dentaire. Rappelons qu'ils étaient également tous satisfaits de ce dernier. Malgré la survenue d'évènements indésirables pour certains, cela ne semble pas être un frein à la pratique de ce type de traitement. Dès l'instant où le patient est bien informé et supervisé par un professionnel de santé, sa qualité de vie n'est alors pas mise en péril.

## V. DISCUSSION

Ainsi, les résultats obtenus suite à l'application de ce protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré sont très favorables à la pratique de ce type d'acte. Tous les patients ont été satisfaits de leur éclaircissement, qu'il ait été réalisé au PdC ou au PdH, et seraient même prêts à le réitérer à l'avenir.

L'éclaircissement au PdC par port nocturne des gouttières a fait l'unanimité auprès des patients. Rappelons que chacune de ces techniques, port nocturne au PdC et port diurne au PdH, a son protocole particulier. Ainsi, toutes deux présentent des avantages et des inconvénients, ne correspondant pas forcément à chacun. C'est pourquoi il est important d'identifier le mode de vie, les contraintes et les attentes de son patient avant de lui proposer l'une ou l'autre méthode. En somme, l'éclaircissement dentaire ambulatoire ne peut-être un succès sans une parfaite analyse de la situation et l'explication exhaustive du produit utilisé et protocole appliqué.

Concernant la différence d'efficacité, les avis divergent (Question 4., Fig 164.). Les réponses recueillies étant subjectives, les moyennes des différences entre les valeurs  $L^*$ ,  $a^*$  et  $b^*$  initiales et finales ont été calculées pour possiblement émettre l'hypothèse d'une différence d'efficacité entre le gold-standard et le protocole utilisant du PdH. Ainsi, on obtient les valeurs  $+\Delta L^*$ ,  $-\Delta a^*$ ,  $-\Delta b^*$  moyennes suivantes :

Arcade maxillaire			Arcade mandibulaire		
$+\Delta L^*_{\text{moyen}}$	$-\Delta a^*_{\text{moyen}}$	$-\Delta b^*_{\text{moyen}}$	$+\Delta L^*_{\text{moyen}}$	$-\Delta a^*_{\text{moyen}}$	$-\Delta b^*_{\text{moyen}}$
5,74	-1,95	-5,17	6,21	-1,42	-4,72

**Figure 171.** Moyennes des différences calculées entre les valeurs  $L^*$ ,  $a^*$  et  $b^*$  initiales et finales mesurées au maxillaire et à la mandibule chez les 9 cas cliniques présentés précédemment.

On observe des valeurs plus importantes de  $-\Delta a^*$  et  $-\Delta b^*$  dans le cas de l'éclaircissement maxillaire en comparaison à celles obtenues à la mandibule. Ainsi, l'éclaircissement au PdC semble avoir été plus efficace que celui au PdH en termes de réduction des nuances de rouges et de jaunes, représentant la réponse dentinaire au traitement. Néanmoins, l'augmentation de la luminosité semble avoir été plus probante à la mandibule qu'au maxillaire puisque la valeur  $+\Delta L^*_{\text{moyen}}$  est la plus élevée pour cette arcade. Toutefois, il est important de rappeler que l'échantillon étudié n'est pas représentatif (car trop petit) et qu'ainsi les résultats présentés ne peuvent être significatifs. Aucune conclusion avérée ne peut donc être tirée de cette analyse c'est pourquoi il serait intéressant de poursuivre cette piste en réalisant une ou plusieurs études menées à une plus grande échelle de manière à ce que leurs résultats soient interprétables. De plus, ces résultats semblent être en corrélation avec ceux du cas clinique présenté au cours de la deuxième partie de ce travail, il serait d'autant plus intéressant de reproduire ce protocole à plus grande échelle afin de les confirmer, ou pas.

Le PdH, du fait de sa disponibilité instantanée, serait-il plus efficace sur l'émail, expliquant ainsi la meilleure augmentation de la valeur de  $L^*$  et de la luminosité de la dent ? Le fait qu'il soit disponible en moindre quantité après le passage de l'émail serait peut-être la raison de son plus faible impact sur la dentine sous-jacente ?

Aussi, le PdC se dégradant en urée et en PdH est au contact des structures dentaires sur un laps de temps plus long (8h en moyenne), la pénétration des différentes structures dentaires semble donc assurée. De plus, l'urée semble contribuer à la dégradation de la matrice organique amélaire, facilitant ainsi le passage du PdH jusqu'à la dentine. Serait-ce à l'origine des meilleurs résultats observés sur celle-ci ?

## VI. CONCLUSION

Pour conclure, il semble que la méthode ambulatoire est, de nos jours, la meilleure thérapeutique dans l'éclaircissement des dents vitales en termes d'efficacité, notamment sur le long terme, mais aussi de sécurité. Ainsi, un consensus place la méthode introduite par Haywood et Heymann, le « Nightguard Vital Bleaching » avec un gel de 10% de PdC, comme étant le gold-standard de ce type d'éclaircissement. Ce dernier serait le plus apprécié en termes de confort et de qualité de vie auprès de notre patientèle.

Par ailleurs, un autre protocole d'éclaircissement ambulatoire fut présenté et illustré au cours de ce travail. Au vu des résultats visuels et numériques obtenus, l'éclaircissement de l'arcade mandibulaire semble avoir été efficace, et ce, avec un gel à 6% de teneur en PdH. Cette dernière étant pourtant considérée comme étant « faible », en comparaison à celles utilisées autrefois.

L'utilisation du PdH a néanmoins entraîné une plus forte survenue d'effets secondaires en comparaison au gold-standard. En effet, la survenue de sensibilité dentaire et l'inflammation gingivale sont les deux effets indésirables les plus fréquemment rencontrés. Ces derniers apparaissent généralement au cours des premiers jours de traitement et finissent par s'estomper peu après. De ce fait, la littérature les qualifie de « transitoires » ou « réversibles ». De plus, leur intensité est toujours faible, les apparentant plus à une « gêne » qu'à une vraie sensibilité ; ou plus encore, à une douleur. La santé dentino-pulpaire de l'organe dentaire n'est donc pas mise en péril de manière définitive (pulpite irréversible) et à long terme, suggérant une certaine sécurité de ce type d'éclaircissement. D'ailleurs, puisque la littérature est à ce jour relativement pauvre à ce sujet, il serait intéressant que des études soient menées sur la méthode ambulatoire à 6% de PdH car, dans le cadre d'un protocole personnalisé avec la mise en place d'un suivi professionnel, elle pourrait répondre à une certaine patientèle.

En somme, chacun de ces protocoles présente des avantages et des inconvénients étant à prendre en compte afin d'adopter la thérapeutique correspondant au mieux à la situation clinique en présence et aux attentes du patient.

Quelle que soit la méthode adoptée, elle ne demeure pas sans risques. La sensibilité dentaire reste fréquente et représente l'appréhension majeure de nos patients. Bien que la formule chimique des gels éclaircissants ait été continuellement modifiée dans le but de diminuer la survenue de ce type d'effets secondaires, notamment avec l'ajout d'agents supposés être désensibilisants, ce risque persiste. Le défi majeur de la profession serait de mettre au point une formule chimique permettant un éclaircissement dentaire aussi efficace mais assurant, cependant, une meilleure qualité de vie et un confort optimal auprès des utilisateurs.

## V. BIBLIOGRAPHIE

1. ADA Council on Scientific Affairs. Tooth Whitening/Bleaching: Treatment Considerations for Dentists and Their Patients. 2009.
2. Alqahtani M.Q. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J* ; 26(2): 33–46. avr 2014;
3. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *J Dent* 2006; 34:412-419. 2006;
4. Carey CM. Tooth Whitening: What We Now Know, *The Journal of Evidence- Based Dental Practice*. 2014;
5. Kothari S, Gray AR, Lyons K, Tan XW, Brunton PA. Vital bleaching and oral-health-related quality of life in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* ; 84:22-29. 2019;
6. Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 14 292–304. 2003;
7. JORF n°0217 du 18 septembre 2012 page 14792 texte n°4 Article 1 (consultable sur [www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)).
8. Cardoso P.C, Reis A., Loguercio A., Vieira L.C.C, Baratieri L.N. Clinical effectiveness and tooth sensitivity associated with different bleaching times for a 10 percent carbamide peroxide gel. *JADA* 141(10) <http://jada.ada.org>. oct 2010;
9. Van B. Haywood. Nightguard vital bleaching : current concepts and research. In: *JADA*, Vol 128. 1997.
10. Goldberg M, Grootveld M, Lynch E. Undesirable and adverse effects of tooth-whitening products: a review. *Clin Oral Invest* ; 14:1-10. 2010;
11. Ritter AV, Leonard RH, Georges AJ, Caplan DJ, Haywood VB. Safety and stability of nightguard vital bleaching: 9 to 12 years post-treatment. *JERD* ; 14(5):275-85. 2002;
12. Boushell LW, Ritter AV, Garland GE, Tiwana KK, Smith LR, Broome A, Leonard RH. Nightguard vital bleaching: side effects and patient satisfaction 10 to 17 years post-treatment. *JERD* ; 24(3):211-219. 2012;
13. Leonard RH, Bentley C, Eagle JC, Garland GE, Knight MC, Phillips C. Nightguard vital bleaching a long-term study on efficacy, shade retention. side effects, and patients' perceptions. 2001;
14. Bruzell EM, Pallesen U, Thoresen NR, Wallman C, Dahl JE. Side effects of external tooth bleaching: a multi-centre practicebased prospective study. *British Dental Journal* volume 215, page E17. 2013;
15. Tay LY, Kose C, Herrera DR, Reis A, Loguercio AD. Long-term efficacy of in-office and at-home bleaching: a 2-year double-blind randomized clinical trial. *American Journal of Dentistry*, Vol 25, No 4. août 2012;

16. Lyrio Ferraz N.K, Capanema Nogueira L., Moreira Neiva I., Conceição Ferreira R., Nogueira Moreira A., Silami Magalhães C. Longevity, effectiveness, safety, and impact on quality of life of low-concentration hydrogen peroxides in-office bleaching: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations* volume 23, pages 2061–2070. 2019;
17. Bortolatto JF, Trevisan TC, Sadalla P et al. A novel approach for in-office tooth bleaching with 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> and LED/laser system-a controlled, triple-blinded, randomized clinical trial. In: *Lasers Med Sci* 31:437–444. 2016.
18. Angel P, Bersezio C, Estay J, Werner A, Retamal H, Araya C, Martin J, Fernández E. Color stability, psychosocial impact, and effect on self-perception of esthetics of tooth whitening using low-concentration (6%) hydrogen peroxide. *Quintessence Int.* 2018;
19. SoutoMaior JR, de Moraes S, Lemos C, Vasconcelos BDE, Montes M, Pellizzer EP. Effectiveness of Light Sources on In-Office Dental Bleaching: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Oper Dent.* juin 2019;
20. Maran BM, Ziegelmann PK, Burey A, de Paris Matos T, Loguercio AD, Reis A. Different light-activation systems associated with dental bleaching: a systematic review and a network meta-analysis. *Clinical Oral Investigations.* avr 2019;
21. Serraglio C.R, Zanella L., Battestin Dalla-Vecchia K., Rodrigues-Junior S.A. Efficacy and safety of over-the counter whitening strips as compared to home-whitening with 10 % carbamide peroxide gel—systematic review of RCTs and metanalysis. *Clin Oral Invest* 20:1–14. août 2015;
22. Kim YM, Ha AN, Kim JW, Kim SJ. Double-blind randomized study evaluate the safety and efficacy over-the-counter tooth-whitening agents containing 2,9% hydrogen peroxide. *Oper Dent ;* 43(3):272-281. 2018;
23. Cordeiro D, Toda C, Hana S, Arnhold LP, Reis A, Loguercio AD, Bandeira MF. Clinical evaluation of different delivery methods of at-home bleaching gels composed of 10% hydrogen peroxide. *Oper Dent ;* 44(1):13-23. 2019;
24. Matis BA., Yousef, M., Cochran MA., Eckert GJ. Degradation of bleaching gels in vivo as a function of tray design and carbamide peroxide concentration. *Operative Dentistry ;* 27, 12-18. 2002;
25. Del Real Garcia JF, Saldana-Velasco FR, Sanchez-de la Rosa SV, Ortiz-Garcia YM, Morales-Velazquez G, Gomez-Meda BC, Zuniga-Gonzales GM, Sanchez-Parada MG, Zamora-Perez AL. In vivo evaluation of the genotoxicity and oxidative damage in individuals exposed to 10% hydrogen peroxide whitening strips. *Clin Oral Invest ;* 1-14. 2018;
26. Epple M., Meyer F., Enax J. A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dent J* 2019, 7, 79; doi:103390/dj7030079.
27. Gabet A., Dursun E., Greenwall L., Attal J.P. La couleur de la dent naturelle et la couleur de la dent éclaircie. *BioMatériaux Clin.* oct 2017;Vol. 2.

28. Gomez-Polo C., Montero J., Gomez-Polo M., Martinez Vazquez de Parga J.A, Celemin-Vinuela A. Natural Tooth Color Estimation Based on Age and Gender. *Journal of Prosthodontics* 26. 13 mai 2015;
29. Algarni A.A, Ungar P.S, Lippert F, Martínez-Mier E.A, Eckert G.J, González-Cabezas C, Hara A.T. Trend-analysis of dental hard-tissue conditions as function of tooth age. *J Dent* 2018 Jul;74:107-112 doi: 101016/j.jdent201805011 Epub 2018 May 22.
30. Kwon S.R, Wertz P.W. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent* 2015 Sep/Oct ; 27 (5) : 240-57 doi: 101111/jerd12152 Epub 2015 May 13.
31. Araújo E. et al. *Tooth Whitening An Evidence-Based Perspective*. Springer International Publishing Switzerland. Perdigão J.; 2016. (Tooth Whitening, DOI 10.1007/978-3-319-38849-6\_1).
32. Ma S, Li R, Sa Y, Liang S, Sun L, Jiang T, Wang Y. Separate contribution of enamel and dentine to overall tooth colour change in tooth bleaching. *J Dent* 2011; 39:739-745.
33. Johnson J. Hydrogen peroxide for teeth whitening: What to know. *Med News Today*. 23 août 2019;
34. Torres C.R.G, Souza C.S, Borges A.B, Huhtala M.F.R.L, Caneppele T.M.F. Influence of Concentration and Activation on Hydrogen Peroxide Diffusion through Dental Tissues In Vitro. *ScientificWorldJournal* 193241. 2013;
35. Berger S.B, Tabchoury C.P, Ambrosano G.M, Giannini M. Hydrogen peroxide penetration into the pulp chamber and dental permeability after bleaching. *Gen Dent* ; 61(3):e21-5. juin 2013;
36. Soares DG, Basso FG, Pontes EC, Garcia Lda F, Hebling J, de Souza Costa CA. Effective tooth-bleaching protocols capable of reducing H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> diffusion through enamel and dentine. *J Dent* ; 42(3):351-8. mars 2014;
37. Navarra, C.O, Reda B., Diolosa M., Casula I., Di Lenarda R., Breschi L., Cadenaro M. The effects of two 10% carbamide peroxide nightguard bleaching agents, with and without desensitizer, on enamel and sensitivity: an in vivo study. *Int J Dent Hygiene* 12, 2014; 115--120. 29 août 2013;
38. Maran B.M et al. Tooth sensitivity with a desensitizing-containing at-home bleaching gel - a randomized triple-blind clinical trial. *Journal of Dentistry* 72 ; 64–70. 2008;
39. Rezende M., Coppla K.M, Chemin K., Chibinski A.C, Loguercio A.D, Reis A. Tooth Sensitivity After Dental Bleaching With a Desensitizer containing and a Desensitizer-free Bleaching Gel: A Systematic Review and Meta-analysis. *Operative Dentistry*, 44-2, E58-E74. 2019;
40. Havwood Van B, Leonard R.H, Chauncy M.P.H, Nelson F, Brunson W.D. Effectiveness, Side Effects and Long-Term Status of Nightguard Vital Bleaching. *The Journal of the American Dental Association*. sept 1994;Volume 125, Issue 9, Pages 1219-1226.
41. Ceinos R, Parveaux C, Ramel-Fedelich C, Bertrand M.F. L'éclaircissement ambulatoire sous le prisme du numérique : suivi des résultats cliniques. *Clin* 2019 40 633-646.

42. Chang J.Y, Chen W.C , Huang T.K , Wang J.C , Fu P.S , Chen J.H , Hung C.C. Evaluation of the accuracy and limitations of three tooth-color measuring machines. *Journal of Dental Sciences* (2015) 10, 16 - 20.
43. Chu S.J, Trushkowsky R.D, Paravina R.D. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent* 2010; 38:2-16.
44. Gerlach R.W, Barker M.L, Sagel P.A. Objective and subjective whitening response of two self-directed bleaching systems. *Am J Dent* 2002; 15:7-12.
45. Goodson J.M, Tavares M, Sweeney M, Stultz J, Newman M, Smith V, Regan E.O, Kent R. Tooth whitening: tooth color changes following treatment by peroxide and light. *J Clin Dent* 2005; 16:78-82.
46. Liberato W.F, Barreto I.C, Costa PP, Costa de Almeida C, Pimentel W, Tiozzi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching : A clinical study. *J Prosthet Dent* 2019 ; 121 : 271-1275.
47. Brandt J, Nelson S, Lauer H.C, von Hehn U, Brandt S. In vivo study for tooth colour determination - visual versus digital. *Clin Oral Invest* 2017 ; 21 : 2863-2871.
48. Alshiddi I.F, Richards L.C. A comparison of conventional visual and spectrophotometric shade taking by trained and untrained dental students. *Aus Dent J* 2015; 60:176-181.
49. Lagouvardos P.E, Fougia A.G, Diamantopoulou S.A, Polyzois G.L. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosth Dent* 2009; 101:40-5.
50. Yuan J.C.C, Brewer J.D, Monaco E.A, Davis E.L. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. *J Prosthet Dent* 2007; 98:110-119.
51. Rezende M, Loguercio A.D, Kossatz S, Reis A. Predictive factors on the efficacy and risk/intensity of tooth sensitivity of dental bleaching: a multi regression and logistic analysis. *J Dent* 2016; 45:1-6.
52. Herrera L.J, Pulgar R, Santana J, Cardona J.C, Guillen A, Rojas I, Perez M.d.M. Prediction of color change after tooth bleaching using fuzzy logic for Vita Classical shades identification. *Applied Optics* 2010; 49(3):422-429.
53. Luo W, Westland S, Elwood R, Pretty I, Cheung V. Development of a whiteness index for dentistry. *J Dent* 2009; 37:21-26.
54. Ishikawa-Nagai S, Terui T, Ishibashi K, Weber H.P, Ferguson M. Prediction of optical efficacy of vital tooth bleaching using regression analysis. *Color Research and Application* 2004; 29(5):390-395.
55. Gegauff A.G, Rosenstiel S.F, Langhout K.J, Johnston W.M. Evaluating tooth color change from carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1993; 124:65-72.
56. Darriba I.L, Melon P.C, Sartal A.G, Sousa I.R, Alonso de la Pena V. Influence of treatment duration on the efficacy of at-home bleaching with daytime application: a randomized clinical trial. *Clin Oral Invest* 2018; 1-9.

57. Mokhlis G.R, Matis B.A, Cochran M.A, Eckert G.J. A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *JADA* 2000; 131:1269-1277.
58. Banazadeh Y, Rahimi F, Nikabadi SH, Mahmoudinia S, Rahmani M. A comparative study on the cytotoxic effect of different concentrations of hydrogen peroxide and carbamide peroxide on the survival of human dental pulp stem cells in vitro. *Natl Acad Managerial Staff Culture & Arts* 2018; 3:1098.
59. Aka B, Celik E.U. Evaluation of the efficacy and color stability of two different at-home bleaching systems on teeth of different shades: a randomized controlled clinical trial. *JERD* 2017; 29(5):325-338.
60. Meireles S.S, dos Santos I.d.S, Bona A.D, Demarco F.F. A double-blind randomized controlled clinical trial of 10 percent versus 16 percent carbamide peroxide tooth-bleaching agents One-year follow-up. *JADA* 2009; 140(9):1109-1117.
61. Matis B.A, Gaião U, Blackman D, Schultz F.A, Eckert G.J. In vivo degradation of bleaching gel used in whitening teeth. *JADA* 1999; 130(2):227-235.
62. Attal J.P. Éclaircissement : proposition pour un temps personnalisé de port des gouttières. *BioMatériaux Clin ID* 2018 3183-85.
63. Serena Geisinger, So Ran Kwon, Fang Qian. Employment of reservoirs in at-home whitening trays : efficacy and efficiency in tooth whitening. *The Journal Of Contemporary Dental Practice (JCDP)*. mai 2015;
64. Joel N. Janis. The efficacy of reservoirs in bleaching trays. *Oper Dent*. mai 2000;
65. BA Matis, M Yousef, MA Cochran, GJ Eckert. A clinical evaluation of a bleaching agent used with and without reservoirs. *Oper Dent* 27 5-11. 2002;
66. Sagel P.A, Gerlach R.W. Application of digital imaging in tooth whitening randomized controlled trials. *Am J Dent* 2007; 20:7-14.
67. Hein S, Zangl M. The use of a standardized gray reference card in dental photography to correct the effects of five commonly used diffusers on the color of 40 extracted human teeth. *Int J Esthet Dent* 2016; 11(2):246-259.

## *Serment d'Hippocrate*

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

*Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de  
l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.*

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

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

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

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.*

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

*Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs  
enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,  
Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*

## Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,  
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de  
Chirurgie Dentaire de l'UNS

Professeur

Professeur Laurence LUPI

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

**Claire PARVEAUX**

# L'ÉCLAIRCISSEMENT AMBULATOIRE : REVUE DE LA LITTÉRATURE, PROTOCOLE, ILLUSTRATION CLINIQUE

**Thèse** : Chirurgie Dentaire, Nice, 2020, n°42-57-20-23

**Directeur de thèse** : **CEINOS Romain**

**Mots-clés** :

Eclaircissement, dents vitales, peroxyde d'hydrogène, peroxyde de carbamide, méthode ambulatoire

**Résumé** :

Pratiqué depuis plusieurs siècles, l'éclaircissement dentaire est une thérapeutique conservatrice ayant fait ses preuves dans le traitement des colorations dentaires et de l'amélioration de l'esthétique du sourire. Les produits éclaircissants ainsi que les protocoles employés ont continuellement été améliorés et, de nos jours, la profession est en mesure de proposer une méthode efficace, sûre, prévisible et reproductible lorsqu'elle est appliquée de manière appropriée.

Plusieurs méthodes ont été développées afin de satisfaire au plus grand nombre. Cependant, la méthode ambulatoire demeure la plus recommandée dans le traitement des dents vitales. Selon la littérature, le choix le plus pertinent dans la balance risques-bénéfices correspond à l'utilisation d'un gel de PdC à 10%, néanmoins l'utilisation d'un gel PdH à 6% reste une alternative envisageable si une surveillance active est appliquée.

Comme pour toute procédure dentaire, des risques subsistent. Un protocole calibré en accord avec les dernières données de la science et la législation en vigueur permet d'atténuer efficacement les risques potentiels. Bien que dans la plupart des cas ces sensibilités soient légères et toujours transitoires, nos patients doivent en être informés. La bonne compréhension du mécanisme de l'éclaircissement dentaire ainsi que la supervision de la stratégie sélectionnée permettront de réduire les risques potentiels et les avantages de cette thérapeutique seront, in fine, optimisés.

L'emploi d'outils numériques pour ses nombreux avantages additionnés aux méthodes visuelles conventionnelles doit être favorisé par le chirurgien-dentiste pour une approche thérapeutique rationnelle et prédictible.

Plusieurs illustrations cliniques de ce protocole d'éclaircissement ambulatoire calibré seront présentées au sein de ce travail. L'analyse des résultats obtenus également.