



HAL
open science

Projet esthétique virtuel et critères esthétiques du sourire : analyse comparative de différents logiciels

Benjamin Cazaux

► **To cite this version:**

Benjamin Cazaux. Projet esthétique virtuel et critères esthétiques du sourire : analyse comparative de différents logiciels. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02465780

HAL Id: dumas-02465780

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02465780>

Submitted on 4 Feb 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.

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2020

Thèse n° 01

THESE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par CAZAUX, Benjamin
Né(e) le 09/04/1993 à TARBES (65)
Le 23/01/2020

**Projet esthétique virtuel et critères esthétiques
du sourire :
Analyse comparative de différents logiciels.**

Sous la direction de Aude Ménard

Membres du jury :

Pr BERTRAND, Caroline
Dr BOUJEMAA, Wallid
Dr LAVIOLE, Odile
Dr KEROUREDAN, Olivia

Président
Rapporteur
Assesseur
Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ 01/11/2019

Président M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice Mme BERTRAND Caroline 58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie Mr DELBOS Yves 56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche M. CATROS Sylvain 57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales M. LASSERRE Jean-François 58-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

| | | | | |
|-----|-----------------|-------------|---|-------|
| Mme | Caroline | BERTRAND | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Marie-José | BOILEAU | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M | Sylvain | CATROS | Chirurgie orale | 57-01 |
| M | Raphaël | DEVILLARD | Dentisterie restauratrice et endodontie | 58-01 |
| Mme | Véronique | DUPUIS | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | Bruno | ELLA NGUEMA | Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux | 58-01 |
| M. | Jean-Christophe | FRICAÏN | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-01 |

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

| | | | | |
|-----|-----------------|--------------|--|-------|
| Mme | Elise | ARRIVÉ | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |
| Mme | Cécile | BADET | Biologie Orale | 57-01 |
| M. | Etienne | BARDINET | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M. | Michel | BARTALA | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | Cédric | BAZERT | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M. | Christophe | BOU | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |
| Mme | Sylvie | BRUNET | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-01 |
| M. | Jacques | COLAT PARROS | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-01 |
| M. | Jean-Christophe | COUTANT | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-01 |
| M. | François | DARQUE | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M. | François | DE BRONDEAU | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M. | Yves | DELBOS | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Emmanuel | D'INCAU | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Elsa | GAROT | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Dominique | GILLET | Dentisterie restauratrice et endodontie | 58-01 |
| Mme | Olivia | KEROUREDAN | Dentisterie restauratrice et endodontie | 58-01 |
| M. | Jean-François | LASSERRE | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | Yves | LAUVERJAT | Parodontologie | 57-01 |
| Mme | Odile | LAVIOLE | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | Jean-Marie | MARTEAU | Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique | 57-01 |
| Mme | Javotte | NANCY | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Adrien | NAVEAU | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | Jean-François | PELI | Dentisterie restauratrice et endodontie | 58-01 |

| | | | | |
|-----|----------|---------|--|-------|
| M. | Philippe | POISSON | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |
| M. | Patrick | ROUAS | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| M. | Johan | SAMOT | Biologie Orale | 57-01 |
| Mme | Maud | SAMPEUR | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M. | Cyril | SEDARAT | Parodontologie | 57-01 |
| Mme | Noélie | THEBAUD | Biologie Orale | 57-01 |
| M. | Eric | VACHEY | Dentisterie restauratrice et endodontie | 58-01 |

AUTRES ENSEIGNANTS

| | | | | |
|-----|--------|--------|--|-------|
| Mme | Audrey | AUSSEL | Sciences anatomiques et physiologiques | 58-01 |
| M. | Cédric | FALLA | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |

ASSISTANTS

| | | | | |
|-------|----------------|-----------------|--|-------|
| M. | Bastien | BERCAULT | Chirurgie Orale | 57-01 |
| Mme | Mathilde | BOUDEAU | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| Melle | Camille | BOULÉ-MONTPEZAT | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| Mlle | Anaïs | CAVARE | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M | Hubert | CHAUVEAU | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| Mme | Virginie | CHUY | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |
| M | Pierre-Hadrien | DECAUP | Prothèses | 58-01 |
| Mme | Severine | DESCAZEAX | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| Mme | Julia | ESTIVALS | Odontologie pédiatrique | 56-01 |
| Mme | Mathilde | FENELON | Chirurgie Orale | 57-01 |
| Mme | Agathe | GREMARE | Biologie orale | 57-01 |
| M. | Louis | HUAULT | Fonctions/dysfonctions, imagerie, biomatériaux | 58-01 |
| Mme | Mathilde | JACQUEMONT | Parodontologie | 57-01 |
| Mme | Clémence | JAECK | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Claudine | KHOURY | Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale | 56-02 |
| Mme | Camille | LACAULE | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| Mr | Antoine | LAFITTE | Orthopédie dento-faciale | 56-01 |
| M | Adrien | LASTRADE | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Aude | MENARD | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M | Florian | PITEU | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M | Antoine | POPELUT | Parodontologie | 57-01 |
| Mr | Thibaut | ROULLAND | Prothèse dentaire | 58-01 |
| M. | François | ROUZÉ L'ALZIT | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Rawen | SMIRANI | Parodontologie | 57-01 |
| M. | Clément | VACHEY | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |
| M | Paul | VITIELLO | Prothèse dentaire | 58-01 |
| Mme | Sophia | ZIANE | Odontologie conservatrice – Endodontie | 58-01 |

Remerciements

A notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Caroline BERTRAND

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques

Sous-section Prothèse 58-01

A vous qui me faites l'honneur de présider cette thèse.

Je vous remercie pour votre pédagogie et votre enseignement tout au long de cette formation.

Veillez trouver dans ce travail mon profond respect.

A notre Directeur de thèse

Madame le Docteur Aude MENARD

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section Prothèse 58-01

A vous qui me faites la gentillesse et le privilège de diriger cette thèse.

Je vous remercie sincèrement de m'avoir accompagné dans l'élaboration de ce travail et de m'avoir donné de bons conseils tout du long. Je vous suis reconnaissant pour votre soutien et de l'aide précieuse que vous m'avez apportés. Je vous remercie également pour tout ces enseignements acquis tout au long de cette formation.

Veillez recevoir ici le témoignage de mon respect à votre égard.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Wallid BOUJEMAA

Assistant Hospitalo-Universitaire

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

A vous qui nous avez fait l'honneur de juger notre travail en siégeant dans ce jury en tant que rapporteur.

Je vous remercie pour votre pédagogie et votre enseignement.

Je vous suis reconnaissant de la passion et rigueur que vous entretenez pour la discipline.

Les heures passées avec vous valent toutes les formations.

Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Odile LAVIOLE

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse 58-01

A vous qui me faites l'honneur d'être membre du jury de cette thèse.

Je vous remercie pour votre pédagogie et votre enseignement clinique tout au long de cette formation.

Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude.

A notre Assesseur

Madame le Docteur Olivia KEROUREDAN

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Odontologie Conservatrice – Endodontie 58-01

Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse.

Je vous remercie infiniment pour votre gentillesse et votre désir de partager vos connaissances.

Veillez trouver ici l'expression de mon estime et de ma gratitude.

A mes parents,

Il n'y a pas de mots pour exprimer ma gratitude envers vous.

C'est grâce à vous que j'en suis là.

Votre soutien immuable tout au long de ces études, vos précieux conseils, vos valeurs inculquées et surtout votre amour.

Je vous aime.

A mon grand-père Vincent,

Tu étais et seras toujours un exemple à suivre.

Merci de m'avoir enseigné la passion et la rigueur dans le travail.

A mes grands-parents,

Merci pour votre soutien de tous les jours et pour tous ces moments de bonheur en famille.

A jamais je resterai admiratif et fier de vous.

A ma famille,

A ma tante, mes oncles et mes cousins.

Pour tous ces moments de partage qui nous sont si chers.

Veuillez trouver la marque de ma plus profonde affection.

A la famille TARBAISE,

Julien, Célia.

Plus qu'une simple amitié, j'ai trouvé en vous un véritable lien fraternel sans faille depuis toutes ces années.

Merci pour votre soutien et pour votre amour.

Joris, Bastien, Thomas, Gautier, Nicolas.

Merci pour tous ces moments passés avec vous, cette amitié impérissable malgré la distance.

Merci pour votre soutien sans faille.

A la famille BORDELAISE,

Baptiste, Maxime.

Merci pour tous ces moments lors de ces années de cohabitation.

Merci pour vos conseils et pour ces moments de partage.

Louis, Tom, Thibaut, Adrien, Baptiste, Maxime.

Amis des premiers jours. Pour tous ces rires, ces moments de vie, à cette merveilleuse aventure qui a duré 5 ans et qui perdurera malgré les âges et à cette amitié forte qui en est naît. Merci pour tout.

Léo, Léon, Jeremy, Hugues, Aurélien, Larri, Bidoche, Maxime.

Merci d'avoir rendu ces années d'études encore plus belles grâce à vous.
A tous ces souvenirs sur les terrains, à ces week-end d'intégration, aux expériences acquises lors de nos différents périples européens.

Aux frères de terrain,

A cette amitié sincère qui prend naissance chaque année entre jeunes et moins jeunes.
A ces moments intenses de partage.
Que cette aventure dure toujours.
Nous nous retrouverons quoi qu'il arrive chaque début d'automne pour perdurer cette tradition.

A notre groupe de promotion, merci pour tous ces moments de partages et de rire.
Merci à Élixa et Clémentine pour ces années de binôme clinique riches d'expériences et de bons moments.
Merci à toi Clémentine d'avoir gentiment accepté de faire mon modèle photo.

A ces années passées à vos côtés qui ont défilées à une vitesse folle et qui nous ont remplies de merveilleux souvenirs gravés à jamais.

A toi Axelle,

Merci pour le bonheur que tu m'apportes.

Au Dr Laborde,

Je vous remercie pour la confiance que vous avez pu m'accorder et pour votre partage de connaissance.

A mon Grand-père Vincent,

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| TABLE DES ILLUSTRATIONS | 13 |
| INDEX DES TABLEAUX..... | 15 |
| Liste des abréviations..... | 16 |
| INTRODUCTION | 17 |
| I. ANALYSE ESTHETIQUE ET PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL..... | 18 |
| 1. LES CRITERES ESTHETIQUES EN DENTISTERIE | 18 |
| 1.1. <i>Stratégie de recherche bibliographique.....</i> | <i>18</i> |
| 1.2. <i>Analyse esthétique du visage</i> | <i>18</i> |
| 1.3. <i>Analyse esthétique du sourire</i> | <i>22</i> |
| 1.4. <i>Analyse esthétique dentaire.....</i> | <i>24</i> |
| 1.5. <i>Le parodonte dans l'analyse esthétique du sourire</i> | <i>28</i> |
| 1.6. <i>Résumé des paramètres esthétiques par une check-list esthétique</i> | <i>31</i> |
| 2. COMMUNICATION EN DENTISTERIE ESTHETIQUE | 33 |
| 2.1. <i>Communication et dentisterie</i> | <i>33</i> |
| 2.2. <i>Projet esthétique virtuel.....</i> | <i>34</i> |
| II. MATERIELS ET METHODES..... | 37 |
| 1. SELECTION DES CRITERES ESTHETIQUES FONDAMENTAUX | 37 |
| 2. SELECTION DES LOGICIELS DE PROJET ESTHETIQUE VIRTUEL | 37 |
| 3. METHODES DE COMPARAISON | 38 |
| III. RESULTATS. | 39 |
| IV. DISCUSSION..... | 45 |
| CONCLUSION | 54 |
| ANNEXE | 56 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 57 |

Table des illustrations

Figure 1 : Représentation des lignes de références esthétiques de la face. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 2 : Représentation de la ligne esthétique E et de l'angle naso-labial dans l'analyse du profil. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 3 : Représentation des critères esthétiques lors d'un sourire naturel. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 4 : Représentation de l'agencement axial et des embrasures occlusales. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 5 : Représentation de la forme et des dimensions de l'incisive centrale. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 6 : Représentation de la ligne des collets et de la ligne esthétique gingivale. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 7 : Représentation des papilles et de la santé gingivale. (Crédit photographique : B.Cazaux).

Figure 8 : Check-list évaluant le risque esthétique lors de la réhabilitation du sourire. (Source : B.Cazaux)

Figure 9 : Modélisation du projet esthétique virtuel avec le logiciel Trios smile design. (Source : B.Cazaux)

Figure 10 : Réalisation d'un mock-up virtuel à partir de l'application Trios smile design. (Source : B.Cazaux)

Figure 11 : Calibration du réglet numérique. (Source : B.Cazaux)

Figure 12 : Représentation du logiciel Nemo Smile Design avec l'importation de l'empreinte numérique (source : <https://nemotecstore.com/product/nemosmiledesign3d/>).

Figure 13 : Représentation des lunettes de calibrage proposées par le programme Digital Smile System (source : <https://www.youtube.com/watch?v=qfQ8vFML-tU>)

Figure 14 : Représentation de l'analyse morpho-psychologique du logiciel Visagismile. (Source : B.Cazaux)

Figure 15 : Représentation d'un mock-up virtuel issu de SmileCloud. (Source : B.Cazaux)

Figure 16 : Représentation des options de tracés proposées par le logiciel SmileDesignerPro. (Source : B.Cazaux)

Figure 17 : Tracés de l'angle naso-labiale et de la ligne esthétique à partir d'une photo de profil sur le logiciel SmileDesignerPro. (Source : B.Cazaux)

Figure 18 : Représentation de l'interface 3D de l'application DSDApp (source : <https://info.digitalsmiledesignapp.com/case-report-composite-veneers31416099>)

Figure 19 : Représentation d'une partie de la check-list esthétique de l'application GETApp (source : https://www.youtube.com/watch?v=W_fKHzhDBpc)

Figure 20 : Représentation d'une étape de l'analyse esthétique faciale guidée par le système Trios smile design. (Source : B.Cazaux)

Index des tableaux

Tableau 1 : Représentation des critères d'inclusions et d'exclusions de l'étude comparative menant à la sélection des logiciels de PEV

Tableau 2 : Éléments de l'analyse faciale retrouvés dans les différents logiciels de PEV

Tableau 3 : Éléments de l'analyse du sourire retrouvés dans les différents logiciels de PEV

Tableau 4 : Éléments de l'analyse dentaire retrouvés dans les différents logiciels de PEV

Tableau 5 : Éléments de l'analyse du parodonte retrouvés dans les différents logiciels de PEV

Tableau 6 : Total sur 22 des caractéristiques esthétiques exploitées pour les différents logiciels

Liste des abréviations

PEV : Projet Esthétique Virtuel

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CFAO : Conception et Fabrication Assisté par Ordinateur

DSD : Digital Smile Design

GET App : Guided Esthetic Treatment App

EASY : Esthetic Analysis by Smile Academy

DSS : Digital Smile System

SDP : Smile Designer Pro

Introduction

L'esthétique en odontologie a connu une véritable révolution ces derniers temps.

En effet, ces quarante dernières années les publications scientifiques sur la thématique de l'esthétique ont quintuplé, en passant de 1% des publications dans les années 1970 à plus de 5% dans les années 2010 (1).

L'apparence faciale est avant tout un phénomène de perception. Pour qu'un sourire paraisse attractif, il doit déclencher une émotion esthétique chez celui qui le regarde ; ce qui est dépendant de la sensibilité de l'observateur (2). Des études ont démontré que le tiers inférieur du visage serait le paramètre le plus décisif de l'attrait facial (3,4).

Dans les cas de réhabilitations esthétiques, les praticiens doivent en premier lieu effectuer une analyse complète et objective du cas clinique. Il est important également de tenir compte des facteurs d'insatisfaction et de préoccupation du patient (5–7).

Les critères fondamentaux de l'analyse esthétique doivent inclure l'esthétique faciale, dento-gingivale et dentaire (8–10).

Au cours des dernières années, plusieurs logiciels informatiques pour la conception du sourire numérique ont été introduit dans la pratique clinique et la recherche. Il s'agit d'outils conceptuels polyvalents qui peuvent renforcer la vision diagnostique en améliorant la communication et la prédictibilité du traitement. En effet, ils permettent une analyse minutieuse des caractéristiques faciales et dentaires du patient qui peuvent avoir été négligées par les procédures d'évaluation clinique, photographique ou diagnostique fondées sur des modèles en plâtre (11).

Face au nombre croissant de logiciels mis à disposition sur le marché, il paraît intéressant de comparer ces différents programmes permettant la réalisation de projets esthétiques virtuels en se basant sur leur capacité à évaluer et à modifier numériquement les paramètres esthétiques.

I. Analyse esthétique et projet esthétique virtuel

1. Les critères esthétiques en dentisterie

Afin de déterminer les critères fondamentaux de l'analyse esthétique, une revue narrative de la littérature a été réalisée.

1.1. Stratégie de recherche bibliographique

Les bases de données Pubmed, Cochrane et Dentistry and Oral sciences ressources ont été utilisées pour la recherche bibliographique avec comme combinaison de mots-clés : Esthetic, Criteria, Prosthetic, Smiling, Dentistry.

De cette recherche, les textes intégraux des titres et résumés d'articles/livres qui nous semblaient pertinents ont été lus. Leurs références bibliographiques ont également été passées en revue. Si elles semblaient en rapport avec le sujet, les publications associées étaient recherchées et étudiées.

De cette recherche, les paramètres esthétiques trouvés ont pu être classés selon quatre éléments principaux à analyser : visage ; sourire ; dentaire et parodonte.

1.2. Analyse esthétique du visage

Cette analyse est effectuée à l'aide de photographies de face et de profil.

Ces dernières doivent se faire à une distance appropriée du patient et de manière reproductible à savoir : position assise, dos droit, regard vers l'horizon, hauteur réglée sur la médiane du visage, objectif à distance fixe qui doit être suffisante pour obtenir l'intégralité du visage du vertex jusqu'à la base du cou (11).

C'est un examen déterminant car il reflète en grande partie la personnalité du patient et permet de mettre en avant la nécessité ou non d'intervenir en pré-prothétique de manière plus ou moins lourde (chirurgie, orthodontie...) (12-14).

1.2.1. De face.

Des lignes de références ont été décrites il y a une soixantaine d'année.

Idéalement il est conseillé d'effectuer deux photographies de face à analyser : la première au repos et la deuxième en sourire forcé(15).

- Dans le sens horizontal (figure 1) :

La ligne interpupillaire est prise comme référence du massif facial supérieur lorsqu'elle est parallèle au plan horizontal. Elle est représentée par une droite qui passe par les deux pupilles (16,17).

La ligne bicommissurale est en général parallèle à cette dernière et forme une harmonie globale (16,17).

Si des signes d'asymétrie sont dépistés en occlusion ou au repos, un examen plus poussé de l'asymétrie doit être mené (18).

Ces lignes doivent être prises comme référence dans le plan frontal pour orienter le plan incisif, le plan d'occlusion ainsi que la ligne des collets (16,17,19).

- Dans le sens vertical (figure 1):

La ligne médiane est une ligne verticale qui passe par la glabelle, le bout du nez, le philtrum et la pointe du menton.

Cette ligne est normalement perpendiculaire à la ligne bipupillaire et passe idéalement par la ligne inter incisive (14).

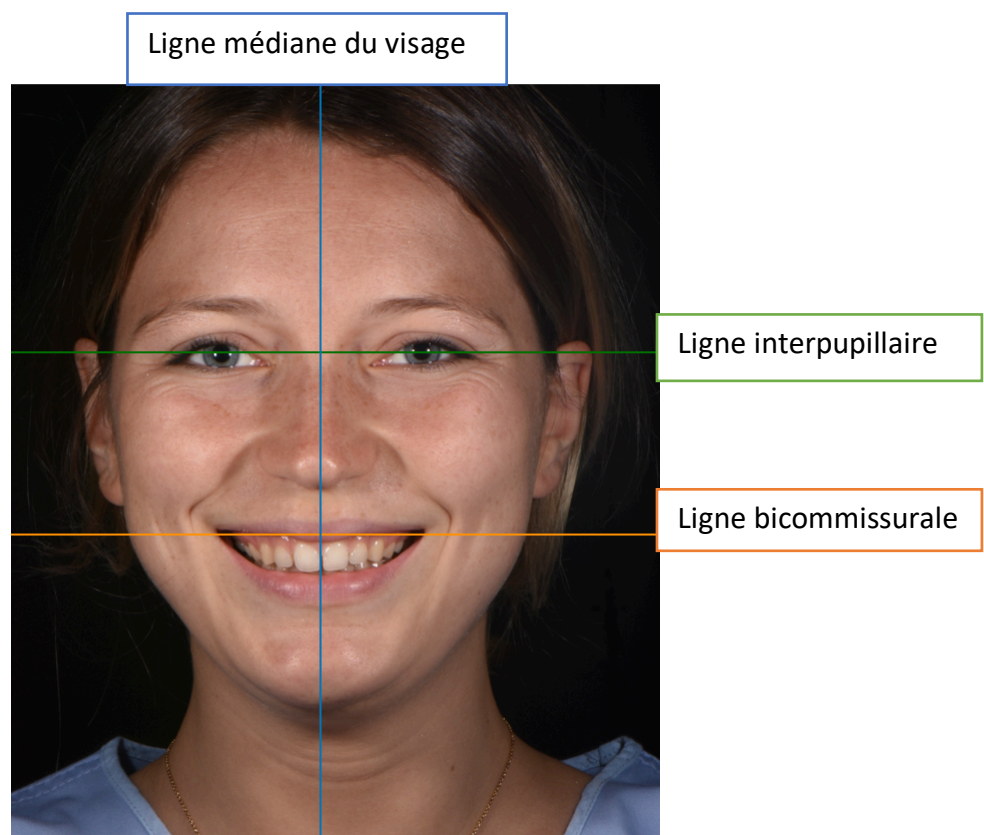


Figure 1 : Représentation des lignes de référence esthétiques de la face. (crédit photographie : B.Cazaux)

- Symétrie hémifaces :

La symétrie des hémifaces n'est pas un élément essentiel ni obligatoirement recherché. En effet, une petite dissymétrie est acceptable et crée même un aspect agréable aux éléments pris dans leur ensemble (20).

- Proportion de la face :

L'étage inférieur de la face est l'étage qui nous intéresse pour la réhabilitation du sourire. Il s'étend du point sous nasal au pogonion (21).

Ce dernier est divisé en deux parties : la première qui va du point sous nasal au stomion (point de contact le plus antérieur entre les lèvres supérieures et inférieures) et la deuxième du stomion au pogonion (zone du menton située le plus en avant dans le plan sagittal). D'un point de vue esthétique ces étages ont un rapport idéal de respectivement 1/3 et 2/3.

Cette caractéristique est liée au choix de la longueur des dents (15).

- Visibilité des dents au repos :

Les lèvres sont entrouvertes lorsque le visage est au repos. Elles laissent apparaître les dents maxillaires de manière plus ou moins importante selon le sexe et l'âge. En effet, au repos la visibilité des dents maxillaires chez l'homme est de 1,91mm tandis que chez les femmes elle est de 3,4mm (22). L'âge entraînant de l'usure occlusale, la restauration de la longueur de la dent a pour effet un rajeunissement du sourire (23,24).

Les dents mandibulaires sont aussi à considérer car elles sont de plus en plus visibles avec l'âge à cause, entre autre, de la perte du tonus musculaire (23).

1.2.2. De profil

De nombreuses lignes esthétiques de profil ont été proposées et elles sont issues pour la plupart du domaine orthodontique.

La position naturelle de la tête est vérifiée en prenant comme référence le plan de Francfort, plan horizontal allant du point sous orbitaire au sommet de l'orifice auriculaire osseux (25,26).

- Ligne esthétique et angle naso-labial (figure 2) :

La ligne esthétique (E) a été décrite par Ricketts comme la ligne joignant le bout du nez et la pointe du menton pour évaluer la position des lèvres dans le profil (27). En moyenne chez l'adulte la lèvre supérieure se trouve à une distance de 4mm en retrait de cette ligne tandis que la lèvre inférieure doit l'être à 2mm. Plus les lèvres sont proches de cette ligne E plus le visage paraît jeune (15,27).

Un autre élément à prendre en considération est l'angle naso-labial formé par l'intersection de deux lignes : une tangente à la base du nez et l'autre tangente au bord externe de la lèvre supérieure. La valeur de cet angle peut être influencée par les restaurations prothétiques (18). En effet il est directement en lien avec l'angulation des dents antérieures (28). Les angles moyens varient, selon le sexe, de 90° à 100° pour les hommes et de 100° à 120° pour les femmes. Si l'angle est inférieur à 90° il est souhaitable de donner plus de volume vestibulaire aux restaurations esthétiques antérieures (15).



Figure 2 : Représentation de la ligne esthétique E et de l'angle naso-labial dans l'analyse du profil. (crédit photographie : B.Cazaux)

- Les lèvres :

L'analyse du profil permet d'analyser le type labial, à savoir s'il est fin, moyen ou épais. En fonction il est possible de proposer, si ce point constitue une demande esthétique, un traitement préalable qui peut viser à augmenter le volume des lèvres (injection hyaluronique, lipoplasties...) (29).

- Forme générale du profil :

Trois types de profils peuvent être évalués en prenant 3 points (glabellum – point sous nasal – pogonion). Le résultat de cette évaluation permet d'orienter si nécessaire le patient vers une thérapeutique orthodontique préprothétique à visée esthétique (10).

Le profil normal avec un angle environ de 170°.

Le profil convexe avec un angle fortement diminué.

Le profil concave avec un angle supérieur à 180°.

Owens et al. ont montré qu'il y existe des différences significatives concernant les standards : la convexité du profil, le contour interlabial, l'angle nasogénien, les relations entre la lèvre supérieure et la lèvre inférieure ainsi que le plan esthétique de Ricketts entre les groupes ethniques différents (30). Lorsque cela est possible, il faut conserver les caractéristiques ethniques des patients et prendre soin de ne pas apporter de changements dans la position des dents, ce qui serait susceptible d'interférer avec les espaces musculaires, composés en dedans par la langue et en dehors par les lèvres et les joues (31).

1.3. Analyse esthétique du sourire

L'analyse du sourire dans sa relation dento-labiale se concentre sur le tiers inférieur de la face. C'est un cadre dynamique qui change au cours de la parole et du sourire. L'intérêt est de rechercher une position la plus naturelle qui soit. Il est nécessaire d'obtenir une position neutre de la tête du patient. Il faut également éviter une expression artificielle de la face qui peut être obtenue si on demande au patient de sourire « sur commande » (32).

Une étude complète doit intégrer le sourire maximal non forcé. Son obtention est difficile et pour ce faire, il est possible de s'aider d'un enregistrement vidéo sous la forme d'une interview qui permet de faciliter la décontraction et la spontanéité du sourire (33).

1.3.1. La ligne du sourire (figure 3).

La première étape de l'analyse dento-labiale est l'évaluation de l'exposition des dents antérieures lors du sourire.

La ligne du sourire est définie par le tracé d'une ligne qui suit le bord inférieur de la lèvre supérieure étirée par le sourire (34). Cette ligne permet de prédire ou non la nécessité d'intervention d'ordre parodontale. En effet si lors du sourire une quantité importante de gencive est exposée, l'harmonie des niveaux des collets est capitale et si elle est absente peut conduire le clinicien à avoir recours à un traitement chirurgical ou orthodontique préprothétique pour rétablir la symétrie et le parallélisme (35–37).

Quatre classes de ligne de sourire ont été décrites (38):

- La classe 1 (ligne très haute) correspond à un sourire qui découvre un bandeau continu de gencive de 3mm ou plus de hauteur ;
- La classe 2 (ligne haute) correspond à un sourire qui découvre un bandeau continu de gencive de moins de 2mm de hauteur ;
- La classe 3 (moyenne) ne présente que les espaces interdentaires remplis ou pas par les papilles ;
- La classe 4 (ligne basse) ne découvre absolument pas le parodonte.

A noter que le sexe est un facteur essentiel dans la catégorie des sourires gingivaux, car les femmes sont deux fois plus représentées que les hommes (39).

De plus, avec l'âge, cette ligne du sourire a tendance à se déplacer vers le bas (40).

1.3.2. Courbe Incisive ou plan esthétique (figure 3).

Cette courbe qui relie les bords libres des dents antérieures maxillaires. Elle doit idéalement être en harmonie avec la concavité de la lèvre inférieure pour un rendu esthétique optimal (10).

L'autre intérêt est fonctionnel car il est en effet nécessaire d'obtenir un guidage antérieur fonctionnel qui entraîne la désocclusion postérieure en propulsion (41).

Cette courbe est convexe vers le bas pour 75% des patients lorsqu'elle épouse parfaitement la concavité de la lèvre inférieure mais il peut arriver que cette courbe soit plate ou inversée lors des phénomènes d'abrasion, traumatiques ou malformatifs sont présents ce qui donne un effet vieillissant au sourire (15).

1.3.3. Plan incisif (figure 3).

C'est la partie antérieure du plan d'occlusion. Elle est représentée par une droite passant par la moyenne des bords libres des quatre incisives maxillaires. Elle doit être horizontale, parallèle à la ligne bipupillaire et perpendiculaire à la ligne verticale médiane pour assurer une harmonie faciale naturelle (42).

Les surfaces occlusales des dents postérieures, en vue de profil, doivent normalement être parallèle au plan de Camper. Ce dernier est représenté par une ligne cutanée qui court du bord inférieur de l'aile du nez, à la pointe supérieure du tragus de l'oreille (43).

1.3.4. La ligne interincisive maxillaire (figure 3).

La ligne interincisive maxillaire doit idéalement se situer sur l'axe vertical médian du visage (10). Un décalage jusqu'à 2mm est toléré dès lors que cette ligne reste verticale et parallèle à la ligne médiane. Il est conseillé d'entreprendre aucune action si l'écart est faible sauf si le

patient en fait la demande. Une action orthodontique sera alors proposé au patient pour réaligner l'axe de cette ligne et permettre une meilleure intégration esthétique (44).

1.3.5. Les corridors latéraux.

C'est l'espace observé de chaque côté de la cavité buccale lors du sourire. Un sourire étroit est caractérisé par des corridors latéraux important et est perçu comme la situation la plus disgracieuse (45–47). Une étude a montré que le corridor buccal est influencé par les structures dentaires et les structures des tissus mous plutôt que par les structures osseuses sous-jacentes (48). La variation de l'inclinaison axiale des préparations dentaires peut donc réduire l'étendue des corridors latéraux.

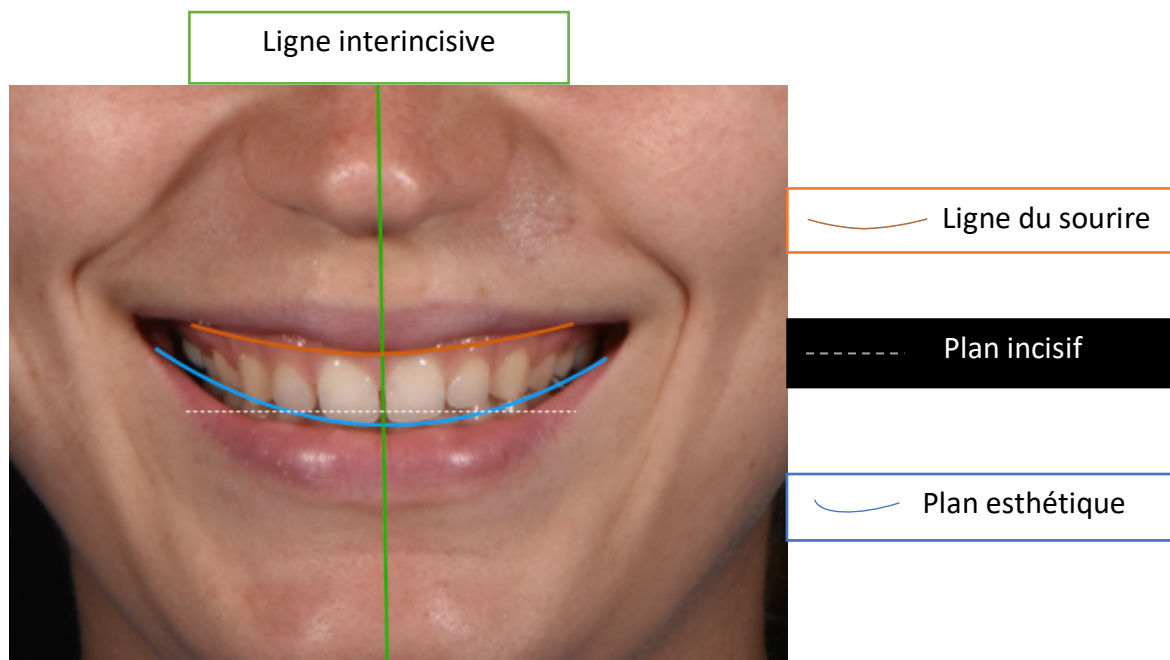


Figure 3 : Représentation des critères esthétiques lors d'un sourire naturel. (crédit photographie : B.Cazaux)

1.4. Analyse esthétique dentaire

L'analyse de l'esthétique dentaire est difficilement objectivable. Pour nous aider, des standards esthétiques ont été décrits depuis de nombreuses années. Il faut cependant noter que l'attractivité dentaire, « le beau », ne peut être considéré qu'en ayant une vision globale de l'ensemble des paramètres. (49)

1.4.1. Agencement axial des dents lors du sourire (figure 4).

Idéalement, les incisives et les canines présentent une légère convergence vers un axe vertical médian descendant (50,51).

1.4.2. Embrasures occlusales (figure 4).

Les embrasures occlusales sont des espaces plus ou moins ouverts de forme plutôt triangulaires, formées par les faces proximales mésiales et distales de deux dents adjacentes. Le volume de ces embrasures doit normalement augmenter au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la ligne médiane (10).

La taille des contacts interproximaux est directement en lien avec les embrasures occlusales, idéalement, elle doit être de 50% de la hauteur totale entre les incisives centrales, de 40% entre l'incisive centrale et l'incisive latérale et de 30% entre l'incisive latérale et la canine (52).



Figure 4 : Représentation de l'agencement axial et des embrasures occlusales. (crédit photographie : B.Cazaux)

1.4.3. Relations dento-parodontale

La zone frontière dent-gencive est caractérisée par des fondamentaux esthétiques qui sont la ligne des collets et le zénith gingival (47).

- Ligne des collets :

La ligne des collets, zone frontière entre dent et gencive, est une zone importante dans l'appréciation esthétique du sourire. Elle doit être symétrique par rapport à la ligne sagittale

médiane et cela d'autant plus entre les deux incisives centrales qui sont les plus visibles lors du sourire. Celle des incisives latérales est classiquement décalée d'environ 1mm en situation plus coronaire par rapport à celle des incisives centrales et canines (53).

Le respect de l'alignement des collets est un facteur d'autant plus décisif lorsque le patient présente un sourire moyen à haut.

La correction de ce défaut doit se faire préalablement à la restauration prothétique (34).

Les papilles sont visibles dans la majorité des cas, leur bonne santé est également un critère fondamental dans l'esthétique du sourire (absence d'inflammation, couleur rosé...). Une étude démontre que l'affichage visuel des papilles interdentaire est un élément important du sourire. La préservation et l'entretien de cette structure anatomique doivent faire l'objet d'une attention particulière (54).

- Zéniths gingivaux :

Le zénith gingival se définit comme le point le plus apical du contour gingival. Concernant les incisives centrales, le zénith est décalé distalement d'environ 1mm.

Pour les incisives latérales il est décalé d'environ 0,4mm. Tandis que pour les canines, il est situé sur l'axe principal (15,55,56).

1.4.4. Proportions dentaires

- Concept du nombre d'Or :

C'est un concept esthétique emprunté aux arts. Il est défini comme une proportion géométrique entre deux longueurs a et b. Il est arrondi à 1,62.

En dentisterie cela correspondrait à un sourire en vue frontale, avec une largeur d'incisive latérale mesurant 62% de la largeur de l'incisive centrale.

Ces proportions sont en réalité retrouvées que très rarement dans la nature (17,57,58).

- Concept RED :

RED pour « *recurring esthetic dental proportion* » a été proposé par Ward. Cette fois-ci, le concept veut qu'en vue frontale du sourire, les largeurs des dents successives maxillaires diminuent d'une proportion constante. En fonction de la hauteur de l'incisive centrale avec une préférence de 70% (59).

Comme pour le concept du nombre d'or, ce concept n'étant retrouvé que rarement dans la nature (60).

1.4.5. Typologie dentaire

La forme de la dent doit être étudiée en fonction de l'observation générale du patient. Selon certains auteurs la forme est invariablement liée au sexe, à la personnalité ou à l'âge (61). Des études ont montré qu'une forme ovale est plus agréable, surtout chez la femme (62).

1.4.6. L'incisive centrale maxillaire (figure 5).

Une bonne gestion de la forme, des proportions et de l'agencement des incisives crée une harmonie. C'est l'élément clé de l'intégration esthétique en conformité avec la personnalité du patient. Il ne faut pas hésiter à mettre de côté quelques fois les règles esthétiques établies pour laisser place à la psychologie, à l'intuition et à la sensibilité artistique du couple praticien-prothésiste (63).

L'incisive centrale est en première ligne lors du sourire. Elle joue un rôle important dans les mesures du projet esthétique (64,65).

Sa composante fonctionnelle est tout aussi importante car elle est le chef d'orchestre du guidage antérieur (66).

Dans la reconstruction esthétique, la situation du bord libre de l'incisive centrale maxillaire représente la première clef de décision thérapeutique multidisciplinaire. Selon Dodds M. « *La situation de ce bord libre devient le déterminant esthétique du déterminant antérieur de l'occlusion* » (67).

- Dimension :

La mesure moyenne des dimensions des dents a fait l'objet de nombreuses publications. Pour l'incisive centrale maxillaire, en moyenne, elle mesure 11mm de hauteur et 9mm de largeur. C'est la dent la plus large du bloc antérieur dépassant de 2 à 3mm l'incisive latérale et de 1 à 1,5mm la canine (8,57,63).

- Forme :

Il a été décrit trois formes concernant l'incisive centrale maxillaire (13,63,68) :

- Triangulaire (concerne 21% de la population)
- Rectangulaire (58%) comme représenté sur la figure 5.
- Ovoïde (21%)

Ce sont les lignes de transitions qui déterminent la forme de la dent. L'état de surface avec la macro et la micro géographie peut également influencer la perception de forme. En effet des stries verticales donnent l'impression d'une dent plus longue et inversement pour des stries horizontales. Ces caractérisations ont tendances à s'atténuer avec l'âge (10,13,63).

La couleur de la dent donne également un effet optique. Une dent plus lumineuse paraît plus grande qu'elle ne l'est dans la réalité (10).

Enfin l'aspect du bord libre est aussi un critère esthétique à analyser et à reproduire si nécessaire. Chez les adolescents, le bord incisif présente des mamelons en vue frontale qui tendent à disparaître avec l'âge (63).

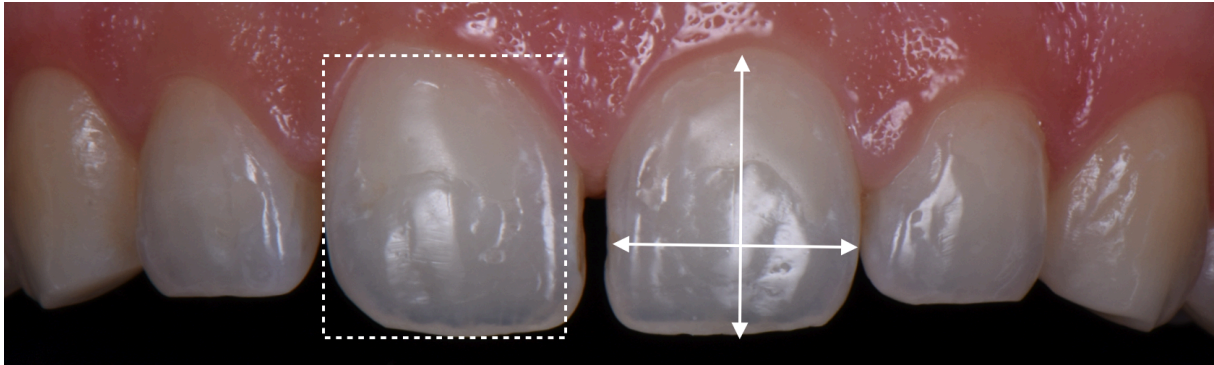


Figure 5 : Représentation de la forme et des dimensions de l'incisive centrale. (crédit photographie : B.Cazaux)

- Proportion largeur/hauteur :

Selon les études cette proportion varie entre 75 et 90%. En deçà la dent semble trop rectangulaire, au-delà, elle semble trop carrée. En moyenne on retient 81% pour l'incisive centrale (8,13).

Dans la nature il est rare de trouver des incisives centrales maxillaires parfaitement symétriques. Selon une étude cette identité n'est observée que dans 14% des cas, ces différences de largeurs et de longueurs sont acceptables lorsqu'elles ne dépassent pas 0,4mm (69).

1.5. Le parodonte dans l'analyse esthétique du sourire

1.5.1. Les lèvres

De nombreux patients découvrent leurs gencives lors d'un sourire forcé alors qu'ils ne découvrent pas lors d'un sourire normal (entre 75 et 89% des patients) (38,70).

D'autre part, avec l'âge, l'exposition des incisives maxillaires décroît avec l'âge tandis que celle des incisives mandibulaires augmente (15).

Concernant les différentes lignes du sourire ou lignes labiales précédemment décrites, la ligne labiale moyenne, de hauteur intermédiaire, semble la plus attrayante dans la culture occidentale (71).

1.5.2. La gencive (figure 6).

Les contours gingivaux suivent l'architecture osseuse sous-jacente.

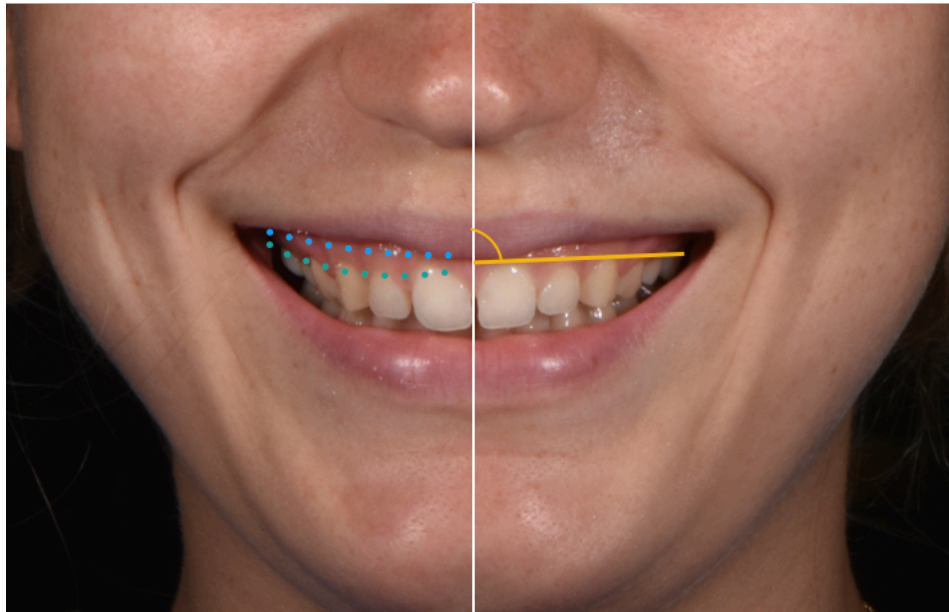
- Ligne des collets :

La ligne des collets doit suivre la forme de la lèvre supérieure. L'un des facteurs importants de l'esthétique gingivale est la progression du contour gingival des incisives aux canines. Concernant les incisives centrales maxillaires, les limites gingivales doivent se situer à un même niveau de manière symétrique au cours d'un sourire détendu. Si une asymétrie de ces dents est constatée, cela requiert une attention particulière pour la corriger (72–74).

- Ligne esthétique gingivale :

La ligne esthétique gingivale est représentée par une droite qui passe par les zéniths gingivaux des incisives centrales et des canines. Cette droite doit former un angle inférieur à 90° avec la ligne verticale interincisive maxillaire pour un rendu esthétique optimal (75).

Une étude a comparé les mesures pris chez 103 jeunes patients de cette ligne esthétique (76). *Charruel et al.* ont montré que chez des patients jeunes, sains et sans dysmorphoses, l'asymétrie est naturelle.






-  Forme de la lèvre supérieure
-  Ligne des collets
-  Ligne esthétique gingivale

Figure 6 : Représentation de la ligne des collets et de la ligne esthétique gingivale. (crédit photographie : B.Cazaux)

- Sourire gingival :

Un sourire est dit gingival si plus de 3mm de gencive sont visibles pendant un sourire naturel (34).

Cet excès de gencive visible n'est pas inesthétique en soit. C'est le rapport entre l'excès de gencive, les dents et les lèvres qui détermine s'il y a un impact esthétique. C'est important de considérer les idées du patient concernant cet excès de gencive.(77)

- Papille interdentaire et biotype gingival (figure 7) :

La papille est le prolongement de la gencive marginale au niveau des embrasures gingivales. Son volume dépend du biotype gingival (34).

Elles sont souvent visibles lors du sourire, elles occupent donc une place importante dans l'esthétique du sourire. Leur intégrité en termes d'anatomie et de physiologie est recherchée dans toute approche esthétique du secteur antérieur (78,79).

Si les papilles ont perdu de leur volume, les embrasures gingivales deviennent visible et forment des triangles noirs inesthétiques (35,38).

L'évaluation du biotype gingival et de la santé du parodonte complète l'analyse du parodonte (34).



Figure 7 : Représentation des papilles et de la santé gingivale (crédit photographie : B.Cazaux)

1.6. Résumé des paramètres esthétiques par une check-list esthétique

Compte tenu de la quantité d'éléments à analyser, la nécessité de se référer à une check-list esthétique semble indispensable avant de commencer une réhabilitation esthétique.

De nombreux auteurs ont proposé leur check-list comme Magne et Belser (8), Fradeani (10) ou encore Levine (51) .

Nous proposons ici de résumer ce que nous avons vu par une check-list permettant d'évaluer le niveau de risque esthétique initial dans la même idée que Dawson et collaborateurs pour le risque esthétique en implantologie (80). Ceci a pour but d'influencer le niveau de prise en charge multidisciplinaire avec la nécessité de prise en charge chirurgicale ou orthodontique par exemple ou encore la nécessité de faire des compromis esthétiques. C'est un moyen de communication et de prise de conscience pour le patient (figure 8).

Evaluation du risque esthétique lors de la réhabilitation du sourire



































| | | | |
|---|---|---|---|
| 1) Analyse du visage | | | |
| A- De face | | | |
| - Parallélisme entre la ligne <u>bipupillaire</u> et le plan d'occlusion |  |  |  |
| - Ligne sagittale médiane perpendiculaire à la ligne <u>bipupillaire</u> |  |  |  |
| - Ligne sagittale médiane passe par la ligne inter incisive |  |  |  |
| - Symétrie <u>hémifaces</u> |  |  |  |
| - Visibilité des dents au repos : environ 3,4mm pour les femmes / 1,9 mm pour les hommes. |  |  |  |
| B- De profil | | | |
| - Ligne esthétique : lèvre supérieure en retrait de 4mm et lèvre inférieure en retrait de 2mm.. |  |  |  |
| - Angle <u>naso</u> labial entre 90 et 120°..... |  |  |  |
| - Typologie labiale en accord avec les autres composantes faciales..... |  |  |  |
| - forme générale du profil : environ 170° |  |  |  |
| 2) Analyse du sourire | | | |
| - Ligne du sourire (position de la lèvre supérieure)..... |  |  |  |
| - Courbe incisive |  |  |  |
| - Parallélisme du plan incisif avec la ligne <u>bipupillaire</u> |  |  |  |
| - Rapport entre ligne inter incisive maxillaire et la ligne sagittale médiane |  |  |  |
| - Corridors latéraux |  |  |  |
| - Inclinaison axiale des dents |  |  |  |
| - <u>Embrassures occlusales</u> |  |  |  |
| 3) Analyse des dents | | | |
| - Ligne des collets |  |  |  |
| - Position des Zéniths |  |  |  |
| - Proportions dentaires |  |  |  |
| - Forme dimension et couleur de l'incisive centrale |  |  |  |
| 4) Analyse du parodonte | | | |
| - Symétrie des collets |  |  |  |
| - existence d'un sourire gingival |  |  |  |
| - Présence et santé de la papille |  |  |  |

Figure 8 : Check-list évaluant le risque esthétique lors de la réhabilitation du sourire (source : B.Cazaux)

2. Communication en dentisterie esthétique

2.1. Communication et dentisterie

Le succès d'un plan de traitement en dentisterie s'accompagne généralement d'une communication efficace entre le dentiste et le patient mais aussi entre le dentiste et le prothésiste. Cette communication est à la fois verbale et non verbale (81,82).

De manière plus spécifique, la dentisterie esthétique demande le recueil d'un maximum de données incluant des photographies, des modèles d'étude et des imageries. Celles-ci vont devoir être interprétées pour permettre ensuite de concevoir des prototypes visuellement acceptables (virtuels ou non) afin de mieux communiquer avec le patient.

Le praticien doit pouvoir également être en mesure de déceler les véritables attentes et demandes du patient (83).

Il est à noter que la demande esthétique, surtout chez les femmes, est de plus en plus importante (84). Sur ce sujet, des études ont montré que de nombreux patients ne sont pas satisfaits de leurs traitements esthétiques la cause étant, pour beaucoup d'entre eux, une mauvaise communication concernant la couleur et la forme (85,86).

La communication non verbale a aussi une importance significative. C'est davantage le cas dans le domaine de la dentisterie où l'échange d'information avec le patient peut s'avérer compliqué. En effet, les termes techniques et la difficulté de visualiser le projet final, peuvent être des barrières concernant la validation de la proposition thérapeutique (10).

Enfin, la photographie numérique est devenue incontournable pour améliorer la communication entre les différents acteurs (patient-praticien-prothésiste). D'abord entre le praticien et le patient pour la décision thérapeutique, la prévisualisation du résultat final et l'obtention du consentement éclairé du patient. Puis entre le praticien et le prothésiste pour permettre l'échange du maximum d'information, assurer le meilleur résultat et gagner la satisfaction du patient (87).

La réalisation de vidéo sous forme d'interview avec le patient permet également au clinicien de collecter un maximum de détails qui ne sont pas observables par la simple photographie. C'est la notion d'analyse dynamique (15,33,88).

2.2. Projet esthétique virtuel

Dans tous les plans de traitement esthétique, il y a deux points qui jouent un rôle crucial dans la thérapeutique. Le premier est la recherche du design dentaire approprié, le deuxième est la qualité de l'échange avec le patient.

En 2012 le brésilien Coachman a eu l'idée de mettre au point un protocole d'étude de l'esthétique du sourire en utilisant l'outil informatique. Il invente alors le procédé « DSD » pour *Digital Smile Design* (Projet esthétique virtuel en français) optimisant ainsi la communication en dentisterie esthétique. Il utilise pour cela le programme Keynote de chez Apple pour sa démonstration.

Depuis, des logiciels spécifiques ont vu le jour et se distinguent entre eux en proposant des options diverses et variées. Ils sont disponibles à travers différents supports : logiciels sur ordinateur, applications sur tablettes ou encore programmes sur machines de CAO (conception assistée par ordinateur) (11,89,90).

Les techniques numériques modernes permettent de modéliser un sourire virtuellement à l'aide de support photographique (figure 9 et 10).



Figure 9 : Modélisation du projet esthétique virtuel avec le logiciel Trios smile design.

(Source : B.Cazaux)

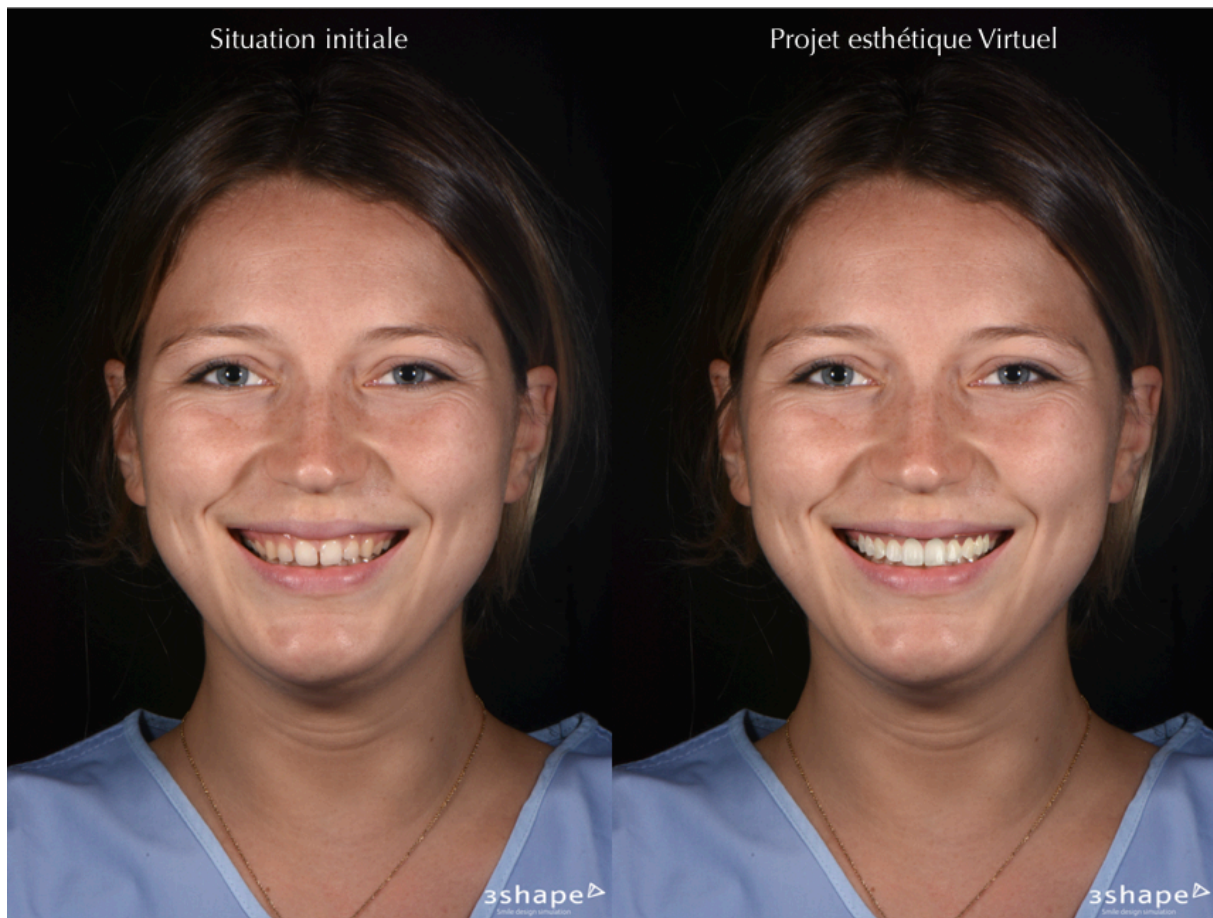


Figure 10 : Réalisation d'un mock-up virtuel à partir de l'application Trios smile design.
(Source : B.Cazaux)

Cette modélisation numérique peut être objectivée par la réalisation d'un mock up qui va permettre de montrer idéalement le changement au patient et de recevoir son approbation (91).

L'utilisation de l'outil numérique offre aux dentistes et aux techniciens de laboratoire une nouvelle perspective pour le diagnostic, le plan de traitement et l'améliore de la communication entre le dentiste, le prothésiste et le patient (92–95).

Le projet esthétique virtuel présente ainsi de multiples atouts comme :

- Rendre efficient le plan de traitement esthétique ;
- Améliorer la communication avec le patient ;
- Améliorer la communication avec le prothésiste ;
- Promouvoir la prédictibilité de tout le traitement.

Ce dernier peut néanmoins présenter quelques limites comme :

- Entraîner la création d'un sourire caricaturé qui obéit aux canons esthétiques sans prendre en considération les caractéristiques individuelles du patient ;

- Conduire un coût supplémentaire pour le chirurgien-dentiste et/ou le patient ;
- Avoir pour conséquence un écart entre le prototype virtuel et le rendu final en le rendant très opérateur-dépendant. En effet la qualité du travail dépendra fortement de l'aptitude du chirurgien-dentiste dans les différentes étapes de la réalisation prothétique, mais surtout de la sensibilité artistique du prothésiste ;
- Maîtriser un minimum l'outil informatique.

La conception d'un sourire, même numérique, ne peut pas se faire au hasard. Il est important d'avoir à l'esprit les critères esthétiques objectifs et fondamentaux précédemment décrits. Le but étant d'obtenir un cadre esthétique optimal. Le praticien cherchera alors à s'en approcher tout en conservant les caractéristiques individuelles du patient. (10,51,96,97).

Devant l'immensité de l'offre disponible, nous pouvons nous demander si les critères esthétiques sont exploités de la même manière entre les différents logiciels de PEV. L'objectif de cette thèse est de comparer une sélection de logiciels et applications afin de relever des différences ou des similitudes en termes d'exploitations des données.

L'hypothèse de cette analyse comparative est que tous les logiciels de projet esthétique virtuel permettent d'exploiter l'ensemble des critères esthétiques nécessaires à l'analyse et à la restauration d'un sourire.

II. Matériels et méthodes

1. Sélection des critères esthétiques fondamentaux

Dans la première partie de ce travail, une revue narrative de la littérature a été réalisée afin de déterminer les critères esthétiques nécessaires à l'analyse et à la restauration d'un sourire. Au total vingt-deux paramètres ont pu être retenus. En fonction des différentes analyses esthétiques, ils se sont répartis de la manière suivante :

- 7 pour l'analyse faciale
- 7 pour l'analyse du sourire
- 5 pour l'analyse dentaire
- 3 pour l'analyse parodontale

2. Sélection des logiciels de projet esthétique virtuel

Une sélection de logiciels de PEV a été réalisée.

Pour cela, nous avons procédé à une autre revue de la littérature. Les bases de données PubMed, Cochrane et Dentistry & Oral sciences source ont été utilisées à partir des mots clés suivant : « Smile design » AND « Software ».

Au total, 43 articles ont été trouvés.

De là, afin de permettre une étude comparative, des critères d'inclusion et d'exclusion ont été déterminés. Ils sont représentés dans le tableau 1.

| Critères d'inclusions | Critères d'exclusions |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Essai clinique, revue narrative ou description de protocole cliniques concernant l'utilisation de logiciels ou application de projet esthétique virtuel.- Article rédigé en anglais ou en français. | <ul style="list-style-type: none">- Articles ne mentionnant pas l'outil qui a servi au projet esthétique virtuel.- Articles ne décrivant pas ou n'illustrant pas l'utilisation des logiciels ou applications. |

Tableau 1 : Représentation des critères d'inclusions et d'exclusions de l'étude comparative menant à la sélection des logiciels de PEV

L'application de ces différents critères a permis de retenir au final 15 articles.

Après la lecture de ces articles, il restait enfin à déterminer les logiciels spécifiques à étudier. Pour cela, la sélection a été réalisée à partir de plusieurs paramètres qui sont le nombre d'article parus, la popularité, la date de création, le maximum d'information disponibles sur les logiciels et applications.

Nous nous sommes appuyés sur des vidéos de démonstration sur les moteurs de recherche Youtube et Vimeo. Nous avons lorsque cela été possible téléchargé les versions d'essai. Nous avons également pris en considération les données présentent sur les sites marchands des différents outils étudiés pour obtenir le maximum de paramètres. Pour compléter nos informations, nous avons établis des échanges par mail avec les différentes compagnies.

3. Méthodes de comparaison

La sélection des logiciels de projet esthétique virtuel a permis de constituer quatre groupes représentant les quatre possibilités pour l'opérateur de les utiliser.

On retient alors :

- Groupe 1 : Les applications sur tablette.
- Groupe 2 : Les logiciels de présentation.
- Groupe 3 : Les Logiciels spécifiques du PEV.
- Groupe 4 : Les logiciels CFAO.

Au sein de ces quatre groupes, les logiciels retenus sont :

- Groupe 1 : DSD App, GET App et EASY.
- Groupe 2 : Key note et Adobe photoshop CS6.
- Groupe 3 : Nemo Smile Design, Visagismile, Digital Smile System, Smile Designer Pro et SmileCloud.
- Groupe 4 : Planmeca Romexis Smile Design, Trios Smile Design et Cerec Smile Design.

Pour chaque groupe, les quatre catégories d'analyse esthétique ont été étudiées à partir des données de recueil précédemment citées.

III. Résultats.

Afin de comparer les compétences en analyse esthétique de chaque programme, nous avons réalisé quatre tableaux correspondant aux quatre grandes catégories de critères esthétiques étudiés (analyse faciale, analyse du sourire, analyse dentaire et analyse du parodonte). Au sein de ces tableaux, nous retrouvons les quatre groupes de logiciels représentant les possibilités pour l'opérateur de les utiliser (applications sur tablette ; logiciels de présentation ; logiciels spécifiques du PEV et logiciels CFAO).

| Groupe | Logiciel | Ligne interpupillaire | Ligne médiane du visage | Ligne intercomissurale | Étages de la face | Ligne Esthétique (E) | Angle naso labial | Typologie profil |
|--------|-------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|------------------|
| 1 | DSD App | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Get App | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | EASY | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Key note | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Photoshop | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | Nemo SD | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | Visagismile | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | DSS | ✓ | ✓ | | ✓ | | | |
| | SDP | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | SmileCloud | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| 4 | PlanmecaSD | ✓ | ✓ | | | | | |
| | TriosSD | ✓ | ✓ | ✓ | | | | |
| | CerecSD | ✓ | ✓ | | | | | |

Tableau 2 : Éléments de l'analyse faciale retrouvés dans les différents logiciels de PEV

| Groupe | Logiciel | Embrassures occlusales | Ligne du sourire | Courbe incisive | Ligne inter-incisive | Corridors latéraux | Inclinaison axiale des dents | Plan incisif |
|--------|-------------|------------------------|------------------|-----------------|----------------------|--------------------|------------------------------|--------------|
| 1 | DSD App | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | Get App | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | EASY | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| 2 | Key note | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Photoshop | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | Nemo SD | | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| | Visagismile | | | ✓ | | | ✓ | |
| | DSS | | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| | SDP | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | SmileCloud | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| 4 | PlanmecaSD | | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| | TriosSD | | ✓ | ✓ | ✓ | | | |
| | CerecSD | | ✓ | | ✓ | | | |

Tableau 3 : Éléments de l'analyse du sourire retrouvés dans les différents logiciels de PEV

| Groupe | Logiciel | Ligne des collets | Dimension dentaire | Typologie dentaire | Caractérisation dentaire | Teinte |
|--------|-------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------|
| 1 | DSD App | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Get App | | ✓ | | | ✓ |
| | EASY | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Key note | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | Photoshop | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | Nemo SD | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Visagismile | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | DSS | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | SDP | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | SmileCloud | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 4 | PlanmecaSD | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | TriosSD | | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | CerecSD | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Tableau 4 : *Éléments de l'analyse dentaire retrouvés dans les différents logiciels de PEV*

| Groupe | Logiciel | Embrasures gingivales | Santé gingivale | Biotype gingival |
|--------|-------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| 1 | DSD App | | | |
| | Get App | | | |
| | EASY | ✓ | ✓ | ✓ |
| 2 | Key note | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Photoshop | ✓ | ✓ | ✓ |
| 3 | Nemo SD | | ✓ | |
| | Visagismile | | | |
| | DSS | | | |
| | SDP | ✓ | | |
| | SmileCloud | | | |
| 4 | PlanmecaSD | | | |
| | TriosSD | | | |
| | CerecSD | | | |

Tableau 5 : Éléments de l'analyse du parodonte retrouvés dans les différents logiciels de PEV

| Groupe | Logiciel | Total des critères esthétiques |
|--------|-------------|--------------------------------|
| 1 | DSD App | 10 |
| | Get App | 11 |
| | EASY | 20 |
| 2 | Key note | 21 |
| | Photoshop | 22 |
| 3 | Nemo SD | 13 |
| | Visagismile | 9 |
| | DSS | 10 |
| | SDP | 19 |
| | SmileCloud | 11 |
| 4 | PlanmecaSD | 8 |
| | TriosSD | 9 |
| | CerecSD | 8 |

Tableau 6 : Total sur 22 des critères esthétiques exploités pour les différents logiciels

IV. Discussion.

L'objectif de cette étude était de comparer différents logiciels utilisés pour l'élaboration de projets esthétiques virtuels. Pour cela, nous avons retenu vingt-deux critères esthétiques rencontrés fréquemment dans la littérature et considérés par de nombreux auteurs comme des paramètres essentiels à prendre en compte dans la planification esthétique de cas cliniques (10,51,96,98). L'hypothèse retenue était que tous ces logiciels permettaient l'analyse de l'ensemble de ces critères.

Les résultats de comparaison entre les différents groupes (logiciels de présentation, applications sur tablette, logiciels spécifiques et les logiciels de CFAO) ont permis de rejeter cette hypothèse en montrant des scores plus élevés pour les logiciels de présentation (Key Note et Photoshop CS6). Par conséquent, une analyse esthétique plus aboutie peut être réalisée en utilisant ces programmes même s'ils ne sont pas spécifiques à la pratique dentaire. La majorité des programmes spécifiques semblent mettre de côté une partie des paramètres esthétiques du visage, notamment du profil ainsi que les critères parodontaux. Ils ont tendance à se concentrer sur les paramètres du sourire (cadre dento-gingival) et dentaires.

Photoshop et Keynote permettent donc d'exploiter le plus grand nombre de paramètres esthétiques. Ils pourraient par conséquent être utilisés pour l'analyse de cas complexes.

Néanmoins le chirurgien-dentiste doit être en mesure de maîtriser ces logiciels qui ne permettent pas de guider l'opérateur, ce qui rend leur utilisation davantage chronophage et fastidieuse. Il existe des formations pour acquérir des protocoles d'utilisation de ces logiciels. De nombreux auteurs ont utilisé Photoshop pour décrire l'utilisation du PEV (9,99,100).

A noter aussi que Keynote a été le logiciel utilisé lors de la première présentation de projet esthétique virtuel en 2012 par C. Coachman (11).

En plus de proposer de tracer des lignes de références, ces deux logiciels offrent la possibilité de définir des angles et des mesures millimétriques nécessaires à la fabrication du wax up par le prothésiste après calibration d'un réglelet numérique (figure 11).

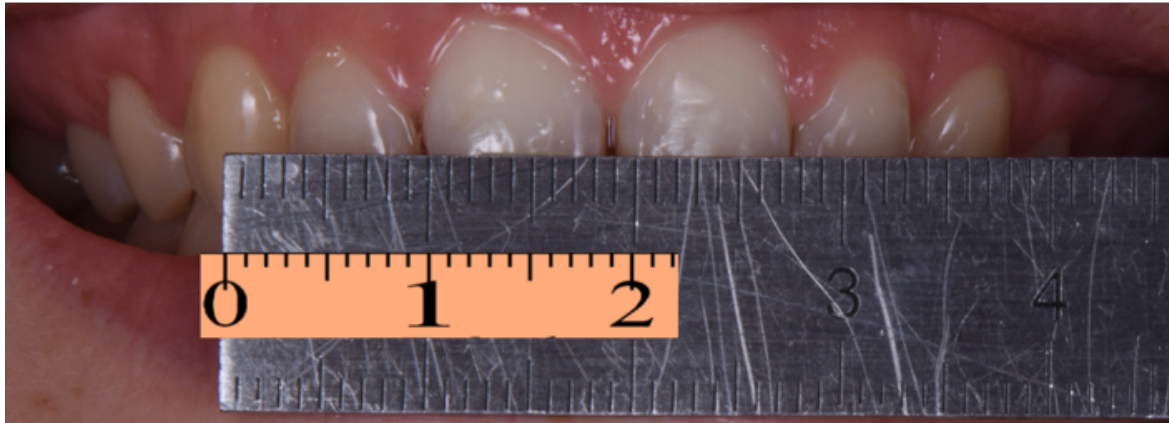


Figure 11 : Calibration du régle numérique.

Concernant les logiciels CFAO, les scores sont les plus bas. Ils n'exploitent en effet qu'une faible partie des critères esthétiques (entre 8 et 9 critères sur 22 en fonction des logiciels).

Enfin, pour conclure sur les résultats, nous observons qu'ils sont moins homogènes au sein des deux autres groupes. EASY pour le groupe des applications sur tablette et Smile Designer Pro pour le groupe des logiciels spécifiques se détachent en exploitant respectivement 20 et 19 sur les 22 critères esthétiques étudiés.

Nous pouvons maintenant nous intéresser de plus près aux différences qu'il existe au sein de certains groupes.

La documentation scientifique disponible pour les logiciels spécifiques du PEV est moins importante que pour les logiciels de présentations. L'analyse de ces programmes s'est complétée grâce aux informations récoltées via les sites des fournisseurs, les vidéos ainsi que par le biais des versions d'essais téléchargeables.

L'offre concernant les logiciels spécifique est croissante. C'est au sein de ce groupe qu'on note le plus de disparités d'un point de vue du mode de fonctionnement et de l'exploitation des critères esthétiques. Par exemple :

- **Nemo Smile Design** et **Digital Smile System** fonctionnent assez similairement, en exploitant qu'une partie des critères esthétiques sans traiter les critères esthétiques de profils et parodontaux.

Nemo Smile Design propose une exploitation du projet esthétique en 3D avec la possibilité d'importer le fichier stl de l'empreinte numérique (figure 12).

Digital Smile System quant à lui propose des lunettes de calibrage reconnues par le logiciel qui permet de réaliser des mesures (figure 13). En effet, le logiciel reconnaît la distance qui sépare deux points disposés sur les lunettes portées par le patient. A partir de cette longueur, toutes les autres mesures sont calculées et exploitables (101).

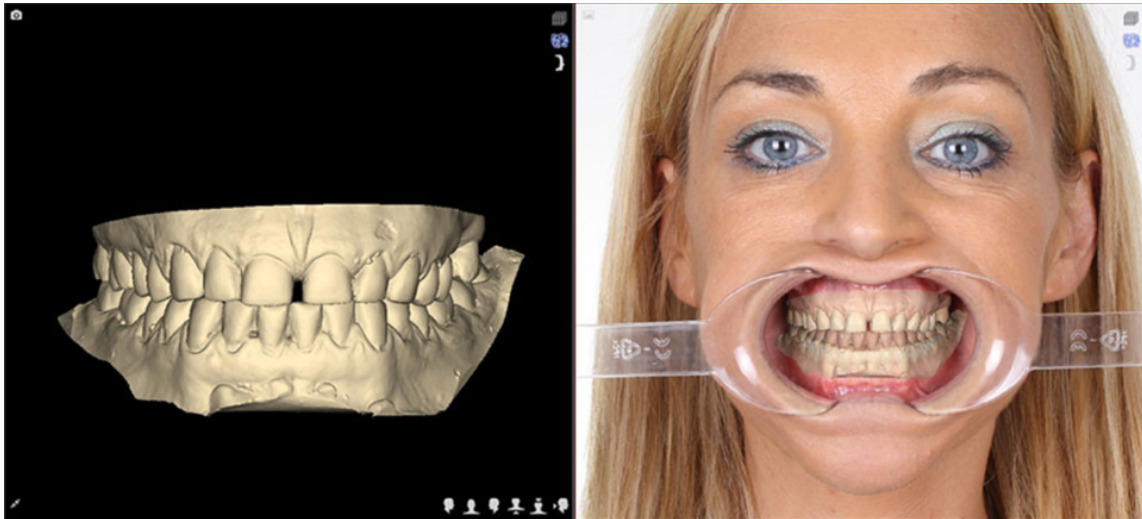


Figure 12 : Représentation du logiciel Nemo Smile Design avec importation de l’empreinte numérique (source : <https://nemotecstore.com/product/nemosmiledesign3d/>).

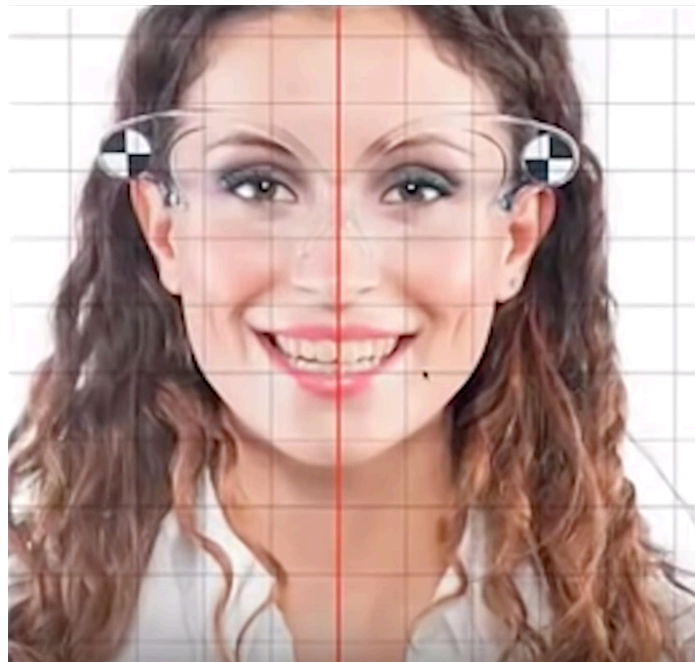


Figure 13 : Représentation des lunettes de calibration proposées par le programme Digital Smile System (source : <https://www.youtube.com/watch?v=qfQ8vFML-tU>)

- **Visagismile** offre une analyse très limitée des critères esthétiques. C’est un logiciel centré sur la personnalité du patient, qui propose une analyse morpho-psychologique avec une interview de personnalité (figure 14). Il n’y a pas d’analyse extra ou intra orale dans ce programme (102,103).

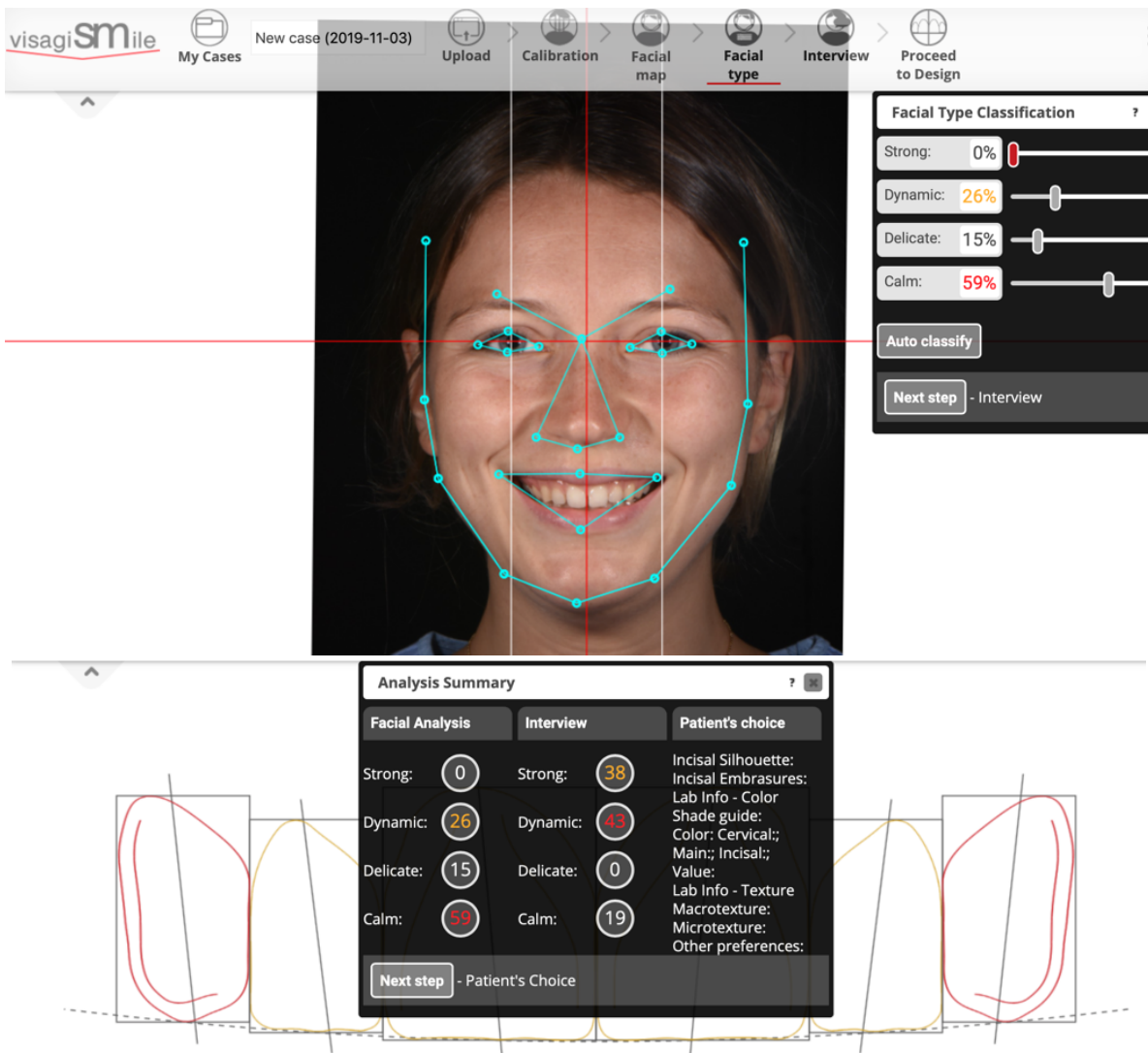


Figure 14 : Représentation de l'analyse morpho-psychologique du logiciel Visagismile.
(Source : B.Cazaux)

- **SmileCloud** est basé sur le *Cloud*. En effet les cas peuvent être stockés, planifiés et conçus en utilisant des bibliothèques biométriques et la technologie de l'intelligence artificielle qui rend le mock-up virtuel très réaliste (figure 15). Ce logiciel ne propose cependant qu'une analyse limitée des critères esthétiques. Tout comme NemoSmileDesign, SmileCloud intègre le format 3D (104).



Figure 15 : Représentation d'un mock-up virtuel issu de SmileCloud grâce à l'intelligence artificielle. (Source : B.Cazaux)

- Enfin, **Smile Designer Pro** permet, grâce à la possibilité d'élaborer des tracés librement, d'augmenter les données exploitables de l'analyse esthétique du sourire (figure 16). Par exemple il permet de tracer l'angle naso-labial ou la ligne esthétique sur la photo de profil (figure 17) (105). C'est le programme qui exploite le plus de critères esthétiques parmi les logiciels spécifiques.

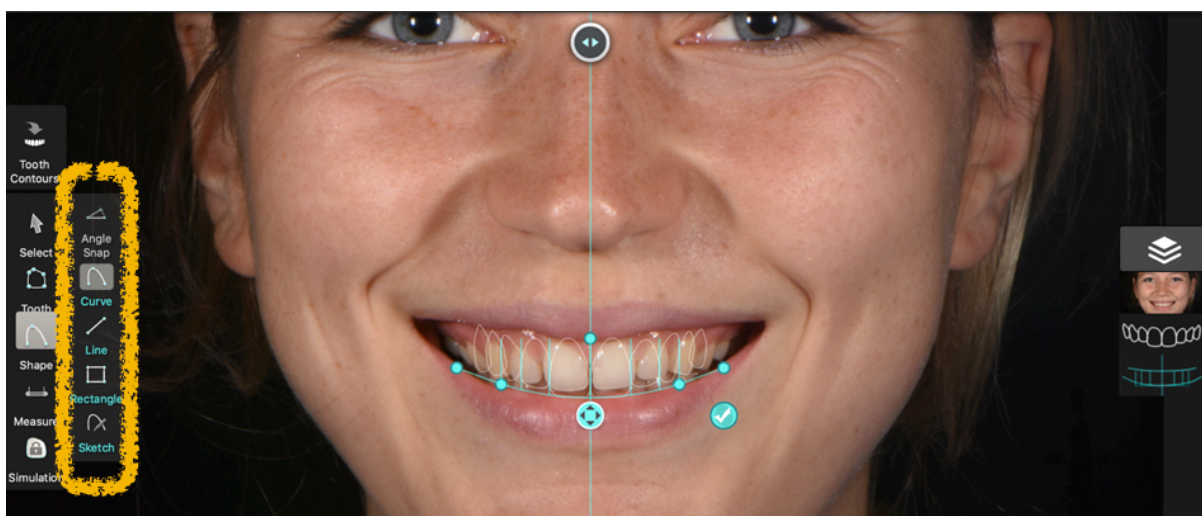


Figure 16 : Représentation des options de tracés proposées par le logiciel SmileDesignerPro. (Source : B.Cazaux)

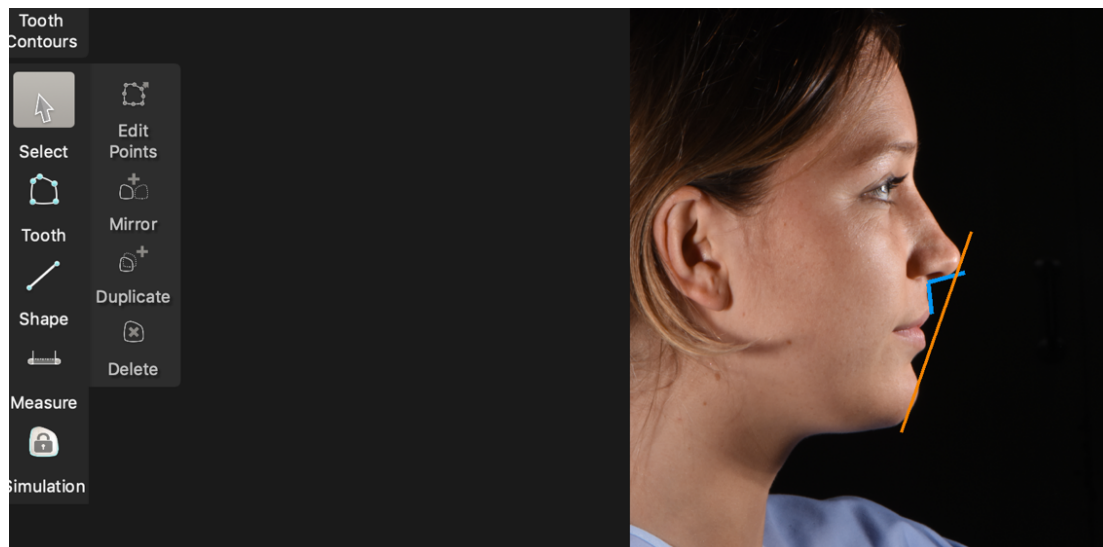


Figure 17 : Tracés de l'angle naso-labial et de la ligne esthétique à partir d'une photo de profil sur le logiciel SmileDesignerPro. (Source : B.Cazaux)

Récemment, des applications ont vu le jour permettant au chirurgien-dentiste de réaliser ses projets esthétiques virtuels directement sur tablette. La gestion des cas sur ces applications se fait de manière très intuitive, en guidant le praticien tout au long des différentes étapes. **EASY** permet de réaliser une analyse du parodonte (106). C'est l'application qui comptabilise le plus de critères esthétiques exploités.

DSDApp bénéficie d'une interface 3D (figure 18)(107). Mais cette application n'exploite qu'une faible partie des critères esthétiques.

Enfin, **GetApp** se différencie des deux autres applications car c'est la seule qui ne propose pas de tracés. Elle propose uniquement de remplir une check-list esthétique (figure 19). C'est la version numérique de la check list esthétique de M. Fradeani (108).



Figure 18 : Représentation de l'interface 3D de l'application DSDApp (source : <https://info.digitalsmiledesignapp.com/case-report-composite-veneers31416099>)

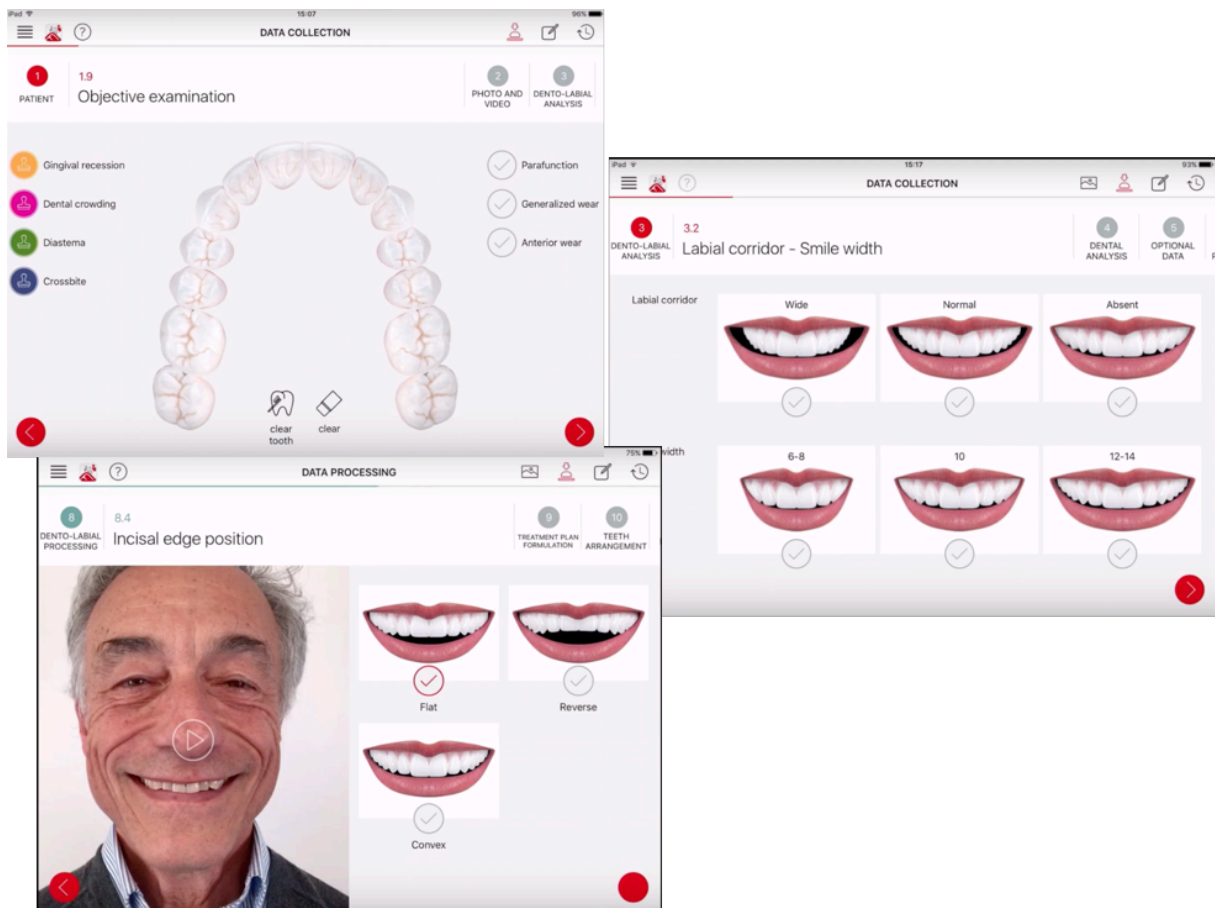


Figure 19 : Représentation d'une partie de la check-list esthétique de l'application GETApp (source : https://www.youtube.com/watch?v=W_fKHzhDBpc)

Concernant les logiciels intégrés aux systèmes de CAO (Conception Assistée par Ordinateur), les trois programmes étudiés fonctionnent de manière similaire. Ils permettent de confectionner un mock up virtuel exportable vers une imprimante 3D qui peut imprimer directement le wax up correspondant (109). A travers ces logiciels, le praticien n'est pas libre de réaliser des tracés (figure 20). L'analyse est alors très limitée.

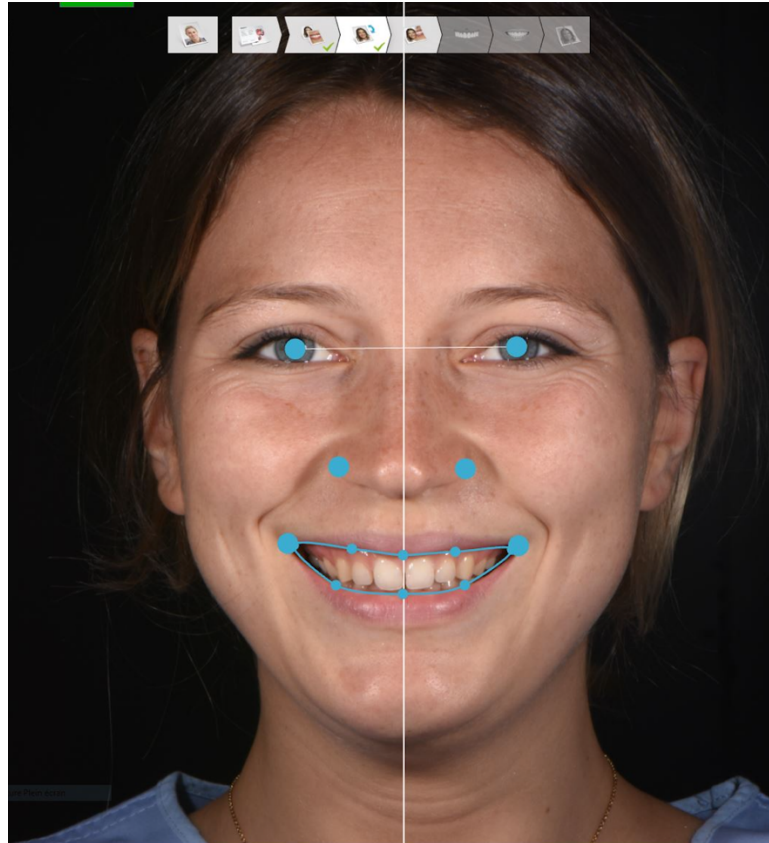


Figure 20 : Représentation d'une étape de l'analyse esthétique faciale guidée par le système Trios smile design. (Source : B.Cazaux)

On note des disparités entre les différents groupes de logiciels mais aussi au sein d'un même groupe.

A l'issue des conclusions de cette analyse comparative, nous pouvons nous interroger sur d'autres critères importants à prendre en considération pour guider le choix de l'opérateur. Par exemple la facilité d'utilisation est un facteur supplémentaire important. Les logiciels spécifiques et ceux rattachés aux systèmes CAO, ainsi que les applications sur tablette permettent au praticien de réaliser une analyse esthétique avec facilité tandis que l'utilisation des logiciels de présentations nécessiteront une formation préalable ou de maîtriser l'outil informatique.

Le temps d'utilisation est une autre donnée à prendre en compte. Elle est directement liée à la facilité d'utilisation mais aussi aux nombres d'étapes nécessaires pour réaliser l'analyse. Les systèmes CAO par exemple proposent des étapes raccourcies en comparaison avec les autres logiciels.

L'organisation du flux de travail numérique peut être un critère important à prendre en considération. En effet, pour fluidifier son flux numérique, le chirurgien-dentiste qui possède initialement une caméra optique peut opter pour les programmes directement rattachés à ces systèmes.

Nous pouvons également nous intéresser à l'impact qu'ont les logiciels sur la qualité de la communication envers le prothésiste mais aussi le patient. Pour le prothésiste, un logiciel qui permet une exploitation du plus grand nombre de données quantifiées avec des prises de vues différentes et un système en 3D (avec fichier stl de l'empreinte numérique intégré) pourrait être le plus judicieux. Pour le patient, les applications sur tablettes peuvent être un bon moyen didactique pour montrer les problématiques et le faire participer activement au projet.

Enfin, le coût est un autre élément à prendre en considération. En effet, nous notons des disparités importantes entre les différents programmes qui sont disponibles soit à l'achat soit à l'abonnement. Les prix à l'achat peuvent aller de 150€ pour GetApp à 3750€ pour NemoSmileDesign en version 3D. Pour les programmes disponibles à l'abonnement, les prix vont de 240€/ans pour SmileCloud à 722€/ans pour DSDApp ou 895€/ans pour SmileDesignerPro. Il est à noter que KeyNote est un programme disponible gratuitement pour les utilisateurs du système d'exploitation Apple.

C'est finalement l'ensemble des paramètres qui doivent guider le choix du chirurgien-dentiste.

Conclusion

La planification esthétique a été décrite depuis de nombreuses années par différents auteurs. Ces derniers ont définis des critères esthétiques fondamentaux (10,12,96). Pour une analyse aboutie le praticien doit exploiter un maximum de ces critères.

La comparaison de différents programmes de gestion du projet esthétique virtuel clarifie la compétence de ces derniers qui devraient inclure les paramètres faciaux, dento-gingivaux et esthétiques dentaires.

Les résultats ne peuvent pas être idéaux lorsque plusieurs paramètres ne sont pas exploités.

La conclusion de cette analyse montre que quatre programmes se détachent favorablement des autres par leur capacité à exploiter un grand nombre de critères esthétiques. A savoir: Keynote, Adobe photoshop, EASY et Smile Designer Pro.

Ce n'est sans oublier qu'il existe d'autres facteurs importants à prendre en compte, comme la facilité d'utilisation du logiciel, le rendu final, le prix, la possibilité de réaliser une analyse en trois dimensions ou encore l'application immédiate à une configuration clinique spécifique.

Le praticien peut se trouver noyé dans l'immensité des offres de logiciels et d'applications qui sont disponibles à ce jour. La prise en compte de tous les facteurs pertinents peut influencer sur le choix du programme dans la pratique clinique choisie par le chirurgien-dentiste.

Les conclusions que nous pouvons donner sont que les applications sur tablette peuvent être un choix intéressant pour valoriser l'échange entre le praticien et le patient. Elles permettent également d'améliorer l'ergonomie et l'interactivité.

Pour le praticien à la recherche d'un outil lui permettant de réaliser une analyse aboutie avec une totale liberté, il se penchera davantage vers les logiciels de présentation. Néanmoins ces derniers nécessitent une certaine maîtrise de l'outil informatique. Le praticien devra certainement suivre une formation dédiée.

Concernant les logiciels spécifiques, ils proposent un véritable accompagnement dans les différentes étapes de l'analyse esthétique. Ils ont chacun leurs spécificités mais ont tendance à n'exploiter qu'une partie des données esthétique.

Enfin, les logiciels CFAO peuvent être une option intéressante pour le praticien qui possède déjà une machine CAO. En effet cela permet de fluidifier son flux de travail en le rendant entièrement numérique. Néanmoins ils n'exploitent qu'une faible partie des critères esthétiques.

Pour conclure, l'évolution va vers une programmation de projet esthétique entièrement en 3D, avec un scanner facial, un enregistrement d'empreinte numérique, un cône-beam et l'assemblage de toutes les données pour créer un visage, un articulateur et un futur sourire entièrement numérisé.

Annexe

Autorisation de droit à l'image et/ou de la voix

Objet : Autorisation de filmer et publier des images et/ou voix

Je, soussignée,

Nom : ... *Balthmann* ... Prénom : ... *Clémentine* ...
Adresse :
... *36 allée Pierre de Villepreux* ...
Code postal : ... *33 160* ... Ville : ... *Saint Aubin du Redon* ...
Pays : ... *FRANCE* ...
Tél : ... *06 09 03 63 99* ...
:@.....

Autorise, à titre gratuit M CAZAUX Benjamin

- à me filmer/et ou me prendre en photographie pour la réalisation de sa thèse d'exercice pour l'obtention du titre de docteur en chirurgie dentaire.
- à effectuer un montage, reproduire et diffuser ces images/enregistrements lors de projections à but non lucratif.
- à publier ces images sur le web

Je peux me rétracter à tout moment, sur simple demande écrite à :

benjamincazaux.pro@gmail.com

Je m'engage à ne pas tenir responsable la personne ou structure précitée ainsi que ses représentantes et toute personne agissant avec sa permission pour ce qui relève de la possibilité d'un changement de cadrage, de couleur et de densité qui pourrait survenir lors de la reproduction.

Ce contrat est reconduit de manière tacite chaque année. La présente autorisation est **personnelle et incessible et ne s'applique qu'aux supports explicitement mentionnés.**

Je déclare avoir 18 ans ou plus et être compétente à signer ce formulaire en mon propre nom. J'ai lu et compris toutes les implications de cette autorisation.

Fait à
Bordeaux

Le *23/12/2019*

Signature :



Bibliographie

1. Savard F, Tirlet G, Attal JP. La dentisterie esthétique: pourquoi maintenant. *Fil Dent.* 2007;23:42-43.
2. Philippe J. [What makes a pleasing face]. *Orthod Francaise.* mars 2014;85(1):127-31.
3. Guth É, Bacon W. [Smile in self-representation and self-esteem]. *Orthod Francaise.* déc 2010;81(4):323-9.
4. Lamarque S. De l'idéal à la réalité clinique: quelques concepts pour un sourire. *J l'Edgewise.* 1999;7-33.
5. Small BW. Successful dentist-patient communication for optimal esthetic results. *Gen Dent.* 2003;51(3):221-222.
6. Marzola R, Derbabian K, Donovan TE, Arcidiacono A. The science of communicating the art of esthetic dentistry. Part I: Patient-dentist-patient communication. *J Esthet Dent.* 2000;12(3):131-8.
7. Imburgia M. Patient and team communication in the iPad era - a practical appraisal. *Int J Esthet Dent.* Spring 2014;9(1):26-38.
8. Magne P, Belser U. Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures: approche biomimétique. *Quintessence international;* 2003.
9. McLaren EA, Culp L. Smile analysis and photoshop smile design technique. :11.
10. Fradeani M. Réhabilitation esthétique en prothèse fixée: une approche systématique du traitement prothétique. *Analyse esthétique.* 2006.
11. Coachman C, Calamita M. Digital smile design: a tool for treatment planning and communication in esthetic dentistry. *Quintessence Dent Technol.* 2012;35(3):103-111.
12. Roach RR, Muia PJ. Communication between dentist and technician: An esthetic checklist. In: *Perspectives in dental ceramics Proceedings of the Fourth International Symposium on Ceramics Chicago:* Quintessence. 1988. p. 445-455.
13. Chiche GJ, Pinault A. *Esthetics of anterior fixed prosthodontics.* Quintessence Chicago; 1994.
14. Moskowitz ME, Nayyar A. Determinants of dental esthetics: a rationale for smile analysis and treatment. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. déc 1995;16(12):1164, 1166, passim; quiz 1186.

15. Etienne O, Anckenmann L. Restaurations esthétiques en céramique collée. Paris : Editions CdP, 2016.
16. Rufenacht CR, Berger RP. Fundamentals of esthetics. 1990.
17. Lombardi RE. The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics. *J Prosthet Dent.* 1973;29(4):358–382.
18. Boileau M-J. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte: Tome 1, Principes et moyens thérapeutiques. Vol. 1. Elsevier Health Sciences; 2011.
19. Lee RL. Standardized head position and reference planes for dento-facial aesthetics. *Dent Today.* févr 2000;19(2):82-7.
20. Strub JR, Blatz MB, Turp JC. Gingival and dental esthetics: mimicking mother nature. *Craniofacial Growth Ser.* 2001;38:55–76.
21. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics. Elsevier Health Sciences; 2006.
22. Borghetti A, Monnet-Corti V. Chirurgie plastique parodontale. Wolters Kluwer France; 2008.
23. Van der Geld P, Oosterveld P, Kuijpers-Jagtman AM. Age-related changes of the dental aesthetic zone at rest and during spontaneous smiling and speech. *Eur J Orthod.* août 2008;30(4):366-73.
24. Carvalho TS, Lussi A. Age-related morphological, histological and functional changes in teeth. *J Oral Rehabil.* avr 2017;44(4):291-8.
25. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* avr 1993;103(4):299-312.
26. Paul SJ. Smile analysis and face-bow transfer: enhancing aesthetic restorative treatment. *Pract Proced Aesthetic Dent PPAD.* avr 2001;13(3):217-22; quiz 224.
27. Ricketts RM. Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. *Angle Orthod.* 1957;27(1):14–37.
28. Brunton PA, McCord JF. An analysis of nasolabial angles and their relevance to tooth position in the edentulous patient. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* déc 1993;2(2):53-6.
29. Dastoor SF, Misch CE, Hom-Lay Wang. Dermal Fillers for Facial Soft Tissue Augmentation. *J Oral Implantol.* juill 2007;33(4):191-204.

30. Owens EG, Goodacre CJ, Loh PL, Hanke G, Okamura M, Jo K, et al. A multicenter interracial study of facial appearance. Part 1: A comparison of extraoral parameters. *Int J Prosthodont.* juin 2002;15(3):273-82.
31. Fradeani M, Barducci G. *Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics, Volume 2.* Berlin: Quintessence Publishing Co. Inc; 2008.
32. Duchenne G-B, Boulogne G-BD de. *The Mechanism of Human Facial Expression.* Cambridge University Press; 1990. 312 p.
33. Van der Geld PAAM, Oosterveld P, Van Waas MAJ, Kuijpers-Jagtman AM. Digital videographic measurement of tooth display and lip position in smiling and speech: Reliability and clinical application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1 mars 2007;131(3):301.e1-301.e8.
34. A. Borghetti, V. Monnet-Corti. *Chirurgie plastique parodontale et péri-implantaire 3ème édition.* Editions CdP. Paris; 2017.
35. Sepolia S, Sepolia G, Kaur R, Gautam DK, Jindal V, Gupta SC. Visibility of gingiva-An important determinant for an esthetic smile. *J Indian Soc Periodontol.* 2014;18(4):488.
36. Monnet-Corti V, Antezack A, Pignoly M. Comment parfaire l'esthétique du sourire : toujours en rose ! *Orthod Fr.* mars 2018;89(1):71-80.
37. Arias DM, Trushkowsky RD, Brea LM, David SB. Treatment of the Patient with Gummy Smile in Conjunction with Digital Smile Approach. *Dent Clin North Am.* juill 2015;59(3):703-16.
38. Liébart M-F, Fouque-Deruelle C, Santini A, Dillier F-L, Monnet-Corti V, Glise J-M, et al. Smile line and periodontium visibility. *Periodontal Pract Today.* 2004;1(1).
39. Al-Jabrah O, Al-Shammout R, El-Naji W, Al-Ajarmeh M, Al-Quran A-H. Gender Differences in the Amount of Gingival Display During Smiling Using Two Intraoral Dental Biometric Measurements. *J Prosthodont.* 2010;19(4):286-93.
40. Sackstein M. Display of Mandibular and Maxillary Anterior Teeth During Smiling and Speech: Age and Sex Correlations. *Int J Prosthodont.* mars 2008;21(2):149-51.
41. Owens EG, Goodacre CJ, Loh PL, Hanke G, Okamura M, Jo K, et al. A multicenter interracial study of facial appearance. Part 2: A comparison of intraoral parameters. *Int J Prosthodont.* 2002;15(3).
42. Castellani D. *Elements of occlusion.* Edizioni Martina; 2000.
43. L'Estrange PR, Murray CG. Application of lateral skull cephalometry to prosthodontics. *Aust Orthod J.* 1976;4(4):146.

44. Kokich V. Esthetics and anterior tooth position: an orthodontic perspective part III: mediolateral relationships. *J Esthet Restor Dent.* 1993;5(5):200–207.
45. Oshagh M, Zarif NH, Bahramnia F. Evaluation of the effect of buccal corridor size on smile attractiveness. *Eur J Esthet Dent Off J Eur Acad Esthet Dent.* 2010;5(4):370-80.
46. Moore T, Southard KA, Casco JS, Qian F, Southard TE. Buccal corridors and smile esthetics. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod Its Const Soc Am Board Orthod.* févr 2005;127(2):208-13; quiz 261.
47. Mollabashi V, Abolvardi M, Akhlaghian M, Ghaffari MI. Smile attractiveness perception regarding buccal corridor size among different facial types. *Dent Med Probl.* sept 2018;55(3):305-12.
48. Tikku T, Khanna R, Maurya RP, Ahmad N. Role of buccal corridor in smile esthetics and its correlation with underlying skeletal and dental structures. *Indian J Dent Res.* 3 avr 2012;23(2):187-94.
49. Raj V. Esthetic Paradigms in the Interdisciplinary Management of Maxillary Anterior Dentition—A Review. *J Esthet Restor Dent.* 2013;25(5):295-304.
50. Gürel G. The science and art of porcelain laminate veneers. London: Quintessence;; 2003.
51. Levine JB. *Dentisterie esthétique: le sourire.* Elsevier Masson; 2017.
52. Urzal V. Relation des dents avec les structures adjacentes pour un résultat esthétique. *Int Orthod.* 2010;8(2):91–104.
53. Nelson K, Xiulian Hu, Nack C, Nahles G, Mehrhof J, Nahles S. Analysis of Soft Tissue Display During Enjoyment Smile. Part II: Elder Caucasians. *Int J Periodontics Restorative Dent.* juill 2014;34(4):573-8.
54. Hochman MN, Chu SJ, Tarnow DP. Maxillary Anterior Papilla Display During Smiling: A Clinical Study of the Interdental Smile Line. *Int J Periodontics Restorative Dent.* juill 2012;32(4):374-83.
55. Gowd S, Shankar T, Chatterjee S, Mohanty P, Sahoo N, Baratam S. Gingival Zenith Positions and Levels of Maxillary Anterior Dentition in Cases of Bimaxillary Protrusion: A Morphometric Analysis. *J Contemp Dent Pract.* 1 août 2017;18(8):700-4.
56. Chu SJ, Tan JH-P, Stappert CFJ, Tarnow DP. Gingival zenith positions and levels of the maxillary anterior dentition. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent Al.* 2009;21(2):113-20.
57. Levin EI. Dental esthetics and the golden proportion. *J Prosthet Dent.* 1978;40(3):244–252.

58. Preston JD. The golden proportion revisited. *J Esthet Restor Dent.* 1993;5(6):247–251.
59. Ward DH. A study of dentists' preferred maxillary anterior tooth width proportions: comparing the recurring esthetic dental proportion to other mathematical and naturally occurring proportions. *J Esthet Restor Dent.* 2007;19(6):324–339.
60. Agrawal VS, Kapoor S, Bhesania D, Shah C. Comparative photographic evaluation of various geometric and mathematical proportions of maxillary anterior teeth: A clinical study. *Indian J Dent Res.* 2016;27(1):32–6.
61. Frush JP, Fisher RD. The age factor in dentogenics. *J Prosthet Dent.* 1957;7(1):IN1–IN2.
62. Carlsson GE, Wagner I-V, Ödman P, Ekstrand K, MacEntee M, Marinello C, et al. An international comparative multicenter study of assessment of dental appearance using computer-aided image manipulation. *Int J Prosthodont.* 1998;11(3).
63. Lasserre JF. Forme et harmonie de l'incisive centrale. *L'Information Dent.* 2008;90:2469.
64. Ahmad I. Anterior dental aesthetics: Historical perspective. *Br Dent J.* 25 juin 2005;198(12):737-42.
65. Paris JC, Etienne JM. Au centre du sourire, l'incisive centrale. *Inf Dent.* 2008;18:1007–1012.
66. Laborde G, Andrieu P, Maille G, Sette A, Niboyet C, Ferdani A, et al. Objectifs et décisions cliniques modernes en odontologie reconstructrice. *Rev Odont Stomat.* 2014;43:269–285.
67. Dodds M, Laborde G, Devictor A, Maille G, Sette A, Margossian P. Les références esthétiques : la pertinence du diagnostic au traitement. 2014;14:8.
68. Shillingburg JH, Kaplan MJ, Grace SC. Tooth dimensions—a comparative study. *J-South Calif Dent Assoc.* 1972;40(9):830–839.
69. Mavroskoufis F, Ritchie GM. Variation in size and form between left and right maxillary central incisor teeth. *J Prosthet Dent.* 1980;43(3):254–257.
70. Bouchard P, Malet J, Borghetti A. Decision-making in aesthetics: root coverage revisited. *Periodontol 2000.* 2001;27(1):97–120.
71. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol 2000.* 1996;11(1):18–28.
72. Rufenacht CR. Principles of esthetic integration. Quintessence Publishing (IL); 2000.
73. Ahmad I. Geometric considerations in anterior dental aesthetics: restorative principles. *Pract Periodontics Aesthetic Dent PPAD.* 1998;10(7):813–22.

74. Caudill R, Chiche G. Esthétique et gencive. Chiche G Pinauet Eds Esthét Restaur Desdents Antérieures Paris CDP. 1995;177–98.
75. McGuire MK. Periodontal plastic surgery. *Dent Clin North Am.* 1998;42(3):411–465.
76. Charruel S, Perez C, Foti B, Camps J, Monnet-Corti V. Gingival contour assessment: clinical parameters useful for esthetic diagnosis and treatment. *J Periodontol.* 2008;79(5):795–801.
77. Allen EP. Surgical crown lengthening for function and esthetics. *Dent Clin North Am.* 1993;37(2):163–179.
78. Kois JC. The restorative-periodontal interface: biological parameters. *Periodontol 2000.* 1996;11(1):29–38.
79. Kois JC. Altering gingival levels: the restorative connection part I: biologic variables. *J Esthet Restor Dent.* 1994;6(1):3–7.
80. Dawson A, Chen S. La classification SAC en implantologie dentaire. Quintessence Publishing; 2011.
81. Shigli K, Awinashe V. Patient-dentist communication: an adjunct to successful complete denture treatment. *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* août 2010;19(6):491-3.
82. Khalifah AM, Celenza A. Teaching and Assessment of Dentist-Patient Communication Skills: A Systematic Review to Identify Best-Evidence Methods. *J Dent Educ.* janv 2019;83(1):16-31.
83. Smith AJE. [Series: Communication in the dental practice. Building a good dentist-patient relationship with communication]. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* janv 2019;126(1):37-44.
84. Grzić R, Spalj S, Lajnert V, Glavicić S, Uhac I, Pavicić DK. Factors influencing a patient's decision to choose the type of treatment to improve dental esthetics. *Vojnosanit Pregl.* nov 2012;69(11):978-85.
85. Mon Mon Tin-Oo, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health.* janv 2011;11(1):6-13.
86. Akarslan ZZ, Sadik B, Erten H, Karabulut E. Dental esthetic satisfaction, received and desired dental treatments for improvement of esthetics. *Indian J Dent Res.* avr 2009;20(2):195-200.
87. Becker M, Crescenzo D, Crescenzo H. Photos cliniques et portraits Partie 1. Améliorer ses prises de vue. *Clinic (Paris).* 2017;38:565-70.

88. Coachman C, Calamita MA, Sesma N. Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 3 avr 2017;37(2):183-93.
89. Omar D, Duarte C. The application of parameters for comprehensive smile esthetics by digital smile design programs: A review of literature. *Saudi Dent J.* janv 2018;30(1):7-12.
90. Coachman C, Paravina RD. Digitally Enhanced Esthetic Dentistry - From Treatment Planning to Quality Control. *J Esthet Restor Dent.* 2 mars 2016;28:S3-4.
91. Cattoni F, Mastrangelo F, Gherlone EF, Gastaldi G. A New Total Digital Smile Planning Technique (3D-DSP) to Fabricate CAD-CAM Mockups for Esthetic Crowns and Veneers. *Int J Dent.* 10 juill 2016;1-5.
92. Meereis CTW, de Souza GBF, Albino LGB, Ogliari FA, Piva E, Lima GS. Digital Smile Design for Computer-assisted Esthetic Rehabilitation: Two-year Follow-up. *Oper Dent.* févr 2016;41(1):E13-22.
93. Lin WS, Zandinejad A, Metz MJ, Harris BT, Morton D. Predictable Restorative Work Flow for Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture-Fabricated Ceramic Veneers Utilizing a Virtual Smile Design Principle. *Oper Dent.* août 2015;40(4):357-63.
94. Miranda ME, Olivieri KA, Rigolin FJF, de Vasconcellos AA. Esthetic Challenges in Rehabilitating the Anterior Maxilla: A Case Report. *Oper Dent.* févr 2016;41(1):2-7.
95. Garcia PP, Da Costa RG, Calgaro M, Ritter AV, Correr GM, Da Cunha LF, et al. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *J Conserv Dent JCD.* 2018;21(4):455.
96. Magne P, Belser U. Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach. Vol. 28. Quintessence publishing company; 2002.
97. Veneziani M. Ceramic laminate veneers: clinical procedures with a multidisciplinary approach. *Int J Esthet Dent.* Winter 2017;12(4):426-48.
98. Paris J-C, Faucher A-J. Le guide esthétique: comment réussir le sourire de vos patients. Quintessence international; 2003.
99. Zaccaria M. Photographic-assisted prosthetic design technique for the anterior teeth. *Clin Res.* :21.
100. Sundar MK, Chelliah V. Ten Steps to Create Virtual Smile Design Templates With Adobe Photoshop CS6. :11.

101. Sanchez-Lara A, Chochlidakis KM, Lampraki E, Molinelli R, Molinelli F, Ercoli C. Comprehensive digital approach with the Digital Smile System: A clinical report. *J Prosthet Dent* [Internet]. mars 2019 [cité 19 avr 2019]; Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391318310096>
102. Iliev G. Personalized Digital Smile Design for Predictable Aesthetic Results. *Balk J Dent Med*. 1 nov 2016;20(3):172-7.
103. Paolucci B, Calamita M, Coachman C, Gürel G, Shayder A, Hallawell P. Visagism: The Art of Dental Composition. :14.
104. SmileCloud [Internet]. 2019. Disponible sur: <https://smilecloud.com>
105. Atlan A, Decup F, Quentin G. Projet esthétique virtuel : de l'analyse à la réalisation. *Clinic (Paris)*. 2017;(39):259-69.
106. Paris JC , Etienne O, Camaléonte G, Faucher A. Étude des critères esthétiques à travers une application numérique. *Clinic (Paris)*. 2017;(38):719-27.
107. Devigus A. Mit Apps planen und kommunizieren. *Quintessenz Zahntech*. 2019;4.
108. Bacherini L, Fradeani M. A New Tool for the Prosthetic Treatment Plan: Use of Minimally Invasive Prosthetic Procedures (MIPP) and GETApp. In: *Quintessence of dental technology*. Quintessence Publishing; 2018.
109. Lindén A. Utilising smile design software and CAD/CAM for creating a mock-up and final restorations. *Intern Dent-Afr Ed*. 2016;6(4).

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

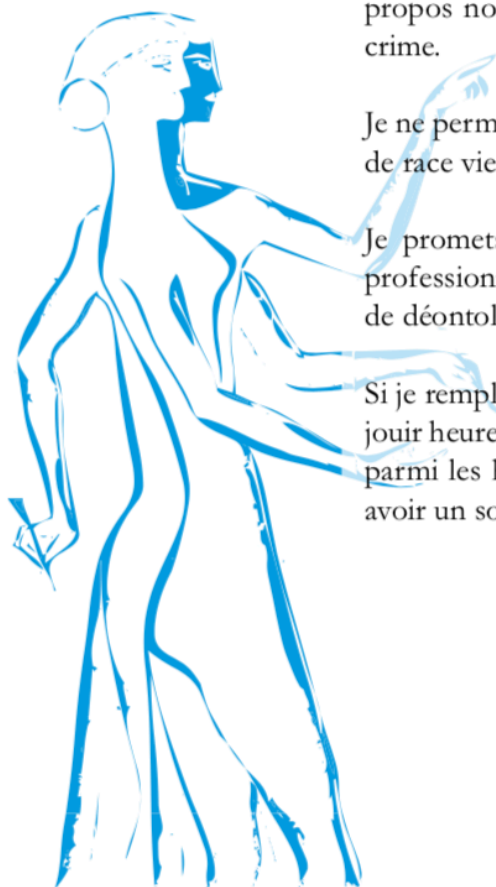
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : Projet esthétique virtuel et critères esthétiques du sourire : Analyse comparative de différents logiciels.

Résumé : Introduction : Pour atteindre des résultats optimaux lors d'une réhabilitation esthétique du sourire, une analyse dento-faciale systématique et complète doit être effectuée. Récemment, l'avènement du numérique a permis de concevoir des projets esthétiques virtuel (PEV). Une multitude de programmes se sont développés depuis 2012 et le chirurgien-dentiste peut se retrouver perdu dans l'immensité de l'offre. **Objectif** : Comparer des logiciels permettant l'établissement d'un PEV en évaluant leurs facultés à exploiter les critères esthétiques fondamentaux. **Matériel et méthode** : Une sélection de logiciels a été réalisée à partir d'une revue de la littérature. Pour cela, les moteurs de recherche utilisés ont été PubMed et Dentistry Oral sciences source. Au total 13 logiciels ont été sélectionnés et répartis en quatre groupes (logiciels de présentation ; applications sur tablette ; logiciels spécifiques et logiciels CAO). Enfin, pour chaque programme, 22 critères esthétiques fondamentaux ont été étudiés. **Résultats** : Des différences significatives ont pu être observées entre les programmes. Les logiciels de présentations (Keynote et Adobe Photoshop) semblent exploiter le plus de critères tandis que les logiciels de CAO le moins. Dans les deux autres groupes, l'application EASY et le logiciel Smile Designer Pro semblent se détacher de façon favorable. **Discussion** : Cette étude comparative a permis de mettre en avant les différences entre les logiciels en matière d'analyse esthétique. Cependant, d'autres facteurs sont à prendre en considération comme la facilité d'utilisation, le prix, la qualité de la communication ou encore le temps consacré pour l'utilisation du logiciel. C'est l'ensemble des paramètres qui doivent guider le choix du chirurgien-dentiste.

Mots clés : [Esthétique] [Digital] [Sourire] [Logiciel]

Title : Virtual aesthetic project and esthetic criteria of the smile: Comparative analysis of different software.

Abstract : Introduction: For optimal esthetic results, a systematic and complete dentofacial analysis must be performed. Recently, the advent of digital technology has made it possible to create digital smile design (DSD). A multitude of programs have been developed since 2012 and the dentist may find himself lost in the vastness of the offer. **Objective**: To compare software that allows the establishment of an DSD by evaluating their ability to exploit fundamental aesthetic criteria. **Material and method**: A selection of software was made from a literature review. For this purpose, the search motors used were PubMed and Dentistry Oral Sciences source. A total of 13 software packages were selected and divided into four groups (presentation software; tablet applications; specific software and CAO software). Finally, for each program, 22 fundamental aesthetic criteria were studied. **Results**: Significant differences were observed between the programs. Presentation software (Keynote and Adobe Photoshop) seems to use the most criteria while CAO software uses the least. In the other two groups, the EASY application and the Smile Designer Pro software seem to be detached in a favorable way. **Discussion**: This comparative study allowed to highlight the differences between the software in terms of aesthetic analysis. However, other factors must be taken into consideration such as usability, price, communication quality or the time spent using the software. All the parameters must guide the choice of the dental surgeon.

Keywords : [Aesthetic][Digital][Smile][Software]
