



## Projet esthétique virtuel: “ comparaison des outils numériques ”

Gabriel Quentin

### ► To cite this version:

Gabriel Quentin. Projet esthétique virtuel: “ comparaison des outils numériques ”. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01494608

**HAL Id: dumas-01494608**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01494608>**

Submitted on 23 Mar 2017

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



## **AVERTISSEMENT**

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

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

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

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

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



MEMBRE DE  
**U<sup>S</sup>PC**  
Université Sorbonne  
Paris Cité

# **UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES**

## **FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE**

**Année 2017**

**N° 009**

### **THÈSE**

#### **POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le : 31 janvier 2017

Par

**Gabriel QUENTIN**

### **Projet esthétique virtuel : « comparaison des outils numériques »**

Dirigée par M. le Docteur Franck DECUP

#### **JURY**

Monsieur le Professeur Jean-Jacques LASFARGUES

Président

Monsieur le Docteur Franck DECUP

Assesseur

Monsieur le Docteur Anthony ATLAN

Assesseur

Monsieur le Docteur Lucien DUPAGNE

Assesseur



## Tableau des enseignants de la Faculté

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme VITAL Mme DAVIT-BEAL	M. COURSON Mme DURSUN Mme VANDERZWALM Mme JEGAT
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE		Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN-GOLDRAT Mme LE NORCY
	SANTÉ COMMUNAUTAIRE ET POPULATIONS SINGULIÈRES	Mme FOLLIGUET M. PIERRISNARD	M. NEBOT
2	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER	M. BIOSSE DUPLAN Mme DRIDI Mme GOSSET M. GUEZ
	MÉDECINE ET CHIRURGIE BUCCALES	M. MAMAN	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. NGUYEN Mme RADOI
3	ODONTOLOGIE CONSERVATRICE ENDODONTIE	Mme CHEMLA M. LASFARGUES	Mme BESNAULT M. BONTE Mme BOUKPESSI M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSE	M. POSTAIRE	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TIRLET M. TRAMBA Mme WULFMANN
4	PRÉVENTION-ÉPIDÉMIOLOGIE ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE		Mme GERMA M. PIRNAY M. TAVERNIER
	SCIENCES BIOLOGIQUES	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme POLIARD M. ROCHEFORT Mme SEGUIER	M. ARRETO Mme BARDET Mme CHARDIN M. LE MAY M. FERRE (MCU associé) Mme CHERIFI (MCU associée)
	SCIENCES ANATOMIQUES PHYSIOLOGIQUES ET OCCLUSODONTIQUE		M. ATTAL Mme BENBELAID Mme BENOIT M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON M. SALMON Mme TILOTTA



# Remerciements

---

**À Monsieur le Professeur Jean-Jacques LASFARGUES**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Doctorat d'Etat en Odontologie

Professeur des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Chef de service de l'hôpital Bretonneau

Chevalier de l'ordre des palmes académiques

Pour l'honneur que vous me faites en présidant le jury de cette thèse. Veuillez trouver en ces mots de sincères remerciements et mon plus profond respect.





**À Monsieur le Docteur Franck DECUP**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Paris Descartes

Maître de Conférences des Universités, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris Descartes

Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris

Pour l'honneur que vous me faites en acceptant de diriger cette thèse. Pour votre soutien, votre confiance, et votre investissement. Pour votre pédagogie et votre patience dans la transmission de votre savoir.

Veuillez trouver en ces mots l'expression de ma gratitude et de mes plus sincères remerciements.



**À Monsieur le Docteur Anthony ATLAN**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistant Hospitalo-universitaire, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris Descartes

Pour l'honneur que vous me faites en acceptant de participer au jury de cette thèse. Pour vos précieux enseignements cliniques, votre rigueur, et votre disponibilité. Veuillez trouver l'expression de ma considération et de mes sincères remerciements.



**À Monsieur le Docteur Lucien DUPAGNE**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistant Hospitalo-universitaire, Faculté de Chirurgie Dentaire Paris Descartes

Pour l'honneur que tu me fais en acceptant de participer au jury de cette thèse. Pour avoir été un soutien pendant nos années de clinique. Pour ta bonne humeur, ta gentillesse, et notre amitié, trouve en ces mots mes sincères remerciements.



À ma Première famille.

À ma mère et à mon père, à ma sœur, Eva, et à mes frères, Adrien, Victor et Jules.

Mes grands-parents, tantes, oncles, cousines et cousins.

À mon neveu

À ma deuxième famille.

À mes amis.

Amis d'enfance et pour toujours, Amis du

XIII,

Amis d'études,

Amis docteurs, confrères et consœurs.

# Table des matières

---

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Le projet esthétique</b>	<b>4</b>
2.1 Intérêts du projet esthétique virtuel	4
2.1.1 Outil de diagnostic	5
2.1.2 Outil de communication	6
2.1.3 Outil de planification	8
2.2 Acquisition des données biométriques	9
2.2.1 La photographie numérique	9
2.2.2 Vidéo numérique	13
2.2.3 Empreintes physiques	13
2.2.4 Empreintes optiques	13
2.2.5 Cone Beam	13
2.3 Eléments d'analyse du sourire	14
2.3.1 Données extra-oraales	14
2.3.2 Report des données extra-oraales en bouche	16
2.3.3 Données intra-oraales	16
<b>3. Les outils de création de projet</b>	<b>20</b>
3.1 Présentation des outils	20
3.1.1 Logiciels de présentation	20
3.1.2 Cerec Smile Design de Sirona	21
3.1.3 Digital Smile Design	22
3.1.4 Dental GPS	26
3.1.5 Digital Smile System	27
3.1.6 G Design	28
3.1.7 Romexis Smile Design	29
3.1.8 Smile Composer 3Shape	30
3.1.9 Smile Designer Pro	31
3.1.10 Visagismile	32
4.1 Rappel des caractéristiques des outils	33
<b>4.2 Comparaison des différentes solutions</b>	<b>34</b>
4.2.1 Outil d'analyse	34
4.2.2 Outil de communication	35



4.2.3 Outil de simulation	36
4.2.4 Aide à la CFAO	36
4.1.5 Impression 3D	37
4.1.6 Prix	38
4.1.7 La meilleure solution ?	38
<b>5. Réaliser un Projet esthétique virtuel avec Keynote</b>	<b>39</b>
5.1 Tutoriel	39
5.1.1 Analyse extra-orale	39
5.1.2 Report des repères extra-oraux en bouche	42
5.1.3 Analyse intra-orale	44
5.1.4 « Smile Design »	44
5.1.5 De la simulation virtuelle à la simulation réelle du sourire	48
<b>6. Conclusion</b>	<b>49</b>
<b>7. Bibliographie</b>	<b>50</b>
<b>8. Table des illustrations</b>	<b>53</b>

# Introduction

La réussite d'un traitement restaurateur, dans le secteur antérieur, est complète lorsque les résultats obtenus correspondent aux attentes du patient et du praticien.

La notion de beauté est subjective. Lorsque le sourire, pôle d'attraction du visage<sup>1</sup>, est en jeu, il faut que les propositions de traitement soient clairement comprises et validées par le patient et l'équipe de soins.

Cette réussite ne doit pas être obtenue par chance, mais en définissant le plus précocement, et le plus clairement possible le projet esthétique, ceci par une approche biomimétique et systématique, alliant diagnostic, communication et planification du traitement.

Le chirurgien-dentiste dispose de moyens divers pour parvenir à définir le projet restaurateur, avant sa mise en œuvre.

Afin de faciliter les étapes essentielles du diagnostic, et de la création du futur sourire, il se développe depuis plusieurs années, de nouveaux outils, permettant la création de projet esthétique virtuel, (PEV), assistée par ordinateur.

Quels sont les objectifs du projet virtuel ? Quels sont les outils numériques disponibles actuellement ? Existe-t-il des solutions meilleures que d'autres ?

Après avoir décrit le concept et distingué les données essentielles servant à la réalisation du projet esthétique, nous présenterons l'ensemble des outils dont dispose le chirurgien-dentiste actuellement pour créer ce type de projet de soin.

Nous discuterons, en comparant les avantages et les inconvénients des différentes solutions disponibles sur le marché.

Enfin, nous illustrerons la réalisation d'un projet esthétique virtuel avec un cas clinique.

---

<sup>1</sup> Maille et al., "Les références esthétiques : la pertinence du diagnostic au Traitement"

# 1. Le projet esthétique

Pour savoir ce qu'est un bon outil de création de projet virtuel, et comparer les solutions disponibles sur le marché, il nous faut comprendre les avantages apportés par le concept de PEV, et ses objectifs.

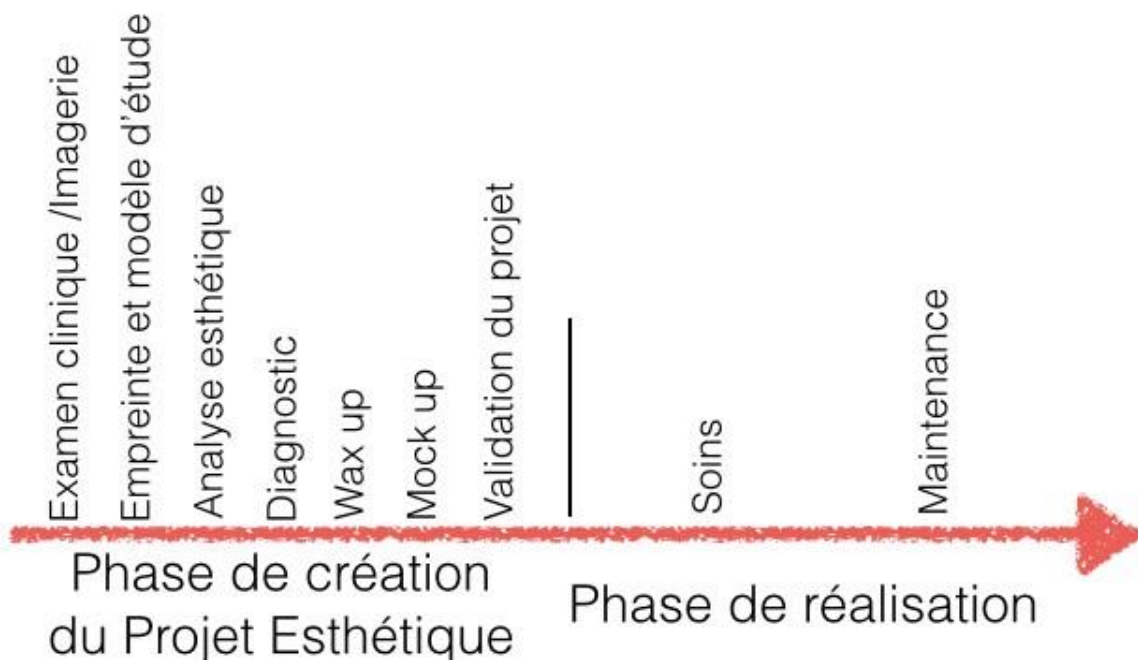
## 1.1 Intérêts du projet esthétique virtuel

Un projet virtuel est l'alliance d'informations numériques, et de logiciels de traitement d'image.

Il s'agit d'outils polyvalents<sup>1</sup> permettant, de réunir les données diagnostics, de simuler les vues intra et extra-orales finales des futurs traitements restaurateurs. Mais aussi de communiquer et valider ces résultats d'analyse, de planifier le déroulement des étapes de soins.

**FIGURE 1: LA PLACE DU PROJET ESTHÉTIQUE DANS LE TRAITEMENT**

source : auteur



<sup>1</sup>Coachman et Calamita, "« Digital smile design » : un outil de planification thérapeutique et de communication en dentisterie esthétique"

### 1.1.1 Outil de diagnostic

Le diagnostic des troubles esthétiques, fait partie intégrante du diagnostic bucco-dentaire. Il se fait avec l'acquisition de données biométriques, des images du patient, et l'analyse graphique de ces vues cliniques.

Notons que l'utilisation de check liste esthétique est une autre aide indispensable, dans la collecte des informations cliniques.

Tout cela est associé aux tracés des lignes de référence esthétiques, et à leur report en bouche, zone d'intérêt, pour qu'elles servent de guide dans la reconstruction d'un sourire en harmonie avec le reste du visage.

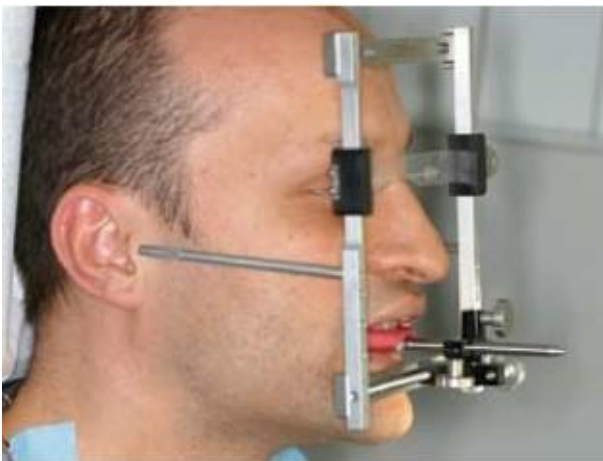
Il existe alors plusieurs possibilités,

- soit imprimer les vues cliniques, utiliser du papier calque, et des crayons de couleurs,
- soit avoir recours à des moyens physiques, comme le Ditramax, (figure 2 et 3), pour enregistrer des données cliniques et les reporter sur les modèles d'étude afin de créer un nouveau sourire.
- ou bien faire appel à des outils modernes, en appliquant la technique du projet virtuel<sup>1</sup>.

Cela dans le but de fabriquer les cires de diagnostic, et de réaliser l'essai clinique de ce projet de sourire, par des restaurations provisoires, (couronne provisoire, mock-up...). .

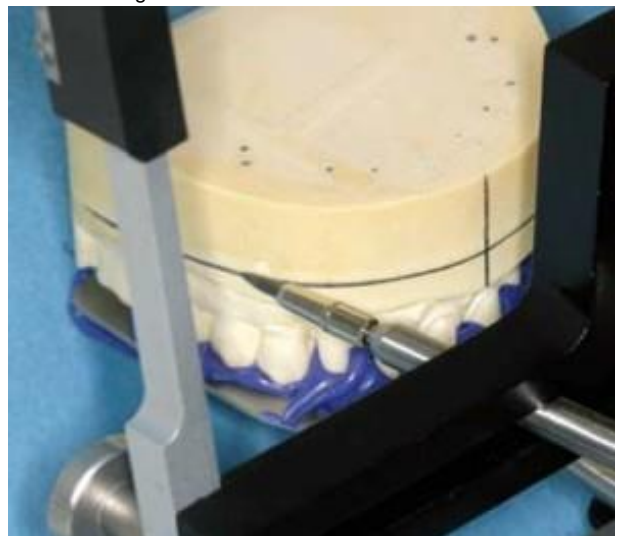
**FIGURE 2 : DITRAMAX ENREGISTREMENT DES DONNÉES**

Source : Margossian



**FIGURE 3 : DITRAMAX TRANSFERT DES DONNÉES**

Source: Margossian



<sup>1</sup>Kurbad, "Planning and predictability of clinical outcomes in esthetic rehabilitation,

Dans le projet virtuel, les données sont recueillies en suivant une séquence prédéfinie à la manière d'une check-liste. De plus, elles sont directement indexées au projet esthétique, par la manipulation des données biométriques, dont nous donnerons la nature par la suite. L'approche numérique permet de transférer facilement les références extra-orales, en intra-orales.

De cette manière nous nous assurons qu'aucune information ne se perde, et qu'elle soit prise en compte dans la reconstruction du nouveau sourire<sup>1</sup>. Chose qui ne pouvait pas être assurée lorsque le praticien multipliait les données diagnostic, en séparant d'un côté les vues cliniques et de l'autre des checks listes sur papier. Avec le projet virtuel, tous ces données essentielles sont réunies en un unique fichier informatique.

### **1.1.2 Outil de communication**

Comme dans toute spécialité médicale, nous constatons, avec l'avancée de la science et des techniques, une hyper-spécialisation de la dentisterie.

De plus en plus, l'omnipraticien se transforme en prescripteur et coordinateur de soin. Il adresse aux différents spécialistes, parodontologue, implantologue, orthodontiste, pédodontiste, les patients aux traitements complexes.

Il doit guider,

- parodontologues (exemple : nouveau niveau des collets dentaires après une future gingivectomie),
- implantologues (exemple : orientation, positionnement et niveau d'enfouissement des futurs implants),
- orthodontistes (exemple : positions idéales des dents),
- prothésistes dentaires.

Le patient est alors pris en charge par une équipe de soin, comme dans nos services universitaires d'odontologie.

Cet ensemble de professionnels de santé forme une équipe. Ils ont besoin de moyens performants de communication.

---

<sup>1</sup> C. Coachman and M.A. Calamita, "Virtual Esthetic Smile Design, Driving the Restorative Plan," Journal of Cosmetic Dentistry 29, no. 4 (2014).

Lorsque Christian Coachman décrit le concept de Digital Smile Design<sup>1</sup>, il cherche d'abord à améliorer la communication entre le chirurgien dentiste et son prothésiste, Coachman ayant lui même commencé sa carrière comme prothésiste dentaire.

C'est sur la transmission des informations relatives à la création des cires de diagnostic, et donc des futures restaurations, qu'il veut innover.

En effet la première révolution apportée par le PEV, est que le nouveau sourire est entièrement conçu par le chirurgien dentiste. Le praticien réalise un « wax-up virtuel », et transmet au prothésiste toutes les informations lui permettant de réaliser à l'identique les cires de diagnostic.

Avant, les prothésistes devaient faire une proposition de wax-up, en se basant, sur les quelques informations transmises par le dentiste (plan de références), et leur sens artistique<sup>2</sup>. Cela en l'absence des informations indispensables, que sont les données relevées pendant les différentes phases du diagnostic, (lignes de référence esthétiques, courbe des lèvres pendant le sourire...).

Or c'est bien le praticien, qui connaît les volontés du patient, sa morpho-psychologie. Et qui est à même de les fondre dans un nouveau sourire, qui aura alors toutes les chances d'être apprécié par ce dernier.

Le projet esthétique virtuel permet d'évaluer les modifications tissulaires à réaliser<sup>3</sup>. Cela donne au prothésiste des informations précises, sur les futurs rapports dento-gingivaux souhaités.

Le PEV est un document numérique, sa nature permet une circulation de son contenu simple, rapide et économique. Le fichier peut être transféré par mail. Certains auteurs proposent de le stocker en ligne, sur un serveur sécurisé, appelé « Cloud », comme sur le site DropBox <sup>4</sup> par exemple.

L'avantage des «Cloud», ou zones de stockage en ligne, est que chaque membre de l'équipe de soin, peut accéder au PEV et le modifier, 24h/24h, depuis n'importe quel lieu pourvu d'une connexion internet.

---

<sup>1</sup> Coachman "Smile Design: from digital treatment planning to clinical reality. interdisciplinary treatment planning : comprehensive case studies.,"

<sup>2</sup>Coachman et Calamita, "Virtual esthetic smile design, driving the restorative Plan."

<sup>3</sup> Crescenzo et Crescenzo, "Le projet esthétique virtuel, un nouvel outil pour les traitements esthétique,"

<sup>4</sup> Obuchi et al., "Medical teleconference about thoracic surgery using free internet software"

A chaque instant, chaque professionnel peut lire et modifier les informations diagnostics, consulter le projet virtuel final, puis au cours des traitements, le mettre à jour après les différentes étapes de soins.

Certaines règles de sécurité doivent être mise en place. En effet les informations médicales contenues dans le PEV doivent faire l'objet d'attentions particulières. Les serveurs n'appartenant pas au praticien, celui-ci doit être vigilant sur les conditions de confidentialité, et le cryptage des fichiers.

En plus du codage sécurisé proposé par les hébergeurs, d'autres logiciels de cryptage peuvent être associés, (SafeMonk, ou BoxCryptor)<sup>1</sup>.

D'autre part, la communication entre l'équipe de soin et le patient est aussi grandement simplifiée. Dès le deuxième rendez vous, une version simple du PEV, peut être proposée au patient. Une simulation réaliste de son futur sourire lui est présentée.

Les images sont un support d'information précieux, facilitant la compréhension des éléments de diagnostic et des propositions de traitement.

Le patient voit et comprend les changements proposés. Il est capable de donner un consentement éclairé, car il est impliqué dès le diagnostic dans le processus décisionnel<sup>2</sup>. Ceci permet d'augmenter la motivation du patient à débiter des soins qui vont modifier son apparence<sup>3</sup>.

Les étapes intermédiaires de traitement et le résultat final, sont photographiés et archivés dans le PEV. Celui-ci va constituer un document médico-légal complet.

Enfin, ce document pourra être présenter à des chirurgiens dentistes et des étudiants, permettant d'enseigner le déroulé du cas clinique et les techniques employées.

### **1.1.3 Outil de planification**

Le projet virtuel permet de planifier les traitements « à rétro », comme en implantologie, où le projet prothétique guide la chirurgie.

---

<sup>1</sup>A. M. Detterbeck, J. Kaiser, and U. Hirschfelder, "Electronic Transfer of Sensitive Patient Data," International Journal of Computerized Dentistry 18, no. 1 (2015).

<sup>2</sup>M. Zaccaria and N. Squadrito, "Photographic-Assisted Prosthetic Design Technique for the Anterior Teeth," The International Journal of Esthetic Dentistry 10, no. 1 (2015).

<sup>3</sup>E. C. Hajivassiliou and C. A. Hajivassiliou, "Informed Consent in Primary Dental Care: Patients' Understanding and Satisfaction with the Consent Process," British Dental Journal 219, no. 5 (2015).

Ou encore comme sur le modèle de la « Three Step Technique » du Dr Vailati<sup>1</sup>, où nous partons de la configuration dento-gingivale souhaitée, pour lister et déterminer l'ordre des soins (parodontie, orthodontie, implantologie, traitements restaurateurs, etc..) qui vont permettre d'atteindre ce résultat<sup>2</sup>.

L'outil de communication devient naturellement outil de planification. Car une fois l'objectif commun connu, les praticiens organisent leurs traitements en synergie.

Le plan de traitement va logiquement découler des éléments de diagnostic et du projet final, contenu dans le P.E.V.

Chaque praticien ayant communiqué au coordinateur de soin sur le même support leurs avis, le plan de traitement peut être réalisé rapidement.

## **2.2 Acquisition des données biométriques**

La réflexion, qui mène au projet de soin, n'est pas nouvelle. Mais c'est l'aspect virtuel qui est une évolution technique intéressante. Que ce soit par des techniques anciennes, ou modernes, ce sont toujours les mêmes données que le chirurgien dentiste doit recueillir, pour concevoir le futur sourire. Les outils numériques multiplient les moyens d'accès à ces informations et transforment le champ des possibles de leurs exploitations.

C'est la première étape du PEV. Pour comprendre et comparer les outils de création de projet virtuel, il nous faut connaître les moyens d'acquisition des données biométriques du patient utilisés par ces outils, puis la nature des données diagnostics à rechercher lors de la création de tel projet.

### **2.2.1 La photographie numérique**

La photographie fait partie depuis longtemps des outils du chirurgien dentiste. Particulièrement lorsque il existent des enjeux esthétiques, elle est nécessaire à l'élaboration d'un projet de soin.

---

<sup>1</sup>Vailati et Belser, "Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition : the three- step technique. Part 3"

<sup>2</sup>Zimmermann et Mehl, "Virtual smile design systems : a current review"



Voici le matériel et la technique de base dont nous avons besoin pour réaliser les clichés diagnostics.

---

### 2.2.1.1 Matériel photographique standard

En photographie dentaire les standards<sup>1</sup> sont :

- Les boîtiers réflex numériques, des modèles d'entrée de gamme suffisent, puisque un minimum de 10 millions de pixels est nécessaire.
- Associés à un objectif dit « macro ». Ce sont des objectifs avec une focale comprise entre 85-90 mm et 105mm. Permettant un ratio distance de travail / grossissement compatible avec nos pratiques.
- Et enfin un flash annulaire ou des flashes asservis, permettant une diffusion adéquat de l'éclairage dans la cavité buccale.

Si le boîtier reflex est un standard, l'utilisation de smartphone et de tablette tactile pour la photographie dentaire, devient possible par la modernisation des caméras, et la création d'applications dédiées<sup>2</sup>.

---

### 2.2.1.2 Réglage de l'appareil

Le chirurgien dentiste réalisant toujours les mêmes prises de vues, les réglages de l'appareil sont simples.

Voici un tableau récapitulatif des réglages à effectuer en fonction des clichés réalisés<sup>3</sup>.

**FIGURE 4 : RÉGLAGES**

	Photographies de la face	Photographies intra-buccales ou du sourires
F (ouverture du diaphragme)	f/9 à f/13	f/22
Mise au point	Manuelle (en s'approchant ou reculant du modèle photographique)	Manuelle (en s'approchant ou reculant du modèle photographique)
ISO (sensibilité du capteur photographique)	400	entre 100 et 200
Vitesse de l'obturateur	1/125	1/125
Rapport de grossissement de l'objectif	1/10	1/2 et 1/1 pour les gros plans intra-buccaux

---

<sup>1</sup>B. Petitjean, "La Photo Dentaire En Bref," Stratégie Prothétique 15, no. 1 (2015).

<sup>2</sup>L. Hardan, "The Future of Dental Photography," <http://www.styleitaliano.org/the-future-of-dental-photography/>.

<sup>3</sup>R. Elie, "Juste Un Peu De Technique," Stratégie Prothétique 15, no. 1 (2015).

### 2.2.1.3 Technique de réalisation des clichés

Les photographies sont faites de manière reproductible pour le succès de l'analyse<sup>1,2</sup> :

- Le patient a le visage dégagé, les cheveux attachés, les oreilles sont visibles.
- Mode manuel du boîtier reflex enclenché, le ratio d'agrandissement est réglé depuis l'objectif.
- Le point de focalisation, ou point central du viseur de l'appareil est placé sur la zone d'intérêt. Cette zone dépend du cliché réalisé.
- La mise au point est obtenue en s'éloignant ou

en avançant l'appareil du patient.

- Le visage du patient doit être pleinement de face, les lobes d'oreilles sont visibles de part et d'autre du visage de manière symétrique, pour éviter les angulations horizontales, (figure 5).

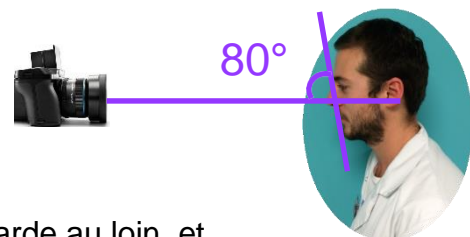
- Pour éviter les angulations verticales, le patient regarde au loin, et baisse légèrement le menton. La pointe du nez doit être alignée avec les lobes des oreilles, (figure 6). (Le plan frontal et le boîtier photographique forme un angle d'environ 80°).

- Le collimateur est utilisé pour orienter l'appareil. Comme le volant d'une voiture, l'appareil est tourné à droite ou à gauche, afin que les lignes, bi-pupillaires et sagittale médiane, se confondent avec les repères du collimateur. Une fois ces éléments alignés la photographie est prise, (figure 7).

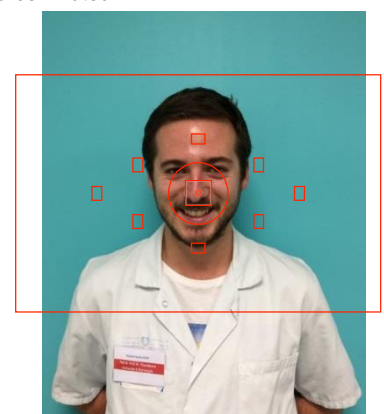
**FIGURE 5 : VISAGE PLEINEMENT DE FACE**  
source : Auteur



**FIGURE 6 : PLAN FRONTAL/BOITIER = 80°**  
source : Auteur



**FIGURE 7 : COLLIMATEUR ET LIGNES DE RÉFÉRENCE**  
source : Auteur



<sup>1</sup>Goodlin, "Photographic-assisted diagnosis and treatment planning"

<sup>2</sup>Crescenzo et Crescenzo, "Le projet esthétique virtuel, un nouvel outil pour les traitements esthétiques"

Avec ce protocole nous obtenons facilement des vues cliniques calibrées, en terme de dimension et d'orientation. Leurs manipulations et leurs analyses sont simplifiées, pour la réalisation du projet esthétique.

---

#### 2.2.1.4 Les clichés

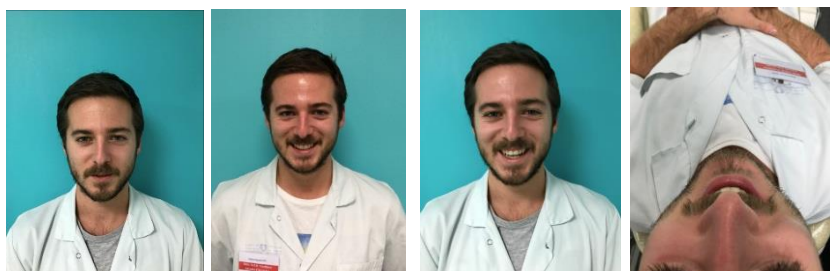
En fonction de l'outil, et de la technique de création de projet virtuel, le type de cliché à réaliser peut différer. Cependant pour une iconographie complète de la denture d'un patient, 7 clichés sont nécessaires<sup>1</sup>.

Quatre photos extra-buccales, (figure 8) :

1. Portrait de face lèvres au repos
2. Portrait de face sourire posé
3. Large sourire spontané
4. Photo à « 12h »

**FIGURE 8 : QUATRE PHOTOS EXTRA-BUCCALES**

Source : Auteur



Trois photos intra-buccales, (figure 9) :

1. En occlusion d'intercuspidation maximale
2. En bout à bout
3. Cliché de la zone concernée du maxillaire ou de la mandibule avec fond noir « contrastor »

**FIGURE 9 : TROIS PHOTOS INTRA-BUCCALES**

Source : Auteur



---

<sup>1</sup> Ibid.

## **2.2.2 Vidéo numérique**

Certains auteurs comme Christian Coachman, préconisent pour l'enregistrement des données biométriques l'utilisation de la vidéo. L'enregistrement se fait aussi bien avec une caméra, qu'avec un smartphone.

Si nous prenons l'exemple de Coachman, il définit 8 protocoles différents qui comprennent des vues frontales avec et sans écarteur, des vues de profils au repos, puis avec sourire. Mais aussi une vue du rapport dento-labial dans le sens antéro-postérieur (vu à 12 heures). Une capture des vues occlusales des arcades. L'enregistrement, d'une interview du patient, et d'exercices de phonation. Enfin il préconise de filmer les mouvements de propulsions et de diductions.

Le projet virtuel est ensuite réalisé à partir de captures d'écran de ces clips vidéos<sup>1</sup>.

## **2.2.3 Empreintes physiques**

L'acquisition des données du patient passe aussi par la prise d'empreintes et la création de modèles d'étude. Ces modèles servent à la transformation du projet virtuel en projet physique. En effet ils permettent la création de cires de diagnostic, pour l'essai esthétique (ou mock-up).

## **2.2.4 Empreintes optiques**

L'empreinte optique permet d'obtenir un modèle d'étude numérique. Comme pour l'empreinte traditionnelle la finalité de cette acquisition biométrique des arcades, est de transformer le projet virtuel en un projet réel, en le transférer en bouche, et cela grâce aux techniques de CFAO.

## **2.2.5 Cone Beam**

Nous le verrons, certains logiciels permettent d'associer ce type d'imagerie, à un projet virtuel.

---

<sup>1</sup>Noharet et al. "Analyse diagnostique d'un traitement esthétique : digital smile design"

## 2.3 Eléments d'analyse du sourire

Le sourire est le résultat d'un rapport étroit entre les dents, le cadre des lèvres et la gencive<sup>1</sup>. Le traitement est une réussite quand cet ensemble s'intègre harmonieusement au sein du visage, respectant les spécificités du patient.

Avant de se lancer dans la reconstruction d'un sourire, il convient donc de mener une analyse esthétique sur un plan extra-oral, puis intra-oral.

Un logiciel de création de projet esthétique virtuel doit permettre de recueillir l'ensemble de ces données essentielles.

### 2.3.1 Données extra-orales

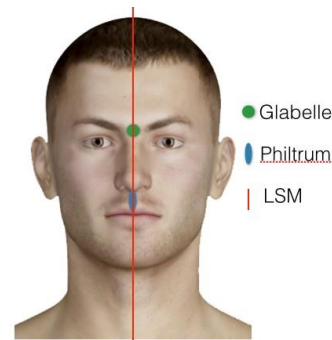
Les repères extra-oraux, qui vont guider la construction d'un sourire idéalement intégré au visage du patient sont, **la ligne sagittale médiane, (LSM), et la ligne bi-pupillaire (LBP)**<sup>2,3</sup>.

La ligne sagittale médiane est l'axe de symétrie du visage. Elle est tracée en reliant la glabelle, la pointe du nez et le philtrum<sup>4</sup>. (figure 10).

C'est la référence verticale qui guide le placement et l'orientation de la ligne inter-incisive.

**FIGURE 10 : LIGNE SAGITTALE MÉDIANE**

source : auteur



La ligne inter-incisive doit être parallèle, voir idéalement confondue, avec la LSM<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Garber et Salama, "The aesthetic smile: diagnosis and treatment"

<sup>2</sup> Lombardi, "The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics"

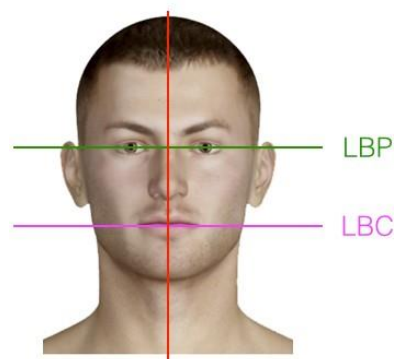
<sup>3</sup> Chiche et. Pinault, *Esthétique et restauration des dents antérieures*

<sup>4</sup> Calamia et al., "Smile design and treatment planning with the help of a comprehensive esthetic evaluation form"

<sup>5</sup> Miller, Bodden, et Jamison, "A study of the relationship of the dental midline to the facial median line"

La ligne bi-pupillaire, est considérée comme la référence horizontale, (Figure11). Les bords libres des centrales devant être parallèles à cette ligne, elle guide la reconstruction du plan incisif<sup>1</sup>, (ou courbe du sourire). Idéalement la LSM et la LBP, forment un « T » dont le centrage et la perpendicularité, favorise la perception d'un visage harmonieux<sup>2</sup>, ou le sourire s'intègre quand le plan incisive est parallèle avec la LBP, et la ligne inter-incisive parallèle avec la LSM.

**FIGURE 11 : LIGNES DE RÉFÉRENCE HORIZONTALES**  
source : auteur

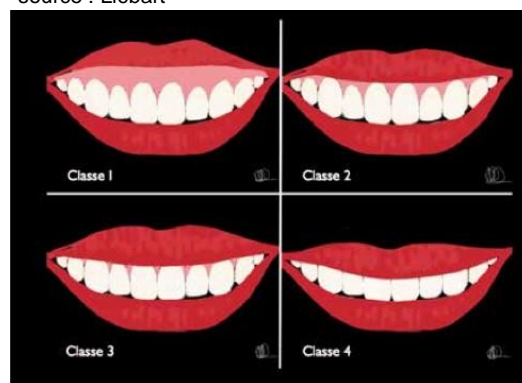


Notons que chez les patients présentant une différence de hauteur droite/gauche des niveaux orbitaires, donc une asymétrie faciale verticale, la LBP n'est pas perpendiculaire à la LSM. Elle ne constitue plus un repère pour reconstruire un plan incisive en harmonie avec le reste du visage. Dans ces cas, il nous faut choisir la bissectrice de l'angle formé par **la ligne bi-pupillaire et la ligne bi-commissurale (LBC)**, comme repère pour l'orientation du plan incisif idéal.

Dernière donnée extra-orale déterminante dans l'analyse esthétique, **la position des lèvres lors du sourire :**

- la ligne de la lèvre inférieure guide le placement et la forme de la courbe du sourire.
- celle de la lèvre supérieure donne le niveau de découvrement, et la classe du sourire, (Figure 12)<sup>3</sup>.

**FIGURE 12 : LIGNES DES LÈVRES ET CLASSIFICATION DE LIÉBART**  
source : Liébart



<sup>1</sup> Margossian et al., "Use of the ditramax system to communicate esthetic specifications to the laboratory"

<sup>2</sup> Fradeani, *Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics, esthetic analysis : a systematic approach to prosthetic treatment*

<sup>3</sup> Liébart, Fouque-Deruelle, et Santini, "Smile line and periodontium visibility"

## 2.3.2 Report des données extra-orales en bouche

L'analyse intra-orale n'a de sens que si elle est mise en rapport avec les repères extra oraux, qui guide la construction du nouveau sourire. Sans quoi nous risquons de commettre une erreur fréquente en dentisterie esthétique, l'absence d'alignement du futur plan incisif avec les références esthétiques horizontales et verticales<sup>1</sup>.

Pour recréer des rapports dento-gingivo-labiaux esthétiquement convenables, il faut pouvoir travailler en accord avec l'ensemble du visage.

Le design du nouveau sourire, et la réalisation des cires de diagnostic, ne peuvent être correctement réalisés sans la ligne sagittale médiane, la ligne bi-pupillaire (ou bi-commissurale), et la ligne des lèvres lors du sourire.

Lors d'une analyse classique il est difficile de transférer ces repères d'un cliché à un autre. Pour le transfert sur modèle en plâtre, des outils physiques comme le Ditramax<sup>2</sup> se sont développés, sans s'imposer comme standard. Et le plus souvent, c'est sans ces informations primordiales que le wax-up est réalisé.

Nous verrons que pour le transfert des informations extra-orales, en intra-orales, le concept de projet virtuel est très performant.

## 2.3.3 Données intra-orales

L'esthétique buccale inclut des critères objectifs concernant le rapport entre les tissus durs et mous<sup>3</sup>. L'application d'une check-list lorsque il s'agit d'analyser ces critères, est un moyen de faciliter cette partie du diagnostic<sup>4</sup>.

Sur ce même modèle le projet esthétique virtuel doit permettre de lister l'ensemble de ces critères objectifs. Nous proposons de suivre pour cette étape une check-list esthétique s'appuyant sur les travaux de Belser et Magne<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Margossian et al, "communication des données esthétiques faciales au laboratoire : le système ditramax®,"

<sup>2</sup> Margossian et al., "Use of the ditramax system to communicate esthetic specifications to the laboratory"

<sup>3</sup> Magne et Belser, *Restaurations adhésives en céramique, sur dents antérieures : approche biomimétique*

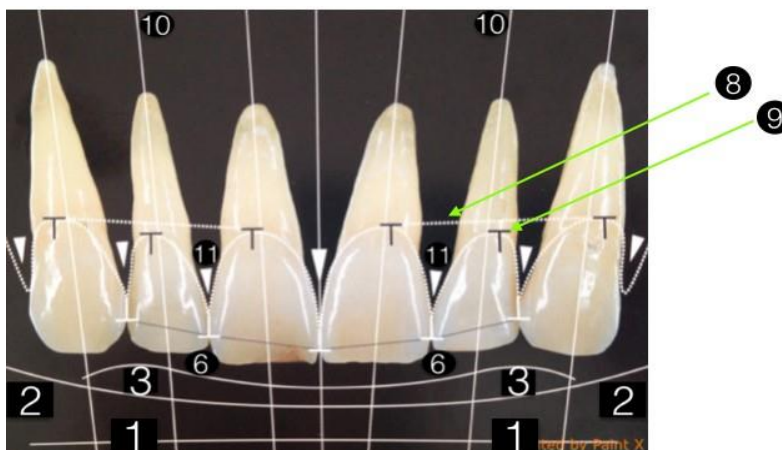
<sup>4</sup> Rufenacht, *Fundamentals of esthetics*

<sup>5</sup> Magne et Belser, *Restaurations adhésives en céramique, sur dents antérieures : approche biomimétique.*

Voici un résumé graphique des données intra-orales que doit lister un outil de création de projet virtuel, (figure 13).

**FIGURE 13 : DONNÉES INTRA ORALES**

Source : Belser & Magne



1. **Symétrie du sourire**, analysée précédemment pendant l'analyse extra-orale, c'est la situation symétrique dans le sens vertical des commissures, dérivant directement de la ligne bi-pupillaire. C'est aussi l'analyse de la coïncidence ou non de l'axe de symétrie du visage, (LSM), avec la ligne inter-incisive, qui coïncident dans 70%<sup>1</sup> de cas .
2. **Relation de la lèvre inférieure et des bords incisifs**. Elle est essentielle au placement des bords libres qui composeront la future ligne du sourire. Idéalement canines et centrales sont en rapport étroit avec la ligne supérieure de la lèvre inférieure, tracée pendant l'étape de l'analyse extra-orale. Elle est reportée sur le cliché de travail intra-oral pour analyser les rapports dento-labiaux. L'incisive latérale doit être en retrait de la lèvre de 0,5 à 1,5 mm. L'harmonie apparaît quand la courbe de la lèvre est parallèle à la courbe incisive (ou courbe du sourire)<sup>2</sup>.
3. **Configuration des bords incisifs**. Leur continuité formant la ligne incisive. Cette ligne s'aplatit avec l'âge, une usure importante des dents maxillaires peut entraîner l'apparition d'un « reverse smile ». La ligne incisive est tracée afin de mettre en valeur ces caractéristiques. Les angles inter-incisifs peuvent être sur-lignés. Ils sont normalement de plus en plus obtus, en s'éloignant des centrales, vers les prémolaires.

<sup>1</sup> Miller, Bodden, et Jamison, "A study of the relationship of the dental midline to the facial median line"

<sup>2</sup> Lombardi, "The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics"



4. **Couleur, état de surface, caractérisation de la dent.** L'étude des clichés intra-oraux, permet de mettre à jour une série de caractéristiques des organes dentaires du patient. Nous parlons des phénomènes de réflexion ou d'absorption de la lumière, des colorations intenses, comme les taches, fissures, lobes dentinaires, ou encore les détails morphologiques. L'état de surface et ses composantes horizontales et verticales sont annotées si besoin. Enfin la mise en noir et blanc des clichés intra-oraux permet de renseigner sur la luminosité des dents.
5. **Éléments de base de la forme dentaire.** Il s'agit de définir la typologie dentaire, et les éventuels défauts de forme.
6. **Dimensions relatives des dents.** Si longtemps les dimensions idéales évoquées pour les dents étaient issues des nombres classiques utilisés dans l'art ou l'architecture, aujourd'hui les principes mathématiques du « nombre d'or » ou « pourcentage d'or » ne représentent plus un idéal à atteindre. Leur application entraîne la création d'une arcade anormalement étroite<sup>1</sup>. Nous utilisons les mesures moyennes retrouvées chez les patients, en fonction de leur groupe ethnique<sup>2</sup>. Les ratios moyens de la largeur sur la longueur se sont révélés comme étant les références les plus stables, avec peu de variations entre les sexes, et les dents elles-mêmes<sup>3</sup>, avec un ratio idéal pour l'incisive centrale allant de 75% à 80%<sup>4,5</sup> (largeur/hauteur). Notons que la courbure de l'arcade fait que les latérales et les canines subissent à l'image une déformation qui ne permet pas sur le cliché frontal de définir leur ratio clinique, leur grand axe mésio-distal (axe MD) étant réduit. Pour maintenir les proportions des arcades nous appliquons la règle 1-2-3-4-5, l'axe MD des latérales équivaut dans le plan frontal à 2/3 de l'axe MD des centrales, l'axe MD des canines au 4/5 de l'axe mésio-distal des latérales<sup>6</sup>. Cette règle est une approximation de la RED Proportion ou Recurring Esthetic Dental Proportion<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Preston, "The Golden Proportion Revisited"

<sup>2</sup> Sterrett et al., "Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man"

<sup>3</sup> Magne et Belser, *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : approche biomimétique*.

<sup>4</sup> Davis, "Smile Design"

<sup>5</sup> Magne, Gallucci, et. Belser, "Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects"

<sup>6</sup> McLaren et Culp, "Smile analysis, the Photoshop smile design technique. Part 1"

<sup>7</sup> Ward, "A Study of Dentists' Preferred maxillary anterior tooth width proportions : comparing the recurring esthetic dental proportion to other mathematical and naturally occurring proportions"

7. **Niveau du contact interdentaire.** La situation des points de contact dépend de la forme des dents. Ils tendent à être de plus en plus apicaux, des dents antérieures aux dents postérieures.
8. **Équilibre des festons gingivaux.** Comme pour l'analyse des tissus durs, les tissus mous sont passés au crible. Le niveau des festons est souligné, les éventuelles récessions peuvent être mesurées grâce aux règles calibrées.
9. **Zénith du contour gingival.** Ils sont décalés en distal, par rapport au milieu de la dent.
10. **Axes dentaires.** Ils sont inclinés de mésial en distal dans le sens inciso-apical.
11. **Fermetures de l'embrasure gingivale**

# 3. Les outils de création de projet

## 3.1 Présentation des outils

Si le concept de projet esthétique virtuel présenté par Christian Coachman en 2012<sup>1</sup>, est d'abord conçu pour être appliqué à des logiciels de présentation, de nouvelles solutions spécifiquement dédiées au projet virtuel ont vu le jour.

Ces outils sont présentés par ordre alphabétique<sup>2</sup>.

### 3.1.1 Logiciels de présentation

**Marques :** Keynote, de la suite iWorks (Apple, Cupertino, Californie), Power Point, d'Office (Microsoft, Redmond, Washington).

**Pays :** USA

**Date de sortie :** Dernières versions, 2016.

**Acquisition des données :**

Photographies numériques et/ou vidéos.

**Principe de fonctionnement :**

Sont importées dans un nouveau projet, les prises de vues cliniques, issues de photographies numériques, de captures d'écran de clip vidéo.

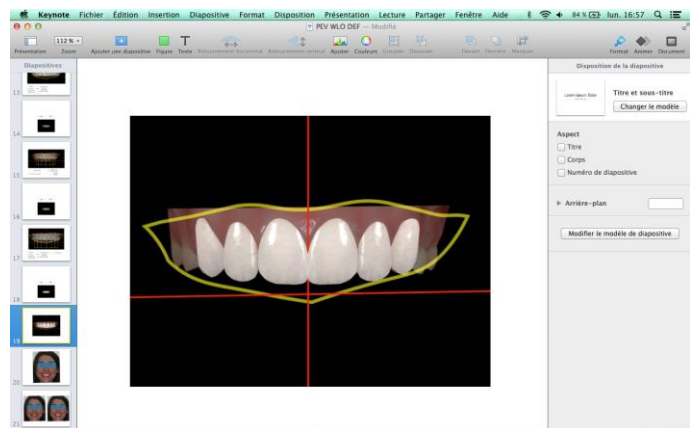
Ces logiciels permettent de manipuler ces images, de manière à mener une analyse esthétique, puis de créer un wax-up 2D virtuel, (figure 14).

Le protocole de réalisation d'un PEV avec ce type de programme est détaillé dans le chapitre 5.

**Analyse esthétique :** L'analyse est libre. Ces logiciels permettent au praticien de mener une analyse esthétique complète, et de relever tout les données essentielles à la création d'un sourire.

**FIGURE 14 : WAX UP NUMÉRIQUE AVEC KEYNOTE**

Source : auteur



<sup>1</sup>Coachman et al., "Smile design: from digital treatment planning to clinical reality. interdisciplinary treatment planning : comprehensive case studies"

<sup>2</sup>Zimmermann et Mehl, "Virtual smile design systems : a current review."

**Compatibilité :** En associant Keynote, ou PowerPoint, avec le DSD Connect, que nous présenterons par la suite, il est possible d'exporter, un projet dans un programme de CFAO. Ceci permet de créer un wax-up 3D du PEV, puis ensuite d'usiner les restaurations correspondantes.

### 3.1.2 Cerec Smile Design de Sirona

**Marque :** Sirona Dental

**Pays :** Allemagne

**Date de sortie :** Avril 2013

**Acquisition des données :** Photographies numériques et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement :** Il propose à partir d'un portrait avec sourire, de créer un visage en trois dimensions. L'opérateur est ensuite invité à faire correspondre les arcades numérisées du patient, avec ce visage 3D, (Figure 15).

La conception et la réalisation des prothèses se fait par CFAO. Le Cerec Smile Design permet ensuite de visualiser l'intégration des restaurations au sein du visage modélisé<sup>1,2,3</sup>

**Analyse esthétique :** L'analyse esthétique est très limitée. Seule la ligne inter-incisive et le plan d'occlusion seront pris en compte pour la réalisation des restaurations. Aucun autre tracé n'est possible.

**Compatibilité :** Comme tout système fermé, ce module ne fonctionne qu'avec les produits Sirona. Ce sont des logiciels de conception et de fabrication assisté par ordinateur, (CFAO), de prothèse dentaire.

**FIGURE 15 : AVATAR 3D**

source : Sirona Dental



<sup>1</sup> Sirona Dental, "Cerec Software 4.2 - Smile Design »

<sup>2</sup> Landwerlin, "CFAO nouvelles stratégies esthétiques assistées par ordinateur"

<sup>3</sup> Kurbad et Kurbad, "Cerec smile design : a software tool for the enhancement of restorations in the esthetic zone"

### 3.1.3 Digital Smile Design

Comme nous l'avons vu plus tôt, le brésilien Christian Coachman a décrit le concept de « smile design » avec des logiciels de présentation.

Puis il a développé avec des sociétés d'informatiques plusieurs outils spécifiquement dédiés à la réalisation de projet esthétique virtuel.

#### **DSD Connect.**

**Marque :** Hack Dentistry

**Date de sortie :** 2013

**Pays :** Roumanie

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos.

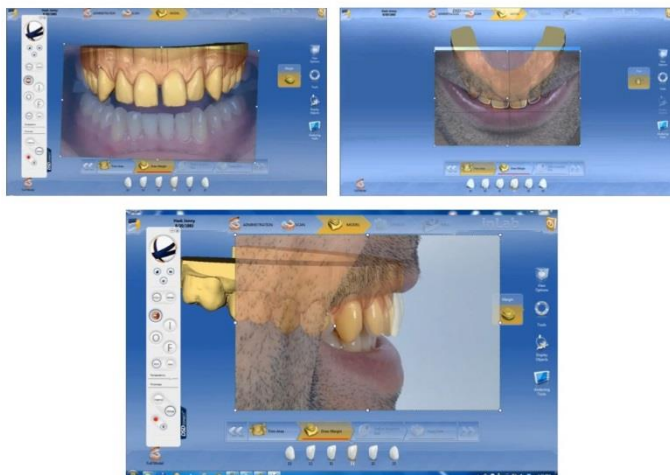
**Principe de fonctionnement :** Le DSD Connect permet de transférer toutes les informations du projet esthétique virtuel 2D, réalisé avec Keynote ou PowerPoint, dans un logiciel de CFAO compatible<sup>1</sup>.

Ainsi les lignes de référence, les nouveaux contours dentaires, mais aussi les photographies du patient, sont associés à une arcade modélisée à partir d'empreintes optiques dans un logiciel de CFAO.

Et cela dans tous les plans de l'espace, dans lesquels les tracés auront été réalisés, (frontal, occlusal, vue de profile, vue à 12h...) , (figure 16, 17). Ainsi l'analyse esthétique et le projet prothétique virtuel, sont totalement pris en compte dans la réalisation des éléments prothétiques, (figure 17).

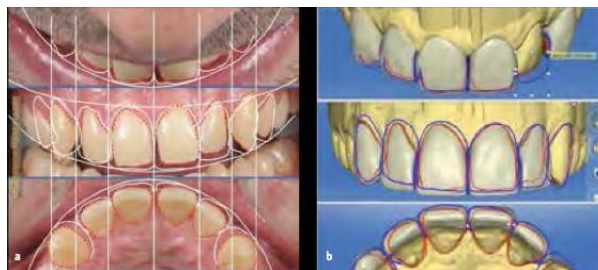
**FIGURE 16 : TRANSFERT DU PEV DANS CEREC INLAB**

source : DSD Connect



**FIGURE 17 : LE PEV AU SERVICE DE LA CFAO**

source : DSD Connect



<sup>1</sup> DSD Technology, "DSD Connect - step by step video tutorial"

Le PEV peut être exporté vers d'autres logiciels de planification<sup>1</sup>, comme des programmes destinés à la planification et/ou l'exécution de traitement orthodontique, Invisalign (Align technology, San Jose, CA), OrthoAnalyzer (3 Shape, Copenhague, Danemark), ou encore Nemo DSD Ortho.

Mais il peut aussi être associé à des

logiciels de planification implantaire, rendant possible l'association du projet esthétique avec un examen CBCT, pour guider l'acte chirurgical, (figure 18).

Enfin le projet virtuel peut être associé au logiciel de planification de traitement orthognatique, appelé NemoCeph.

**Analyse esthétique** : Libre, réalisée avec un logiciel de présentation.

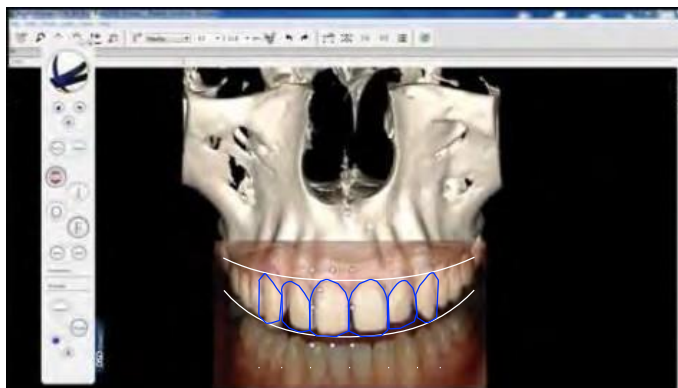
**Compatibilité** : Système ouvert, le DSD Connect peut associer des projets 2D à des logiciels de CFAO, comme ceux de marque Sirona, ou 3Shape.

Plus tard, Coachman et la société espagnole Nemotec, créent une gamme de service, autour du « Smile design ».

Ils proposent deux logiciels de conception de projet esthétique virtuel<sup>2</sup>.

**FIGURE 18 : DSD CONNECT ASSOCIANT PEV ET CÔNE BEAM**

source : DSD Connect



## **NemoDSD 2D.**

**Marque** : Nemotec

**Date de sortie** : 2016

**Pays** : Espagne

**Acquisition des données** : Photographies numériques et/ou vidéos.

**Principe de fonctionnement** : Il permet de réaliser une analyse esthétique et un projet virtuel 2D, (figure 19). Avec une banque de masques dentaires intégrée, le logiciel simule la vue du futur sourire. Ces masques permettent un rendu réaliste de la future dentition et du nouveau sourire proposé. Les étapes de réalisation du projet sont semblables à ce que nous décrirons dans le chapitre 5.

<sup>1</sup> Coachman, Calamita, et Sesma, "From 2D to complete digital workflow in interdisciplinary dentistry"

<sup>2</sup> Coachman, "NemoDSD, the digital smile design software"

**Analyse esthétique** : Elle est similaire à celle que nous nous décrivons dans le chapitre 5, (figure 20). Mais ne peut pas être modifiée en fonction des besoins du praticien.

**Compatibilité** : Le logiciel ne permet pas d'importer de projet virtuel dans un logiciel de CFAO.

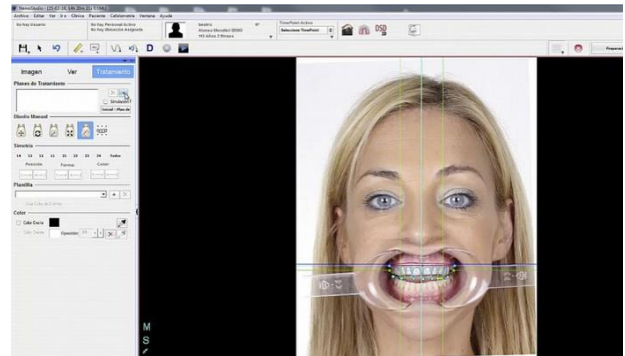
**FIGURE 19: NEMO DSD2D**

source : NemoTec



**FIGURE 20 : ANALYSE ESTHÉTIQUE**

source : NemoTec



## NemoDSD 3D.

**Marque** : Nemotec

**Date de sortie** : 2016

**Pays** : Espagne

**Acquisition des données** : Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement** : Il propose en plus de la réalisation d'un projet virtuel en 2D, de travailler sur l'empreinte optique des arcades du patient, (figure 21). Et de créer un « Wax-up virtuel » en 3D.

Le logiciel comprend une banque de dents modélisées en trois dimensions. Ce Wax-up étant au format adéquat (.stl), il peut être usiné à l'aide d'une imprimante 3D. Permettant de réaliser ensuite, clés et gouttières, pour le transfert en bouche du projet esthétique, (figure 22).

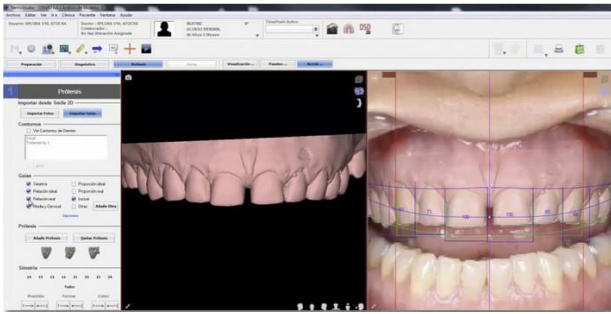
**Analyse esthétique** : Elle est similaire à celle que nous décrivons dans le chapitre 5.

L'analyse est guidée par le logiciel, elle n'est pas libre.

**Compatibilité** : Le logiciel ne permet pas d'importer de projet virtuel dans un logiciel de CFAO.



**FIGURE 21 : TRANSFERT DU PROJET 2D  
SUR EMPREINTE OPTIQUE**  
Source : NemoTec



**FIGURE 22 : IMPRESSION 3D**  
Source : DSDLab



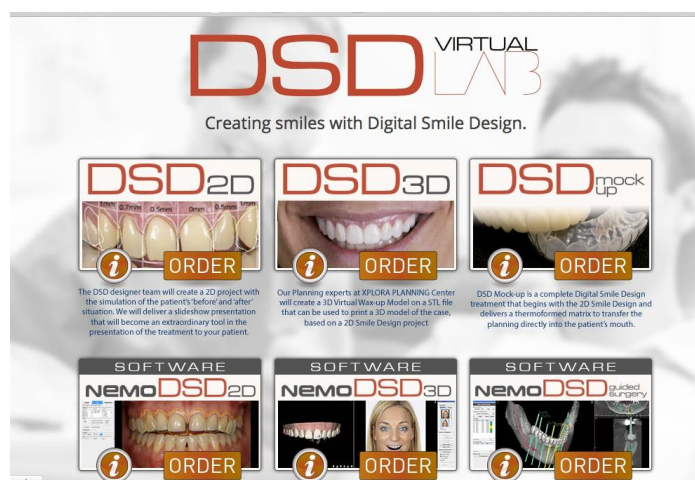
Notons que pour ces deux derniers logiciels, Coachman préconise pour les prises de vues l'utilisation de la vidéo. Christian Cochman et son équipe, ont aussi créé un service appelé « Virtual Lab ».

Ce laboratoire en ligne, propose aux praticiens de réaliser à leur place, leurs projets esthétiques, (figure 23).

Le chirurgien-dentiste envoie au Virtual Lab les prises de vue de ses patients.

En fonction de la prestation choisie, est livré au chirurgien dentiste, un projet en 2D, en 3D, ou l'impression du modèle, d'après le projet virtuel 3D, ainsi que la gouttière thermoformée correspondant au modèle, pour la réalisation de l'essai du projet en bouche.

**FIGURE 23 : DSD VIRTUAL LAB EN LIGNE**  
Source : DSDLab





### 3.1.4 Dental GPS

**Marque :** Dental GPS

**Date de sortie :** 2006

**Pays :** Canada

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement :** Le Dr Alain Méthot propose une modification de la règle

**FIGURE 24 : UNE FOIS LE CALQUE MIS EN PLACE, LE NOUVEAU SOURIRE EST ENTIÈREMENT INSÉRÉ SUR LE PORTRAIT**



d'or<sup>1</sup>, en l'adaptant à la largeur de l'arcade du patient. Il développe un logiciel de conception de sourire, permettant de modifier l'arcade maxillaire en fonction de sa nouvelle règle de proportionnalité.

Le logiciel permet, à partir d'un portrait avec sourire du patient, d'insérer un calque, (figure 24), constitué de lignes verticales, répondant au rapport de proportionnalité de la règle d'or. Afin d'adapter ce calque à l'arcade du patient, la ligne centrale du calque est mise sur la ligne inter-incisive, et les lignes verticales les plus latérales ajustées en distal de 16 et 26. Enfin la somme des largeurs des incisives centrales, mesurées en clinique, est entrée dans logiciel pour finir d'adapter ce rapport de proportion au cas précis.

L'opérateur choisit ensuite dans une banque de clichés intra-buccaux, la nouvelle dentition du patient, celle-ci s'adapte au calque modifié pour le cas. Le résultat est réaliste, (figure 24). Le plan d'occlusion peut être changé, ainsi que la hauteur de la ligne des collets. La teinte des tissus dentaires est ajustable en luminosité, saturation et contraste.

Le logiciel ne permet pas de modifier individuellement la forme des dents.

**Analyse esthétique :** L'analyse esthétique est purement intra-orale, et ne prend en compte que le rapport de proportion entre largeur des dents de 16 à 26. La proposition du Dr Méthot n'est documentée que par une seule publication écrite de ses mains.

**Compatibilité :** Le projet 2D peut être associé à une empreinte optique de l'arcade dans un logiciel de CFAO. Ceci est réalisé par le biais du logiciel GPS Connect. L'image du sourire est alors associée à une vue frontale de l'arcade numérisée<sup>2</sup>.

Comme le « Virtual Lab » du Dr Coachman, la marque Dental GPS, propose de réaliser les projets 2D et Wax-Up.

<sup>1</sup> Méthot, "M" proportions, the new golden rules in dentistry"

<sup>2</sup> Mastery Academy, "3D Smile design gps concept"

### 3.1.5 Digital Smile System

**Marque :** Digital Smile System

**Date de sortie :** 2013

**Pays :** Italie

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos.

**Principe de fonctionnement :** Ce logiciel permet de créer des projets virtuel 2D.

Il a la particularité d'être vendu avec une paire de lunette spécialement reconnue par le logiciel. Cela permet le calibrage automatique des portraits, sourire et avec écarteur. La distance entre les deux repaires présent sur la lunette est connue du programme. Ceci permet d'effectuer des mesures depuis le logiciel sur les clichés, (figure 25).

Pour le reste, l'analyse esthétique est classique. L'opérateur après avoir importé ses photographies, suit les étapes imposées par le logiciel.

Le DSS propose 9 modèles de masques dentaires différents. Le rendu est réaliste. Ces facettes virtuelles sont ajustées sur le cliché, pour reconstruire un sourire adapté à l'analyse du cas, (figure 26).

**Analyse esthétique :** Comme pour les logiciels Nemo, l'analyse est semblable à celle que nous avons développons dans le chapitre 5.

**Compatibilité :** Le logiciel ne permet pas d'importer de projet virtuel dans un logiciel de CFAO.

Remarque : Version d'essai téléchargeable en ligne.

**FIGURE 25 : DIGITAL SMILE DESIGN**

Source : DSS



**FIGURE 26 : MASQUES DENTAIRES EN COURT DE POSITIONNEMENT**

Source : DSS



### 3.1.6 G Design

**Marque :** Hack Dental

**Date de sortie :** 2015

**Pays :** Roumanie

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement :** À partir de deux clichés, (portrait sourire, et portrait avec écarteur), le logiciel propose de tracer la ligne sagittale médiane et la ligne bi-pupillaire, puis de tracer la courbe incisive en fonction de l'orientation donnée par ces références, (figure 27). Le programme transfère ensuite les clichés et les lignes de référence sur une arcade numérisée dans un logiciel de CFAO. Une fois l'étape de la CAO terminée, la pré-visualisation 2D du nouveau sourire peut être présentée au patient<sup>1</sup>.

**Analyse esthétique :** L'analyse esthétique permise par le logiciel est limitée, puisque il s'agit finalement de reporter uniquement les références extra-oraux en bouche.

**Compatibilité :** À la manière du DSD Connect, le logiciel permet d'associer tracés et clichés du patient à une empreinte optique, dans un logiciel de CFAO, (figure 28).

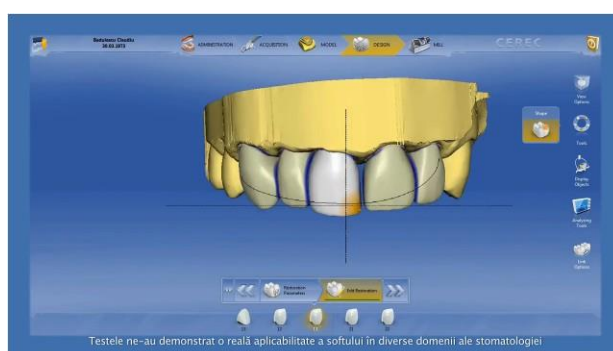
**FIGURE 27 : PRISE DES REPÈRES EXTRA-ORAUX**

Source : Hack Dental



**FIGURE 28 : TRANSFERT DANS LOGICIEL DE CFAO**

Source : Hack Dental



<sup>1</sup> Hack Dental, "G Design pro help"

### 3.1.7 Romexis Smile Design

**Marque :** Planmeca

**Date de sortie :** 2015

**Pays :** Finlande

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

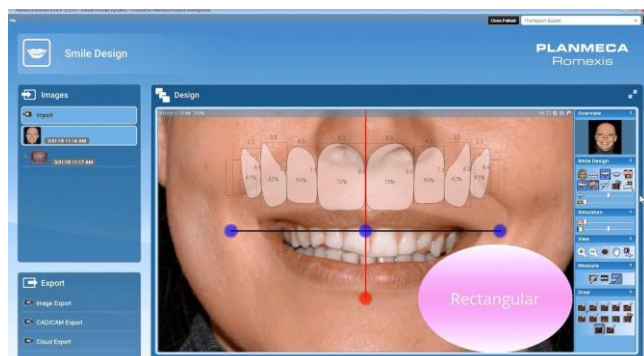
**Principe de fonctionnement :** Après avoir orienté le portrait avec sourire du patient, et rapporté en bouche les lignes de référence esthétiques extra-orales. L'opérateur choisit parmi cinq différentes typologies de contours dentaires, à adapter aux dimensions souhaitées, (figure 29). Le logiciel intègre deux teintiers numériques Vita, le Classical et le 3D Master, ainsi qu'un outil de copie de teinte des dents photographiées. Il permet de modifier la teinte des masques choisis pour le cas, et de rendre le résultat de la simulation plus réaliste, et adapté à la situation<sup>1</sup> clinique. Il dispose aussi d'outils de retouche photographique, permettant de simuler des gingivectomies, des greffes de gencive, des modifications de l'anatomie dentaire. Ces fonctions sont simples à manipuler, comparées à des logiciels comme Photoshop.

**Analyse esthétique :** Même remarque que pour les logiciels Nemo ou encore le DSS, l'analyse est complète mais ne peut pas être modifiée en fonction des besoins du praticien.

**Compatibilité :** Enfin le logiciel permet d'exporter dans le logiciel de CFAO de la marque planmeca, le projet 2D pour qu'il soit associé à une empreinte numérique 3D<sup>2</sup>, (figure 30).

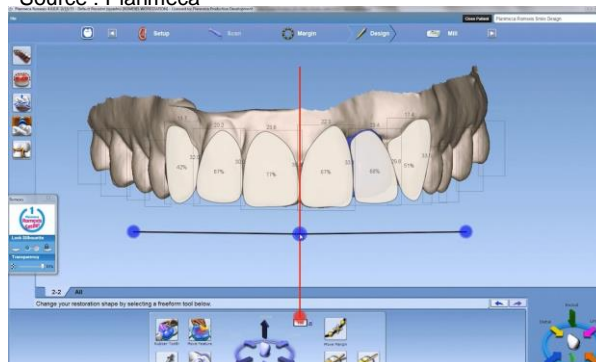
**FIGURE 29 : MASQUES DENTAIRES PRÉ-ENREGISTRÉS**

Source : Planmeca



**FIGURE 30 : TRANSFERT DU PROJET DANS LE PLAN FRONTAL DE L'EMPREINTE DU MAXILLAIRE**

Source : Planmeca



<sup>1</sup> PlanmecaGroup, "Planmeca Romexis® Smile Design - design a smile in 2 minutes"

<sup>2</sup> Lindén, "Utilising smile design software and CAD/CAM for creating a mock-up and final restorations"

### 3.1.8 Smile Composer 3Shape

**Marque :** 3Shape

**Date de sortie :** 2010

**Pays :** Danemark

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement :** Il est associé au 3Shape RealView Engine, aujourd'hui vendu avec le logiciel de CFAO Dental System 2015 CAD<sup>1</sup>. Le projet se conçoit à partir d'une photo de portrait du patient souriant, et d'une empreinte optique du maxillaire. Le logiciel est capable d'aligner ces deux éléments afin de les faire correspondre dans le plan frontal, en terme de position et de dimension. Ensuite l'opérateur conçoit les futures prothèses avec le logiciel de CFAO, et peut intégrer le résultat sur le portrait du patient, (figure 31).

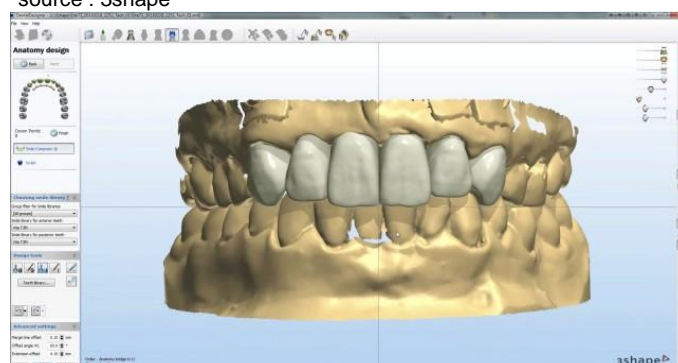
**Analyse esthétique :** Ce logiciel se rapproche du Cerec Smile Design, en effet il s'agit plus de permettre une pré-visualisation réaliste de l'intégration de prothèse conçues par CFAO. Il n'y a pas de possibilité de réaliser une vraie analyse esthétique.

**Compatibilité :** Comme tout système fermé, ce module ne fonctionne qu'avec les produits de 3shape, pour le passage du projet virtuel, créé avec le smile composer, à la conception des prothèses.

La firme qui commercialise le logiciel annonce, en 2016, que dans un futur proche, il sera possible de l'impression 3D, dans leurs usines, du modèle issu du projet virtuel.

**FIGURE 31 : SMILE COMPOSER**

source : 3shape



<sup>1</sup> 3shape, "3shape Dental System"

### 3.1.9 Smile Designer Pro

**Marque :** Tasty Tech

**Date de sortie :** 2013

**Pays :** Canada

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos, et empreintes optiques.

**Principe de fonctionnement :** A partir de trois photographies du patient, à savoir, un portrait sourire, un avec écarteur, et une photo prise à 12h, une analyse esthétique complète est réalisable. La manipulation des photographies, le calibrage et les mesures sont facilitées par les outils du logiciel.

Comme tout les logiciels de projet virtuel en 2D, des contours dentaires pré-enregistrés sont disponibles, et adaptables. Le rendu final est réaliste.

**Analyse esthétique :** Même remarque que pour les logiciels Nemo ou le DSS, l'analyse est complète mais ne peut pas être modifiée en fonction des besoins du praticien.

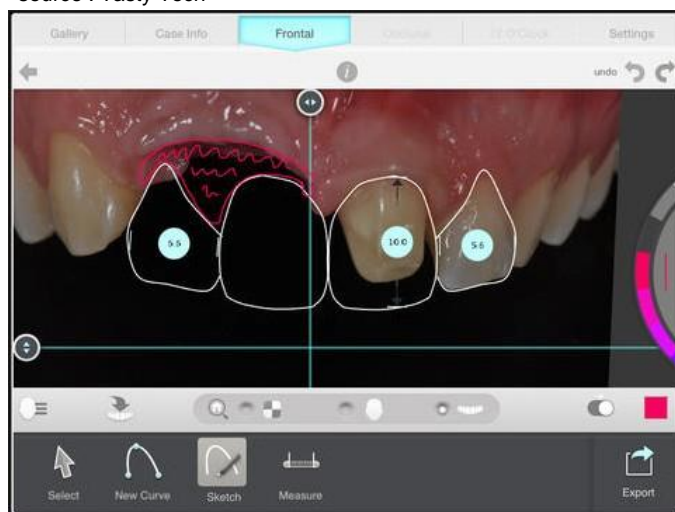
Cependant Il y a possibilité de tracer librement, après la phase d'analyse, (figure 32).

**Compatibilité :** Il est possible d'associer le projet 2D à une empreinte optique du maxillaire dans un logiciel de CFAO, afin d'en tenir compte dans la conception 3D des prothèses. L'image du sourire est alors associée à une vue frontale de l'arcade numérisée.

Remarque : L'application est aussi disponible sur tablette iPad. Version d'essai téléchargeable en ligne.

**FIGURE 32 : LIBERTÉ DE TRACÉ**

source : Tasty Tech





### 3.1.10 Visagismile

**Marque :** Visagismile Inc.

**Date de sortie :** 2015

**Pays :** Bulgarie

**Acquisition des données :** Photographies numériques et/ou vidéos.

**Principe de fonctionnement :** Ce logiciel s'inspire du visagisme de Braulio Paolucci, Marcelo Calamita et Christian Coachman<sup>1</sup>. Il propose à partir d'un portrait, où le patient sourit, et d'un questionnaire de personnalité, d'analyser selon la théorie du visagisme le type de caractère du patient, et génère ensuite un projet esthétique en 2D.

Le tracé produit par le logiciel est ajusté sur un cliché du maxillaire, (figure 33), et une simulation de texture de dent naturelle est ajoutée (figure 34). Chaque dent virtuelle du projet peut être modifiée. L'intégration du nouveau sourire au sein du visage n'est pas visualisable.

**Analyse esthétique :** L'analyse est dite morpho-psychologique. Pour Paolucci le visagisme permet de déterminer quelles émotions et traits de personnalité, le patient veut exprimer à travers son apparence, son sourire.

Le procédé est original, et très différent des standards de l'analyse esthétique décrits au chapitre 2. Le praticien ne réalise ni analyse extra-orale, ni analyse intra-orale.

**Compatibilité** Fermer, pas d'association possible avec un logiciel de CAO.

Remarque : Version d'essai téléchargeable en ligne.

**FIGURE 33 : LES CONTOURS DENTAIRESSIMULÉS AUTOMATIQUEMENT**

source : Visagismile Inc



**FIGURE 34 : LES CONTOURS DENTAIRESSIMULÉS AUTOMATIQUEMENT, AVEC RENDU NATUREL**

source : Visagismile Inc



<sup>1</sup> Paolucci et al. "Visagism : art of dental composition"

## 4. Comparaison des outils disponibles

Après avoir introduit et décrit le concept de projet esthétique virtuel, puis présenté les différents outils disponibles pour sa réalisation, nous allons, dans ce chapitre, comparer ces outils.

### 4.1 Rappel des caractéristiques des outils

Logiciel	Marque	Date de Sortie	Pays	Acquisition des données	Analyse esthétique/ diagnostic	PEV 2D / PEV 3D	Aide à la réalisation de prothèse par CFAO	Système ouvert/ fermé	Prix
<b>Cerec Smile Design</b>	Sirona	2013	Allemagne	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Non	3D	CFAO seulement	Fermé	Vendu avec les logiciel Cerec Chairside et InLab Software.
<b>DSD Connect</b>	DSD Technology	2013	Roumanie	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, adaptable en fonction des besoins via Ppt ou Keynote	2D, via Ppt ou Keynote	Oui, transfert complet du PEV	Ouvert	989 €/an
<b>Nemo DSD 2D</b>	NemoTec	2016	Espagne	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Non	Ouvert	1190 €
<b>Nemo DSD 3D</b>	NemoTec	2016	Espagne	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	3D	Non	Ouvert	2990 €
<b>Dental GPS</b>	Dental GPS	2006	Canada	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Limitée, basée sur la théorie de Méthot	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Ouvert	1990 \$
<b>Digital Smile System</b>	Digital Smile System	2013	Italie	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Ouvert	949 € pour le version premium
<b>G Design</b>	Hack Dental	2015	Roumanie	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	2D	CFAO seulement	Ouvert	500 € pour le version premium
<b>Romexis Smile Design</b>	Planmeca	2015	Finlandais	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Fermé	990 €
<b>Smile Composer 3Shape</b>	3Shape	2010	Danemark	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, limitée	3D	CFAO seulement	Fermé	Vendu avec le logiciel Dental System 2015 (CAD)



Logiciel	Marque	Date de Sortie	Pays	Acquisition des données	Analyse esthétique/ diagnostique	PEV 2D / PEV 3D	Aide à la réalisation de prothèse par CFAO	Système ouvert/ fermé	Prix
<b>Smile Designer Pro</b>	Tasty Tech	2013	Canada	Photographie numérique et/ ou vidéo, et empreinte optique.	Oui, guidée par le logiciel	2D	Oui, transfert du plan frontal du PEV	Ouvert	999/an € 79/cas €
<b>Visagismile</b>	Visagismile Inc	2015	Bulgarie	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Limitée, basée sur la théorie du visagisme	2D	Non	Fermé	199€/an
<b>PEV avec KeyNote ou PowerPoint</b>	Apple / Microsoft	Introduit pour le PEV en 2012, par Coachman.	U.S.A	Photographie numérique et/ ou vidéo.	Oui, complète, adaptable par le praticien	2D, 3D si transféré via DSD Connect, dans CFAO	Oui via DSD Connect, transfert complet du PEV	Ouvert via le DSD Connect	PowerPoint : 79€ Keynote : 19,99€

## 4.2 Comparaison des différentes solutions

### 4.2.3 Outil d'analyse

L'outil idéal doit permettre une analyse complète, facile et rapide. Mais aussi adaptable aux besoins des patients.

Les outils développés spécialement pour la réalisation de projet virtuel, ont l'avantage de mener l'analyse. Ils guident le praticien dans les étapes du diagnostic. Cela facilite et accélère la réalisation du PEV. C'est l'avantage des programmes écrits spécifiquement pour la création de ce type de projet.

Mais en gagnant en facilité d'utilisation et rapidité d'exécution, nous perdons logiquement en indépendance. Plus un outils est spécialisé, et borne le praticien, moins il permet d'adapter son analyse au cas traité.

L'utilisation des logiciels Keynote ou PowerPoint, demande une connaissance poussée de ce qu'est la réalisation d'un projet virtuel. Ainsi qu'une bonne maîtrise des fonctionnalités des logiciels de présentation. Augmentant de ce fait la difficulté et le temps nécessaire à la réalisation d'un projet virtuel. Mais l'analyse esthétique est totalement libre et adaptable. De plus, ces logiciels sont facilement accessibles, voire déjà utilisés par les praticiens.

Des logiciels proposent de réaliser des analyses similaires à ce que nous développerons dans le chapitre 5, avec Keynote. Il s'agit des Nemo DSD 2D et 3D, du Digital Smile System, du Romexis Smile Design, et du Smile designer Pro. Ce sont de bons compromis entre facilité, rapidité de prise en main, et analyse esthétique conventionnelle.

Pour ce qui est des autres logiciels, certains écueils existent quant à l'analyse esthétique qu'ils permettent.

Le G Design, ne permet qu'une analyse extra-orale très limitée. Il doit être considéré comme une application complémentaire d'un logiciel de CFAO, permettant de tracer une courbe incisive, et de la transférer sur une empreinte optique.

Le Dental GPS se base sur une analyse esthétique originale, très peu documentée, et donc difficile à apprécier.

Quant au Visagismile, l'analyse ne s'intéresse qu'aux formes des futures dents, sans considération pour l'intégration du sourire au sein du visage. Il est intéressant d'avoir une proposition originale de forme dentaire, mais faut-il encore pouvoir placer cette nouvelle dentition de manière harmonieuse au sein du visage, ce qui est impossible sans analyse extra et intra-orale.

Les programmes Cerec Smile Design et Smile Composer, permettent au praticien de vérifier l'intégration visuelle des restaurations CFAO, sans réelle analyse en amont.

A ce titre, les considérer comme des logiciels de réalisation de projet virtuel semble abusif.

Enfin, notons que les fabricants de solutions dédiées, donnent trop peu d'informations quant aux références scientifiques utilisées pour créer leur modèle d'analyse esthétique. L'analyse la plus documentée reste celle de Christian Coachman, pour les produits de la gamme Digital Smile Design.

## **4.2.1 Outil de communication**

L'outil idéal doit permettre une bonne communication entre le patient et les membres de l'équipe de soin. Il doit faciliter le partage de l'analyse et de la simulation. Idéalement, chaque intervenant doit pouvoir lire et modifier le projet virtuel. Au minimum, les données doivent pouvoir être extraites facilement, sous une forme accessible et transmissible par tous les protagonistes.

Il faut donc privilégier l'utilisation de logiciel ouvert, délivrant un format d'information permettant la lecture et la modification sans logiciel spécifique.

Dans cette esprit les logiciels fermés de chez Cerec et 3 Shape ne répondent pas à ces critères.

Le Nemo DSD 3D, peut créer des fichiers 3D au format, ouvert, « .stl ». Mais le travail sur fichier 3D demande des compétences en informatique poussées.

Les autres solutions spécifiquement dédiées à la réalisation de projet virtuel 2D, permettent l'exportation au format .pdf des vues du projet. Le fichier peut être consulté par

tous, sans logiciel spécifique. Mais dans ce cas, chaque praticien souhaitant apporter des modifications, doit posséder le même logiciel qui a permis la réalisation du projet.

Seuls les logiciels PowerPoint et Keynote facilitent, à la fois la lecture et la modification des projets virtuels. En effet étant les plus répandus et les moins chers à l'acquisition, les logiciels de présentation sont de parfaits outils de communication.

## **4.2.2 Outil de simulation**

Le logiciel choisi, doit permettre de créer une image suffisamment réaliste de ce que pourrait être le nouveau sourire.

Les logiciels spécifiquement dédiés au projet virtuel, permettent d'obtenir facilement des vues réalistes des futures dents. En effet les formes, les couleurs, les textures des dents sont pré-enregistrées dans le logiciel. Avec les logiciels de présentation, obtenir une simulation réaliste est plus complexe. Cela dépend de l'expérience du praticien, et de son niveau de maîtrise de l'outil.

Keynote et PowerPoint ne possèdent pas de « banque de dents virtuelles », c'est au praticien de les créer en dessinant des contours dentaires.

Un praticien inexpérimenté obtiendra une meilleure simulation avec un logiciel spécifique.

Dans le domaine de la simulation, l'évolution est au passage à la 3D. Avec la volonté de plus de réalisme et de détails dans les simulations, certains logiciels proposent déjà cette évolution, comme le NemoDSD 3D.

Enfin, le logiciel dédié au PEV le plus limité est le Visagismile. Il ne permet pas de simuler l'intégration du nouveau sourire au sein du visage.

## **4.2.3 Aide à la CFAO**

Mis à part les logiciels NemoDSD et Visagismile tous les programmes de « smille design » permettent le transfert du projet esthétique virtuel dans un logiciel de CFAO.

Notons que seul l'utilisation du DSD Connect permet d'importer des vues du projet virtuel, dans différents plans de l'espace. Ainsi, il est possible de travailler le projet prothétique, dans ces différents plans, et non uniquement dans le plan frontal.

Donc avec un simple logiciel de présentation et le DSD connect, il est possible d'utiliser un projet virtuel 2D, comme guide pour la conception des prothèses en CFAO.

Le DSD connect est compatible avec les logiciels Sirona et 3Shape. Afin de pouvoir travailler avec le plus grand nombre de protagonistes, il convient de privilégier les solutions compatibles avec différentes marques, et donc les systèmes ouverts. On notera par exemple que les systèmes fermés de chez Planmeca, 3shape et Sirona ne permettent pas d'exporter un projet esthétique dans un logiciel de CFAO d'une autre marque.

#### 4.2.4 Impression 3D

Autre fonctionnalité se développant depuis quelques mois, l'impressions 3D de modèle du projet virtuel. Ce modèle fabriqué par stéréolithographie, remplace les cires de diagnostic traditionnelles. Il permet de créer des gouttières ou des clés de transfert, (figure 35), pour l'étape du mock-up (reproduction clinique provisoire du projet) . Mais aussi de fabriquer des clés de réductions, pour l'étape de préparation des tissus dentaires. Enfin il permet de fabriquer des guides chirurgicaux pour faciliter la réalisation d'élongations coronaires, de gingivectomies, ou encore de poses d'implants, (figure 36).

Sa fabrication nécessite d'avoir réalisé le projet virtuel en 3D, et d'en posséder le fichier au format « .stl ». Aussi pour le moment, seul le logiciel Nemo DSD 3D permet de créer directement un « wax up » numérique 3D, à ce format, pouvant être usiné.

Christian Coachman a créé un laboratoire en ligne, le DSDLab.

Il propose de concevoir un fichier 3D (.stl), à partir d'un projet 2D, (.pdf). Le projet 2D est soit envoyé par un praticien, soit créé directement par le laboratoire, depuis les clichés cliniques fournis par le chirurgien dentiste. Le DSDLab propose ensuite d'imprimer et d'expédier le modèle.

**FIGURE 35 : GOUTTIÈRE DE TRANSFERT**  
Source : DSDLab



**FIGURE 36: MODÈLE IMPRIMÉ ET GUIDE CHIRURGICAL POUR GINGIVECTOMIE**  
Source : DSDLab



Notons que la société 3shape a annoncé la création d'un service similaire, disponible prochainement.

#### **4.2.5 Prix**

Il existe une disparité de prix. Comme de nombreux produits destinés aux professionnels de santé, les solutions spécifiques à l'élaboration de projet virtuel sont couteuses.

Aussi pour commencer la réalisation de projet 2D, les plus accessibles restent Keynote et PowerPoint. Ils permettent aux étudiants et praticiens, d'accéder au concept de projet esthétique virtuel à moindre coup.

#### **4.2.6 La meilleure solution ?**

Tout dépend du profil de l'utilisateur et de ses besoins,

- un étudiant ou un praticien débutant pourra se tourner vers un logiciel de présentation. C'est le meilleur rapport cout/fonctionnalité. L'acquisition des données biométriques est simple : photographie, clip vidéo, et empreintes traditionnelles. L'analyse esthétique ne souffre d'aucune limitation. Le partage et la modification du projet sont simplifiés par le caractère ouvert du système. Cependant le projet n'est qu'en 2D, ce qui apparait aujourd'hui, avec l'essor de la 3D et de la CFAO, un aspect limitant. Notons qu'avec le DSD Connect, le projet 2D peut être associé à un programme de CFAO. Mais ceci augmente alors la complexité et le coup de la démarche.
- un praticien recherchant la simplicité d'utilisation et l'efficacité clinique, pourra se tourner vers des applications comme Digital Smile System, et Smile Designer Pro, ce dernier étant disponible sur tablette. Le projet est ainsi facilité par l'intermédiaire des fonctionnalités prévues dans l'application. Cela nécessite un investissement spécifique.
- un praticien utilisant régulièrement la 3D et la CFAO, utilisera plutôt les programmes Nemo DSD, ou bien le DSD Connect.

# 5. Réaliser un Projet esthétique virtuel avec Keynote

## 5.1 Tutoriel

Nous allons illustrer la création d'un projet virtuel, avec un cas clinique réalisé dans le service Hospitalo-universitaire d'Ivry Charles Foix.

Nous choisissons d'utiliser Keynote, de la suite iWorks (Apple, Cupertino, Californie), pour sa simplicité en terme de manipulation des photographies, et de tracé.

Ce logiciel possède les mêmes fonctionnalités que le plus connu, Power Point, d'Office (Microsoft, Redmond, Washington).

Notons que certains auteurs proposent aussi l'utilisation de logiciel de traitement d'image comme Photoshop<sup>1</sup> (Adobe Systems; San Jose, Californie).

### 5.1.1 Analyse extra-orale

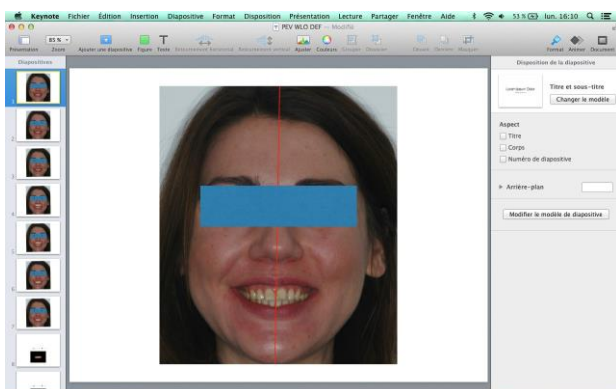
Nous commençons par l'analyse du portrait au repos.

Grace au logiciel de présentation, toutes les manipulations sont facilités. En quelques clics, il est possible, de copier et d'insérer un cliché, des formes, des lignes, des flèches (grâce à l'outil « Figure ») et des notes (grâce à l'outil « Texte »). Ceci permet l'analyse du sourire.

Nous traçons la ligne sagittale médiane, (figure 37), puis le portrait est redressé (grâce à l'outil « rotation » dans l'onglet « disposition ») afin que la LSM soit verticale, (figure 38).

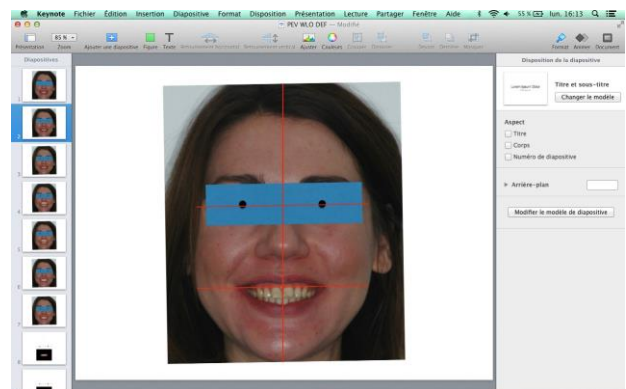
**FIGURE 37 : LIGNE SAGITTALE MÉDIANE**

Source : auteur



**FIGURE 38: ORIENTATION DU PORTRAIT**

Source : auteur



<sup>1</sup> McLaren et Culp, "smile analysis, the Photoshop smile design technique. Part 1."

Le portrait doit être orienté pour que la LSM soit verticale et ne trompe pas la perception optique du sourire<sup>1</sup>. Nous pouvons alors différencier les vraies asymétries, d'un porté de tête incliné. Une inclinaison de la tête du patient confondue avec une asymétrie verticale, perturberait le choix de la ligne de référence horizontale, et donc la construction d'un sourire en harmonie avec le visage<sup>2</sup>.

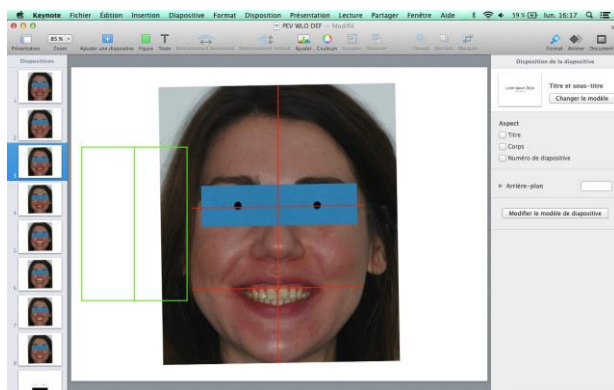
Puis un cadre facial<sup>3</sup>, réalisé avec l'outil « Figure », est ajouté au portrait.

Il est conçu en associant un rectangle, et une ligne tracée comme la médiane de son grand axe, (figure 39). Les deux éléments sont verrouillés pour que leurs proportions soient conservées, lorsque nous serons amenés à agrandir ou réduire le cadre aux dimensions du visage, (« verrouillé » dans l'onglet « disposition »). Le cadre est placé sur le portrait de telle sorte que sa médiane se confonde avec la ligne sagittale du visage, (figure 40).

Les limites verticales et horizontales du cadre circonscrivent au mieux le visage du patient. Ce dispositif est en mis en place pour repérer les éventuelles asymétries faciales.

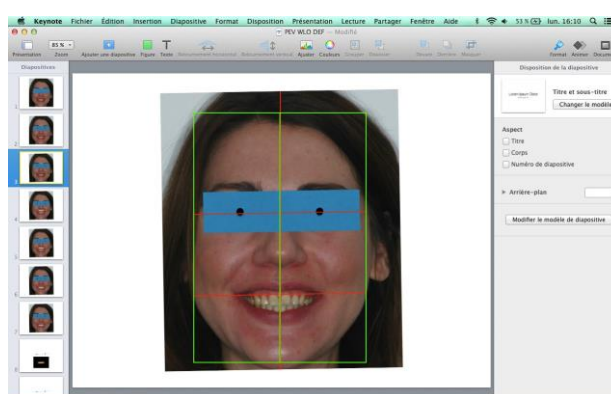
**FIGURE 39 : CADRE FACIAL**

Source : auteur



**FIGURE 40 : MISE EN PLACE DU CADRE**

Source : auteur



<sup>1</sup> Margossian et al. "Communication des données esthétiques faciales au laboratoire : le système ditramax®."

<sup>2</sup> Sette et al. "Analyse biométrique des symétries/asymétries faciales"

<sup>3</sup> Ibid.

Nous traçons ensuite, les lignes de référence horizontales, lignes bi-pupillaire et bi-commissurale, (LBP et LBC)<sup>1</sup>, (figure 41).

L'asymétrie est verticale, si il existe une divergence entre les LBC, LBP, et les limites horizontales du cadre.

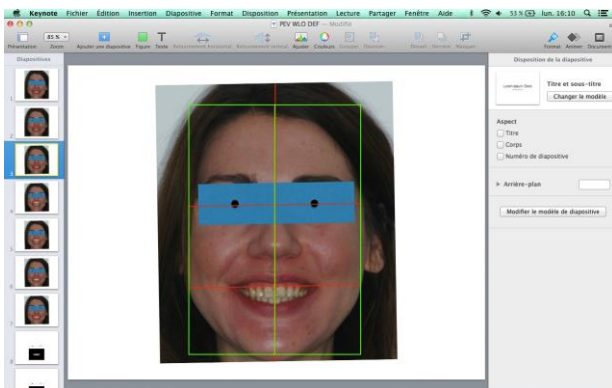
Notons que dans notre exemple il n'y a pas d'asymétrie, la LBP, la LBP, et les limites horizontales du cadre sont parallèles.

Nous pouvons vérifier le parallélisme en regardant les angles de rotation du cadre et des lignes de référence, dans l'onglet disposition en sélectionnant tour à tour ces éléments.

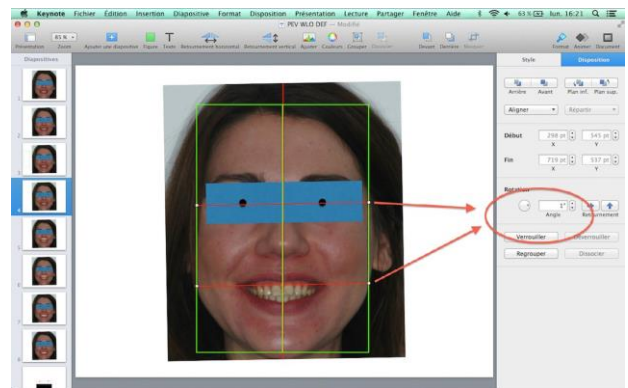
Ici tout les angles de rotation sont à 355°, donc LBP, LBC, et l'horizon du cadre sont parallèles, (figure 42).

En fonction du cas traité, et des besoins de chaque praticien, d'autre références peuvent être associées au portrait (exemple : ligne bi-sourcilière), l'analyse est libre.

**FIGURE 41 : RÉFÉRENCES HORIZONTALES**  
Source : auteur



**FIGURE 42 : RECHERCHE D'ASYMÉTRIE**  
Source : auteur



<sup>1</sup> Chiche et Pinault, *Esthétique et restauration des dents antérieures*.



## 5.1.2 Report des repères extra-oraux en bouche

Comme dit dans un chapitre précédent, cette étape déterminante est complexe.

L'intérêt du projet virtuel, vient de la facilité de manipulation des photographies, permettant de créer un véritable « arc facial numérique »<sup>1</sup>, qui rend possible le transfert de toutes les informations extra-oraux, en intra-buccale.

La façon de procéder est la suivante : avec l'outil « plume » nous traçons sur le portrait les contours du sourire, afin de pouvoir les reporter sur le cliché intra-oral, (figure 43).

Même procédure pour le cliché avec sourire forcé. Ce qui permettra de garder en mémoire la classification du sourire<sup>2</sup>, lorsque nous travaillerons sur la vue intra-buccale.

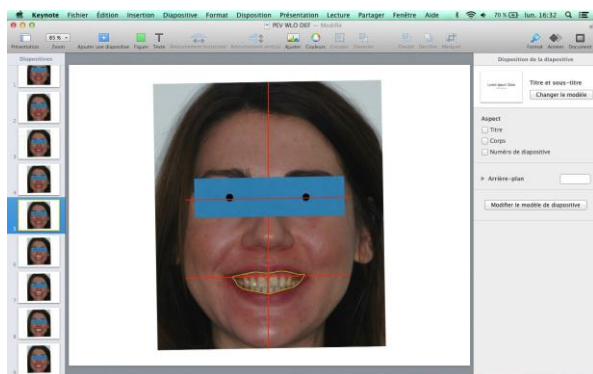
Ensuite sur la diapositive du portrait sourire, le cliché intra-oral est inséré. Le but de cette manipulation est de faire se confondre les deux images, avec pour repère les dents maxillaires.

Cela commence par le tracé deux lignes verticales, limitant les faces D des canines, aussi bien sur le portrait que sur le cliché intra-oral. En agrandissant, ou en réduisant, et déplaçant les clichés l'un par rapport à l'autre, les lignes verticales doivent respectivement se confondre, (figure 44).

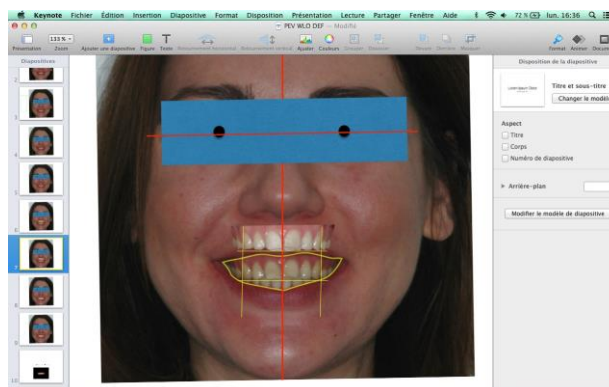
Une fois la photographie de l'arcade maxillaire aux bonnes dimensions, nous traçons deux lignes horizontales. Une ligne qui relie les pointes canines du cliché intra-oral, et une seconde qui réalise la même chose pour les canines du portrait, (figure 44).

**FIGURE 43 : TRANSFERT DES RÉFÉRENCES, HORIZONTALES ET VERTICALES**

Source : auteur



**FIGURE 44 : SOURIRE ENREGISTRÉ, VUE INTRA-ORALE RE-DIMENSIONNÉE**  
Source : auteur



<sup>1</sup> Coachman et Calamita, "« Digital Smile Design » : un outil de planification thérapeutique et de communication en dentisterie esthétique"

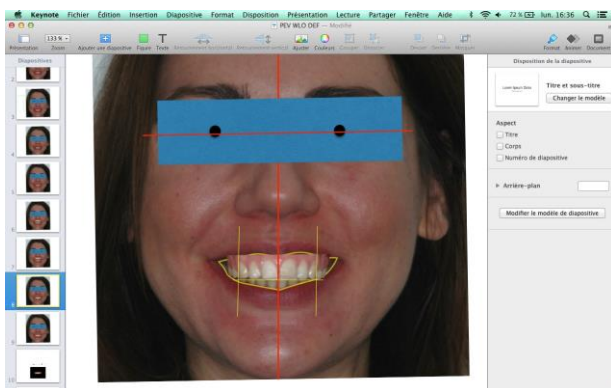
<sup>2</sup> Liébart, Fouque-Deruelle, et Santini, "Smile line and periodontium visibility"

Il ne reste plus qu'à confondre ces deux lignes, de façon à orienter correctement l'arcade maxillaire, (figure 45).

Nous pouvons vérifier la bonne correspondance des clichés, en modifiant la transparence de l'image avec écarteur. Puis les repères du transfert sont supprimés, (figure 46).

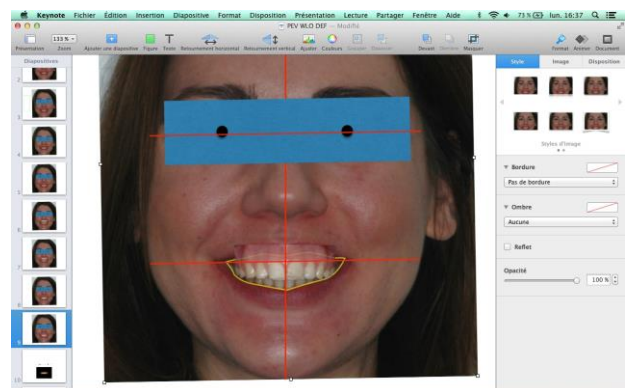
**FIGURE 45 : LA VUE INTRA-ORALE EST POSITIONNÉE**

Source : auteur



**FIGURE 46 : RÉFÉRENCES EXTRA-ORALES DÉPLACÉES SUR LA ZONE D'INTÉRÊT**

Source : auteur

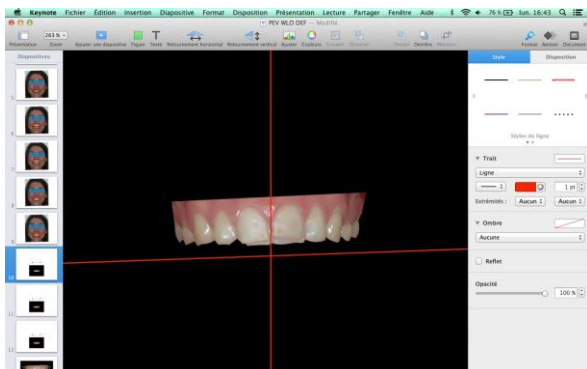


Grâce à ces manipulations, le cliché intra-oral est orienté exactement comme le maxillaire du portrait après l'analyse extra-orale. Alors les lignes de référence esthétiques, verticales et horizontales, ainsi que les limites du sourire, peuvent être copiées, puis collées sur le maxillaire isolé. Elles peuvent maintenant guider la reconstruction dento-alvéolaire numérique.

Le portrait en arrière-plan peut être retiré, et l'analyse intra-orale peut commencer, (figure 47 et 48).

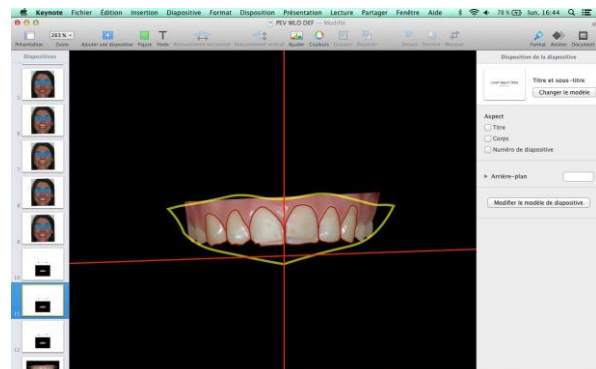
**FIGURE 47 : L'ARRIÈRE PLAN EST RETIRÉ, LES LIGNES DE RÉFÉRENCE SONT LAISSÉES**

Source : auteur



**FIGURE 48 : TRANSFERT DES RÉFÉRENCES EXTRA-ORALES TERMINÉ**

Source : auteur



### 5.1.3 Analyse intra-orale

Dans ce travail nous proposons d'appliquer l'analyse esthétique intra-orale de Belser et Magne (cf. 2.2.3 Données intra-orales), car elle suit l'ordre des étapes proposées par Coachman lorsqu'il décrit le concept de projet virtuel. Cependant l'analyse est libre, et chaque membre de l'équipe de soin peut ajouter, des tracés et des notes, en fonction de sa spécialité, du cas clinique et des enjeux du projet de soin.

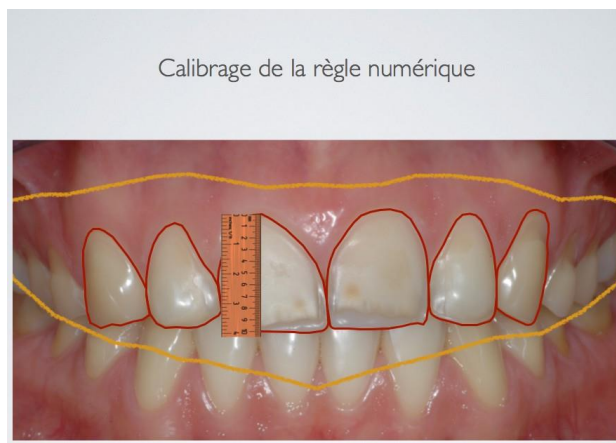
Avant d'aborder cette séquence de travail, l'opérateur doit calibrer une règle numérique lui permettant de réaliser des mesures sur les clichés<sup>1</sup>.

Pour cela il faut, en clinique ou sur les modèles d'étude, mesurer la longueur d'une incisive centrale. Ensuite, après avoir téléchargé un régllet numérique sur internet, (par exemple sur la page : [http://www.mathfle.web4me.fr/IMG/pdf/regles\\_graduees.pdf](http://www.mathfle.web4me.fr/IMG/pdf/regles_graduees.pdf)), il faut l'insérer sur une vue intra-orale, puis l'ajuster sur le cliché, à la taille mesurée cliniquement. De la sorte la règle est calibrée. (figure 49).

La figure 50 représente l'analyse de Belser et Magne réalisée avec les outils de Keynote.

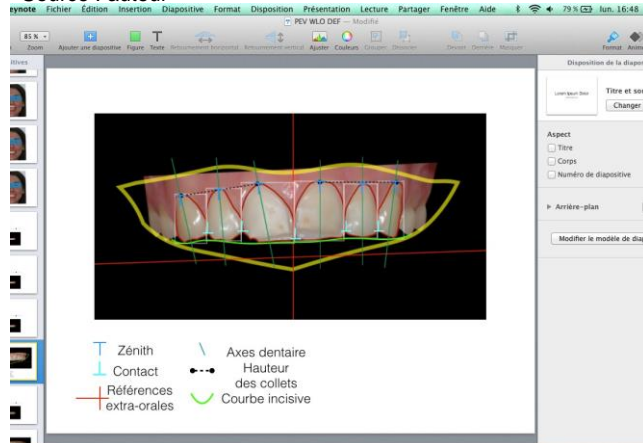
**FIGURE 49 : INSERTION DU RÉGLET**

Source : auteur



**FIGURE 50 : ANALYSE INTRA-ORALE VIRTUELLE D'APRÈS BELSER & MAGNE**

Source : auteur



### 5.1.4 « Smile Design »

Maintenant que toutes les informations diagnostiques sont répertoriées, nous pouvons nous lancer dans la construction virtuelle du nouveau sourire.

Comme pour l'analyse, nous commençons avec les incisives centrales.

<sup>1</sup> Coachman et Calamita, "Virtual esthetic smile design, driving the restorative plan"

Un rectangle au ratio largeur/longueur compris entre 75 et 80% est inséré pour contenir une incisive centrale aux proportions parfaites, (outil « Figure », onglet « Disposition », modifier la taille du rectangle). Il va guider le positionnement de la future incisive. Nous plaçons ce rectangle en respectant les règles esthétiques évoquées plus tôt. Pour cela sa limite mésiale, future ligne inter-incisive, est confondue avec la ligne sagittale médiane. Il faut aussi prendre en compte, l'orientation du futur bord libre, (limite inférieure du rectangle) par rapport à la référence esthétique horizontale. Puis placer cette limite inférieure au contact du rebord de la lèvre inférieure lors du sourire. Enfin la limite supérieure du rectangle est placée de manière à correspondre au niveau des nouveaux collets. (figure 51)

Une fois la taille des dents définie, il faut choisir leurs formes, en nous basant sur l'analyse faciale, la typologie dentaire du patient, mais aussi en faisant appel aux notions de morpho-psychologie<sup>1</sup>. Nous pouvons sélectionner, dans une « banque de contours dentaires », les nouvelles incisives centrales. (figure 52)

Cette banque de données graphiques, aura été constituée en enregistrant avec l'outil « plume » de Keynote, ou PowerPoint, des contours dentaires. Ils sont extraits de cas précédents, d'ouvrages d'anatomie dentaire, ou bien d'articles.

Nous pouvons imaginer l'intérêt d'une base de donnée ouverte entre confrères, qui réunit une multitude de contours utilisables pour nos futurs projets esthétiques virtuels.

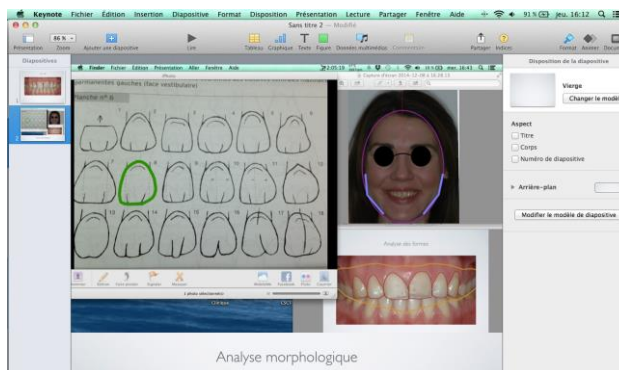
**FIGURE 51 : RATIO LARGEUR/LONGUEUR DE 75%**

Source : auteur



**FIGURE 52 : CHOIX DES NOUVEAUX CONTOURS DENTAIRES**

Source : auteur



<sup>1</sup> Paolucci et al. "Visagism : art of dental composition"



Le contour de la nouvelle incisive centrale est inséré dans notre rectangle. En dupliquant et réalisant une rotation « miroir », (onglet « disposition ») l'incisive controlatérale, est rapidement mise en place.

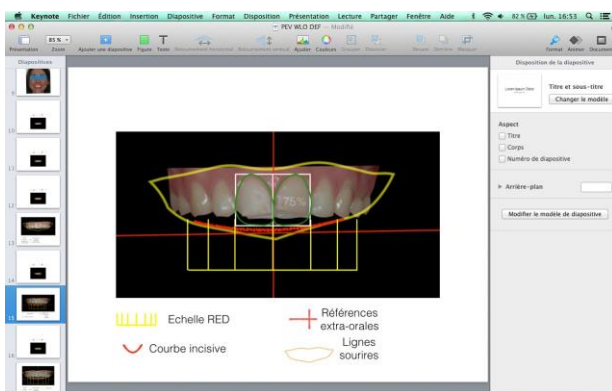
Sur ce même principe, nous reconstruisons une arcade, puis par rotation, le secteur controlatéral<sup>1</sup>. Une règle construite selon le principe de proportion RED, donne les limites proximales des nouveaux contours dentaires, (figure 53).

Les nouveaux contours dentaires sont placés et adaptés au patient, en fonction de l'analyse expliquée plus tôt, (figure 54).

Une teinte peut être ajoutée aux masques, pour obtenir un rendu du sourire plus réaliste.

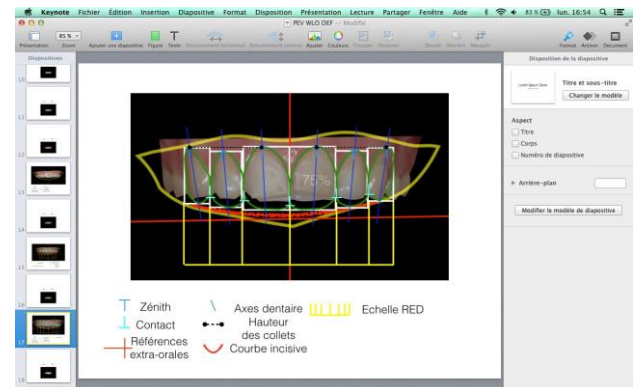
**FIGURE 53 : WAX UP 2D VIRTUELS**

source : auteur



**FIGURE 54: L'ANALYSE GUIDE LE WAX UP NUMÉRIQUE**

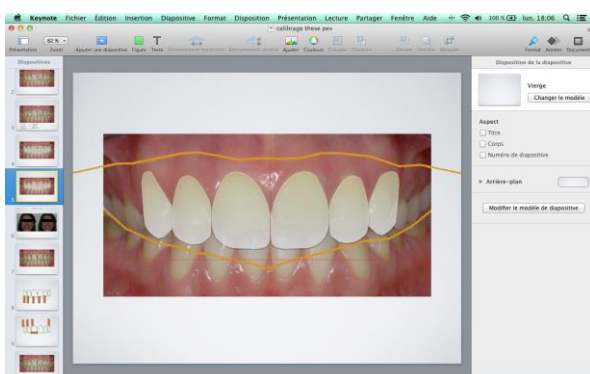
source : auteur



Nous pouvons utiliser la palette de couleur disponible sur Keynote, (figure 55), ou associer les nouveaux contours dentaires aux photographies de vraies dents (figure 56). Pour cela il faut déplacer la forme du nouveau contour sur une image de dent réelle, puis après avoir sélectionné le contour et l'image de la dent en arrière-plan, presser les touches « cmd » et « M » simultanément. Cette dernière technique offre un rendu plus réaliste encore.

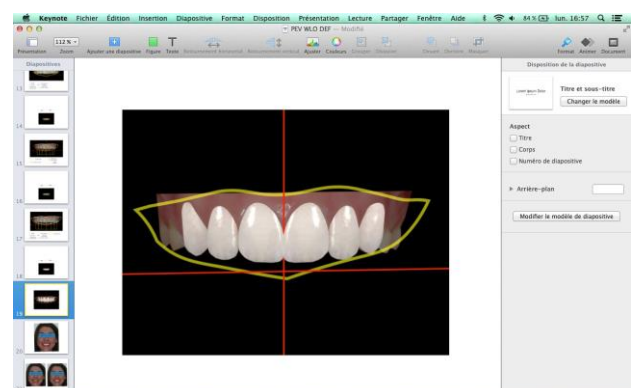
**FIGURE 55 : SUITE DU WAX UP NUMÉRIQUE**

Source : auteur



**FIGURE 56 : SUITE DU WAX UP NUMÉRIQUE**

Source : auteur



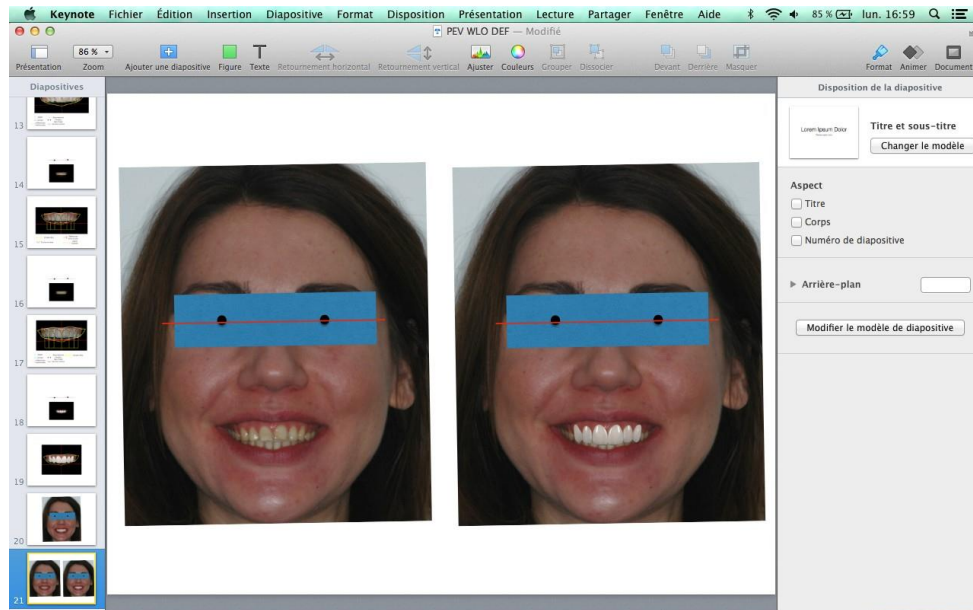
<sup>1</sup> Coachman et Calamita, "Virtual esthetic smile design, driving the restorative plan"

Les masques peuvent être copiés sur le cliché du portrait avec sourire, (figure 57).

Enfin nous mesurons les modifications dentaires, avec notre règle, calibrée lors de l'étape précédente, (figure 58, 59).

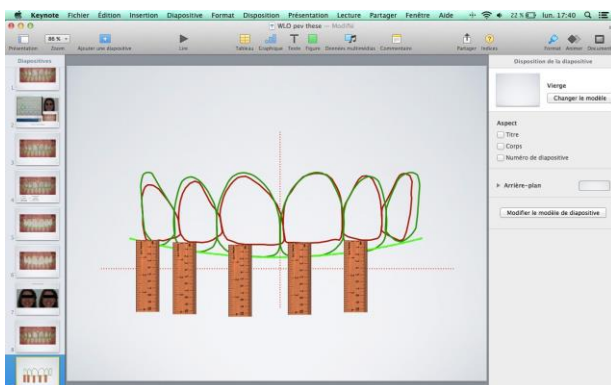
**FIGURE 57 : ESSAI ESTHÉTIQUE VIRTUEL**

Source : auteur



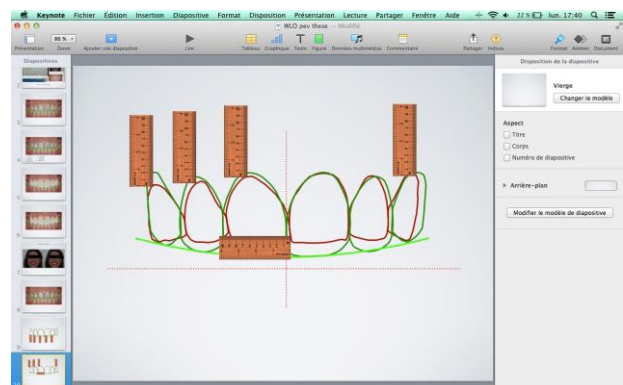
**FIGURE 58 : MESURES**

Source : auteur



**FIGURE 59 : MESURES**

Source : auteur



### 5.1.5 De la simulation virtuelle à la simulation réelle du sourire

Une fois le projet virtuel terminé, et validé par l'équipe de soin et le patient, il est envoyé au prothésiste. Ce dernier peut créer les cires de diagnostic, guidé par le PEV et les détails précis qu'il contient.

Le prothésiste commence par reporter sur les empreintes d'études, les lignes de référence, grâce aux mesures réalisées pendant le PEV. Ceci lui donne les informations fondamentales à la réussite de l'intégration des restaurations<sup>1</sup>, au sein du sourire, puis du sourire au sein du visage, comme expliqué lors de l'étape d'analyse, (figure 67).

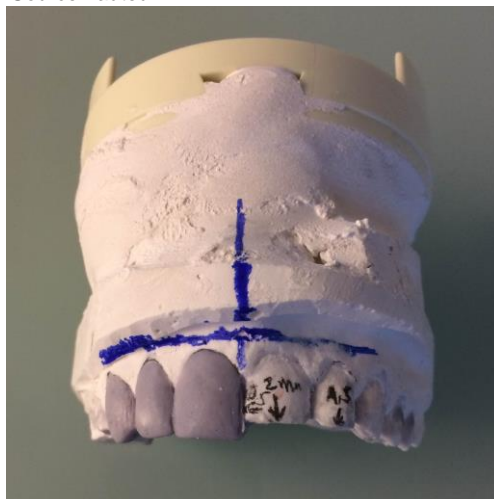
Les cires de diagnostic sont réalisées selon les

modifications proposées par le PEV. Les formes sont reproduites par imitation et l'ajustement des tailles dépend des mesures données par le PEV.

Après les cires de diagnostic, le prothésiste réalise des clés en silicone dur qui permettent le transfert en bouche du projet par l'intermédiaire de résine bis acryl. C'est l'essai esthétique, ou mock-up. Il peut être modifié en bouche si besoin. Une fois l'essai validé, (figure 68), de nouveaux clichés sont pris, et enregistrés dans le projet esthétique. Les traitements restaurateurs peuvent commencer.

**FIGURE 60 : TRANSFERT DES DONNÉES DU PROJET VIRTUEL SUR LE MODÈLE D'ÉTUDE**

Source : auteur



**FIGURE 61 : MOCK-UP, AVANT/APRÈS**

Source : auteur



<sup>1</sup> Margossian et al., "use of the Ditrax system to communicate esthetic specifications to the laboratory."

## 6. Conclusion

Le projet esthétique virtuel associé, au questionnaire de santé, aux différentes radiographies réalisées, et autres pièces du dossier médical, orientent l'équipe de soin vers la meilleure décision thérapeutique pour une réhabilitation du sourire. Le but est qu'en fin de traitement, grâce aux compétences de chacun, les résultats prévus en amont soient obtenus.

Cette prise en charge numérique du patient, diminue les difficultés géographiques et temporelles qui existent lors de prise en charge multidisciplinaire. Chaque spécialiste pouvant avoir accès, au projet initial.

Elle donne aussi aux praticiens et aux patients la même vision du résultat recherché. Cet élément de communication est essentiel, en particulier quand il s'agit d'un aspect très visible et très expressif du visage qui va induire des changements parfois importants.

Aujourd'hui, le « Smile Design », est devenu un argument marketing. Il convient d'être prudent, et de se renseigner sur la nature de ces produits, et de leurs caractéristiques avant d'en choisir un. Certaines solutions dédiées peuvent séduire par leur simplicité d'utilisation. Elles ont un coût et seront amenées à évoluer dans l'avenir.

A ce jour, la solution au meilleur rapport coût/fonctionnalité reste celle proposée par Cristian Coachman en 2012, associant photographie numérique et logiciel de présentation.



# Bibliographie

- 3shape. "3shape Dental System." [http://support.3shape.com/media/163685/80200048\\_A\\_April2012\\_Dental\\_System\\_Brochure\\_FR\\_Lowres.pdf](http://support.3shape.com/media/163685/80200048_A_April2012_Dental_System_Brochure_FR_Lowres.pdf).
- Academy, Mastery. "3D smile design gps concept" <https://youtu.be/Jg53louE6W4>.
- Calamia, J. R., J. B. Levine, M. Lipp, G. Cisneros, et M. S. Wolff. "Smile design and treatment planning with the help of a comprehensive esthetic evaluation form" *Dental clinics of North America* 55, no. 2 (2011): 187-209, vii.
- Chiche, G., et A. Pinault. *Esthétique et restauration des dents antérieures*. Paris : CdP, 1995.
- Coachman, C. "Nemodsd, the digital smile design software" [http://www.nemotec.com/docs/software/catalogo/nemodsd2d\\_en.pdf](http://www.nemotec.com/docs/software/catalogo/nemodsd2d_en.pdf).
- Coachman, C., M. Calamita, et N. Sesma. "From 2D to complete digital workflow in interdisciplinary dentistry." *Journal of cosmetic dentistry* 32, no. 1 (2016): 62-74.
- Coachman, C., et M.A. Calamita. "« Digital Smile Design » : un outil de planification thérapeutique et de communication en dentisterie esthétique." *Quintessence international* 4 (2012): 322-32.
- . "Virtual Esthetic Smile Design, driving the restorative plan." *Journal of cosmetic dentistry* 29, no. 4 (2014): 102-16.
- Coachman, C., E. Van Dooren, G. Gürel, C.J. Landsberg, M. Calamita, and N. Bichacho. "Smile Design : from digital treatment planning to clinical reality. interdisciplinary treatment planning. comprehensive case studies." Chap. 11 In *Interdisciplinary treatment planning, Volume II: Comprehensive case studies*, edited by M. Cohen, 119-74. Chicago : Quintessence Publishing, 2008.
- Crescenzo, H., and D. Crescenzo. "Le projet esthétique virtuel, un nouvel outil pour les traitements esthétique." *L'information dentaire* 96, no. 43 (2014): 32-39.
- Davis, N. C. "Smile Design." *Dental clinics of North America* 51, no. 2 (2007): 299-318.
- Dental, Hack. "G Design Pro Help." <https://youtu.be/CRAgY4-fGII>.
- Dental, Sirona. "Cerec Software 4.2 - Smile Design" <https://youtu.be/NnG4-cRaOLE>.
- Detterbeck, A. M., J. Kaiser, et U. Hirschfelder. "Electronic transfer of sensitive patient data." *International journal of computerized dentistry* 18, no. 1 (2015): 45-57.
- Elie, R. "Juste un peu de technique." *Stratégie prothétique* 15, no. 1 (2015): 47-55. Fradeani, Fradeani, M. et G. Barducci. *Esthetic rehabilitation in fixed prosthodontics, esthetic analysis : a systematic approach to prosthetic treatment*. Vol. 1. Chicago : Quintessence Publishing, 2004.

- Garber, D. A., et M. A. Salama. "The aesthetic smile : diagnosis and treatment." *Periodontology* 2000 11 (1996): 18-28.
- Goodlin, R. "Photographic-assisted diagnosis and treatment planning" *Dental clinics of North America* 55, no. 2 (2011): 211-27.
- Hajivassiliou, E. C., et C. A. Hajivassiliou. "Informed consent in primary dental care: patients' understanding and satisfaction with the consent process." *British dental journal* 219, no. 5 (2015): 221-4.
- Hardan, L. "The future of dental photography." <http://www.styleitaliano.org/the-future-of-dental-photography/>.
- Kurbad, A. "Planning and predictability of clinical outcomes in esthetic rehabilitation." *International journal of computerized dentistry* 18, no. 1 (2015): 65-84.
- Kurbad, A., and S. Kurbad. "Cerec Smile Design – a software tool for the enhancement of restorations in the esthetic zone." *International journal of computerized dentistry* 16, no. 3 (2013): 255-69.
- Landwerlin, O. "CFAO nouvelles stratégies esthétiques assistées par ordinateur." *Stratégie prothétique* 16, no. 1 (2016): 5-15.
- Liébart, M.F., C. Fouque-Deruelle, et A. Santini. "Smile line and periodontium visibility." *Periodontal practice today* 1, no. 1 (2004): 17-25.
- Lindén, A. "Utilising Smile Design software and CAD/CAM for creating a mock-up and final restorations." *Cosmetic dentistry* 1 (2016): 16-19.
- Lombardi, R. E. "The principles of visual perception and their clinical application to denture esthetics." *Journal of prosthetic dentistry* 29, no. 4 (1973): 358-82.
- Magne, P., et U. C. Belser. *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : approche biomimétique*. Paris : Quintessence International, 2003.
- Magne, P., G. O. Gallucci, et U. C. Belser. "Anatomic crown width/length ratios of unworn and worn maxillary teeth in white subjects." *Journal of prosthetic dentistry* 89, no. 5 (2003): 453-61.
- Maille, G., M. Doods, G. Laborde, A. Devictor, and P. Margossian. "les références esthétiques : la pertinence du diagnostic au traitement." *Stratégie prothétique* 14, no. 3 (2014): 157-64.
- Margossian, P., G. Laborde, S. Koubi, G. Couderc, G. Maille, S. Botti, Y. Dinardo, and P. Mariani. "Communication des données esthétiques faciales au laboratoire : le système Ditramax®." *Réalités cliniques* 21, no. 3 (2010): 149-55.
- Margossian, P., G. Laborde, S. Koubi, G. Couderc, and P. Mariani. "Use of the Ditramax system to communicate esthetic specifications to the laboratory." *European journal of esthetic dentistry* 6, no. 2 (2011): 188-96.
- McLaren, E.A., et L. Culp. "Smile analysis, the Photoshop smile design technique: Part 1." *Journal of cosmetic dentistry* 29, no. 1 (2013): 94-108.

- Methot, A. "'M' proportions, the new golden rules in dentistry." *Canadian journal of cosmetic dentistry* 1 (2006): 34-40.
- Miller, E. L., W. R. Jr. Bodden, and H. C. Jamison. "A study of the relationship of the dental midline to the facial median line." *Journal of prosthetic dentistry* 41, no. 6 (1979): 657-60.
- Noharet, R., M. Clément, C. Gaillard, and C. Coachman. "Analyse diagnostique d'un traitement esthétique : Digital Smile Design." *L'information dentaire* 97, no. 22 (2015): 2-5.
- Obuchi, T., H. Shiono, J. Shimada, K. Kaga, M. Kurihara, et A. Iwasaki. "Medical teleconference about thoracic surgery using free internet software." *Surgery today* 41, no. 11 (2011): 1579-81.
- Paolucci, B., M. Calamita, C. Coachman, G. Gürel, A. Shayder, et P. Hallawell. "Visagism : art of dental composition." *Quintessence of dental technology* 35 (2012): 187-201.
- Petitjean, B. "La photo dentaire en bref." *Stratégie prothétique* 15, no. 1 (2015): 13-25.
- PlanmecaGroup. "Planmeca Romexis® Smile Design - design a smile in 2 minutes!" <https://youtu.be/7N1ub5oe98w>.
- Preston, J. D. "The golden proportion revisited." *Journal of esthetic dentistry* 5, no. 6 (1993): 247-51.
- Rufenacht, C.R. *Fundamentals of esthetics*. Chicago : Quintessence Publishing, 1990.
- Sette, A., G. Laborde, M. Dodds, G. Maille, et P. Margossian. "Analyse biométrique des symétries/asymétries faciales." *Stratégie prothétique* 14, no. 3 (2014): 165-71.
- Sterrett, J. D., T. Oliver, F. Robinson, W. Fortson, B. Knaak, et C. M. Russell. "Width/length ratios of normal clinical crowns of the maxillary anterior dentition in man." *Journal of clinical periodontology* 26, no. 3 (1999): 153-7.
- Technology, DSD. "DSD Connect - step by step video tutorial." <https://vimeo.com/94773968>.
- Vailati, F., et U. C. Belser. "Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition : the three-step technique. Part 3." *European journal of esthetic dentistry* 3, no. 3 (2008): 236-57.
- Ward, D.H. "A study of dentists' preferred maxillary anterior tooth width proportions: comparing the recurring esthetic dental proportion to other mathematical and naturally occurring proportions." *Journal of esthetic and restorative dentistry* 19, no. 6 (2007): 324-39.
- Zaccaria, M., et N. Squadrito. "Photographic-assisted prosthetic design : technique for the anterior teeth." *The International journal of esthetic dentistry* 10, no. 1 (2015): 48-67.
- Zimmermann, M., et A. Mehl. "Virtual Smile Design Systems : a current review." *International journal of computerized dentistry* 18, no. 4 (2015): 303-17.

# Table des illustrations

Figure 1 : La place du Projet esthétique dans le traitement,	p.4
Figure 2 : Ditramax enregistrement des données,	p.5
Figure 3 : Ditramax transfert des données,	p.5
Figure 4 : Réglage de l'appareil,	p.10
Figure 5 : Visage pleinement de face,	p.10
Figure 6 : Plan Frontal/boitier = 80°,	p.11
Figure 7 : Collimateur et lignes,	p.11
Figure 8 : Quatre photos extra-buccales,	p.12
Figure 9 : Trois photos intra-buccales,	p.12
Figure 10 : Ligne Sagittale Médiane,	p.14
Figure 11 : Lignes de référence horizontales,	p.15
Figure 12 : Lignes des lèvres et Classification de Liébart,	p.15
Figure 13 : Données intra orales,	p.17
Figure 14 : Wax up numérique avec Keynote,	p.20
Figure 15 : Avatar 3D, Sirona Dental,	p.21
Figure 16 : Transfert du PEV dans Cerec Inlab,	p.22
Figure 17 : Le PEV au service de la CFAO,	p.22
Figure 18 : DSD Connect associant PEV et Cône Beam,	p.23
Figure 19 : Nemo DSD2D,	p.24
Figure 20 : Analyse esthétique,	p.24
Figure 21 : Transfert du projet 2D sur empreinte optique,	p.25
Figure 22 : Impression 3D,	p.25
Figure 23 : DSD Virtual Lab en ligne,	p.25
Figure 24 : Une fois le calque mise en place, le nouveau sourire est entièrement inséré sur le portrait,	p.26
Figure 25 : Digital Smile Design,	p.27
Figure 26 : Masques dentaires en court de positionnement,	p.27
Figure 27 : Prise des repères extra-oraux,	p.28
Figure 28 : Transfert dans logiciel de CFAO,	p.28
Figure 29 : Masques dentaires pré-enregistrés,	p.29
Figure 30 : Transfert du projet dans le plan frontal de l'empreinte du maxillaire,	p.29
Figure 31 : Smile Composer,	p.30
Figure 32 : Liberté de tracé,	p.31
Figure 33 : Les contours dentaires simulés automatiquement,	p.32
Figure 34 : Les contours dentaires simulés automatiquement, avec rendu naturel,	p.32
Figure 35 : Gouttière de transfert,	p.37
Figure 36 : Modèle imprimé et Guide chirurgical pour gingivectomie,	p.37
Figure 37 : Ligne Sagittale Médiane,	p.40
Figure 38 : Orientation du portrait,	p.40
Figure 39 : Cadre facial,	p.40
Figure 40 : Mise en place du Cadre,	p.40
Figure 41 : Références horizontales,	p.41
Figure 42 : Recherche d'Asymétrie,	p.41
Figure 43 : Transfert des références, horizontales et verticales,	p.42
Figure 44 : Sourire enregistré, vue intra-orale re-dimensionnée,	p.42
Figure 45 : La vue intra-orale est positionnée,	p.43
Figure 46 : Références extra-orales déplacées sur la zone d'intérêt,	p.43
Figure 47 : L'arrière plan est retiré, les lignes de référence sont laissées,	p.43
Figure 48 : Transfert des Références extra-orales terminé,	p.43
Figure 49 : Insertion du réglet,	p.44
Figure 50 : Analyse intra-orale virtuelle d'après Belser & Magne,	p.44
Figure 51 : Ratio largeur/longueur de 75%,	p.45

Figure 52 : Choix des nouveaux contours dentaires,	<b>p.45</b>
Figure 53 : Wax up 2D virtuels,	<b>p.46</b>
Figure 54 : L'Analyse guide le wax up numérique,	<b>p.46</b>
Figure 55 : Suite du wax up numérique,	<b>p.47</b>
Figure 56 : Suite du wax up numérique,	<b>p.47</b>
Figure 57 : Essai esthétique virtuel,	<b>p.47</b>
Figure 58 : Mesures,	<b>p.47</b>
Figure 59 : Mesures,	<b>p.46</b>
Figure 60 : Transfert des données du projet virtuel sur le modèle d'étude,	<b>p.48</b>
Figure 61 : Mock-up, Avant/Après	<b>p.48</b>

Vu, le Directeur de thèse,

Vu, le Doyen de la Faculté de Chirurgie  
Dentaire de l'Université Paris Descartes,

Docteur Franck DECUP

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président de l'Université Paris Descartes,  
Professeur Frédéric DARDEL.

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN



# Projet esthétique virtuel : comparaison des outils numériques

## Résumé :

La réussite d'un traitement restaurateur dans le secteur antérieur, est complète lorsque les résultats obtenus correspondent aux attentes du patient et du praticien. Cette réussite ne doit pas être obtenue par chance, mais en définissant le plus précocement, et le plus clairement possible le projet esthétique, ceci par une approche biomimétique et systématique, alliant diagnostic, communication et planification du traitement.

Les concepts existants sont décrits et comparés par rapport aux paramètres de réalisation du projet esthétique. Dix outils de création de projet ont été pris en compte dans notre étude.

Deux sources de données sont distinguées : 2D et 3D.

Les systèmes 2D allient photographies numériques et logiciels de traitement d'image. Ces logiciels sont soit des programmes couteux spécifiques au PEV, soit des logiciels de présentation facilement accessibles, mais dont l'utilisation demande de la pratique. (Illustration par un cas clinique).

Les systèmes 3D sont fermés et font appel à des moyens d'acquisition d'images spécifiques, par scanner et/ou reconstruction d'image. Ils dépendent du matériel choisi.

Les systèmes de pré-visualisations esthétiques virtuels présentent tous des avantages et des inconvénients. Ils apparaissent incontournables pour la bonne conduite du traitement.

L'utilisation de logiciel de présentation permet une approche complète. Ensuite, chacun peut trouver une solution alternative qui corresponde à ses besoins.

## Discipline :

Dentisterie esthétique

## Mots clés fMesh et Rameau :

Dentisterie esthétique -- Dissertations universitaires ; Logiciel -- tendances -- Dissertations universitaires ; Analyse numérique assistée par ordinateur -- Dissertations universitaires ; Odontostomatologie esthétique -- Thèses et écrits académiques

Université Paris Descartes  
Faculté de Chirurgie dentaire  
1, rue Maurice Arnoux  
92120 Montrouge