

Le Digital Smile Design dans la prise en charge pluridisciplinaire et orthodontique

The Digital Smile Design in the interdisciplinary and orthodontic dental treatment planning

G. Finelle

Attaché à l'hôpital Charles Foix, Ivry-sur-Seine – Consultation esthétique (Bioteam Paris)

Exercice privé exclusif en Implantologie et Prothèse

RÉSUMÉ

Les demandes esthétiques de nos patients sont de plus en plus fréquentes et leurs attentes de plus en plus exigeantes. Le défi esthétique que représentent les réhabilitations du secteur antérieur (qu'elles soient orthodontiques ou prothétiques) nous incite à moderniser nos outils diagnostiques et la communication avec nos patients et l'équipe thérapeutique pluridisciplinaire. À l'heure actuelle, les techniques de prévisualisation de sourire offrent aux omnipraticiens comme aux orthodontistes une approche numérique performante conçue pour améliorer l'analyse esthétique et diagnostique et faciliter la mise en œuvre d'un plan de traitement hautement collaboratif et guidée par l'harmonie du visage.

MOTS-CLÉS

Digital Smile Design, DSD, projet virtuel, diagnostic 2D, diagnostic 3D, analyse faciale, mock up, communication, pluridisciplinaire, dentisterie, esthétique, numérique

ABSTRACT

It is a fact that esthetic rehabilitation are getting more and more demanded. In order to meet patient expectation, dental community tends to implement digital processes and modern communication technique to reinforce treatment predictability and overcome esthetic challenges. Currently, digital smile design processes offers to the whole dental team including the orthodontist a powerful digital approach to improve esthetic analysis, team communication and treatment planning based on facially driven maneer.

KEYWORDS

Digital Smile Design, DSD, mock up, virtual, 3D diagnosis, facial analysis, interdisciplinary, communication, esthetic dentistry, digital orthodontics

INTRODUCTION

Dans leur article princeps de 2002, Magne et Belser¹ ont décrit, à travers le puzzle physiologique, la relation existante et nécessaire entre fonction, biologie, mécanique et esthétique. Si le paramètre esthétique n'est pas celui qui assurera la longévité du traitement, il demeure le seul critère sur lequel notre patient peut juger de la qualité du travail accompli et en fait un élément indissociable du « succès thérapeutique ».

Les défis esthétiques que représentent les réhabilitations antérieures pluridisciplinaires ne peuvent être couronnés de succès sans une parfaite communication entre les différents intervenants de l'équipe thérapeutique (praticien-prothésiste, implantologiste, orthodontiste, prothésiste de laboratoire)². Souvent liées à des obstacles non appréhendés initialement, les difficultés apparaissent souvent à un stade tardif de la prise en charge et conduisent la plupart du temps à des situations de compromis de fin de traitement plus ou moins bien acceptées par les patients.

Dans de nombreux domaines d'activité, la validation de projet est formalisée sous forme d'une maquette, d'un croquis ou d'un prototype accessible à tous les professionnels (quel que soit le corps de métier concerné) engagés dans le projet.

Alors que l'environnement digital devient progressivement incontournable dans l'industrie dentaire et plus spécifiquement en dentisterie esthétique et en orthodontie, les techniques de prévisualisation de sourire³, parmi lesquels le Digital Smile Design développé par le Dr Christian Coachman⁴ ou le VEP⁵ (Laboratoire Oral Esthetics, Didier et Hélène Crescenzo) sont des outils de référence indispensables (généralement menés par le praticien en charge de la réhabilitation esthétique) pour comprendre, planifier, communiquer et partager les projets thérapeutiques avec l'ensemble de l'équipe et éviter les écueils ou éventuels compromis non attendus.

En d'autres termes, les techniques de prévisualisation de sourire répondent à une nécessité de mise en commun d'un projet pluridisciplinaire réunissant tous les éléments diagnostiques recueillis par l'équipe afin de rendre le traitement le plus prévisible et prédictible possible.

Cet article, rédigé à l'attention de la communauté orthodontique, a pour but :

- d'éclairer sur les concepts et intérêts des techniques récentes de prévisualisation de sourire dans la prise en charge pluridisciplinaire ;
- d'en décrire le protocole clinique et informatique à travers un cas orthodontique simple et didactique ;
- d'illustrer à travers des exemples concrets le principe de Test Drive (mock up) ;
- de donner un aperçu sur les évolutions et les perspectives du Smile Design dans la prise en charge orthodontique.

Le Digital Smile Design (DSD) étant, à ce jour, la technique la plus répandue, le détail de cet article se référera uniquement à la description de cette technique.

ANALYSE ESTHÉTIQUE ET VISION DIAGNOSTIQUE

Lors de l'examen clinique initial, de nombreux paramètres esthétiques doivent être considérés pour établir un plan de traitement adapté. Il ne s'agit pas simplement de les répertorier mais de les analyser rigoureusement pour identifier les difficultés et anticiper les éventuels compromis.

Le DSD repose sur une analyse esthétique à partir d'un support photographique en deux dimensions. Ainsi, la première étape du protocole consiste à prendre une série de clichés (photos du visage et intra-orales) et vidéos lors de la séance de consultation.

L'objectif premier du DSD est d'améliorer la compréhension du cas et la vision diagnostique en traçant les lignes de référence du visage (ligne bipupillaire, ligne horizontale de référence, ligne médiane du visage, ligne du sourire...) (fig. 1). La superposition du visage avec le cliché intra-oral permet une analyse de l'arcade dentaire (axe interincisif, position des collets, position des bords incisifs, position des papilles...) au sein de la sphère orofaciale⁶ (fig. 2).

Les tracés et formes sont réalisés via un logiciel de présentation numérique de type Keynote ou

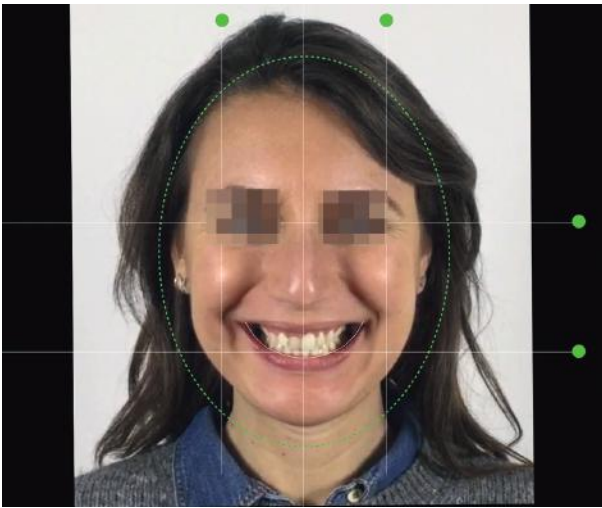


Figure 1 : Le cliché du visage en sourire forcé, positionné en image de fond, permet de déterminer le plan horizontal idéal ainsi que le milieu interincisif.

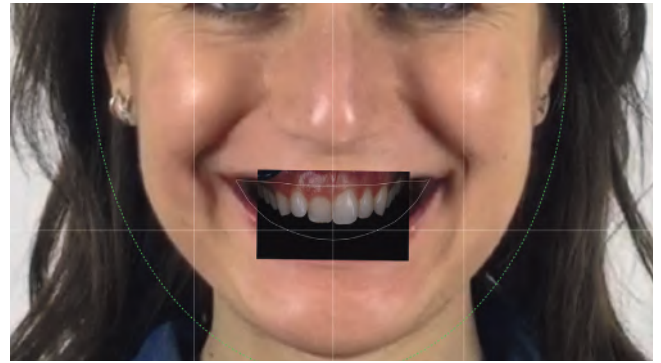


Figure 2 : La photo intra-orale est fusionnée avec la photo du visage afin de transférer les informations du contexte orofacial vers le cliché intrabuccal.

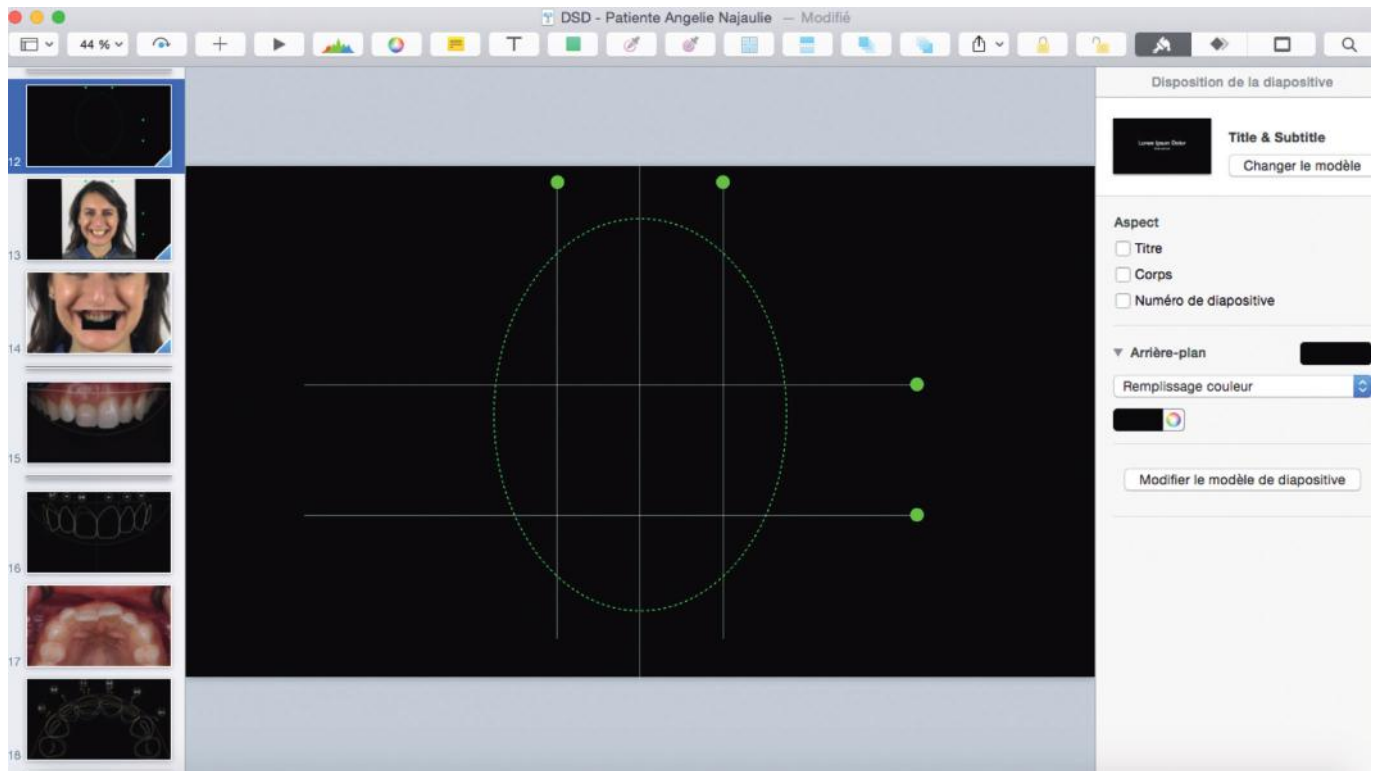


Figure 3 : Le logiciel de présentation Keynote est utilisé pour organiser le DSD. La première slide contient les informations de la ligne bipupillaire (horizontale) et médiane faciale (verticale).

PowerPoint (fig. 3). L'organisation des diapositives nécessaires pour la conception du DSD suit toujours le même procédé décrit ci-après.

PLANIFICATION ET CONCEPTION DU DIGITAL SMILE DESIGN

Dans un but didactique, le cas sélectionné pour décrire le step by step du DSD est volontairement

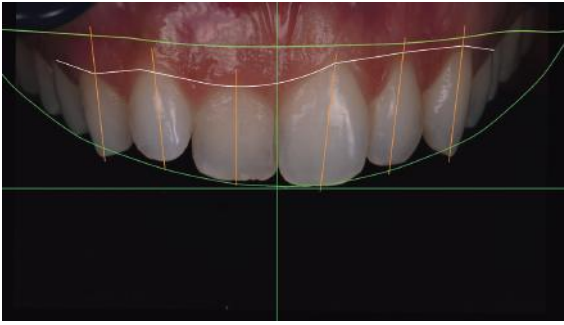


Figure 4 : Les informations du visage tracées en vert (position de la ligne du sourire, courbe du sourire, ligne médiane faciale, plan horizontal) apparaissent désormais sur la photo vestibulaire antérieure. Les informations dentaires peuvent également être ajoutées pour aider à améliorer la visualisation esthétique et optimiser la communication. Ici les axes des dents (orange) et les positions des collets (blanc) ont été mis en évidence.

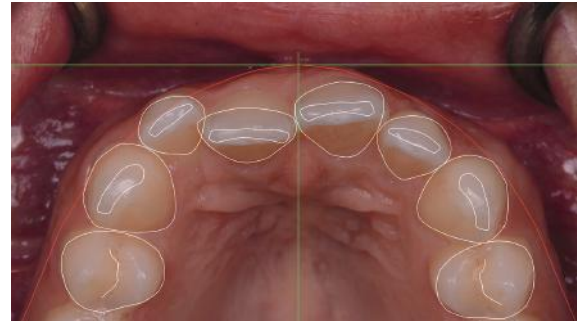


Figure 5 : La vue occlusale permet d'objectiver les malpositions relatives à l'encombrement antérieur maxillaire.

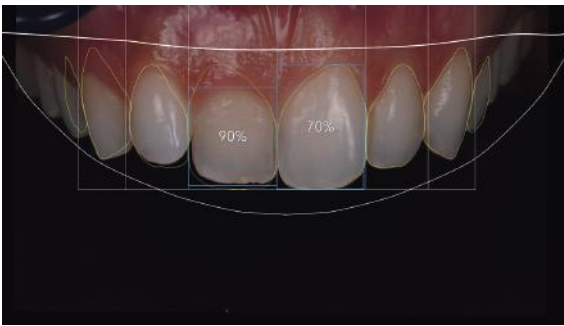


Figure 6 : Le Smile design est réalisé en respectant les objectifs de traitement définis par les résultats de l'analyse. En vue frontale, les dents 11 et 13 doivent être rallongées.

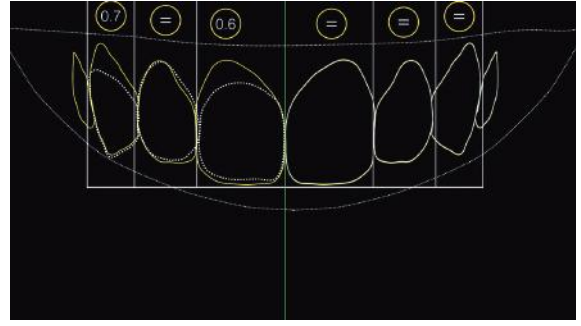


Figure 7 : Des informations précises quantitatives (mesures en mm) sont transmises au prothésiste de laboratoire qui réalisera le set up. Ce schéma illustre le projet (jaune) en comparaison avec la position actuelle.

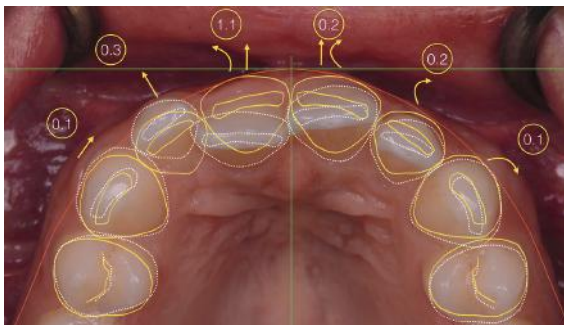


Figure 8 : En vue occlusale, lorsque le traitement implique une prise en charge orthodontique préalable, la position idéale des dents (tracés jaunes) est dessinée et le mouvement associé peut être annoté d'une flèche.



Figure 9 : La vue à « 12 o'clock » permet de juger de la projection vestibulaire des bords incisifs en rapport avec la position de la lèvre inférieure.

un cas simple. Il n'empêche que plus le cas semble complexe, plus l'utilisation des techniques de prévisualisation de sourire est utile (fig. 4 à 9)⁷.

Le fichier détaillé de l'analyse peut être mis à disposition de l'équipe thérapeutique sur un système de « cloud » (Dropbox, Googlecloud...) permettant une approche collaborative efficace et instantanée entre

les différents praticiens en charge du traitement. Le projet numérique peut ensuite être partagé, complété et exploité avec les différents spécialistes participant au traitement.

Dans la majorité des cas, il semble pertinent que le DSD soit entrepris par le praticien responsable de

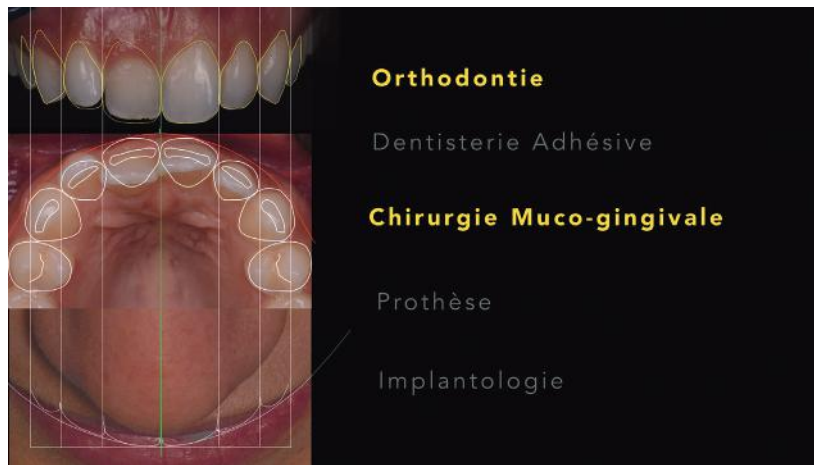


Figure 10 : L'analyse indique une prise en charge tout d'abord orthodontique. Puis, après réévaluation un aménagement gingival guidé par le projet ci-joint permettra de repositionner apicalement les collets de 11 et 13.

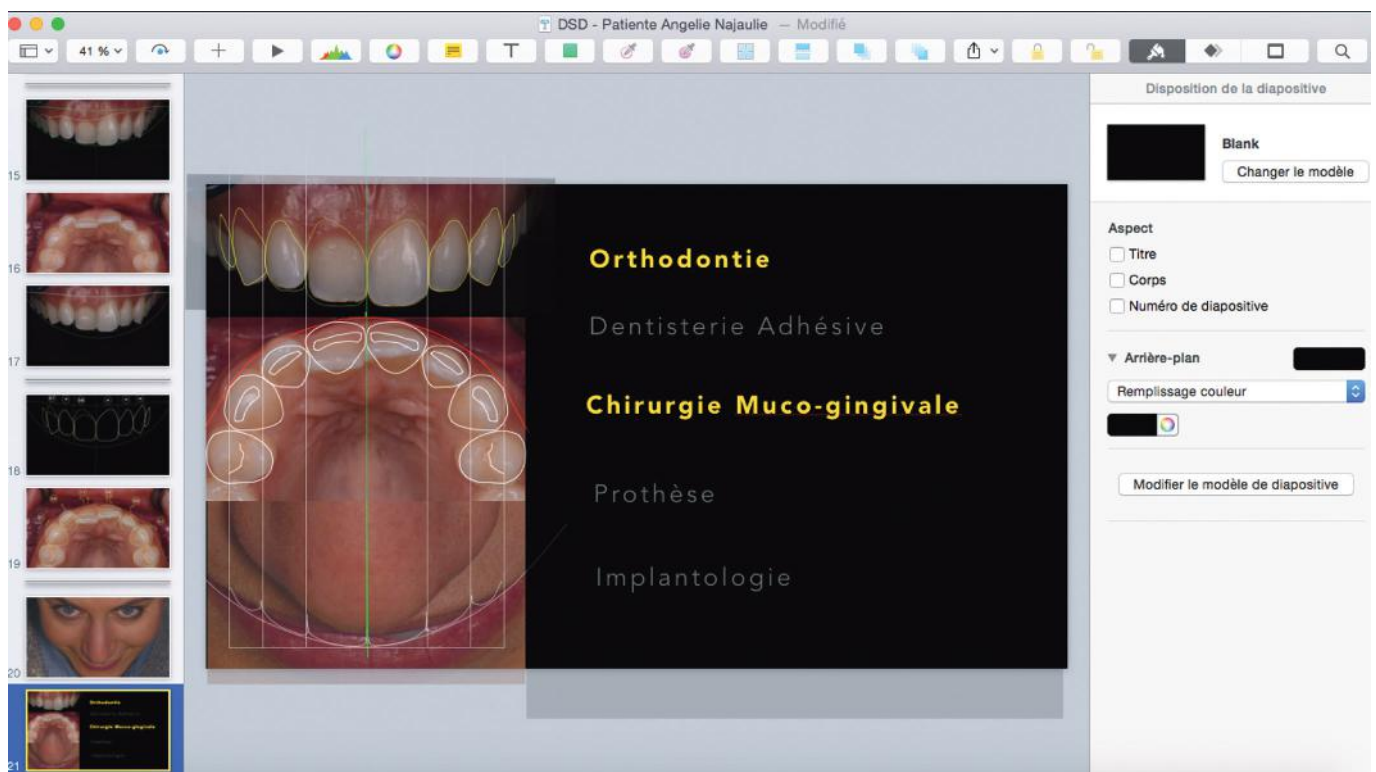


Figure 11 : La dernière diapositive, le « smile frame » est une synthèse de l'analyse et du projet réalisé. Il est mis à la disposition de toute l'équipe thérapeutique et permet d'orienter les indications de traitement vers les différentes disciplines.

la prise en charge globale du traitement et mis à disposition des différents intervenants.

La finalité de l'analyse virtuelle est formalisée dans la dernière « slide » de présentation et disponible sous forme d'une synthèse virtuelle ou « smileframe » comprenant les trois photos clés (vue vestibulaire,

vue occlusale, vue à 12 heures) ainsi que les principales informations relatives à la forme, la position et la proportion des dents de notre projet (fig. 10, 11). Le DSD est également complété par plusieurs courts enregistrements vidéos destinés à l'analyse dynamique et fonctionnelle.

Ce schéma récapitulatif est le support de référence à partir duquel l'ensemble de l'équipe pluridisciplinaire⁸ pourra :

- poser l'indication de prise en charge des différents intervenants (praticien-prothésiste, implantologiste, orthodontiste, parodontiste...);
- orienter les décisions thérapeutiques;
- coordonner le traitement entre les différents intervenants;
- assurer un contrôle de validation en fin de traitement.

DU PROJET VIRTUEL À LA RÉALISATION DE MOCK UP (OU TEST DRIVE)

Traditionnellement, les projets esthétiques qu'ils soient à visée prothétique ou orthodontique sont réalisés par les prothésistes dentaires à partir d'un nombre souvent restreint d'informations orales ou écrites. Bien souvent, le projet (sous forme de wax up ou set up), une fois essayé en bouche sous forme de mock up, ne donne pas entière satisfaction. La dilution d'informations des éléments du contexte orofacial entre la clinique et le laboratoire en est souvent la cause.

Il est acquis que la réhabilitation esthétique doit prendre en compte les informations de référence constituant l'harmonie du visage (plan horizontal de référence, ligne médiane faciale, position et forme des dents sur l'arcade dentaire, teinte).

Pour autant une difficulté réelle réside dans le transfert fidèle des données photographiques vers le set up (ou wax up) et par conséquent sur le résultat définitif. Les techniques de prévisualisation de sourire ont été développées dans le but de rendre ces transferts d'informations plus reproductibles.

C'est donc à partir de photos 2D et d'un projet virtuel numérique que la conception du set up ou wax up (conventionnel ou digital) est établie.

Au deuxième rendez-vous, une clef en silicone issue du modèle en plâtre (technique conventionnelle) (fig. 12) permet de tester cliniquement le projet en bouche et d'évaluer les éventuelles modifications à apporter ou compromis à prévoir (fig. 13) à l'échelle du visage. La mise en place du mock up est décrite comme l'étape la plus importante du protocole DSD. Elle permet au patient de se projeter dans son traitement et d'apprécier les améliorations du sourire (fig. 14, 15). C'est souvent à ce stade que la relation de confiance est établie⁹.



Figure 12 : Le DSD établi est adressé au prothésiste de laboratoire qui peut désormais guider son wax up en suivant les indications adressées par le projet. Une clef de transfert en silicone est réalisée pour effectuer le mock up ou Test drive avant le début du traitement (généralement au deuxième rendez-vous).



Figure 13 : Une fois le wax up réalisé sur le modèle de travail par le prothésiste, il peut être essayé en bouche sous la forme de mock up (résine Bis-Acryl, Luxatemp) via une clé en silicone. Cette étape clé du protocole permet de valider cliniquement en coopération avec le patient notre projet et d'avancer sereinement le traitement.



Figure 14 : Vues vestibulaire et occlusale initiales (gauche). Vues vestibulaire et occlusale après mise en place du mock up (droite).



Figure 15 : Visage en situation initiale (gauche). Visage avec le mock up en place (droite).

DE LA 2D À LA 3D : DU DSD VERS L'APPAREIL ORTHODONTIQUE

Par le biais de l'empreinte optique (fig. 16) et de certains logiciels de modélisation 3D (Nemosoftware,

DSD Connect, Cerec) l'intégration du projet 2D est désormais transférable directement en projet 3D sous forme de set up virtuel tridimensionnel (fig. 17, 18)¹⁰.

Le fichier 3D du set up peut être exporté vers une imprimante 3D (fig. 19) pour la fabrication du modèle en résine et la réalisation de l'étape du mock up



Figure 16 : Pour optimiser la connectivité du workflow, l'environnement 3D est utilisé dès le stade de l'empreinte. Une prise d'empreinte optique est réalisée puis exportée vers un logiciel qui assurera la prise en charge du DSD établi précédemment.



Figure 17 : Le transfert du projet DSD 2D vers la 3D consiste à superposer les images synthèse du projet 2D avec le modèle 3D issu de l'empreinte optique dans les trois vues récapitulatives du DSD. La superposition des fichiers 2D avec la 3D est réalisée sur un logiciel de modélisation (prothétique ou orthodontique). Lorsque les logiciels ne prévoient pas d'intégration du visage quelle qu'elle soit (ce qui est encore souvent le cas), le logiciel DSD connect est utilisé comme transfert. Il fonctionne comme un « écran masque » superposant le projet (en transparence) pour guider le wax up 3D.



Figure 18 : En vue occlusale, la segmentation virtuelle dent par dent est réalisée et identifiable en pointillé blanc et le projet en jaune. Le DSD connect permet de réaliser le set up orthodontique en accord avec le DSD établi. La finalité de ce set up doit servir à la fabrication de l'appareil de l'orthodontiste (Invisalign®, Incognito®...).

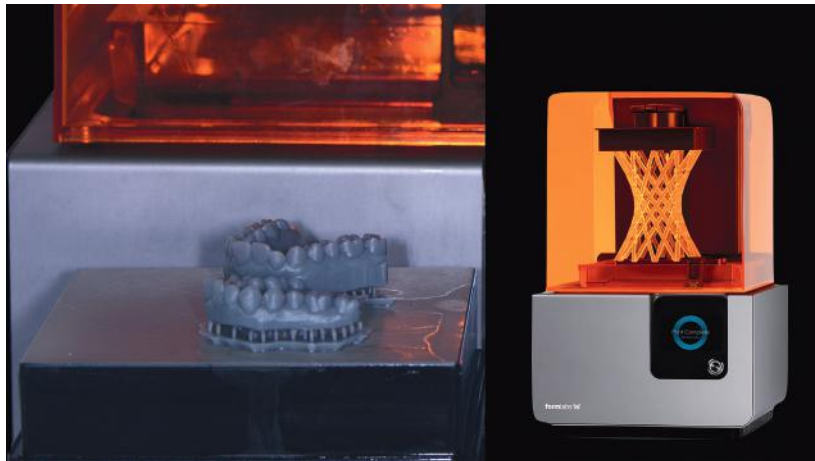


Figure 19 : Le modèle diagnostique et le set up orthodontique réalisés sont imprimés en résine grise grâce à une imprimante 3D (Formlabs 2) au cabinet dentaire.

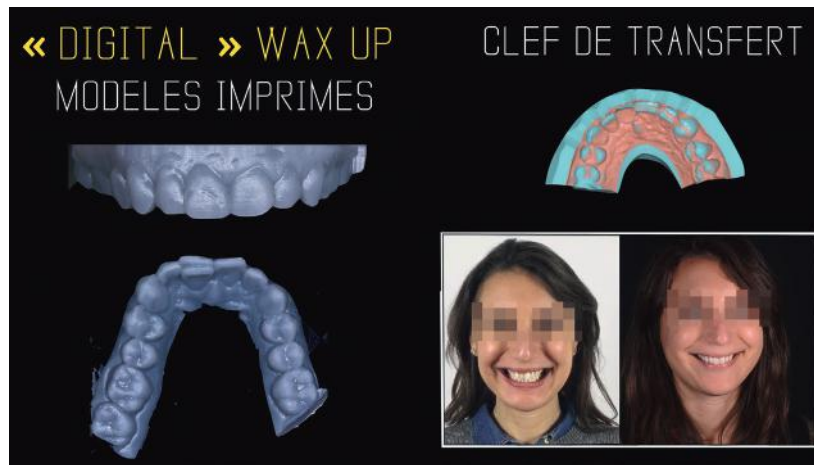


Figure 20 : Afin de réaliser le mock up par la voie numérique, le projet est modélisé et imprimé (les structures occlusales et palatines sont conservées pour faciliter le repositionnement de la clé du mock up). Tout comme pour la technique conventionnelle, une clé en silicone est réalisée (sur le modèle imprimé) pour transférer le projet en bouche.

(fig. 20). Une fois validé, ce même fichier pourra alors être transféré vers n'importe quel logiciel ou système orthodontique (3Shape, Invisalign, Incognito...) à « système ouvert ». La fabrication de gouttière ou appareil orthodontique dictée par le DSD et assistée par ordinateur est réalisable¹¹.

ACQUISITION INTÉGRALEMENT 3D – SCANNER FACIAUX

L'émergence des scanners faciaux dans l'industrie dentaire et plus spécifiquement de l'orthodontie

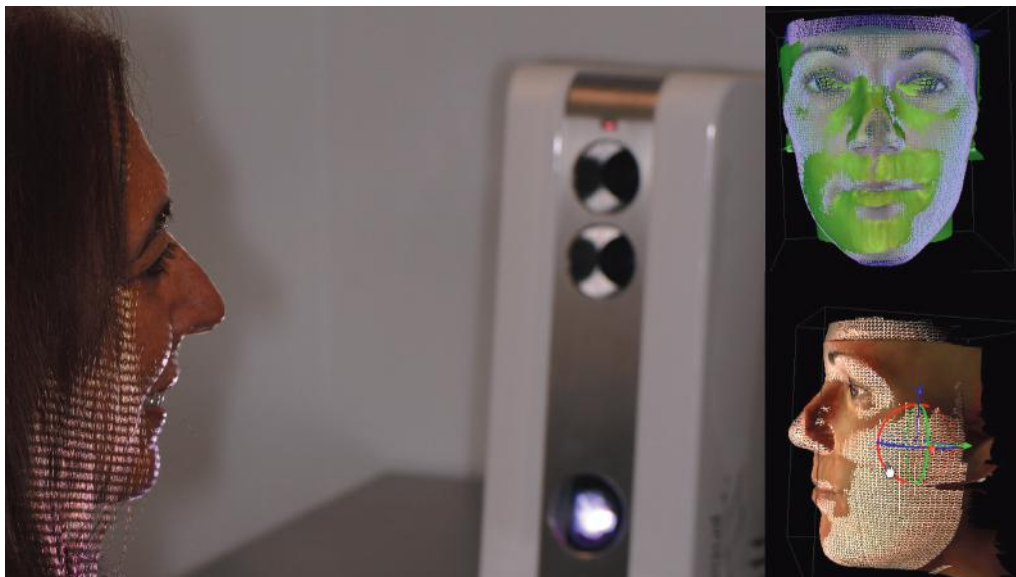


Figure 21 : Les scanners faciaux (Zirkonzahn, Prtidentia, Planmeca) permettent d'enregistrer les informations du visage directement en 3D. Le smile design est donc réalisé directement sur un logiciel de modélisation intégrant le modèle de travail et la représentation tridimensionnelle du visage.

laisse entrevoir des belles perspectives en matière de diagnostic virtuel.

À partir de scanners faciaux spécifiquement dédiés à l'industrie dentaire (Zirkonzahn, Pritidenta, Planmeca) (fig. 21) ou de simples applications Iphones utilisant une série de photos pour effectuer la reconstruction faciale 3D (123Dcatch), la fusion des informations cliniques (visage, modèle 3D, cone beam) ainsi que la conception du sourire peuvent s'effectuer sur un support 3D (logiciel de modélisation) dès le point de départ de l'analyse. Cette méthode nous affranchirait donc de l'étape de transfert du projet 2D vers la 3D¹². Néanmoins, cette stratégie, bien que prometteuse, est encore au stade expérimental et largement limitée par la compatibilité des logiciels orthodontiques.

DSD EN ORTHODONTIE

La communication entre l'orthodontiste et les autres membres de l'équipe pluridisciplinaire est une des clés du succès thérapeutique en dentisterie esthétique (fig. 11).

Le DSD répond à trois objectifs majeurs dans le cadre d'une prise en charge orthodontique :

- il permet à l'omnipraticien de poser l'indication d'un temps orthodontique (en conséquence d'une contre-indication de prise en charge purement prothétique) ;
- il permet aux deux parties d'indiquer les objectifs communs de fin de traitement orthodontique dans le cadre d'une réhabilitation prothétique associée ;
- il sert de validation du positionnement final avant la dépose de l'appareil orthodontique.

On distingue :

1. DSD orthodontique sans prise en charge prothétique

Le projet virtuel à visée purement orthodontique diffère du projet prothétique, en cela qu'il implique uniquement une modification de position des dents, conservant par ailleurs l'intégrité structurelle de ces

dernières. C'est pourquoi les tracés récapitulatifs représentent le contour des dents originelles en situations initiales et en situation finale (projet esthétique) (fig. 8).

La superposition des deux situations illustrent l'importance des mouvements à appliquer par l'orthodontiste à partir des trois vues 2D décrites précédemment. Le cas illustré dans cet article appartient à cette catégorie. Une réévaluation en fin de traitement orthodontique peut amener l'omnipraticien à recourir à des actes mineurs de complément de traitement (gingivectomie, composite, chips céramique...)

2. DSD orthodontique suivi d'une prise en charge prothétique

Fréquemment, la prise en charge des réhabilitations esthétiques chez le patient adulte a recours à des modifications de position et de forme combinant un temps orthodontique et un temps prothétique (et/ou implantaire). Dans ces circonstances, un set up orthodontique doit être planifié en adéquation avec le projet de réhabilitation prothétique final dans un contexte de « *dentistry minimally-invasive* ».

Ainsi en fin d'orthodontie, le volume des dents déplacées doit, dans la mesure du possible :

- être contenu dans le futur volume du projet prothétique ;
- permettre, dans le cas de restaurations adhésives collées (facettes), une réhabilitation prothétique avec un minimum de préparation aux dépens des structures dentaires.

Dans cette situation, deux projets seront établis :

- un projet 1 (orthodontique intermédiaire) : exclusivement orthodontique (cf. ci-dessus) ;
- un projet 2 préfigurant la réalisation des restaurations après le temps orthodontique.

En sus du cas détaillé à travers cet article, trois exemples d'approches pluridisciplinaires guidées par un projet virtuel à l'échelle du visage sont présentés ici pour illustrer les orientations thérapeutiques prises avant le début du traitement.

– exemple 1 : aménagement parodontal et dentisterie adhésive (fig. 22, 23, 24) ;



Figure 22 : Exemple 1 : situation initiale. Patiente se présentant pour une demande de réhabilitation esthétique pour corriger la forme de dents dysharmonieuses et un sourire gingival marqué.

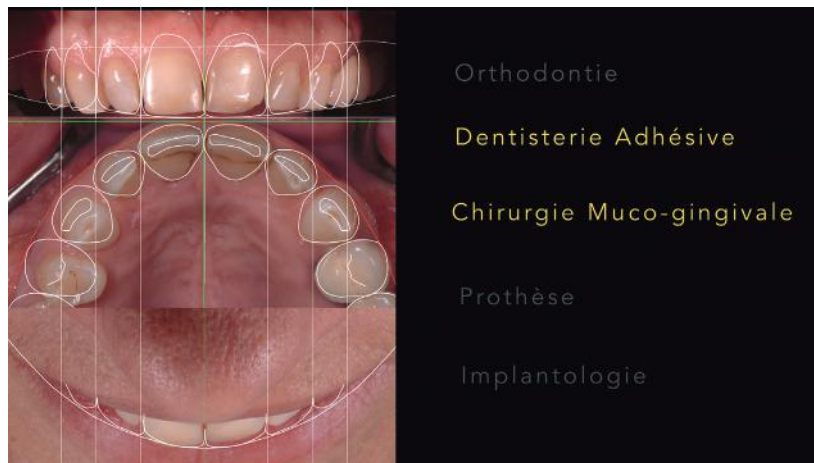


Figure 23 : Exemple 1 : l'analyse montre une dysharmonie de forme, de proportion, et de positionnement des collets. Un traitement esthétique restaurateur a minima (de type facette) combiné à un aménagement muco-gingival de repositionnement des collets est indiqué.



Figure 24 : Exemple 1 : essai après réalisation du mock up issu du projet DSD.

– exemple 2 : implantaire et prothétique (fig. 25, 26, 27) ;



Figure 25 : Exemple 2 : situation initiale. Patient se présentant pour une réhabilitation esthétique et fonctionnelle complète.

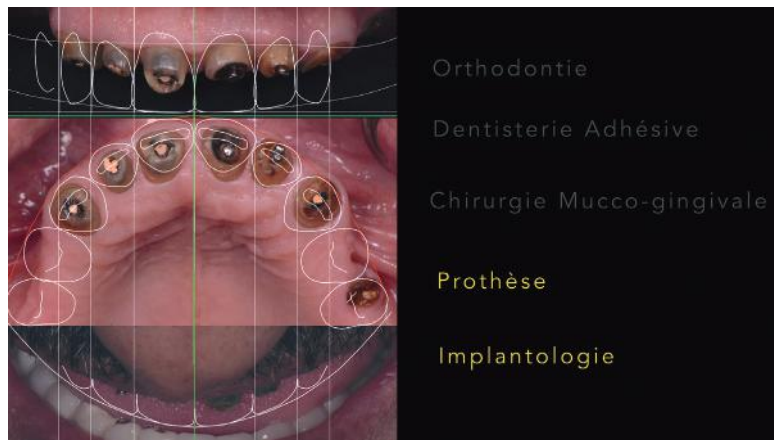


Figure 26 : Exemple 2 : le projet prothétique dicté, le Digital Smile Design, permettra de réaliser la planification implantaire dans la position la plus compatible possible avec la réhabilitation esthétique idéale.



Figure 27 : Exemple 2 : essai du mock up issu du projet DSD.

– exemple 3 : orthodontique, implantaire et prothétique (fig. 28, 29, 30).



Figure 28 : Exemple 3 : situation initiale. Patiente se présentant pour une demande de réhabilitation esthétique et fonctionnelle.

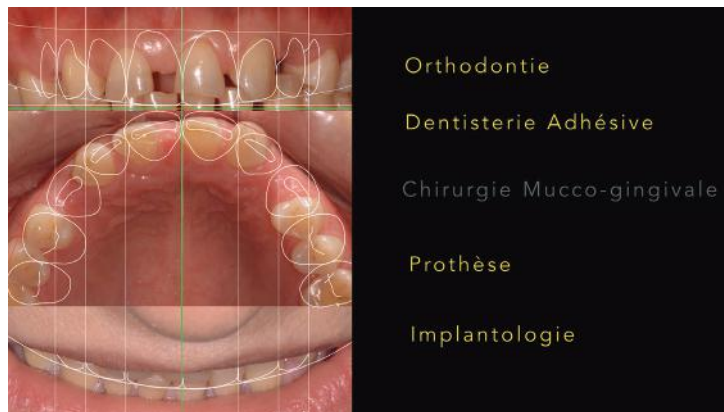


Figure 29 : Exemple 3 : l'analyse esthétique met en évidence une dysharmonie liée à l'absence de 12 et 22, une malposition des dents du secteur antérieur, une position des collets inadéquate, un décalage des milieux interincisifs (liste non exhaustive). La sévérité du cas indique une prise en charge orthodontique dans un premier temps, suivie d'une phase de réhabilitation implanto-prothétique.



Figure 30 : L'aménagement orthodontique (Dr Jacques Yves Assor) a permis de rétablir les espaces et de corriger les malpositions, guidé par le positionnement idéal issu du DSD. Un mock up de fin d'ortho est réalisé à nouveau pour contrôler le travail accompli et préparer les phases implanto-prothétiques. La photo de droite a été réalisée six mois après la fin de traitement implantaire et prothétique.

CONCLUSION

À l'heure où les demandes de réhabilitations esthétiques et les exigences de nos patients sont grandissantes, il revient aux praticiens de se munir de stratégies pour consolider la communication et éviter les résultats en deçà des attentes des patients ou du praticien lui-même. Les techniques de prévisualisation de sourire permettent d'établir un plan de traitement prédictible reposant sur une analyse faciale (non restreinte au contexte intra-oral). Les évolutions constantes et continues dans le domaine du numérique en orthodontie ouvrent des perspectives intéressantes assurant une continuité entre la conception du projet DSD et la réalisation automatisée des appareils à visée orthodontique.

Conflit d'intérêt

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt

BIBLIOGRAPHIE

1. Coachman C, Calamita MA, Coachman FG, Coachman RG, Sesma N. Facially generated and cephalometric guided 3D digital design for complete mouth implant rehabilitation: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2016 Nov 8.
2. Coachman C, Paravina RD. Digitally Enhanced Esthetic Dentistry – From Treatment Planning to Quality Control. *J Esthet Restor Dent* 2016;28 Suppl 1:S3-4.
3. Coachman C, Van Dooren E, Gürel G, Landsberg CJ, Calamita MA, Bichacho N. Smile design: From digital treatment planning to clinical reality. *Interdisciplinary Treatment Planning. Vol 2: Comprehensive Case Studies*. Chicago : Quintessence, 2012:119-174.
4. Crescenzo H, Crescenzo D. Le Projet virtuel esthétique – Un nouvel outil pour les traitements esthétiques – Stratégie prothétique mai- juin 2015;(15)3.
5. Finelle G, Lehmann N, Coachman C. Technique de prévisualisation du sourire dans la réhabilitation implantaire du secteur antérieur. *Rev Odont Stomat* 2015;44:162-174.
6. Fradeani M. Esthetic Analysis: A Systematic Approach to Prosthetic Treatment. *Esthetic Rehabilitation in Fixed Prosthodontics. Vol 1*. Chicago : Ed. Quintessence, 2004. Coachman C, Calamita MA *Digital Smile Design: A Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry*. Chicago : Quintessence, 2012.
7. Goldstein RE. *Esthetics in dentistry: principles, communication, treatment methods*. Ed. B.C. Decker, 1998.
8. Gürel G, Bichacho N. Permanent diagnostic provisional restorations for predictable results when redesigning smiles. *Pract Proced Aesthet Dent* 2006;18(5):281-6.
9. Kurbad A, Kurbad S. Cerec Smile Design--a software tool for the enhancement of restorations in the esthetic zone. *Int J Comput Dent* 2013;16(3):255-69.
10. Levrini L, Tieghi G, Bini V. Invisalign ClinCheck and the Aesthetic Digital Smile Design Protocol. *J Clin Orthod* 2015;49(8):518-24.
11. Magne P, Belser U. *Restaurations adhésives en céramique sur dents antérieures : Approche biomimétique*. Paris: Quintessence International, 2003.
12. Zimmermann M, Mehl A. Virtual smile design systems: a current review. *Int J Comput Dent* 2015;18(4):303-17.