

L'INFORMATIQUE EN ODF

I/- INTRODUCTION

- L'orthodontie est une spécialité qui permet de corriger les malpositions dentaires et les malformations des mâchoires afin de redonner une denture fonctionnelle esthétique.
- Pour la réussite et l'atteinte des objectifs de traitement, le diagnostic constitue l'élément clé à poser avant d'entreprendre quoi que ce soit. Une des avancées les plus remarquables est l'utilisation du diagnostic dans les trois sens de l'espace.
- En effet ; jusqu'à ces dernières années, l'examen du complexe crâniofacial était exclusivement réalisé à l'aide des images 2D et les moulages en plâtre constituaient le seul examen complémentaire permettant une vision tridimensionnelle.
- Aujourd'hui, le développement de l'informatique nous permet d'entrevoir la possibilité de travailler de façon systématique et souple sur des images tridimensionnelles. Cette nouvelle technique est une véritable alternative aux moulages classiques.
- Effectivement, en plus de la reconstruction 3D du complexe crânio-facial, elle nous permet de transformer les « gypsothèques » traditionnelles en gypsothèques virtuelles grâce à la numérisation des modèles orthodontiques. Cela nous donne la possibilité de disposer rapidement du matériel de documentation et d'un remarquable gain d'espace et de temps
- Il existe de nombreux logiciels permettant l'utilisation de modèles digitaux, qui sont de plus en plus performants dans l'aide au diagnostic, permettant également de simuler et visualiser les résultats de son plan de traitement. De plus, d'autres applications comme le placement des brackets, l'individualisation des appareillages multi-bagues sont disponibles.

II/- REPRÉSENTATION TRIDIMENSIONNELLE DES ARCADES DENTAIRES

1. TECHNIQUES DE NUMÉRISATION.

1. 1. Numérisation indirecte

la numérisation se fait par sous-traitance, elle nécessite pour chaque patient le même protocole qui est d'ailleurs commun à beaucoup de sociétés telles que Invisalign, OrthoCad, Emodel, Bibliocast.

1.1.1. Installation du logiciel.

Ces logiciels sont propres à chaque société. Ils sont facilement disponibles sur Internet par téléchargement ou par envoi gratuit d'un CDROM d'installation

1.1.2. La prise d'empreinte.

- Il est essentiel de prendre des empreintes de très bonne qualité ainsi qu'une cire d'occlusion. Ces empreintes peuvent être réalisées à l'aide d'un alginate, d'un silicone polyvinyle ou d'un matériau polyéther
- Le principal est de produire des empreintes d'une grande précision et qui résistent le mieux et le plus longtemps aux variations de volume
- L'alginate de choix est l'Orthoprint.
- Ces empreintes restent stables volumétriquement pendant 5 jours ;
- si l'on pense que celles-ci ne seront pas livrées pour un tel délai de temps il est conseillé d'employer un polyéther tel que l'Impregum

1.1.3. La numérisation des modèles

Dès réception, l'entreprise coule les empreintes et procède à la numérisation

1.1.4. Envoi des modèles numérisés au praticien

La réception des modèles se fait via l'Internet, sur le site de la société. Un mot de passe et un identifiant sont attribués à chaque praticien, il en existe deux différentes techniques de numérisation

1.1.5. Technique dite « non destructive »

Un laser scanne l'ensemble de la surface du modèle grâce à un mécanisme permettant de faire tourner le modèle dans les trois sens de l'espace. Le scanner projette un rayon laser sur la surface du modèle et utilise une camera numérique pour analyser les distorsions du rayon au fur et à mesure de sa progression.

1.1.6. Technique dite « destructive »

Elle nécessite l'utilisation d'une machine qui coupe le modèle en plâtre en fines couches. Après la destruction de chaque couche, une deuxième machine produit une série de photographies numériques ; le résultat est un modèle de chaque couche.

Un logiciel est ensuite utilisé pour analyser les données numériques et générer une modélisation tridimensionnelle du modèle en plâtre

1. 2. Numérisation directe

Dans cette seconde technique, il n'est plus nécessaire de passer par l'intermédiaire d'une société pour numériser des modèles. Les moulages 3D sont directement réalisés au sein du cabinet d'orthodontie.

1.2.1. Numérisation des arcades en bouche

Grâce à ces techniques de numérisation 3D intra orales, il est possible d'obtenir un schématisation numérique des arcades sans passer par les moulages en plâtre. Il existe plusieurs techniques à notre disposition telles que la caméra Cerec de Sirona ou le système SureSmile.

a/-la technique SureSmile.

- Cette technique permet une individualisation du traitement de chaque patient à l'aide de 3 outils :

- un scanner intra oral ;
 - un logiciel d'interprétation des données numériques et de planification du traitement ;
 - un robot permettant la fabrication d'arcs personnalisés
- ✓ **L'Oro-scanner de SureSmile :**
- Il est le premier dispositif intra oral de production d'images tridimensionnelles pour l'orthodontie. La technique de numérisation de l'Oro-scanner est basée sur une lumière blanche non invasive pouvant être utilisée plusieurs fois sur le patient sans effets secondaires.
 - Un minuscule appareil photo relié à l'ordinateur est intégré dans le dispositif de l'Oroscanner.
 - Ce dernier capture des images des dents, le logiciel de SureSmile transfère ces images sur une grille tridimensionnelle et crée une reconstruction 3D de la dentition du patient.
 - La capture des images est possible grâce à un miroir démontable attaché à l'extrémité du module de balayage.
 - Etant donné la translucidité des dents, une solution d'oxyde de titane est appliquée en bouche avant le balayage.
 - Le temps d'acquisition pour les deux arcades complètes est d'environ 45 minutes, donc un peu long.

✓ **Le logiciel SureSmile :**

Le logiciel dispose également d'une fonction « diagnostic », Les fenêtres du logiciel représentent des vues 3D des arcades que l'on peut manipuler, ainsi que le positionnement des brackets lors du set up. On peut aussi réaliser des collages indirects à l'aide de gouttières faites selon les indications cliniques du logiciel de SureSmile

✓ **Le robot :**

Le logiciel SureSmile transmet les données à un robot muni d'un bras articulé. Celui-ci réalise l'arc personnalisé, qui correspond au plan de traitement défini et validé par l'orthodontiste précédemment

1. 2. 2. Numérisation des moulages au cabinet

a/-Système Roland

- Les scanners laser 3D permettent une acquisition sans contact à l'aide d'un laser. Ils existe différentes machines proposées chez Roland telles que :
 - LPX-1200
 - LPX-60
 - LPX-600...
- ✓ **Le scanner laser LPX-600** bénéficie d'une large zone de numérisation Une fois lancé, le laser balaie verticalement l'objet en rotation pour générer un fichier 3D.

✓ **scanner laser 3D LPX-60.**

Les scanner 3D à palpation mécanique permettent, quant à eux, une acquisition qui se fait par contact. On peut citer les machines outil MDX-15 ou MDX-20. Ces dernières permettent à la fois de numériser, graver et modeler dans les trois dimensions de l'espace

✓ **scanner 3D MDX-15.**

Grâce à un capteur piezo actif, le MDX a la possibilité de scanner et numériser un grand nombre d'objets, ce qui n'était pas possible avec les scanners conventionnels (optiques). L'acquisition est effectuée par contact extrêmement léger et précis, par effleurement de la surface de l'objet. Dès lors, la numérisation de matériaux transparents ou mous, tels que l'alginate, est rendue possible avec ces machines. Ce qui n'était pas possible avec les scanners optiques .

b/-Système Minolta

Le VI 910 est un scanner laser 3D commercialisé par Minolta. Il permet une acquisition sans contact et très rapide (0.3 secondes par scan), donc sans inconvénient pour le patient. Il permet à la fois une numérisation des volumes et des textures.

- Il trouve son application dans le domaine médical en permettant la digitalisation de
- visages humains et toute autre partie du corps humain sans risque. Les modèles 3D
- peuvent être analysés, travaillés ou stockés pour archivage médical. ces applications
- trouvent leur place dans la modélisation des modèles orthodontiques

1. 3. Schématisation 3D à partir de la 2D

Le logiciel Modélis® permet d'avoir une représentation du cas patient en 3D, au sortir d'un tracé occlusal obtenu grâce aux enregistrements classiques comme la téléradiographie et les empreintes. On obtient alors une schématisation 3D des arcades. Les dents et les maxillaires sont placés ; seule la forme des dents est standard .

Avec ces outils nous pouvons :

- simuler des extractions de dents,
- simuler des mouvements de croissance,
- présenter le cas sous différents axes/vues.

1. 4. Scanner avec reconstruction 3D

1. 4. 1. Généralités.

l'acquisition des images se fait directement sur le patient en utilisant des rayons X. Les scanners permettent la réalisation de reconstructions tridimensionnelles d'une grande précision grâce à des coupes très fines (0.5 mm d'épaisseur). Contrairement

à la radiographie conventionnelle, Treil et Casteigt (2006) ont mis au point des logiciels d'analyse céphalométrique à partir d'acquisitions tomодensitométriques. Ces logiciels sont le Cépha 3 DT et le Cépha C2000. La méthode proposée associe des données numériques tomодensitométriques (TDM), des informations anatomiques et des outils mathématiques pour générer un modèle 3D de l'architecture crânio-facio-maxillo-dentaire.

1. 4. 2. Cépha 3 DT et Cépha C2000

Le C2000 permet, à partir des coupes sériées issues d'acquisitions tomодensitométriques, d'isoler et de reconstruire des structures en trois dimensions.

Le Cépha 3 DT est quant à lui le logiciel permettant la réalisation de l'analyse céphalométrique.

Donc, à partir d'une saisie scanner, l'analyse céphalométrique tridimensionnelle issue des logiciels C2000 et Cépha 3 DT permet :

- une lecture parfaite de l'architecture maxillo-faciale globale ;
- une identification parfaite des positions dentaires linéaires et angulaires, par rapport aux arcades et un repérage des arcades par rapport à l'architecture maxillo-faciale

La tomодensitométrie permet, grâce aux logiciels Cépha C2000 et Cépha 3DT, de calculer certains paramètres d'anatomie dentaire tels que les volumes dentaires, radiculaires et coronaires. Ces derniers peuvent servir de base pour définir la notion d'ancrage en orthodontie. Les valeurs guides sont calculées et comparées à celles proposées dans la littérature.

Ces logiciels présentent quelques inconvénients.

- Tout d'abord, pour une bonne qualité, le temps de travail est très long.
- ne permet pas une bonne définition des couronnes dentaires. Pour obtenir une reconstruction de bonne qualité.
- l'image tridimensionnelle ne peut pas être mobilisable comme la
- reconstruction des moulages 3D, l'image est statique selon la vue choisie.
- Enfin, ils ne sont cependant pas vraiment adaptés pour une étude des arcades dentaires comme on l'entend avec les modèles orthodontiques.

1. 4. 3. NewTom 9000 et NewTom 3G.

- L'imagerie volumétrique, par le biais de reconstructions tridimensionnelles, fournit l'information la plus complète. Elle s'affranchit des problèmes de superposition de structures anatomiques des radiographies conventionnelles. Cependant, en raison d'une dosimétrie élevée, le scanner demeure un examen de seconde intention.
- L'apparition de la tomographie volumétrique numérisée par le système NewTom, destinée aux explorations maxillo-faciales, permet d'obtenir le

même type de clichés pour une dose de rayons X très diminuée et un faible coût.

Principe de fonctionnement :

Le principe de fonctionnement du tomographe volumique est basé sur la technique du faisceau conique de rayons X et d'un récepteur de type amplificateur de brillance et d'une camera CCD.

Les avantages du NewTom :

- Cette machine présente une grande précision (0.1 mm au lieu de 1.5 mm pour le scanner traditionnel).
- Une des grandes différences avec le scanner traditionnel est la quantité de radiation à laquelle le patient est exposé. En effet, avec un scanner traditionnel, le temps de travail est de 10 minutes, dont 2 minutes d'exposition aux radiations pour le patient ;
- le NewTom ne prend que 70 secondes et expose le patient à 17 secondes de faible dose de radiation.
- Cette machine présente un autre grand avantage puisque à partir d'un examen, on peut obtenir l'ensemble des examens complémentaires nécessaires au diagnostic orthodontique.

Ainsi, à partir d'un examen, on obtient :

- une image céphalométrique de profil ;
- une image céphalométrique de face ;
- une image panoramique
- exemple de reconstruction 3D
- En plus des radiographies panoramiques et céphalométriques, ce scanner permet de réaliser des reconstructions 3D. On obtient des images dentaires de bonne qualité.
- Cependant, le manque de définition des couronnes avec des matériaux comme le métal et l'immobilité des modèles n'en font pas un examen de choix pour l'analyse de la denture en orthodontie

2. APPLICATIONS

2. 1. Stockage et conservation des modèles dentaires

- La numérisation des arcades dentaires est un moyen d'archiver des modèles d'étude, permettant ainsi de produire une image durable, sans risque de perte ni de dommage des modèles d'origine.
- De plus, ce stockage est aisé : si un modèle nécessite un espace de 5 Mo, un CDROM peut alors contenir entre 130 et 145 modèles d'étude. Un disque dur de 60 Go peut donc contenir 12000 modèles d'étude. Ainsi, grâce à la numérisation des modèles d'étude, il n'est plus nécessaire de prévoir un espace de stockage, pouvant atteindre plusieurs mètres cubes chaque année.

2. 2. Diagnostic et traitement

- Grâce aux nouvelles avancées en matière de numérisation 3D, il existe désormais des logiciels permettant de réaliser des examens des modèles d'étude avec une grande précision pour un gain de temps. On peut ainsi simuler des plans de traitement comme par exemple la fermeture des espaces après des extractions. Cela va aider l'orthodontiste à poser un diagnostic et à mettre en place le plan de traitement le plus adapté au cas.
- De même, grâce à la numérisation, des arcs et des brackets peuvent être fabriqués sur mesure,

2. 3. Communication

- La numérisation des arcades dentaires va permettre à l'orthodontiste de s'informer et de discuter sur les plans de traitement des patients avec les autres professionnels de santé, de manière aisée. En effet, les enregistrements 3D peuvent être facilement communiqués aux autres collègues via Internet, permettant ainsi un gain de temps et d'effort pour la réalisation du plan de traitement. Il n'est plus nécessaire de rencontrer physiquement les personnes.
- De même, la communication entre l'orthodontiste et son patient est rendue plus simple. Grâce aux logiciels le praticien peut simuler des traitements tels que la fermeture des espaces interdentaires suite à des extractions, par exemple..
- .Simuler et montrer au patient permettent de le rassurer et de le mettre en confiance pour un meilleur résultat final

III/- Les différents logiciels pour moulages tridimensionnels

1. ORTHOCAD

1. 1. Introduction

Ce système de visualisation des moulages numériques provient des Etats-Unis et a été développé par Cadent. C'est sûrement le logiciel le plus complet à l'heure actuelle.

1. 2. Présentation du logicielil permet la manipulation des moulages dans les trois sens de l'espace.

- La barre d'outils permet également de visualiser les contacts occlusaux selon une courbe de niveau.
- Il existe aussi une fonction permettant d'effectuer des coupes transversales et sagittales des modèles. Cette fonction est utilisée pour la mesure du surplomb ou de la supracclusion
- Il est possible d'exporter les différentes vues en images 2D. Cette option va permettre d'incorporer les vues dans le dossier patient avec les photos numériques et les radiographies. Il est également possible d'ajouter des notes

particulières pour chaque dent : par exemple un ancien traumatisme. Les modèles peuvent être transmis à un autre cabinet via Internet par le logiciel

1-3.Outils diagnostiques

1. 3. 1. Mesure du surplomb et du recouvrement

La possibilité de réaliser des coupes, évoquée plus haut, va faciliter la mesure de ces deux paramètres

1. 3. 2. Mesure de la longueur de l'arcade

Ces mesures se font grâce à des arcs générés automatiquement et modifiables à volonté. L'ajustement se fait grâce à des points de repères situés sur les arcs.

1.3.3.Mesure mésio-distale des dents

Des étriers virtuels et le zoom permettent d'ajuster très précisément chaque mesure. Les mesures mésio-distales sont effectuées sur chaque dent et répertoriées dans un tableau

1. 3. 4. Calcul de la différence entre espace disponible / espace nécessaire

L'espace nécessaire correspond à la somme des diamètres mésio-distaux des dents, et l'espace disponible est calculé grâce aux arcs virtuels décrits précédemment. Cette somme est positive quand il y a des diastèmes et négative dans le cas d'encombrements

1. 3. 5. Analyse de Bolton

le calcul de l'indice de Bolton est réalisé automatiquement

1. 3. 6. Les autres mesures possibles sur les arcades

- Au niveau des arcades on peut effectuer plusieurs types de mesures :
- UPAW largeur inter molaire maxillaire
- LPAW largeur inter molaire mandibulaire
- UCD largeur inter canine maxillaire
- LCD largeur inter canine mandibulaire
- LAAW largeur inter prémolaire mandibulaire
- UAAW largeur inter prémolaire maxillaire
- Mesures entre points déterminés par l'opérateur ;
- Mesures entre un point et un plan ;
- Mesure entre deux plans

2. EMODELS

2. 1. Introduction

- Ce logiciel de visualisation des moulages a été développé au Etats-Unis. La page d'accueil se présente avec deux barres d'outils permettant d'avoir accès aux différentes fonctions d'Emodels
- Comme avec OrthoCad, les modèles peuvent être mobilisés à volonté, dans les trois sens de l'espace. Là aussi, nous avons le choix entre différentes vues programmées pour visualiser nos modèles

- Comme avec OrthoCad, il est possible de visualiser les contacts occlusaux selon une courbe de niveau. Cette fonction est moins détaillée qu'avec l'autre logiciel.

2. 2. Outils diagnostiques

Nous retrouvons ici les mêmes outils diagnostiques que chez OrthoCad. Le surplomb et le recouvrement sont mesurables sur les coupes là aussi, et l'indice de Bolton est calculé automatiquement. Par contre, ici, les mesures s'affichent directement sur les moulages ; elles ne sont pas répertoriées dans un tableau.

3. INVISALIGN

3. 1. Introduction

- AligntechnologyInc a développé une méthode de traitement appelé Invisalign . Ce système constitue une véritable avancée technologique grâce à son approche esthétique pour traiter une malocclusion. Ainsi, grâce à l'imagerie 3D et à la technique CAD/CAM, Invisalign propose un nouveau concept d'appareillage « invisible ».
- Le système Invisalign a été commercialisé en juin 1999, actuellement plus de la moitié des orthodontistes Américains et Canadiens sont qualifiés pour utiliser ce système.
- Durant leur formation, les orthodontistes se familiarisent avec :
- les critères de sélection des cas pouvant être traités par Invisalign ;
- la prise des empreintes avec le polyvinyl-siloxane ;
- le logiciel qui leur permet de communiquer avec la société via l'Internet .

3. 2. Les différents composants du système Invisalign

- Le système Invisalign est formé de nombreux composants, certains familiers à l'orthodontiste et d'autres, non. Les appareils utilisés lors du traitement, appelés aligners, sont fabriqués à partir d'un fin matériau plastique ayant des utilisations médicales et qui est un mélange de plastiques comparables aux polycarbonates. Les aligners s'arrêtent à hauteur de la gencive marginale et recouvrent entièrement les dents du patient. Chacune de ces gouttières est portée pour une durée de deux semaines avant d'être remplacée par la suivante. Elles se portent par paire, une gouttière pour chaque arcade.
- Le second composant du système Invisalign est le logiciel, qui va permettre la conception et la fabrication des aligners. Ce logiciel comprend le logiciel Treat 2.x qui simule le traitement envisagé et génère la série d'étapes intermédiaires de mouvement allant de la malocclusion initiale jusqu'au résultat final. Ainsi, ce logiciel est utilisé pour faire les set-ups « virtuels ». Toute manipulation de l'occlusion est réalisée en accord avec les instructions de l'orthodontiste, comme cela est écrit dans le plan de traitement.

- La société communique avec l'orthodontiste en utilisant le logiciel ClinCheck. Ce logiciel permet de visualiser les mouvements des dents du patient, envoyés par Internet sous la forme d'une animation (set-up en 3 dimensions), avec un niveau de précision et des angles de vue qui ne sont pas possibles avec les méthodes de diagnostic habituelles/traditionnelles. En effet, ClinCheck comprend des outils de visionnage et de navigation permettant de mieux planifier le traitement et de prendre de meilleures décisions. L'orthodontiste peut également y demander des modifications du plan de traitement jusqu'à ce qu'il soit satisfait des mouvements et du résultat final

3. 3. Indications et limites cliniques

- Invisalign ne s'adresse qu'aux patients adultes et aux adolescents ayant fini leur croissance et dont les secondes molaires sont entièrement évoluées. Les cas en denture mixte, ou avec des dents permanentes en éruption sont donc proscrits, pour l'instant.
- Comme pour tout traitement orthodontique de l'adulte, il peut s'agir d'un traitement pré-chirurgical ou pré-prothétique. S'il est possible de ne traiter qu'une seule arcade, il n'est pas conseillé de traiter une arcade par aligners et l'autre par technique multi-attache, en raison des difficultés de coordination de forme d'arcade

3. 4. Contre-indications

- Liée à l'état psychologique du patient
- Invisalign® est contre-indiqué chez les patients présentant une dysfonction crânio-mandibulaire (DCM).
- Comme pour n'importe quel autre traitement orthodontique, le début de traitement par la technique Invisalign® ne peut être réalisé en présence de dents cariées.
- Liée au déplacement dentaire à réaliser : expDérotation de prémolaires, ingression

4. BIBLIOCAST

- Bibliocast est un logiciel français né en 2003, qui apporte aux orthodontistes une solution à la gestion des modèles d'étude en plâtre.
- Ce logiciel présente deux barres d'outils permettant un accès aux différentes fonctions.
- Comme avec OrthoCad, Bibliocast permet une manipulation des modèles dansLes trois sens de l'espace . Ce logiciel n'est plus sur le marché depuis peu

4.1/-Les mesures possibles

4. 1. 1. Les distances

Il y a un bouton pour chaque type de distance.

- Entre deux points :
- Entre deux plans : présent pour cette fonction.
- mesurer des angles sur un plan
- définir le plan d'occlusion
- mesure de la flèche représentant la longueur d'arcade s'affiche automatiquement et le plan d'occlusion apparaît par transparence en grisé.
- la mesure du torque : toujours en vue frontale, on place un
- Mesure du périmètre d'arcade sur le plan d'occlusion prédéfini :
- mesure du surplomb et du recouvrement. La
- mesure s'affiche en mm

4. 2. Autres possibilités

- On peut réaliser des coupes horizontales ou verticales des modèles. Il est également possible d'effectuer la mesure des diamètres mésio-distaux, de la distance inter canines et inter molaires.
- Le logiciel permet aussi d'ajuster l'occlusion des modèles en déplaçant à tour de rôle le maxillaire et la mandibule. La position peut être ajustée en translation ou en rotation

IV/- APPLICATIONS CLINIQUES

1. SET-UP VIRTUEL

- Les logiciels décrits précédemment pour leur fonction « diagnostic », présentent également un intérêt clinique. Ainsi, ils permettent entre autre la réalisation d'un setup virtuel.
- La réalisation de set-up informatiques à partir des modèles numérisés est basée sur une approche en StraithWire : les dents sont reliées à l'arc par l'intermédiaire d'un appareillage fixe et leurs mouvements sont contraints par les propriétés mécaniques de ces appareillages
- La page permettant la création du set-up sur OrthoCad présente l'interface suivante :
- une barre d'outils
- les modèles numérisés
- et une boîte de dialogue

1. 2. Réalisation du set-up : sept étapes.

1. 2. 1. Choix de l'appareillage

- Tout d'abord, il faut sélectionner la forme d'arcade souhaitée. Celle-ci est déterminée par le type d'arc qui va être utilisé pour le traitement.
- Il existe un grand choix préprogrammé dans la boîte de dialogue et il est même possible de laisser le logiciel choisir la forme d'arcade la plus appropriée aux cas étudiés.

- Ensuite, il faut choisir le type de brackets et de tubes que l'on va utiliser pour le traitement.
- Le logiciel permet de créer ou d'importer le matériel s'il n'est pas référencé dans la liste d'OrthoCad

1. 2. 2. Réglage des rapports incisifs

La seconde étape consiste au réglage des rapports incisifs, qui pourra être effectué soit en entrant les valeurs dans la boîte de dialogue, soit en agissant directement sur les modèles numérisés.

1. 2. 3. Etape mandibulaire.

Les étapes mandibulaire puis maxillaire permettent de terminer les arrangements intra arcade afin d'obtenir un alignement et un nivellement optimal. Il est possible de manipuler les dents grâce à la souris pour optimiser l'utilisation de l'espace disponible intra arcade sans modification de la position des incisives.

- Dans le cas d'un traitement sans extraction :

on peut modifier la position des molaires en choisissant de les mésialer ou de les distaler, ou encore de ne pas les bouger (ancrage maximum).

- Dans le cas d'un traitement avec extraction :

Le logiciel permet de simuler des extractions, et le choix des dents à avulser se fait via la boîte de dialogue. L'espace gagné s'affiche dans la boîte de dialogue.

1. 2. 4. Etape maxillaire.

Cette étape est la même que celle décrite précédemment pour la mandibule

1. 2. 5. Finition de la classe molaire.

- À ce niveau, l'ensemble du set-up est pris en considération. La boîte de dialogue affiche la position des molaires en comparaison à leur position initiale. Nous visualisons également leurs rapports, ainsi que la répercussion sur les contacts occlusaux. Il est possible de modifier tous les rapports dentaires si nous le voulons.
- Les modifications sont chiffrées dans la boîte de dialogue.

1. 2. 6. La largeur d'arcade.

À cette étape, il est possible de visualiser les impacts du set up sur la largeur d'arcade. On peut ainsi afficher dans la boîte de dialogue la différence entre les mesures de départ et les nouvelles mesures de la distance inter canines, intermolaires et de l'arcade dans son ensemble. Il reste tout à fait possible de modifier ces valeurs en agissant dans la boîte de dialogue.

1. 2. 7. La fermeture des diastèmes/espaces.

Il s'agit de l'ultime étape, où il est question de terminer l'intercuspidation. Cette étape est exécutée automatiquement grâce au logiciel, auquel il faut préciser de manière chiffrée la limite de déplacement des brackets sur les dents. Un occlusogramme s'affiche pour nous permettre d'apprécier les contacts occlusaux intermaxillaires.

1. 3. Les autres fonctions possibles.

1. 3. 1. Précision de la position des brackets.

Une fois l'appareillage en place, il est possible d'affiner le positionnement d'un bracket. Nous avons ainsi la possibilité de corriger la position de chaque bracket

1. 3. 2. Individualisation de la forme d'arcade.

1. 3. 3. Prise en compte de la troisième molaire.

1. 3. 4. Alignement des brackets afin d'éviter toute interférence entre les appareillages maxillaires et mandibulaires.

2. PLACEMENT GUIDÉ DES BRACKETS

- Suite à la réalisation du set-up virtuel, le système OrthoCad® nous permet un collage des attaches de manière très précise grâce à l'assistance informatique. Cette technique utilise un stylet muni d'une caméra miniature et un jeu de pédales : les images en bouche sont affichées en temps réel sur un écran et lorsqu'il y a concordance entre l'image clinique et la position de l'attache sur le set-up, un signal est émis pour lancer la photopolymérisation.
- Le matériel permettant la mise en oeuvre de cette technique de collage peut se présenter directement sur l'unit du fauteuil ou sous la forme d'un quart

3. FABRICATION D'ARCS ET DE BRACKETS SUR-MESURE EN LINGUAL

Dans le cadre de l'orthodontie linguale, Wiechmann (2003) a mis au point le système Incognito qui utilise la C.F.A.O. Grâce à ce nouveau système, les attaches sont désormais conçues sur mesure. L'appareillage est devenu plus petit, plus précis et totalement anatomique.

L'attache Incognito arrivée en France en 2004 permet d'appareiller efficacement toutes les dents y compris les dents atypiques ou en forte malposition.

3. 1. La fabrication des brackets et fils

Incognito est le système d'attaches linguales et de fils entièrement individualisés, conçus en fonction du plan de traitement défini par le praticien et adapté aux particularités anatomiques du patient.

Pour aboutir à ce résultat, des procédés de haute technologie sont employés :

- digitalisation du set-up en trois dimensions par scan optique ;
- intégration des systèmes de fabrication et de positionnement en un même processus ;
- dessin et positionnement des attaches assistés par ordinateur.
- fabrication des arcs assistée par ordinateur, en fonction du positionnement des attaches, grâce à un robot.

4. FABRICATION D'ARCS PERSONNALISÉS EN VESTIBULAIRE.

Comme en technique linguale, il existe des logiciels 3D permettant la fabrication d'arcs sur mesure en vestibulaire. Le logiciel SureSmile permet cette manœuvre.

pour la technique vestibulaire. Lors de la réalisation du set-up informatique, le praticien fait les choix cliniques pour son traitement. Ensuite, ces données cliniques sont transmises via l'Internet à la société Oramétrie qui va fabriquer des arcs conformes aux données, grâce à un robot

5. COLLAGE INDIRECT

- Les systèmes décrits précédemment permettent entre autre la réalisation de gouttières de collage. Après la réalisation du set-up, le praticien demande par Internet les gouttières. Celles-ci vont permettre un positionnement des attaches conforme aux données cliniques choisies lors du set-up.
- Les gouttières de collages sont particulièrement indispensables en technique linguale comme dans le système Incognito.
- les dents sont bien isolées ,
- les surfaces dentaires sont ensuite préparées en utilisant un gel d'acide orthophosphorique,
- Rinçage et séchage des dents, mise en place de cotons quand il s'agit de la mandibule ;
- mise en place du système de collage sur les talons de composite et sur les faces des dents;
- pour finir, les excès d'adhésif et les restes de silicones sont éliminés ; l'occlusion vérifiée ;
- le collage est terminé et l'arc peut être mis en place
- D'autres logiciels proposent la réalisation de gouttières de collage pour le positionnement des attaches : c'est le cas par exemple du système SureSmile pour la technique vestibulaire.

V/-PERSPECTIVES D'AVENIR EN ORTHODONTIE

- La numérisation des moulages constitue une grande avancée dans l'aide au diagnostic et au traitement. Cependant, l'absence de la représentation des racines est regrettable.
- La reconstitution tridimensionnelle à partir de coupes tomographiques pourrait être la solution à ce problème, mais cette deuxième technique a aussi ses inconvénients. cette technique présente comme limite d'une part, un manque de définition des couronnes et d'autre part, des artéfacts sont visibles lorsqu'il y a des restaurations métalliques.
- Pour pallier à ces problèmes, la recherche tend à intégrer les images coronaires issues des modèles virtuels aux reconstitutions tridimensionnelles issues des coupes tomographiques. Cette combinaison permettrait une visualisation précise aussi bien des couronnes que des racines