



HAL
open science

Evaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy

Julien Fiquet

► **To cite this version:**

Julien Fiquet. Evaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy. Sciences du Vivant [q-bio]. 2016. hal-01931852

HAL Id: hal-01931852

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01931852>

Submitted on 23 Nov 2018

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.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et 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 une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE D'ODONTOLOGIE

ANNÉE 2016

N° 9145

THÈSE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Julien FIQUET

Né le 1^{er} septembre 1989 à Mont de Marsan (Landes)

**Évaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein
du service d'odontologie du CHRU de Nancy.**

Présentée et soutenue publiquement le 14 juin 2016

Examineurs de la thèse :

Pr. J.-M. MARTRETTE

Dr. P. DE MARCH

Dr. P. CORNE

Dr. P. HIRTZ

Professeur des universités

Maître de conférence des universités

Assistant hospitalier universitaire

Assistant hospitalier universitaire

Président

Directeur de thèse

Co-directeur de thèse

Juge

ACADEMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE D'ODONTOLOGIE

ANNÉE 2016

N° 9145

THÈSE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

Julien FIQUET

Né le 1^{er} septembre 1989 à Mont de Marsan (Landes)

**Évaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein
du service d'odontologie du CHRU de Nancy.**

Présentée et soutenue publiquement le 14 juin 2016

Examineurs de la thèse :

Pr. J.-M. MARTRETTE

Dr. P. DE MARCH

Dr. P. CORNE

Dr. P. HIRTZ

Professeur des universités

Maître de conférence des universités

Assistant hospitalier universitaire

Assistant hospitalier universitaire

Président

Directeur de thèse

Co-directeur de thèse

Juge

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,
la faculté de Chirurgie dentaire a arrêté que les
opinions émises dans les dissertations
qui lui seront présentées
doivent être considérées comme propre à
leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation.*

Président : Professeur Pierre **MUTZENHARDT**

 Doyen : Professeur Jean-Marc **MARTRETTE**

 Vice-Doyens : Pr Pascal **AMBROSINI** — Dr Céline **CLEMENT**

 Membres Honoraires : Dr L. **BABEL** – Pr. S. **DURIVAUX** – Pr A. **FONTAINE** – Pr G. **JACQUART** – Pr D. **ROZENCWEIG** - Pr M. **VIVIER** – Pr **ARTIS** -

 Doyen Honoraire : Pr J. **VADOT**, Pr J.P. **LOUIS**

 Professeur Emérite : Pr J.P. **LOUIS**

 Maître de conférences CUM MERITO : Dr C. **ARCHIEN**

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique | Mme DROZ Dominique (Desprez) Mme JAGER Stéphanie M. PREVOST Jacques Mlle HERNANDEZ Magali Mlle LAUVRAY Alice M. MERCIER Thomas | Maître de Conférences * Maître de Conférences * Maître de Conférences Assistante * Assistante Assistant * |
| Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale | Mme FILLEUL Marie Pierryle M. EGLOFF Benoît Mlle BLAISE Claire Mlle LACHAUX Marion | Professeur des Universités * Maître de Conférences * Assistante Assistante |
| Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale | Mme CLEMENT Céline M. CAMELOT Frédéric Mme LACZNY Emily | Maître de Conférences * Assistant * Assistante |
| Sous-section 57-01 Parodontologie | M. AMBROSINI Pascal Mme BISSON Catherine M. JOSEPH David M. PENAUD Jacques Mlle BÖLÖNI Eszter Mlle PAOLI Nathalie | Professeur des Universités * Maître de Conférences * Maître de Conférences * Maître de Conférences Assistante Assistante * |
| Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique Anesthésiologie et Réanimation | Mme GUILLET-THIBAUT Julie M. BRAVETTI Pierre Mlle PHULPIN Bérengère M. DELAITRE Bruno Mlle KICHENBRAND Charlène M. MASCHINO François | Maître de Conférences * Maître de Conférences Maître de Conférences * Assistant Assistant Assistante * Assistant |
| Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie) | M. YASUKAWA Kazutoyo M. MARTRETTE Jean-Marc | Maître de Conférences * Professeur des Universités * |
| Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie | M. MORTIER Éric M. AMORY Christophe M. BALTHAZARD Rémy M. ENGELS-DEUTSCH Marc M. BON Gautier Mlle MUNARO Perrine M. VINCENT Marin | Maître de Conférences * Maître de Conférences Maître de Conférences * Maître de Conférences Assistant Assistante Assistant * |
| Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale) | M. DE MARCH Pascal M. SCHOUVER Jacques Mme VAILLANT Anne-Sophie Mme CORNE Pascale M. GILLET Marc M. HIRTZ Pierre M. KANNENGIESSER François Mlle SIMON Doriane | Maître de Conférences Maître de Conférences Maître de Conférences * Assistante * Assistant Assistant * Assistant Assistante |
| Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie | Mme STRAZIELLE Catherine Mme MOBY Vanessa (Stutzmann) M. SALOMON Jean-Pierre M. HARLE Guillaume | Professeur des Universités * Maître de Conférences * Maître de Conférences Assistant Associé |

 Soulié : responsable de la sous-section * temps plein

Mis à jour le 01.03.2016

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

Monsieur le professeur Jean-Marc MARTRETTE

Docteur en Chirurgie Dentaire

Professeur des Universités-Praticien Hospitalier

Doyen de la Faculté d'Odontologie de Nancy

Chef de service en odontologie du CSERD de Nancy

Docteur en Sciences Pharmacologiques

Habilitation à diriger des Recherches

Sous-section : Sciences biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, Génétique, Anatomie Pathologique, Bactériologie, Pharmacologie).

Vous nous faites l'honneur et le plaisir de présider le jury d'examen de cette Thèse. Nous vous remercions pour vos qualités pédagogiques et humaines que nous avons pu apprécier durant nos années d'études.

Veillez trouver ici, l'expression de notre plus grande gratitude et de notre plus profond respect.

A NOTRE JUGE ET DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Docteur Pascal DE MARCH

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré

Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Responsable de la sous-section : Prothèses

Nous vous remercions infiniment d'avoir dirigé cette thèse. C'est pour nous un grand honneur de vous avoir comme directeur de thèse et membre du jury. Nous garderons à l'esprit votre précieux enseignement qui a éveillé notre intérêt pour l'art dentaire et notamment l'art de la réhabilitation prothétique. Vos qualités pédagogiques et cliniques n'ont d'égales que votre justesse et votre gentillesse. Nous vous témoignons au travers ce travail Notre profond respect et notre admiration.

A NOTRE JUGE ET CO-DIRECTEUR DE THESE

Madame le Docteur Pascale CORNE

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistante Hospitalier Universitaire

Sous-section : Prothèses

Nous vous remercions infiniment d'avoir co-dirigé cette thèse. C'est pour nous un grand honneur de vous avoir comme sous-directeur de thèse et membre du jury. Nous garderons à l'esprit votre précieux enseignement qui a éveillé notre intérêt pour l'art dentaire et notamment l'art de la réhabilitation prothétique. Vos qualités pédagogiques et cliniques n'ont d'égales que votre justesse et votre gentillesse. Nous vous témoignons au travers ce travail notre profond respect et notre admiration.

A NOTRE JUGE

Monsieur le Docteur Pierre HIRTZ

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistante Hospitalier Universitaire

Sous-section : Prothèses

***Vous nous avez fait l'honneur d'accepter
notre invitation à siéger parmi le jury de
cette thèse et nous vous en remercions.
Veuillez trouver ici le témoignage de notre
gratitude et de notre profond respect.***

À ma famille,

À mes parents,

Pour votre patience et m'avoir soutenu tout au long de ses études. Pour la relecture de cette thèse et les corrections.

À mon frère Nicolas

Pour ton soutien, ton humour et ta ténacité. Pour tes reprises d'adhérence parfaitement maîtrisées ;)

À ma sœur Anne,

Pour ton soutien, pour m'avoir aidé dans cette thèse.

À Laetitia,

Pour ta gentillesse, ta bonne humeur.

À Lou,

J'adore te rendre visite et passer du temps avec toi.

À Philippe,

Pour ta gentillesse, ton sourire et tes qualités de chanteur !

À mon futur Neveu (prénom à compléter en juillet :),

Hâte de pouvoir te connaître !

À ma belle-famille,

Merci de m'avoir accueilli parmi vous. A mes beaux parents, Thomas, Julien et Armelle pour votre gentillesse et votre accueil que ce soit chez vous ou dans vos cabinets.

Et tout particulièrement à Valentine, ma patate,

Pour ces 6 ans avec toi (et ça commence seulement !),

Pour ton soutien indispensable.

À mes amis,

Paul et Anaïs,

On a bien rigolé pendant ces 6 années (surtout à Metz, Merci Mercy) Tu nous as fait découvrir le carnaval de Bambi et j'espère encore voir Jacky Mélodie.

Et merci Anaïs d'avoir supporté toutes ces soirées où nous parlions que de dents !

Flo et célia

Merci pour le troupe, c'était bien sympa de regarder Hawaii 5-0 et de parler de tronçonneuse à langue... Célia et toi allez bien ensemble et je vous souhaite plein de bonnes chose à tous les deux.

Franigoule et Mimi,

Je n'oublierais jamais tes franikiwis, des soirées charcut/fromages, de la pizza-burger que tu mangeais avec de la mayonnaise...

Plein de bonheur à toi et Mimi.

Thomas,

Merci pour cette sortie vélo mémorable !

M^r Heyd

Au capitaine, mon capitaine ! Les soirées les plus folles de P2 étaient chez toi ; tes danses chelous, ta gestuelle...

Alex

On a bien rigolé, merci de nous avoir payé ton appart aussi souvent !

Les zoulzouls,

pour votre manque de cerveau

Francis, Mathieu, tronche-tout, Quentin, Cuby, fanny, clémence, et à tous ceux avec qui la P1 n'aurait pas été pareil...

Au Dr Mas Michel,

Je te remercie de m'avoir accueilli au sein du cabinet.

Sommaire

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Table des illustrations | 13 |
| Table des tableaux..... | 18 |
| Introduction..... | 19 |
| Première partie : CFAO directe et système autonome LYRA..... | 20 |
| 1.1 Place de la CFAO directe au cabinet dentaire | 20 |
| 1.1.1 De l'industrie à l'odontologie | 20 |
| 1.1.2 Rappels..... | 21 |
| 1.1.3 CFAO directe au cabinet dentaire..... | 23 |
| 1.1.3.1 Modification des habitudes du praticien..... | 24 |
| 1.1.3.2 Cadre médico-légale des prothèses fabriquées par CFAO directe..... | 26 |
| 1.1.4 Limites de la CFAO directe | 27 |
| 1.2 Présentation du système LYRA | 29 |
| 1.2.1 Système LYRA | 29 |
| 1.2.1.1 Les propositions du fabricant Lyra Digital Intuitive Solutions | 29 |
| 1.2.1.2 Le système LYRA au service d'Odontologie du CHRU de Nancy..... | 31 |
| 1.2.2 Caméra optique intra-buccale : le Trios®Color de 3Shape | 32 |
| 1.2.2.1 Développement récents des systèmes d'empreinte optiques au fauteuil | 32 |
| 1.2.2.2 Présentation de la caméra..... | 34 |
| 1.2.2.3 Technologie d'empreinte optique : | 39 |
| 1.2.2.4 Poudrage (ou Powder coating)..... | 40 |
| 1.2.2.5 Acquisition et maître modèle | 41 |
| 1.2.2.6 Hygiène et ergonomie de la caméra..... | 44 |
| 1.2.2.7 Dispositif antibuée : | 46 |
| 1.2.2.8 Calibrage de la caméra..... | 47 |
| 1.2.2.9 Possibilité thérapeutique | 48 |
| 1.2.2.10 Tableau comparatif | 52 |
| 1.2.3 Modélisation tridimensionnelle | 53 |
| 1.2.4 Présentation..... | 53 |
| 1.2.4.1 Page d'accueil : recueil des données administratives | 54 |
| 1.2.4.2 Acquisition des données de l'empreinte | 55 |
| 1.2.4.3 Mise en occlusion des modèles..... | 57 |
| 1.2.5 Modélisation de la restauration : | 59 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1.2.6 | Machine-outils | 67 |
| 1.2.6.1 | Usinage dans la CFAO directe..... | 67 |
| 1.2.6.2 | Présentation..... | 68 |
| 1.2.6.3 | Nombre d'axes et type de restaurations | 71 |
| 1.2.6.4 | Motorisation..... | 72 |
| 1.2.6.5 | Matériaux usinables | 73 |
| 1.2.6.6 | Entretien..... | 78 |
| 1.2.6.7 | Tableau comparatif | 79 |
| 1.2.6.8 | Préparation pour CFAO directe | 80 |
| Deuxième partie : Cas cliniques | | 88 |
| 2.1 | Endocouronne sur 16 | 88 |
| 2.2 | Onlay sur 46 (comparaison avec le système CEREC Omnicam)..... | 99 |
| Troisième partie : étude de la mise en place du système LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy. | | 113 |
| 3.1 | Evaluation des séances de CFAO directe au travers des 14 cas traités. | 113 |
| 3.1.1 | Méthode pour évaluer l'utilisation du système LYRA..... | 114 |
| 3.1.2 | Résultat | 117 |
| 3.1.3 | Conclusion de l'étude | 123 |
| 3.2 | Évaluation de la satisfaction des patients ayant été traités à l'aide du système de CFAO directe LYRA entre octobre 2014 et octobre 2015 | 124 |
| 3.2.1 | Objectif de l'enquête..... | 124 |
| 3.2.2 | Matériel et méthode | 124 |
| 3.2.3 | Résultat | 127 |
| 3.2.4 | Discussion..... | 128 |
| 3.3 | Avis du praticien sur l'utilisation du système autonome LYRA au sein du service de prothèse du CHU de Nancy. | 129 |
| Conclusion | | 133 |
| Bibliographie..... | | Erreur ! Le signet n'est pas défini. |

Table des illustrations

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 1: le Cerec (source : Duret, 2007) | 20 |
| Figure 2: système ouvert et fermé (source : évolutions dentaires, 2014) | 23 |
| Figure 3: publicité LYRA (source :lyra-solution.fr)..... | 29 |
| Figure 4: Dental Wings (source : Lyra-solutions.fr)..... | 30 |
| Figure 5:Évolution récente des systèmes d’empreinte optique (source : Landwerlin, 2015)..... | 32 |
| Figure 6:Image 3D réalisée avec la dernière version du « Trios 3Shape » en couleur réelle. (source :3shape.com) | 33 |
| Figure 7:TRIOS Color de 3shape (source : 3shape.com) | 34 |
| Figure 8:écran du TRIOSColor de 3shape (source : .P. Corne)..... | 35 |
| Figure 9:True Definition Scanner de 3MTM (source: solutions.3mfrance.fr) | 35 |
| Figure 10: écran de True Definition Scanner de 3MTM (source: solutions.3mfrance.fr) | 36 |
| Figure 11:CEREC Omnicam (source : sirona.fr)..... | 36 |
| Figure 12: SIRONA cerec omnicam (source : sirona.fr) | 37 |
| Figure 13:Planmeca Planscan (source : planmeca.com)..... | 38 |
| Figure 14: Planmeca Planscan® intégré à l’unit (source : planmeca.com) | 38 |
| Figure 15:Illustration du système parallèle confocale (source : Le Bourchis, 2011) | 39 |
| Figure16:Techniques de projection à balayage laser à triangulation (source : Le Bourchis, 2011).. | 40 |
| Figure 17: maître modèle du TRIOS®Color de 3shape (source : P. Corne) | 42 |
| Figure 18:maître modèle du TDS (source : solution.3Mespe.com)..... | 42 |
| Figure 19:maître modèle du Cerec Omnicam (source : P. Corne)..... | 43 |
| Figure 20:maître modèle du Planscan (source : planmeca.com) | 43 |
| Figure 21:embout autoclavable de la caméra 3Shape TRIOSColor (source : 3shape.fr) | 44 |
| Figure 22:prise "pistolet" de la camera Trios®3shape (source : 3shape.fr) | 44 |
| Figure 23: prise stylo de la caméra TDM de 3Mespe (source : solution.3Mespe.com) | 45 |
| Figure 24: prise stylo de la caméra SIRONA omnicam (source : sirona.com) | 45 |
| Figure 25:3 embouts de taille différente pour la caméra Planmeca PlanSCAN (source : planmeca.com)..... | 46 |
| Figure 26:capture d’écran de la tenue de la caméra Planmeca PlanSCAN (source : youtube.com) . | 46 |
| Figure 27: les différents embouts de calibrage (source P. Corne) | 47 |
| Figure 28: scan posts de 3shape (source : 3shape.com)..... | 48 |
| Figure 29: prise de la couleur de la dent avec le dental design de 3shape (source : P.corne) | 49 |
| Figure 30: cerec guide 2 (source : sirona.fr) | 49 |
| Figure 31:fonction smile design (source : sirona.fr)..... | 50 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 32: ScanPost et ScanBody mis en bouche (source : dentalaegis.com)..... | 50 |
| Figure 33:modélisation d'une restauration transvissée (source : sirona.fr)..... | 51 |
| Figure 34: fiche patient du logiciel 3shape dental (source : P. Corne)..... | 54 |
| Figure 35: capture écran de la page administration du système CEREC (source P. Corne) | 54 |
| Figure 36: capture écran de la page d'accueil du Planmeca PlanCAD easy (source : planmeca.com) | 55 |
| Figure 37:exemple de numérisation de l'hémi-arcade mandibulaire (source : P. Corne) | 55 |
| Figure 38: Capture d'écran lors de l'empreinte du Cerec Omnicam (source : youtube.fr) | 56 |
| Figure 39: capture d'écran lors de l'empreinte du PlanMeca PlanCAD easy (source : planmeca).... | 57 |
| Figure 40: occlusion automatique sur le logiciel 3shape dental (source : Duminil, 2015)..... | 57 |
| Figure 41:capture d'écran de la mise en occlusion des modèles (source : youtube.fr)..... | 58 |
| Figure 42:empreinte du mordu vestibulaire avec mise automatique en occlusion des arcades (source : planmeca)..... | 58 |
| Figure 43: limite de préparation cervicale (source: Dr P. Corne)..... | 60 |
| Figure 44: limite de préparation cervical (source : Dr P. Corne)..... | 60 |
| Figure 45: définition de l'axe d'insertion (source : P. Corne) | 60 |
| Figure 46: restauration modéliser par le logiciel (source P. Corne) | 61 |
| Figure 47: conception de l'anatomie de la restauration (source: P. Corne) | 61 |
| Figure 48: articulateur virtuel (source :Duminil, 2015)..... | 62 |
| Figure 49:modélisation des points de contact (source :Duminil, 2015) | 62 |
| Figure 50: définition de l'axe des modèles (source : P. Corne) | 63 |
| Figure 51:capture d'écran lors de la validation de la limite cervicale (source: P. Corne) | 63 |
| Figure 52::capture d'écran lors de la conception de la restauration (source: P. Corne)..... | 64 |
| Figure 53:capture d'écran de la fenêtre usinage (source: P. Corne)..... | 65 |
| Figure 54::capture d'écran lors de la validation de la limite cervicale (source : planmeca)..... | 65 |
| Figure 55::capture d'écran de la modélisation de la restauration (source : planmeca) | 65 |
| Figure 56: capture d'écran de la restauration terminée avec sa tige d'usinage(source : planmeca) ... | 66 |
| Figure 57:exemple de mouvement sur 5 axes dur la machine Everest de Kavo (source : CNIFPD- UNPPD, 2009)..... | 67 |
| Figure 58: exemple de présentation de la machine-outil LYRA Mill (source : Lyra-solution.fr)..... | 68 |
| Figure 59: port USB en façade de la machine LYRA Mill (source : lyra-solution.fr) | 68 |
| Figure 60: interface interactive de la machine LYRA Mill (source : lyra-solution.fr)..... | 69 |
| Figure 61:fraise d'usinage et bloc d'usinage en place (source : lyra-solution.fr)..... | 69 |
| Figure 59:Sirona CEREC MC X (source : sirona.fr)..... | 70 |
| Figure 60:Planmeca PlanMill 40 (source : planmeca.com)..... | 71 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figure 64: représentation schématique de de la fraise conical bur de LYRA (source : Lebon, 2015) | 72 |
| Figure 65: photographie de la fraise conical bur LYRA | 72 |
| Figure 66: pack de 5 fraises d'usinage | |
| Figure 67: fraises d'usinage de la MC X (source : sirona) | 73 |
| Figure 68: 3 fraises du système Planmeca Planmill40® (source : planmeca) | 73 |
| Figure 69: attache universelle pour les blocs de CFAO (source : ivoclarvivadent.fr) | 75 |
| Figure 70: attache spécifique pour la machine-outil Planmeca Planmill40® (source : planmeca) | 76 |
| Figure 71: solution "Addimil" de LYRA (source : document personnel) | 78 |
| Figure 72: préparation pour coiffe périphérique (source : ivoclarvivadent.fr) | 80 |
| Figure 73: guide de préparation pour Inlay/Onlay (source : ivoclarvivadent.fr) | 82 |
| Figure 74: guide de préparation pour facette (source : ivoclarvivadent.fr) | 83 |
| Figure 75: exemple d'endocouronne (source : dentoréseau.fr, 2015) | 84 |
| Figure 76: schémas des sillons guides à réaliser (d'après : dentoréseau.fr) | 85 |
| Figure 77: préparation V-prep (source : dentoréseau.fr) | 86 |
| Figure 78: cas clinique de V-prep (d'après dentoréseau.fr) | 86 |
| Figure 79: cas clinique d'endo V-prep (d'après dentoréseau.fr) | 87 |
| Figure 80: radiographie pré-opératoire (source : CHU Nancy) | 88 |
| Figure 81: préparation de la dent (source : P. Corne) | 89 |
| Figure 82: disposition du Kart à droite du patient (source : document personnel) | 89 |
| Figure 83: recueil des données du logiciel LYRA (source: Dr P. Corne) | 90 |
| Figure 84: empreinte de l'arcade maxillaire (source: Dr P. Corne) | 90 |
| Figure 85: empreinte vestibulaire avec mise en occlusion automatique (source: Dr P. Corne) | 91 |
| Figure 87: choix de la couleur avec le TRIOSColor (source : P. Corne) | 91 |
| Figure 88: limite cervicale de la préparation (source: Dr P. Corne) | 92 |
| Figure 89: conception de l'anatomie, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne) | 92 |
| Figure 90: modélisation de la restauration en vue occlusale (source: Dr P. Corne) | 93 |
| Figure 91: bloc brut après usinage (source: P. Corne) | 93 |
| Figure 92: essayage de la préparation LYRA (source: Dr P. Corne) | 94 |
| Figure 93: différents maquillant pour bloc CAD E.max (source P. corne) | 94 |
| Figure 94: restauration après maquillage (source: P. Corne) | 95 |
| Figure 95: mise au four à céramique de la restauration (source: Dr P. Corne) | 95 |
| Figure 96: les restauration après cuissons (source: Dr P. Corne) | 96 |
| Figure 97: essayage de la restauration (source: Dr P. Corne) | 97 |
| Figure 98: restauration collée, vue occlusale (source: Dr P. Corne) | 97 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 99: restauration collée, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne)..... | 98 |
| Figure 100: préparation de la dent (source: Dr P. Corne)..... | 99 |
| Figure 101: recueil des données du logiciel LYRA (source: Dr P. Corne) | 100 |
| Figure 102: fiche patient CEREC (source: Dr P. Corne)..... | 100 |
| Figure 103: empreinte de l'arcade mandibulaire (source: Dr P. Corne) | 101 |
| Figure 104: empreinte de l'arcade maxillaire (source: Dr P. Corne) | 101 |
| Figure 105: empreinte vestibulaire avec mise en occlusion automatique (source: Dr P. Corne) | 102 |
| Figure 106: vérification de l'épaisseur de préparation (source: Dr P. Corne)..... | 102 |
| Figure 107: empreinte réalisé avec le système Cerec (source : Dr P. Corne)..... | 103 |
| Figure 108: vu vestibulaire des 2 arcade en occlusion (source: Dr P. Corne)..... | 103 |
| Figure 109: limite cervicale de la préparation (source: Dr P. Corne)..... | 104 |
| Figure 110: conception de l'anatomie (source: Dr P. Corne)..... | 104 |
| Figure 111: modélisation finale de la restauration en vue occlusale (source: Dr P. Corne)..... | 104 |
| Figure 112: modélisation finale de la restauration en vue vestibulaire (source : Dr P. Corne)..... | 105 |
| Figure 113: définition de l'axe des modèles (source: Dr P. Corne) | 105 |
| Figure 114: définition de la limite de la préparation (source: Dr P. Corne) | 106 |
| Figure 115: restauration finale (source: Dr P. Corne)..... | 106 |
| Figure 116: placement de la restauration et de la tige d'usinage dans le bloc virtuel (source: Dr P. Corne) | 106 |
| Figure 117: usinage de la restauration (source Dr P. Corne)..... | 107 |
| Figure 118: usinage de la restauration avec le système CEREC (source: Dr P. Corne)..... | 108 |
| Figure 119: restauration issue du CEREC à droite et du LYRA à gauche (source: Dr P. Corne | 108 |
| Figure 120: essayage de la préparation LYRA (source: Dr P. Corne)..... | 108 |
| Figure 121: essayage de la restauration CEREC (source: Dr P. Corne)..... | 109 |
| Figure 122: mise au four à céramique de la restauration (source: Dr P. Corne)..... | 109 |
| Figure 123: les restauration après cuissons (source: Dr P. Corne) | 110 |
| Figure 124: essayage de la restauration (source: Dr P. Corne)..... | 111 |
| Figure 125: restauration collée, vue occlusale (source: Dr P. Corne) | 111 |
| Figure 126: restauration collée, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne)..... | 112 |
| Figure 127: salle de soin (source : document personnel)..... | 114 |
| Figure 128: camembert statistique des types de restauration effectuée | 117 |
| Figure 129: camembert statistique des différents types de restauration effectuée..... | 117 |
| Figure 130: diagramme représentant la durée de chaque séance pour chaque patient | 118 |
| Figure 131: diagramme représentant le temps de la préparation des tissus dentaires d'un onlay pour chaque patient | 119 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure 132: diagramme représentant le temps de l’empreinte numérique pour un onlay pour chaque patient..... | 119 |
| Figure 133: diagramme représentant le temps de l’envoi des données vers l’unité de conception pour chaque patient..... | 120 |
| Figure 134: diagramme représentant la durée de conception d’un onlay pour chaque patient..... | 121 |
| Figure 135: diagramme représentant la durée du collage d’un onlay au support dentaire pour chaque patient..... | 122 |
| Figure 136: diagramme représentant les différentes CSP des patients soignés | 125 |
| Figure 137: questionnaire à destination des patients | 126 |

Table des tableaux

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tableau 1: Les différents types de CFAO..... | 22 |
| Tableau 2: tarif d'inlay; onlay; facette et couronne au sein du CHU de Nancy..... | 31 |
| Tableau 3: comparaison de différentes cameras optiques (d'après S. Cazier et C. Moussaly, descriptif des différents systèmes optiques) | 52 |
| Tableau 4:Les différents matériaux disponibles pour la CFAO directe (source: K. Nasr, O. Chabreron, B. Arcaute; le fil dentaire; Choix des blocs en CFAO directe en fonction de la situation esthétique dans le secteur antérieur..... | 77 |
| Tableau 5: comparaison de différentes usineuses (d'après: Sirona, Lyra, Planmeca) | 79 |
| Tableau 6 et 7: Les différentes étapes des séances de CFAO effectuées par Dr Corne P. (source: Document personnel)..... | 114 |
| Tableau 8: Résultat aux questions des différents patients | 127 |

Introduction

Les travaux du docteur François Duret sur l’empreinte optique, dans les années soixante-dix, ont permis à la CFAO de prendre une part de plus en plus importante au sein des cabinets dentaires.

De nombreux fabricants ont ensuite investi le domaine de la CFAO et plus particulièrement celui de l’empreinte optique. Cependant, peu se sont intéressés au système complet de CFAO directe.

L’entreprise Sirona a proposé dans les années quatre-vingt, des systèmes pour les cabinets dentaires, le système Cerec. Ce système leader sur le marché, reste un système fermé.

En 2013, l’entreprise LYRA présente l’usineuse « LYRA Mill » et propose un système ouvert complet de CFAO.

Actuellement, la majorité des chirurgiens-dentistes utilisent la CFAO dans leur pratique quotidienne qu’elle soit directe, indirecte ou semi-directe (Roques, 2014,[80]). Cependant, l’enseignement de la CFAO dans le cursus hospitalo-universitaire des étudiants en chirurgie-dentaire reste très marginal.

La participation du service d’odontologie du CHRU de Nancy à un protocole d’étude clinique nationale sous la direction des Hôpitaux de Paris, a permis d’obtenir le prêt d’un système de CFAO dentaire autonome, le système LYRA. L’acquisition de ce système par le centre de soin, sous la responsabilité du docteur Pascale Corne, Assistante hospitalo-universitaire, permet l’élargissement de l’offre de soins accessible aux patients, tout en permettant aux étudiants d’assister aux séances. Ce service était déjà équipé d’un système de CFAO directe, le CEREC 3 dont l’utilisation était limitée, puisque seulement quelques cas cliniques étaient réalisés tous les ans.

Après quelques précisions sur la CFAO direct, nous nous intéresserons, en comparaison avec des systèmes concurrents, aux différents éléments du système LYRA. Puis, par le biais de développements de cas cliniques réalisés dans le service, nous étudierons l’intégration du système LYRA au sein du CHRU de Nancy à travers une analyse des séances cliniques réalisés dans le service d’odontologie. Une enquête de satisfaction des patients complétera cette étude.

Première partie : CFAO directe et système autonome LYRA

1.1 Place de la CFAO directe au cabinet dentaire

1.1.1 De l'industrie à l'odontologie

La Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) a été initiée dans l'aéronautique puis dans l'industrie pendant les années soixante. Le but recherché est de pouvoir simplifier et de standardiser les techniques de fabrication afin de créer une multitude de pièces de formes répétitives.

En odontologie, dans les années 70, François Duret conçoit et développe les prémices de la CFAO dentaire. En 1973, à travers sa thèse « l'empreinte optique », il pose les bases de ce qui est aujourd'hui la CFAO dentaire. Il y développe la lecture tridimensionnelle par interférométrie, la conversion analogique digitale, la modélisation informatique avec l'utilisation des dents théoriques permettant la construction des intrados et extrados, les commandes numériques pour les machines outils et l'usinage par addition et soustraction (Duret, F. et coll., 2007, [31]).

Le premier système de CFAO dentaire a été présenté en 1983 par l'équipe de recherche du docteur français François Duret lors des entretiens de Garancière. À l'ADF de 1985, il entreprend, sur son épouse, la réalisation de la première couronne (une première prémolaire mandibulaire) par CFAO autonome, de l'empreinte optique à son scellement.

Cette même année fut présenté le premier système utilisable en cabinet dentaire : Le Cerec 1 développé par l'équipe Möerman et Brandestini. (Figure 1).

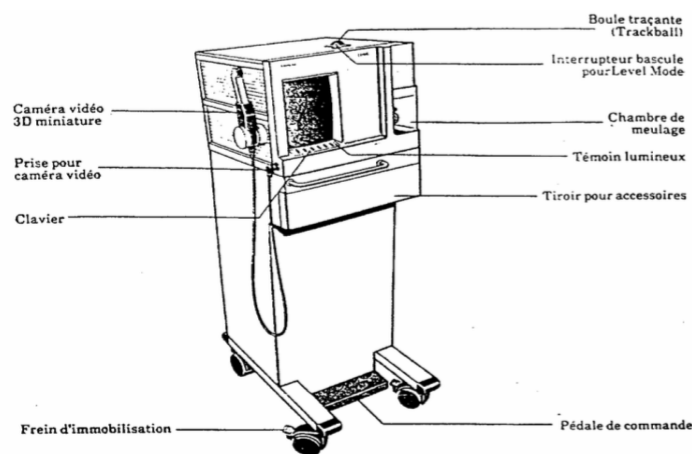


Figure 1: le Cerec (source : Duret, 2007)

A partir de 1990 se dessinent deux grands axes de développement : le tout cabinet ou « chair side » et le mixte cabinet/laboratoire.

A cette époque tous les systèmes sont encore « fermés » au sens informatique du terme, l'incompatibilité entre les éléments des différentes marques ne permet pas de les mixer entre eux, toute la chaîne, du scanner à la machine-outil, devant nécessairement appartenir à la même marque (Duret, F. et coll. , 2007,[33]).

En 2005, sont apparus les premiers systèmes ouverts grâce au langage de communication universel STL. A partir de cette date, un scanner d'une marque, un logiciel de modélisation d'une autre marque et une machine-outil d'une troisième marque peuvent se mixer, l'unique contrainte étant de bien avoir une parfaite communication entre les différents éléments de la chaîne.

À l'heure actuelle, la CFAO est utilisée par plus de 33000 praticiens en méthode directe, elle participe à la réalisation de millions de prothèses chaque année (Roques, 2014,[64]).

1.1.2 Rappels

Définitions (Duret, 2010,[29])

CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur. La CFAO dentaire comprend l'acquisition par empreinte numérique, la modélisation par maquette numérique et l'usinage par procédés soustractifs. En d'autres termes, elle désigne tous les équipements utilisés dans la chaîne numérique allant de l'acquisition à la fabrication des prothèses dentaires.

CAO : Conception Assisté par Ordinateur ou CAD en anglais (Computer Aided Design). La CAO est un ensemble de systèmes informatiques permet la conception et la modélisation.

FAO : Fabrication Assisté par Ordinateur ou CAM en anglais (Computer Aided Manufacturing). Elle comprend l'ensemble de processus de fabrication rendant possible la confection des prothèses.

Les différents types de CFAO

Indirecte : Le praticien réalise une empreinte physico-chimique et l'envoie au prothésiste. Celui-ci se charge de numériser l'empreinte pour l'exploiter en CFAO. Ce procédé ne change pas les habitudes du praticien. L'inconvénient majeur est la perte de précision, liée à l'empreinte du praticien.

Semi-directe : Le praticien réalise lui-même une empreinte optique, le fichier est envoyé au prothésiste qui s'occupera de la conception et de la fabrication de la pièce prothétique.

Directe : L’empreinte optique est réalisée au cabinet, ainsi que la conception et la fabrication de la pièce prothétique.

Tableau 1: Les différents types de CFAO

| CFAO | <u>DIRECTE</u> | <u>SEMI DIRECTE</u> | <u>INDIRECTE</u> |
|-----------|----------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| EMPREINTE | optique | optique | Conventionnelle (empreinte numérisée par le laboratoire) |
| CAO | au cabinet | au laboratoire | au laboratoire |
| FAO | au cabinet | au laboratoire | au laboratoire |

Les systèmes de CFAO ouverts et fermés

Un système CFAO dentaire ouvert donne au fichier, émis par l’appareil numérique, le moyen d’être lu par tous les systèmes numériques présents dans la chaîne CFAO. Il autorise la communication avec n’importe quel outil de CAO et la fabrication directe. Le fichier émis par l’appareil numérique est un fichier STL neutre et universel.

Un système CFAO dentaire fermé ne permet pas la lecture du fichier par d’autres appareils que ceux prédéfinis. Le format numérique du fichier est propre au système intégré, la communication avec d’autres systèmes de CAO étant impossible (figure 2).

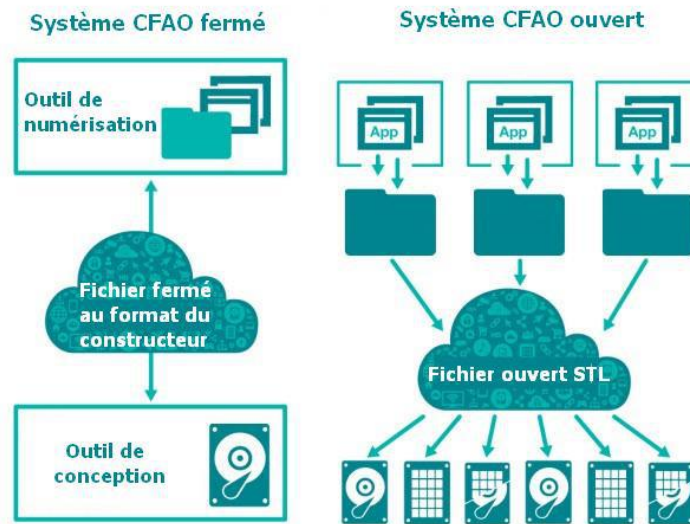


Figure 2: système ouvert et fermé (source : évolutions dentaires, 2014)

Tous les systèmes de CFAO étaient autrefois fermés, mais n’offrant aucune interopérabilité, les constructeurs se sont finalement tournés vers la conception de systèmes ouverts. Alors que certains constructeurs ne fonctionnent qu’en système fermé, d’autres préfèrent laisser le choix de la chaîne de conception à ses utilisateurs.

Exemple : Dans le système de CFAO autonome CEREC® fermé, l’usineuse CEREC MC n’est utilisable qu’avec les caméras et logiciel CEREC. À contrario, dans le système LYRA® ouvert l’usineuse LYRA Mill est utilisable avec différents logiciels et différentes caméras ouvertes. (Trios®Color de 3shape, TDM de 3M Espe, etc...) (évolutions dentaires, 2014,[81])

1.1.3 CFAO directe au cabinet dentaire

L’intérêt pour la CFAO augmente dans des proportions appréciables, en particulier pour les systèmes de CFAO autonome, l’emploi de ces outils impliquant un changement dans le mode de fonctionnement du cabinet, pour le praticien et le patient.

En 2014, une étude, portant sur la CFAO dentaire en région Midi-Pyrénées (Roques, 2014,[64]) montre que 64% des praticiens utilisent la CFAO dans leurs pratiques quotidiennes. Parmi eux, 30% ont recours à la CFAO directe. Ce sondage a également établi que 22% des praticiens souhaiteraient investir dans un outil de CFAO direct.

Description de la chaîne CFAO directe

La chaîne CFAO se compose de plusieurs étapes (Duret, 2009,[30]) :

- 1) étape d'acquisition** : correspond à la numérisation ou l'empreinte optique qui permet de transformer un élément physique en donnée numérique.
- 2) étape de conception** : correspond à la modélisation de la pièce prothétique à partir de l'empreinte optique, à l'aide d'un logiciel spécifique.
- 3) étape d'usinage** : correspond à l'usinage de la pièce prothétique à l'aide d'une machine outils dans un bloc d'usinage préalablement choisi.

1.1.3.1 Modification des habitudes du praticien.

Modification des rendez-vous :

Il est possible de réaliser une restauration prothétique en une seule séance, impliquant une modification de la gestion du temps et des rendez-vous avec le patient.

Exemple la réalisation d'un Inlay est possible en une seule séance, d'autres soins pouvant également être effectués en même temps.

Déroulement de la séance :

1. Anesthésie et pose du champ opératoire
2. Préparation du support dentaire (dépose des anciennes obturations, curetage carieux, mise en forme de la dent)
3. Empreinte (optique)
4. Confection numérique de la future prothèse
5. Usinage (temps pendant lequel il est possible de réaliser d'autres soins)
6. Maquillage
7. Si nécessaire, Cuisson du bloc de céramique (temps pendant lequel il est encore possible de réaliser des soins)
8. essayage et collage de la pièce prothétique.

Pour le praticien, ce gain de temps permet de n'utiliser qu'un seul plateau technique, de libérer des plages horaires avec un traitement en une seule séance et d'accroître la productivité du cabinet.

Pour le patient, ce gain de temps apporte de moindres sensibilités post-opératoires, de ne « subir » qu'une seule anesthésie, moins de rendez-vous et moins de déplacement au cabinet. Dans les zones géographiques où l'accessibilité aux cabinets dentaires est difficile, la séance unique facilite la prise en charge des patients et réduit les coûts de transport. (Binhas, 2010,[5])

Il a été présenté plusieurs organisations du temps de travail (« workflow ») en fonction de la rigueur d'organisation du planning et/ou des conditions de travail. (dental tribune, 2015, [77])

- **Workflow 1 :** la « One Visit Dentistry », il est indispensable d'avoir une rigueur d'organisation et de grouper les actes.

| étape | Quoi faire ? | Qui fait ? | timing |
|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | Mise en route du système + Fiche patient | Assistante ou secrétaire | 5' |
| 2 | Installation du patient | Assistante | 5' |
| 3 | Préparation et prise d'empreinte optique | Dentiste | 10' |
| 4 | Modélisation inlay | Dentiste | 10' |
| 5 | Usinage (préparation) | Assistante | 5' |
| 6 | Soins complémentaires | Dentiste | 20 à 40' |
| 7 | Maquillage/glaçage | Assistante | 25' |
| 8 | Collage | Dentiste | 15' |
| 9 | désinstallation du patient | Assistante | 5' |
| total | | | 80' à 100' |

- **Workflow 2 :** l'organisation du praticien est plus délicate, celui-ci a du mal à grouper les actes sur un seul rendez-vous ; ou bien les conditions de travail n'étant pas réunies, les actes ne peuvent se faire en une seule fois. Deux rendez-vous seront alors nécessaires.

Modification clinique :

Les préparations tissulaires doivent être adaptées aux critères d'exigence de l'empreinte optique, à la conception virtuelle des maquettes et à l'usinage des pièces. D'après une étude les praticiens utilisant la CFAO n'auraient pas eu de difficultés, ni dans l'apprentissage des techniques spécifiques de préparation, ni dans celui de la conception informatisée des restaurations. (Roques, 2014,[64])

Gain de temps par rapport aux techniques « traditionnelles » :

Une étude (Wurbs et coll., 2006,[69]), de 2006, a comparé les temps (cliniques et de laboratoires) ainsi que la qualité pour la fabrication de céramique (en Ivoclar-Vivadent CAD E.max) entre les restaurations issues de la CFAO direct (système CEREC) et celle de laboratoire. Il en est ressorti aucune différence significative dans la durée (et dans la qualité des restaurations) entre les deux méthodes.

Relation praticien-patient

À l'aide cet outil, le cabinet affiche une qualité de haute technologie aux yeux des patients. Cet outil donne une image positive du cabinet et de son praticien, et la preuve d'un investissement permanent de la part du praticien dans l'actualisation de ses connaissances, et dans le perfectionnement de ses techniques.

Ce système permet un échange entre le patient et le praticien au moment de la confection numérique de la prothèse. En effet, en ayant une vue des 2 arcades (partielles le plus souvent), il est possible pour le patient de mieux percevoir le traitement qui lui est prodigué.

Le patient pourra également s'apercevoir que la couronne est usinée au cabinet et même contempler l'usinage si la machine-outil lui est accessible. (Cordellette et Jordan-Combarieu, 2014,[15])

1.1.3.2 Cadre médico-légale des prothèses fabriquées par CFAO directe.

La CFAO directe permet la réalisation de restaurations prothétiques d'usage (céramique, résine ou hybride) au sein du cabinet dentaire. Cette situation permet donc au praticien d'être prescripteur et concepteur. Cette question a été soulevée par un sénateur. En effet celui-ci a mis en avant le fait que le praticien avait un intérêt financier dans cette démarche.

Mais, le ministère de la santé reconnaît au chirurgien-dentiste, le droit à la fabrication de leur prothèse en se soumettant à deux obligations :

- La première est d'avoir le statut de fabricant, décrite par la directive 93/42/CEE. De ce fait, le praticien doit assumer les responsabilités en matière de matériovigilance et de traçabilité (à l'aide d'une fiche de déclaration de conformité).
- La deuxième obligation est de respecter l'avenant n°2 à la Convention en mettant en place le devis-type (article L.1111-3 du code de la santé publique). Le devis doit comporter le prix de vente du dispositif médicale sur-mesure (qui comprend l'achat du dispositif médical au fournisseur majoré d'une partie des charges de structure du cabinet dentaire), le montant des prestations de soins et enfin les charges du cabinet.

Le praticien utilisant la CFAO direct au sein du cabinet est soumis à une obligation de moyens mais également de résultat. En cas de litige, sa responsabilité peut être engagée par le patient au titre de la conception mais à la confection de la restauration prothétique qu'il a prescrite et fabriquée. (Deschaux, 2015,[26])

1.1.4 Limites de la CFAO directe

Limites liées à au système :

Le coût d'un tel système reste élevé : L'appareil vaut environ 100 K€. Cela peut être un frein pour les praticiens nouvellement installés ainsi que pour les petites structures.

Les indications restent limitées : Lors de l'achat d'un système de CFAO direct, les indications restent cantonnées à la restauration unitaire (inlay, onlay, endocouronne, couronne) ou plurale (jusque 5 éléments). Cependant, les empreintes optiques peuvent être réalisées à d'autres fins ainsi pour des infrastructures de bridge de plus grande portée (métal ou zircone), utilisées pour de la CFAO semi-directe.

Les technologies employées sont fragiles et demandent une maintenance régulière.

En effet, ce sont des dispositifs très sophistiqués, le praticien ne pourra pas les réparer lui-même. Les fraises d'usinage sont à changer régulièrement ainsi que les différents liquides contenus. (Lebourhis, 2011,[46])

Limites liées au praticien :

La qualité de la restauration est praticien-dépendant. Le résultat dépend de son expérience, de ses formations. Le praticien doit connaître son système d’empreinte numérique, afin d’éviter les erreurs liées par exemple au poudrage, aux fluides buccaux, ou encore au calibrage de l’appareil. Une courbe d’apprentissage est nécessaire. (Christensen G.-J. , 2008, [13])

Limites liées à la restauration :

Elles correspondent aux limites des restaurations tout céramiques, composites ou hybrides. En effet celles-ci ne sont indiquées que dans le cadre d’une Occlusion d’Intercuspidie Maximale qui ne doit pas présenter peu ou pas de para-fonction (tel que le bruxisme). (Christensen G.-J. , 2008,[14]).

1.2 Présentation du système LYRA

1.2.1 Système LYRA

GACD a présenté en 2013, à L'IDS de Cologne, un système complet pour la CFAO directe, composé d'un système d'empreinte optique (directe ou indirecte), un logiciel de modélisation et d'une usineuse. À l'ADF de 2015, LYRA compte environ 110 clients en France et 80 machines Lyra Mill ont été vendues (dont 11 destinés au Laboratoire de prothèse LyraLab). (Lyra-solutions, 2015, [84]), (dental tribune international, 2013 ,[78]).



Figure 3: publicité LYRA (source :lyra-solution.fr)

1.2.1.1 Les propositions du fabricant Lyra Digital Intuitive Solutions

Pour la numérisation, 3 solutions sont proposées :

- 1) Un scanner d'empreintes en silicone de Dental Wings, qui présente l'avantage de ne pas modifier les habitudes du praticien mais comme principal défaut de conserver le risque d'erreur lors de la prise d'empreinte.



Figure 4: Dental Wings (source : Lyra-solutions.fr)

- 2) Le True Definition Scanner de 3M, une caméra optique « full motion » nécessite une poudre de contraste. Elle se présente sur un chariot et possède un écran tactile pour la saisie des informations.
- 3) Le scanner TRIOS de 3shape, cette caméra « full motion » a la particularité de ne pas nécessiter de poudre de contraste lors de l’empreinte. Elle est disponible sous forme de Kart avec un écran tactile ou d’un POD (caméra seule avec un port USB)

Pour le Design

Le logiciel de modélisation proposé est le logiciel de Design LYRA, qui est en réalité une version simplifiée du logiciel 3Shape Dental Designer. Il permet de modéliser des restaurations unitaires (inlays, onlays, facette et couronne), ainsi que des bridges jusqu’à 3 éléments.

Pour l’usinage

La machine-outil proposée est l’usineuse par fraisage LYRA Mill. Celle-ci a été conçue par GACD. Elle est décrite comme autonome, simple et performante par le constructeur. Cette machine « 4 axes » ne possède qu’un seul moteur où vient se loger une fraise à usage unique qui ne nécessite pas d’outil spécifique pour l’installer. Elle ne nécessite pas non plus d’arrivée d’air ou d’eau.

Tarif et prestation

GACD propose 2 types d'acquisition pour son système de CFAO directe :

Une mise à disposition du système complet, le praticien s'engageant à effectuer 30 restaurations par mois, facturée 99€ par restauration effectuée et de 29€ pour les inlay-cores. Cette formule comprend la formation du praticien, la fraise d'usinage, le bloc d'usinage, le matériel nécessaire pour l'entretien, ainsi que le dépannage et la mise à niveau du matériel.

L'achat de l'ensemble pour 120k€ environ. Dans ce cas, le praticien devra lui-même faire l'achat des fraises d'usinage et du bloc d'usinage.

1.2.1.2 Le système LYRA au service d'Odontologie du CHRU de Nancy

Le service d'odontologie du CHRU de Nancy est rentré dans un protocole d'étude clinique nationale sous la direction des Hôpitaux de Paris qui lui a permis d'obtenir le prêt d'un système de CFAO dentaire autonome, constitué d'une caméra Trios®Color de 3shape sur kart, ainsi d'un logiciel de modélisation LYRA et d'une usineuse Lyra Mill.

Pour les patients, le tarif d'un onlay ou inlay, quelque soit le nombre de faces, réalisé avec les systèmes LYRA au sein du CHRU est de 270€, d'une couronne 430€ et d'une facette 450€ (tableau 2).

Tableau 2: tarif d'inlay; onlay; facette et couronne au sein du CHRU de Nancy

| PROTHESES FIXEES TOUT CERAMIQUE | Cotation CCAM | Base de Remboursement | Montant total |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Couronne céramo-céramique | HBGD036 | 107,5€ | 430€ |
| Inlay céramique 1face | HBMD043 | 19,28€ | 270€ |
| Inlay/onlay 2 face | HBMD046 | 33,44€ | 270€ |
| Inlay/onlay 3 faces | HBMD055 | 40,97€ | 270€ |
| Facette en céramique | HBMD048 | NPC | 450€ |

1.2.2 Caméra optique intra-buccale : le Trios®Color de 3Shape

La caméra intra-buccale permet au praticien d'obtenir, au fauteuil, une image tridimensionnelle d'une ou plusieurs dents grâce à un système optique couplé à un ordinateur.

Cette empreinte doit posséder toutes les informations nécessaires pour réaliser la pièce prothétique. Pour cela elle doit comprendre l'agoniste centré sur la préparation, l'antagoniste ainsi qu'une prise d'empreinte vestibulaire pour la mise en occlusion. (Duret et Péliissier, 2003,[32]), (Brochu, 2009,[7]).

1.2.2.1 Développement récents des systèmes d'empreinte optiques au fauteuil

En 2005 est apparu le système Itéro de chez Cadent, premier système qui ne nécessite pas de poudrage (Powder free). À partir de cette date de nombreux scanners (figure 5) ont vu le jour avec diverses innovations améliorant considérablement l'utilisation des systèmes d'empreinte optique au fauteuil et leur performance. Le « full motion » permet l'enregistrement en continu des arcades dentaires. Le premier système à en être équipé est le Lava-Cos, présenté en 2008 au MIT (Massachusetts Institute of Technology) par Brontes technologies. Dans ce type d'empreinte, le travail se fait à main levée, sans appui, à la différence de la technique par cliché. Si l'enregistrement est incomplet lors du premier passage, un second enregistrement est effectué et vient se combiner avec le premier par superposition.



Figure 5:Évolution récente des systèmes d'empreinte optique (source : Landwerlin, 2015)

En 2013, à l'occasion de l'IDS à Cologne est apparu le rendu numérique en couleur réelle. Notamment dans le Cerec Omnicam de Sirona, le CS3500 de Carestream Dental ou encore dans le Trios® 3shape (dans sa version Cara). Ces systèmes sont ainsi capables d'enregistrer tous types de surfaces intra-buccales sans poudrage et en couleur authentique, reproduisant ainsi fidèlement la situation clinique. La représentation photo-réaliste permet une distinction accrue des limites des préparations par les différences de colorations entre l'émail, la dentine et la muqueuse, ainsi que les matériaux de différentes natures. (Landwerlin, 2016,[43])



Figure 6: Image 3D réalisée avec la dernière version du « Trios 3Shape » en couleur réelle. (source : 3shape.com)

1.2.2.2 Présentation de la caméra.

Scanner TRIOS® Color de 3Shape :



Figure 7:TRIOS Color de 3shape (source : 3shape.com)

Il a été présenté pour la première fois par 3shape au salon internationale d'odontologie à Cologne (IDS) en mars 2011. Cette caméra utilise la technique des « confocales parallèles » qui est développé plus bas, avec un temps de balayage rapide.

Le système « Trios® 3Shape » est distribué en France par Henry Schein, Bnext (associé au laboratoire CrownCeram pour la réalisation des prothèses) et Heraus sous la marque « Cara ». Le « Trios » existe en version couleur ou monochrome. Il se présente en « Cart », « Pod » ou même installable sur tablette numérique fixée à l'unité. (LYRA TM, 2015,[83])

L'interface de communication est accessible à l'aide d'un écran tactile, moins pratique qu'un clavier ou une souris pour pouvoir pointer et plus ou moins agréable à utiliser lors de la saisie des données via le clavier virtuel. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 8:écran du TRIOSColor de 3shape (source : .P. Corne)

En comparaison

Ici, nous présentons trois autres caméras, la True Definition Scanner de 3MTM qui est également proposé par GACD, la CEREC Omnicam qui fait office de référence sur le marché de la CFAO et la caméra du système autonome Planmeca, la Planscan.

True Definition Scanner de 3MTM



Figure 9:True Definition Scanner de 3MTM (source: solutions.3mfrance.fr)

Cette caméra est l'évolution de la Lava COS. La sonde est allégée et l'ergonomie revus pour avoir une prise « stylo ». LYRA propose cette caméra (en plus de la TRIOS® de 3shape).

Tout comme le TRIOS®Color, l'interface de communication se fait via un écran tactile de 21 pouces. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 10: écran de True Definition Scanner de 3MTM (source: solutions.3mfrance.fr)

Sirona CEREC® Omnicam :



Figure 11: CEREC Omnicam (source : sirona.fr)

Sirona est historiquement le fabricant de système autonome avec la marque CEREC® (pour CERAmiq REConstruction à l'origine, mais qui signifie aujourd'hui Chairsides Economical Restoration of Esthetic Ceramics). Le premier modèle « the lemon » a été présenté dans les années 1980. Rapidement, Siemens rachète la licence CEREC puis en 1988, la firme présente le CEREC

mark 1 (destiné à usiner de inlays 1 ou 2 faces). En 1994, le CEREC Mark II fait son apparition et rend l'usinage d'inlay, onlay et facette. En 2000, le CEREC Mark III permet d'usiner des couronnes et son système de CAO est évolutif, c'est à dire que des mis à jour sont possibles. En 2003, le logiciel CEREC 3D peut concevoir des restaurations en 3 dimension. En 2010, le CEREC BlueCam apparaît avec un nouveau logiciel le CEREC biogénérique. Le mode biogénérique permet au logiciel de créer automatiquement une restauration adaptée.

En 2013, La Sirona CEREC® Omnicam est présenté, il a la particularité de ne pas nécessiter de poudrage, de prendre des empreintes en couleur « réel ».

La dernière version du logiciel de CAO est la 4.4. De nombreuses fonctionnalités sont disponibles avec la possibilité de créer des guides chirurgicaux, des piliers implantaires ou encore des couronnes transvissées en méthode direct.

Ici, nous traiterons de la Caméra Sirona CEREC omnicam® et du logiciel CEREC 4.3.

L'interface de communication s'effectue via un clavier étanche (facilement nettoyable) et un trackball. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 12: SIRONA cerc omnicam (source : sirona.fr)

Planmeca Planscan®



Figure 13: Planmeca Planscan (source : planmeca.com)

La caméra Planscan a été développée par le fabricant d'unit et d'imagerie dentaire finlandais Planmeca®. Elle a été présentée à l'IDS de Cologne en 2013. Le fabricant propose tout un système de CFAO autonome pour les cabinets dentaires.

L'interface de communication se fait via un écran tactile installée sur l'unit (figure 14) ou bien il peut être externalisée sur un ordinateur. Dans le cas d'une installation sur l'unit, la caméra est commandée à l'aide de la pédale et la modélisation de la restauration se fait sur un autre ordinateur. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 14: Planmeca Planscan® intégré à l'unit (source : planmeca.com)

1.2.2.3 Technologie d'empreinte optique :

Trios@Color 3shape

Ce système utilise la théorie de la lumière confocale en microscopie, les ingénieurs l'ont nommée « parallèle confocale ».

Description : En optique, pour qu'une image soit nette, l'objet doit être dans le plan focal du système optique. Lorsqu'un objet est épais, il présente un relief important, ou bien lorsqu'il est incliné par rapport à l'objectif, seule une partie de l'objet est nette dans l'image. Plus le grossissement est élevé, plus cette profondeur est faible, ce qui empêche alors d'avoir une image nette sur la totalité d'un objet un peu étendu. En fait, la microscopie à champ large pose un problème pour tous les objets ayant une certaine épaisseur. En effet, la lumière émise par le plan focal, donc nette, est perdue dans la fluorescence émise par les plans adjacents au plan focal, qui par définition sont flous. Pour résoudre ce problème, la surface est éclairée non plus par un faisceau de lumière blanche, mais par un faisceau laser qui balaie la surface en positionnant un sténopé (écran avec un trou de très faible diamètre « pinhole » en anglais) devant le détecteur, dans un plan focal conjugué au plan focal de l'objectif (plans confocaux). De cette manière, seuls les photons provenant du plan focal passent le sténopé et participent à la formation de l'image, d'où le nom confocale. La lumière provenant des plans adjacents (floue) est arrêtée par les bords du trou. Il est ainsi possible d'obtenir une coupe optique nette correspondant uniquement au plan focal. En faisant varier ce plan, on obtient une succession de coupes donnant des informations nettes et précises dans les trois dimensions de l'objet observé. (Le Bourchis, 2011,[46])

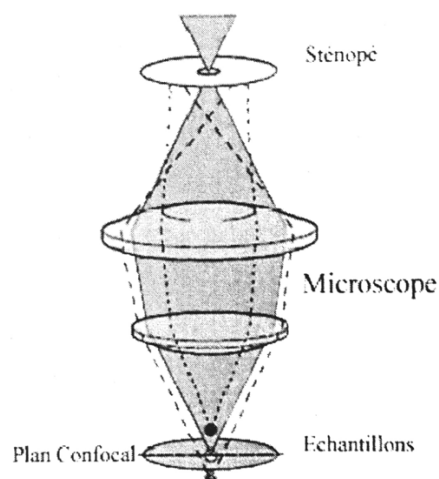


Figure 15: Illustration du système parallèle confocale (source : Le Bourchis, 2011)

La profondeur de champ de la caméra en autofocus est de l'ordre de 6-7 mm et la profondeur maximale de scannage de 17 mm. Elle peut prendre 2000 images/seconde. [(Jouanjean, 2013),]

True Definition Scanner de 3M™

Elle utilise également le système de microscopie confocale parallèle. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

Elle utilise aussi la technologie de microscopie confocale parallèle. (Corne, Vaillant-Corroy, et De march, 2015,[17])

Planmeca Planscan®

Cette caméra a recours au principe de la triangulation. (Planmeca, 2013,[86])

Description : Une trame constituée d'une série de stries parallèles est projetée par la caméra sur le tissu à enregistrer. L'observation de cette trame se fait par un capteur spécifique CCD (Charge-couple Device ou dispositif à transfert de charge) et qui avec la technique d'interférométrie permet de réaliser une empreinte optique dans un délai assez court, compatible avec une utilisation buccale. En d'autres termes, la caméra émet un rayon laser qui possède un certain angle avec la surface de l'objet à enregistrer. L'onde est alors réfléchiée par l'objet selon un certain angle, l'association des deux formant un triangle, calculant ainsi les coordonnées de chaque point mesuré (coordonnées spatiales X,Y,Z). (Le Bourchis, 2011,[46])

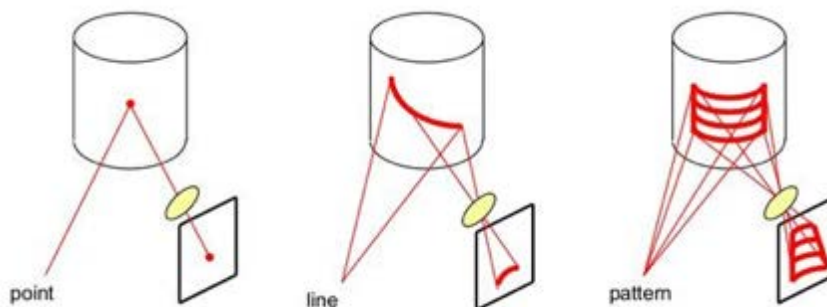


Figure16:Techniques de projection à balayage laser à triangulation (source : Le Bourchis, 2011)

1.2.2.4 Poudrage (ou Powder coating)

Certains dispositifs nécessitent l'application d'une fine couche de poudre mate à la surface des volumes à enregistrer. Le poudrage a l'avantage de rendre les surfaces dentaires totalement

réflectrice aux ondes émises par la caméra. Le « coating » est praticien-dépendant et a le désavantage d'obtenir des surfaces irrégulières et inexploitable s'il est de mauvaise qualité. (Le Bouchis, 2011,[46])

Le dioxyde de titane micronisé a été le premier matériau utilisé pour ces poudres. Sa couleur extrêmement blanche le rend facilement observable, ce qui va le différencier des tissus bucco-dentaires enregistrés. Aujourd'hui, des matériaux de synthèse, de différentes couleurs sont également disponibles.

Trios@Color 3shape

Ce scanner ne nécessite pas de poudrage. Cependant, avant de pouvoir prendre l'empreinte optique, un séchage minutieux est nécessaire. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

True Definition Scanner de 3MTM

Ce système demande l'application d'une fine couche de poudre mate (combinaison de dioxyde de titane, de dihydrate de zinc et de dioxyde de zirconium) à la surface des volumes à enregistrer. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

Caméra Sirona CEREC@ Omnicam

L'utilisation d'un produit de contraste (powder coating) n'est pas nécessaire. Cependant les surfaces devront être parfaitement sèches pour éviter les artefacts et les reflets brillants, qui empêchent la prise d'empreinte.

Planmeca Planscan®

Il n'est pas utile d'appliquer une poudre de contraste. (Planmeca, 2013,[86])

1.2.2.5 Acquisition et maître modèle

Trios@Color 3shape

L'acquisition des tissus dentaires se fait par un flux continu. Le praticien survole alors la zone à enregistrer. L'activation de la caméra est automatique, le logiciel détecte le mouvement et les volumes dentaires à enregistrer. Le logiciel indique en temps réel la fenêtre d'acquisition, les zones qui ont été enregistrées, les zones de manque et une prévisualisation du maître modèle virtuel. La caméra est équipée d'un gyroscope, ainsi le praticien peut faire tourner la prévisualisation du maître modèle virtuel, l'observer sous tous les angles afin d'analyser son empreinte et rechercher les zones de manque.

Le maître modèle est en couleur « réaliste », donnant une meilleure lecture des informations, en particulier la lecture des limites de préparation lorsque celles-ci sont juxta-gingivales. (Corne, De Marche, et Vaillant-Corroy, 2015,[16])

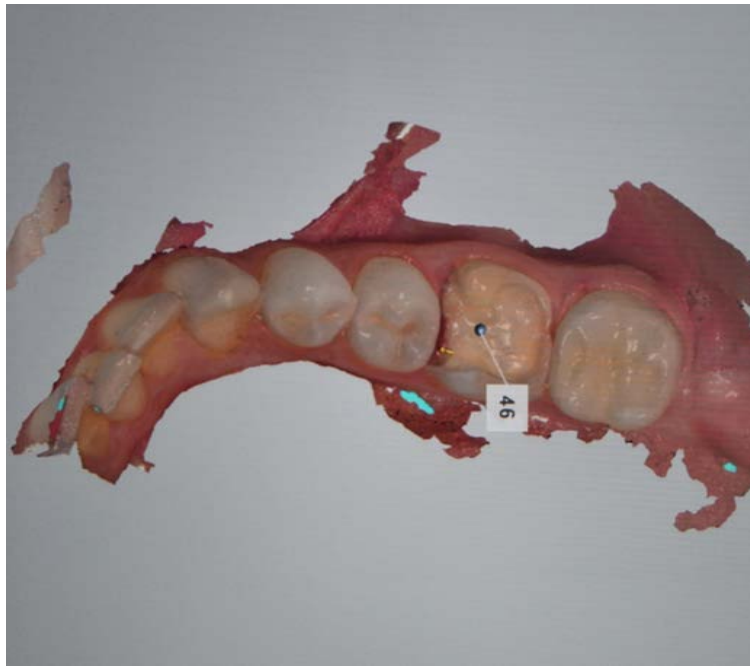


Figure 17: maître modèle du TRIOS@Color de 3shape (source : P. Corne)

True Definition Scanner de 3M™

L'acquisition s'effectue en flux continu par pression sur un bouton situé sur le dos de la caméra. La caméra prend 20 images/seconde. (3M ESPE, 2015,[1])

Un « coating » est nécessaire. De ce fait, le maître modèle est monochrome (Figure 18).

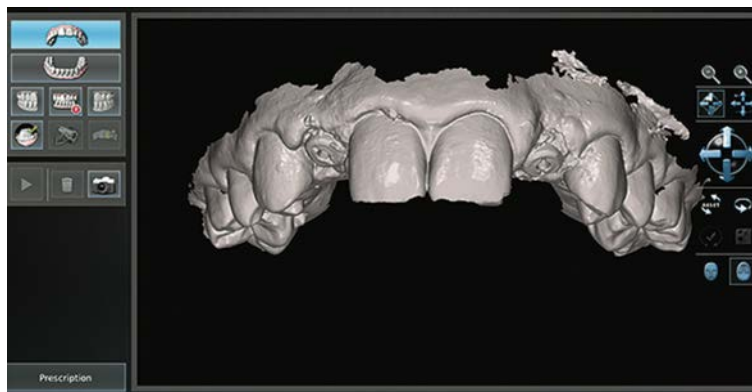


Figure 18: maître modèle du TDS (source : solution.3Mespe.com)

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

L'acquisition s'effectue image par image de manière automatique. Lors de chaque cliché, un signal sonore retenti. Le logiciel effectue une concaténation* des images, ce qui correspond à la mise en bout à bout des clichés réalisés. Les images non exploitables sont rejetées, rejets signalés à l'opérateur par un message écrit en rouge. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

(* désigne l'action de mettre bout à bout au moins deux chaînes)

Le maître modèle est également en couleur « réaliste » (figure 19).

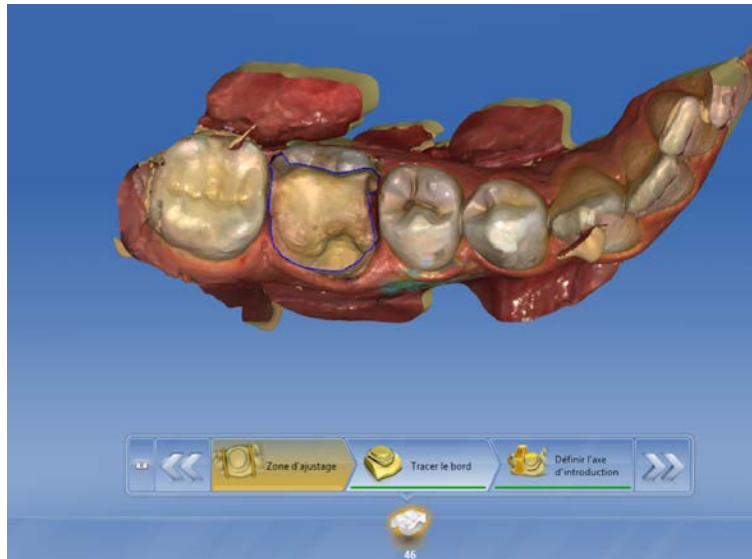


Figure 19: maître modèle du Cerec Omnicam (source : P. Corne)

Planmeca Planscan®

La prise d'empreinte s'effectue en « full motion », soit en l'actionnant sur l'écran de la tablette soit à l'aide de la pédale de l'unit.

Le maître modèle est monochrome (figure 20). (Planmeca, 2013,[86])

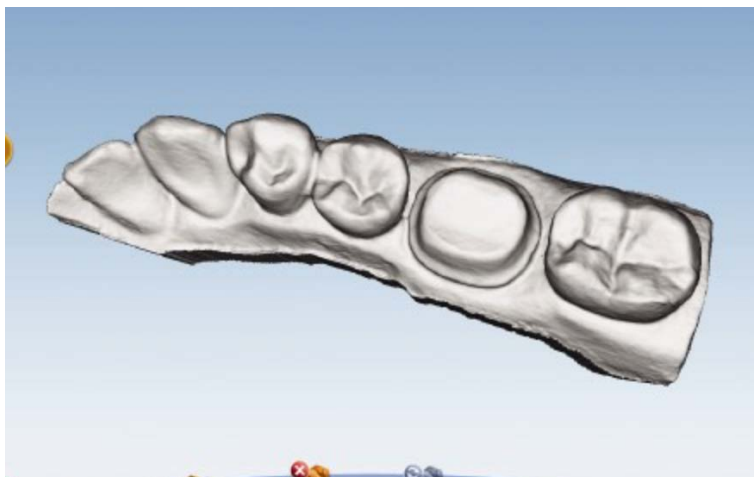


Figure 20: maître modèle du Planscan (source : planmeca.com)

1.2.2.6 Hygiène et ergonomie de la caméra

Trios®Color 3shape

La caméra pèse 738g, elle est une des caméras les plus lourdes du marché. La taille de l'embout intra-buccale a une hauteur de 23mm pour une longueur de 18mm (figure 21). Les embouts autoclavables (Scanner tip) sont détachables. Il est à noter que ces embouts ont un nombre limité de cycles d'autoclave (Cazier & Mousaly, 2013,[12]). Par rapport aux autres systèmes d'empreinte numérique, c'est certainement une des solutions les plus hygiéniques.



Figure 21: embout autoclavable de la caméra 3Shape TRIOSColor (source : 3shape.fr)

La caméra se tient comme un pistolet (figure 22). Les embouts sont orientables selon les arcades enregistrées, maxillaire ou mandibulaire. La caméra se tient par une poignée, mais certaines zones, ainsi les zones inter-proximales supérieures postérieures, nécessiteront une tenue par le corps de la caméra pour mieux l'orienter. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 22: prise "pistolet" de la camera Trios@3shape (source : 3shape.fr)

True Definition Scanner de 3M™

Lors de chaque empreinte, une housse à usage unique est à enfiler sur le bout de la caméra. Cependant, après utilisation les parties en métal seront à nettoyer. L'objectif de la caméra devra alors être minutieusement essuyé pour éliminer toute les traces de produit désinfectant.

La caméra se tient comme un stylo (figure 23). Elle pèse 190g et mesure 25,4 cm de long et l'embout est de petite taille (14,5*21mm) (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 23: prise stylo de la caméra TDM de 3Mespe (source : solution.3Mespe.com)

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

Elle pèse 313g, l'embout intra-buccal mesure 16*16mm. Le nettoyage de la caméra s'effectue à l'aide d'une lingette désinfectante, il faudra alors être minutieux lors de la désinfection mais aussi lors du séchage afin de ne laisser aucune trace qui pourrait altérer la prise d'empreinte.

La caméra se tient comme un stylo ou une turbine (figure 24). (Cazier & Mousaly, 2013,[12])



Figure 24: prise stylo de la caméra SIRONA omnicam (source : sirona.com)

Planmeca Planscan®

Tout comme le Trios®, cette caméra propose des embouts autoclavables en trois tailles différentes. Trois embouts intra-buccaux sont disponibles. L'embout « standard » mesure : 15mm*20mm, le moyen 12,7mm*9,2mm et le petit 12,5mm*11,8mm (figure 25). Les petites tailles permettent un scan plus aisé en postérieur par exemple. (Planmeca, 2013,[86])



Figure 25:3 embouts de taille différente pour la caméra Planmeca PlanSCAN (source : planmeca.com)

Elle se tient également comme un stylo ou une turbine (figure 26). Elle pèse 544g.



Figure 26:capture d'écran de la tenue de la caméra Planmeca PlanSCAN (source : youtube.com)

1.2.2.7 Dispositif antibuée :

La condensation de l'humidité buccale (95 % d'humidité) se traduit par l'apparition de buée sur l'objectif de la caméra rendant l'empreinte optique impossible.

Trios®Color 3shape

La caméra est équipée d'un système interne de réchauffement. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

True Definition Scanner de 3M™

Elle dispose d'un dispositif interne de chauffage (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

Cette caméra possède un dispositif externe qui permet de réchauffer l'embout. (Cazier & Mousaly, 2013,[16])

Planmeca Planscan®

Elle dispose également d'un dispositif externe d'élimination de la buée. (Planmeca, 2013,[86])

1.2.2.8 Calibrage de la caméra

Trios®Color 3shape

Comme pour tout système optique de précision, un calibrage s'avère nécessaire :

La caméra trios contient des éléments optiques en mouvement, un calibrage régulier permet de maintenir un très haut niveau de précision d'empreinte. Son calibrage doit être effectué au moins une fois par semaine. Deux calibrages différents sont nécessaires, un premier pour le scan des objets (environ 1 minutes), un second pour la couleur (environ 3 minutes).

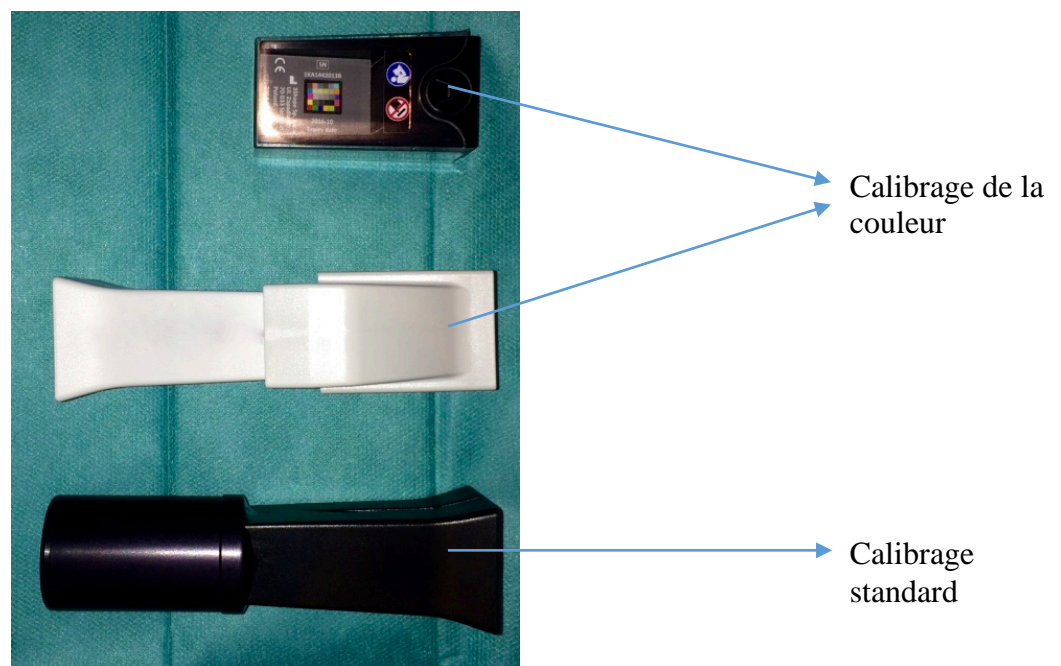


Figure 27: les différents embouts de calibrage (source P. Corne)

True Definition Scanner de 3M™

Cette caméra ne contient pas de pièces mobiles, il faut procéder à son calibrage lorsque la caméra reçoit un choc ou après certaine mise à jour de logicielle. (Cazier & Mousaly, 2013,[12])

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

Le calibrage est à effectuer une fois par an, lorsque l'appareil a subi un choc ou parfois lors de la mise à jour du logiciel.

1.2.2.9 Possibilité thérapeutique

TRIOS®Color de 3shape :

Scan de préparation pour inlay core :

À l'aide de pivots « Scan Posts™ » (de morphologies, de diamètres et de longueurs multiples) il est possible de capturer les profondeurs et les positions de différents canaux radiculaires. Une fois l'empreinte réalisée, celle-ci est envoyée à LYRALab qui s'occupe de la modélisation de l'inlay-core, de sa fabrication puis de son envoie.



Figure 28: scan posts de 3shape (source : 3shape.com)

Pour le moment, la réalisation d'inlay core d'après empreinte optique ne peut se faire qu'avec le système « Trios 3Shape » dans le logiciel « 3Shape Dental Design » mais tendra à se généraliser à d'autres systèmes. (LYRA TM, 2015,[83]).

Prise de couleur

Depuis 2014, il est possible de prendre la couleur des dents à l'aide de la caméra Trios®color de 3shape. Une récente étude a montré que la prise de la couleur avec le trios est aussi fiable que la prise de couleur avec les techniques classique (teintier ou nuancier) ou numériques (ex:VITA Easyshade®). (D'Incau et al. , 2014,[19])

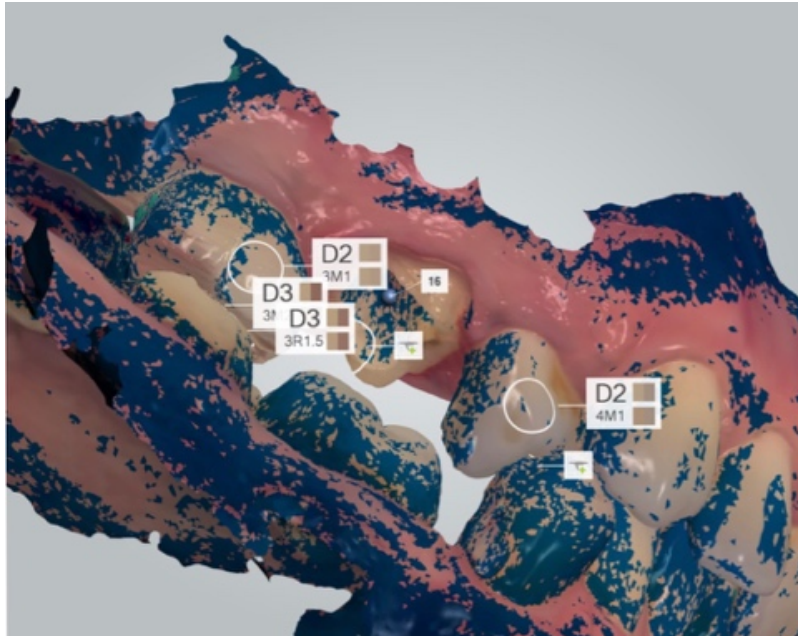


Figure 29: prise de la couleur de la dent avec le dental design de 3shape (source : P.corne)

Caméra Sirona CEREC® Omnicam

Guide implantaire : Il est possible de créer des guides chirurgicaux en méthode direct (Guide CEREC 2) à l'aide du logiciel de modélisation implantaire GALILEOS Implant® (figure 30).

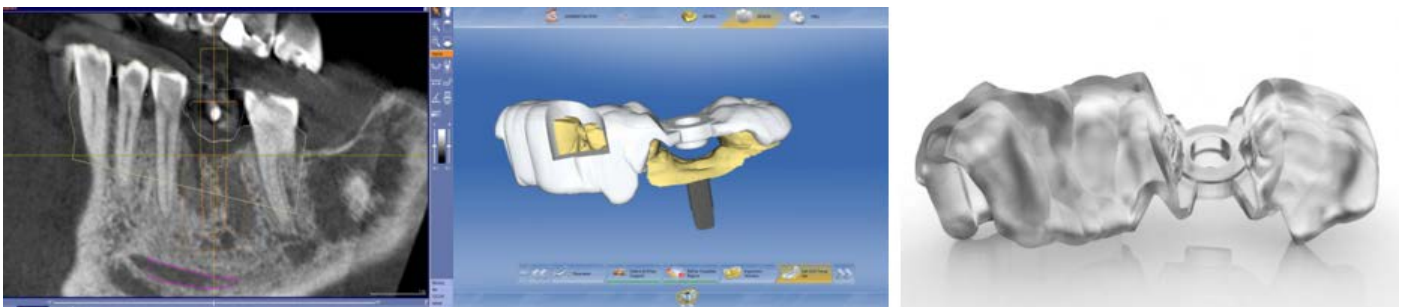


Figure 30: cerc guide 2 (source : sirona.fr)

Smile design :

La fonction Smile design permet de superposer une image 3D du patient (obtenu avec une photo de face) avec la restauration virtuelle réalisée (figure 31). (Sirona, 2015,[88])



Figure 31: fonction smile design (source : sirona.fr)

Pilier implantaire et couronne transvissée :

À l'aide du Scanbody (transfert implantaire) et du ScanPost (capuchon en plastique présentant une forme de pyramide à base triangulaire) (figure 32), il est possible de scanner la position de l'implant le logiciel reconnaitra automatiquement le type et la position d'implant ainsi que sa connection. À partir de là, il est possible de concevoir une couronne transvissée ou un pilier implantaire (figure 33). La restauration est usinée dans un bloc spécifique muni d'un puit central (ex : E-max CAD Abutment). (Sirona, 2015,[88])

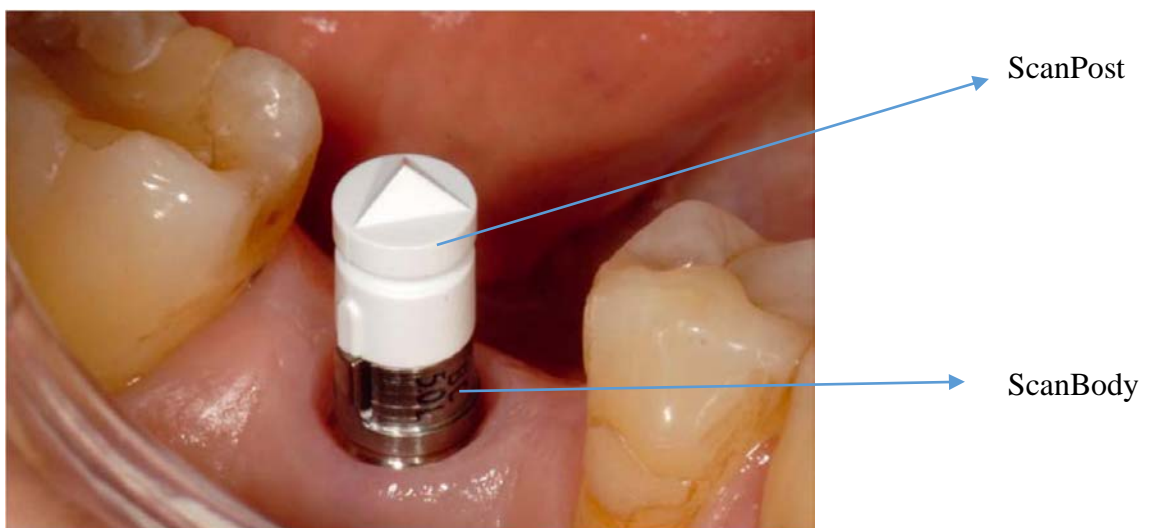


Figure 32: ScanPost et ScanBody mis en bouche (source : dentalaegis.com)

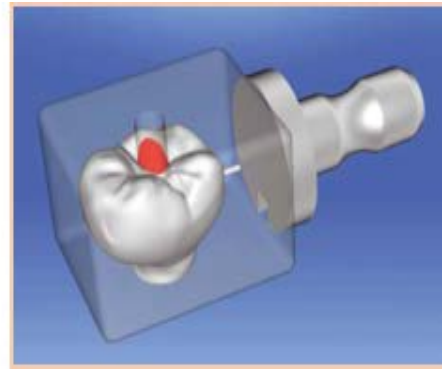
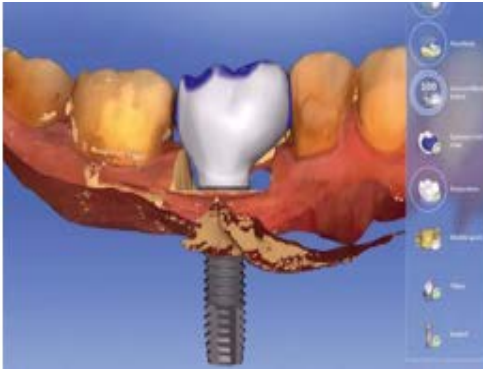


Figure 33:modélisation d'une restauration transvissée (source : sirona.fr)

1.2.2.10 Tableau comparatif

Tableau 3: comparaison de différentes cameras optiques (d'après S. Cazier et C. Moussaly, descriptif des différents systèmes optiques)

| Marque | SIRONA | 3M ESPE | 3shape | 3shape | Planmeca |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Modèle caractéristiques | Omnacam | TDS | TRIOS | TRIOS Color | Planscan |
| technologie | microscopie confocale parallèle | défocalisation | microscopie confocale parallèle | microscopie confocale parallèle | triangulation |
| poudrage | non | oui, léger | non | non | non |
| maître modèle | couleurs réalistes | monochrome blanc | monochrome ocre | Couleurs réalistes | monochrome |
| interface de communication | clavier et trackball | écran tactile | écran tactile | écran tactile | Via un écran tactile, La caméra peut être commander par la pédale de l'unit. |
| poids de la caméra | 313g | 190g | 738g | 738g | 544g |
| Logiciel d'acquisition | CEREC 4.4 | 3M™ Margin Marking Software | Shapedental de 3shape | Shapedental de 3shape | Planmeca PlanCAD® |
| manipulation de la caméra | stylo/turbine | stylo | pistolet | pistolet | Stylo/turbine |
| taille de l'embout intra-buccal (h*L) | 1 seul embout 16H*16L | 1 seul embout 15H*13L | 1 seul embout 23H*18L | 1 seul embout 23H*18L | 3 embouts (taille 1,2,3) taille 2 = normal : 40,5 x 49 x 123 mm |
| hygiène | Désinfection à la lingette | Housse à usage unique | embout amovible, autoclavable, stérilisable | embout amovible, autoclavable, stérilisable | Embout amovible, autoclavable, stérilisable |
| dispositif antibuée | chauffage externe | chauffage interne | chauffage externe | chauffage externe | Chauffage externe |
| calibrage | non nécessaire | non nécessaire | 1 fois par semaine | 1 fois par semaine | N.R. |
| Prise de couleur | non | non | non | oui | non |
| possibilité de CFAO directe | Fermé, SIRONA MC,MCL,MCXL | Ouvert, LYRA Mill (GACD) | Ouvert, LYRA Mill (GACD) | Ouvert, LYRA Mill (GACD) | Ouvert, Planmeca planmill 40 |

1.2.3 Modélisation tridimensionnelle

La modélisation tridimensionnelle regroupe deux phases : la première a pour objectif de modéliser les modèles positifs unitaires (MPU) afin d'obtenir un modèle de travail numérisé virtuel sur l'écran de l'unité informatique à partir des données issues du scannage ; la deuxième phase consiste en la modélisation de la future prothèse: phase de conception assistée par ordinateur (CAO) proprement dite. Il existe un logiciel propre à chaque système de CFAO dentaire. Cependant, de nombreuses fonctionnalités sont communes à ces différents systèmes. Ainsi, le praticien peut visualiser sur l'écran le modèle de travail sous une multitude d'angles ; il dispose également de préformes numériques contenues dans une bibliothèque de dents aux formes standardisées, qui seront positionnées sur les modèles positifs unitaires (MPU) puis déformées pour être adaptées en volumes et aux limites cervicales de ces MPU.

Le logiciel permet, entre autres de créer des connexions pour intermédiaire de bridges ou de choisir l'épaisseur de « die spacer ».

La fin de cette étape aboutit à la maquette numérique de la future prothèse, ses dimensions sont parfaitement contrôlées et calculées par le logiciel de CAO. (Duret, 1983,[28])

1.2.4 Présentation

Le logiciel Lyra, également nommé Desktop 3shape, est une version simplifiée du 3Shape Dental Designer ; il est utilisé dans les laboratoires de prothèses équipés d'un module de CAO. Il a la particularité d'être adapté à la machine LYRA Mill. Cependant, ce logiciel est ouvert, c'est à dire qu'il produit des fichiers STL (SThéréoLithographie) ou NC (Numerical Control) pouvant être utilisé par n'importe quel autre système ouvert. (synergiedentaire, 2015,[90]) (Duminil, 2015, [27])

Il existe d'autres logiciels développés spécifiquement pour la CFAO direct comme le logiciel Cerec ou encore le Planmeca PlanCAD easy.

1.2.4.1 Page d'accueil : recueil des données administratives

Logiciel LYRA

Avant la prise d'empreinte, la création d'une fiche patient (Nom, Prénom, ID patient, date de naissance, commentaire) est nécessaire. Une seconde fiche est à compléter, pour la restauration (le numéro de la dent, le type de restauration, le type de matériaux et enfin la teinte).(Figure 34). (Duminil, 2015,[27])

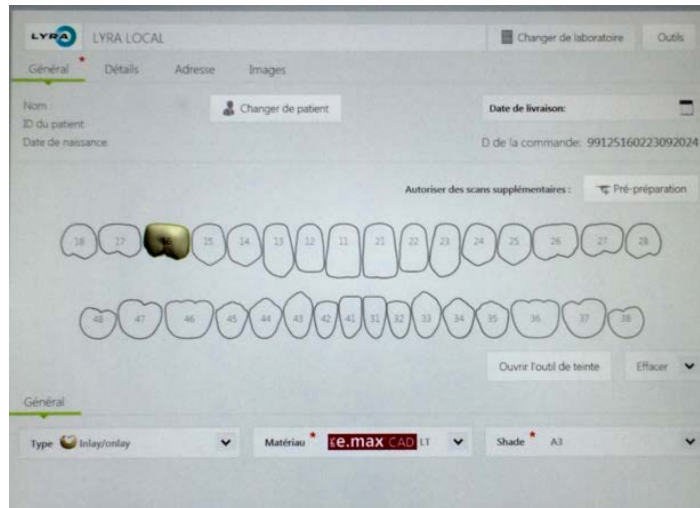


Figure 34: fiche patient du logiciel 3shape dental (source : P. Corne)

Comparaison à d'autre logiciel de CFAO direct :

Logiciel CEREC 4.3 : elle s'effectue à travers 2 fenêtres distincts, la première à l'enregistrement des données relatives aux patients, la deuxième à la restauration (type de restauration, numéro de dent, type de bloc, type de modélisation) (figure 35).



Figure 35: capture écran de la page administration du système CEREC (source P. Corne)

Logiciel Planmeca PlanCAD® easy :

Comme le logiciel Cerec, le recueil des données se fait sur deux fenêtres distinctes, une première pour les données administratives du patient et une seconde pour la restauration (figure 36). (Planmeca, 2015,[86])

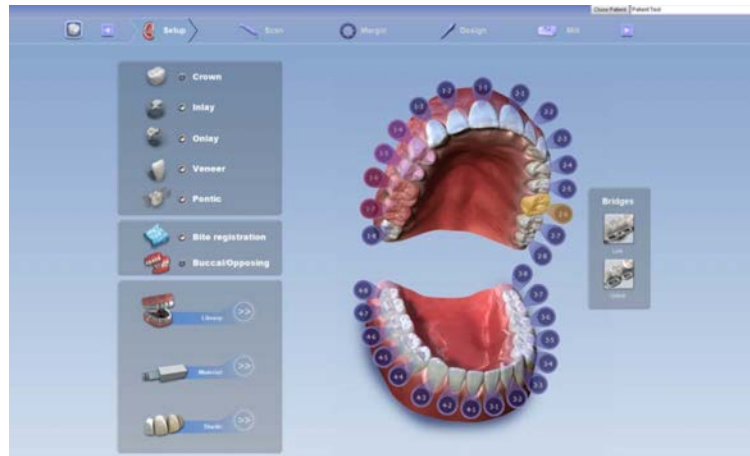


Figure 36: capture écran de la page d'accueil du Planmeca PlanCAD easy (source : planmeca.com)

1.2.4.2 Acquisition des données de l’empreinte

Logiciel LYRA

La numérisation s’effectue en trois étapes, toujours dans le même ordre. Elle commence par l’arcade mandibulaire, continue par l’arcade maxillaire puis finit en vestibulaire avec les deux arcades en OIM. À l’écran s’affiche le scan ainsi que la fenêtre « live » (figure 37).

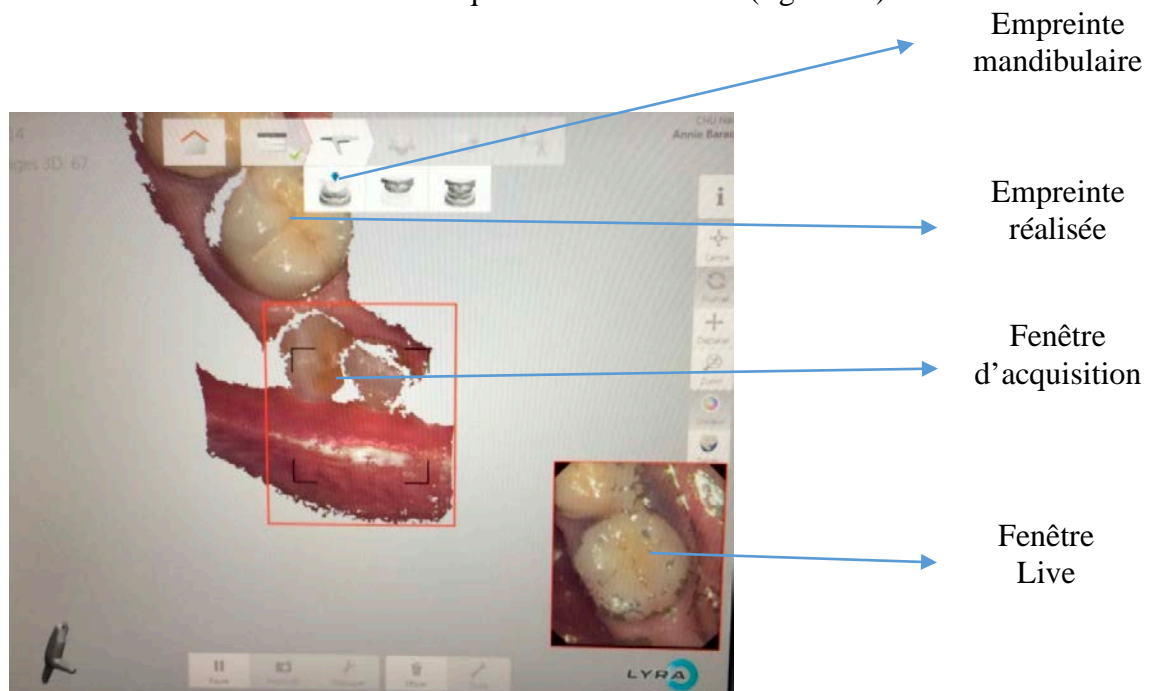


Figure 37: exemple de numérisation de l’hémi-arcade mandibulaire (source : P. Corne)

Comparaison à d'autre logiciel de CFAO direct :

Logiciel CEREC 4.3 :

Une fois sur l'onglet « empreinte », il apparaît une image « live » (comme sur la Trios®color) permettant de s'orienter dans la bouche du patient. L'acquisition des données démarre à partir du moment où la caméra est tenue au-dessus d'une dent ou de la gencive (la caméra n'est pas posée directement sur les dents ou la gencive). Un modèle tridimensionnel en couleur est généré automatiquement à l'écran pendant l'acquisition des données. Le scan commence par un balayage occlusal, puis par un balayage buccal, lingual et pour finir, par des surfaces proximales (figure 38). (Sirona, 2015,[88])



Figure 38: Capture d'écran lors de l'empreinte du Cerec Omnicam (source : youtube.fr)

Logiciel Planmeca PlanCAD® easy :

Le lancement du scan démarre soit en cliquant sur l'icône « scan » située dans la bande en haut de l'écran, soit en actionnant la pédale de l'unit. Le positionnement du scanner s'effectue le long de l'axe mésio-distal avec l'embout du scanner pointant vers l'axe distal, l'axe suivant la courbe de l'arcade. Un appui sur l'embout du scanner pendant le scannage permet d'obtenir la bonne profondeur focale (figure 39). (Planmeca, 2015,[86])

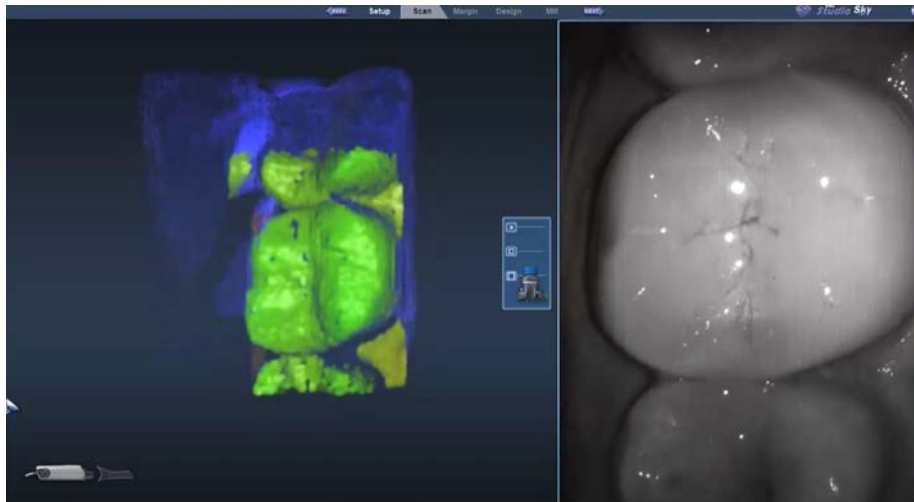


Figure 39: capture d'écran lors de l'empreinte du PlanMeca PlanCAD easy (source : planmeca)

1.2.4.3 Mise en occlusion des modèles

Logiciel LYRA

L'enregistrement de l'occlusion se fait par un scannage des faces vestibulaires des arcades maxillaires et mandibulaires en occlusion d'intercuspidie maximale. Cette acquisition permet au logiciel de reconnaître les deux arcades et ainsi de repositionner automatiquement les empreintes précédentes (figure 40). Il est conseillé de réaliser deux scans de mordure à gauche et à droite. Cela induit également que les empreintes préalables doivent au minimum englober la canine voire la première prémolaire de l'hémi-arcade controlatérale. [(Duminil, 2015,[27])]



Figure 40: occlusion automatique sur le logiciel 3shape dental (source : Duminil, 2015)

Logiciel CEREC 4.3 :

Après numérisation vestibulaire des deux arcades en OIM, un remplacement manuel est nécessaire (figure 41).

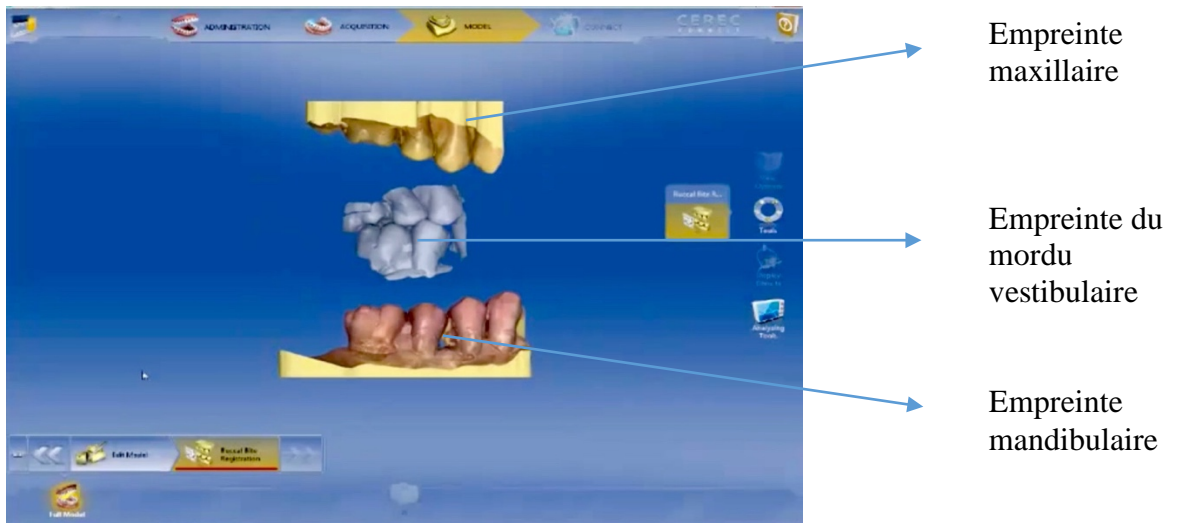


Figure 41: capture écran de la mise en occlusion des modèles (source : youtube.fr)

Logiciel Planmeca PlanCAD® easy :

Les arcades agoniste et antagoniste s'alignent automatiquement. Lorsque l'alignement est réussi, un point vert apparaît en haut à droite (figure 42). Il est également possible de les aligner manuellement. (Planmeca, 2015,[86])

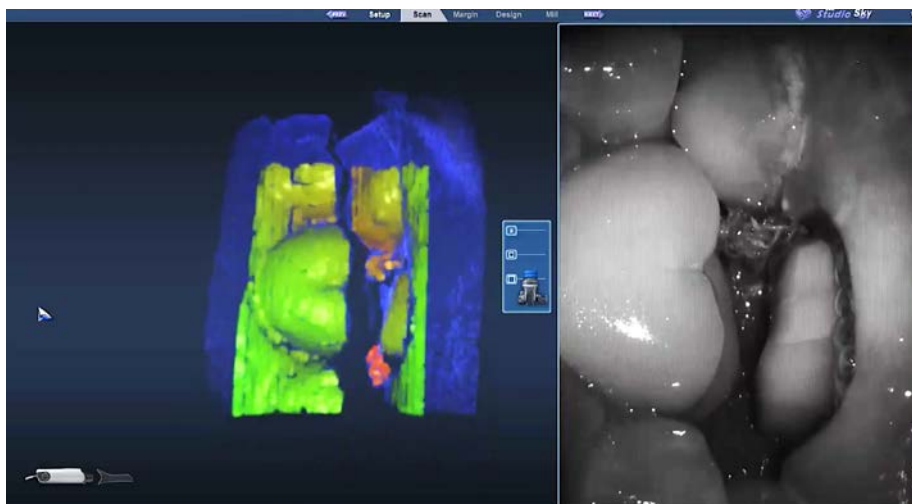


Figure 42: empreinte du mordu vestibulaire avec mise automatique en occlusion des arcades (source : planmeca)

1.2.5 Modélisation de la restauration :

Logiciel LYRA

Une fois l'étape d'acquisition terminée, la phase de modélisation de la restauration peut commencer. Avec le système LYRA, elle s'effectue sur un autre ordinateur.

La phase de modélisation de la restauration se présente en plusieurs étapes : définition de la ligne cervicale, l'axe d'insertion, la conception de l'anatomie, le placement de la restauration dans le bloc virtuel et enfin la création d'un fichier STL. (Duminil, 2015,[27])

Vérification des épaisseurs de préparation :

Cet outil permet une visualisation de l'épaisseur de la future restauration. Et ainsi de pouvoir effectuer des retouches sur la préparation si cette épaisseur est insuffisante. Sur la figure 42, les zones en rouge sont en contact avec l'arcade antagoniste tandis que les zones en vert ont une distance de 2mm. Les zones non colorées ont une distance supérieure à 2mm. Au niveau de la 46, nous observons aucun marquage, cela signifie que la future restauration aura une épaisseur supérieure à 2mm.

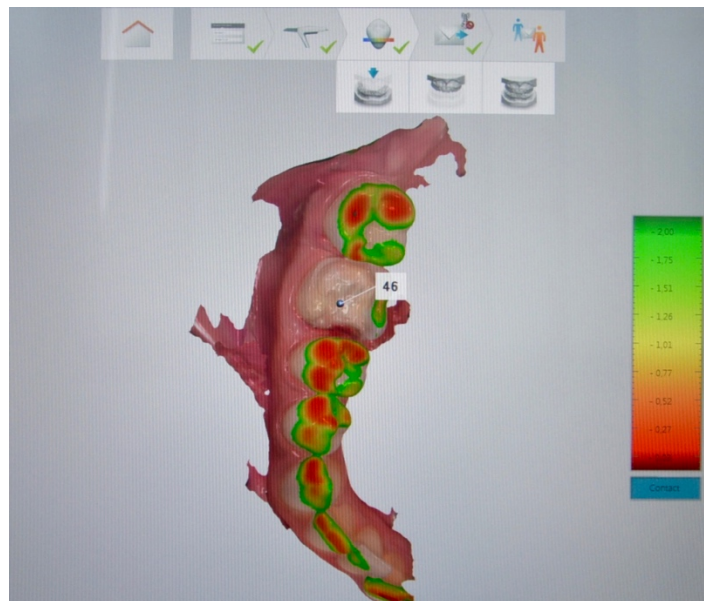


Figure 42 : vérification des épaisseurs de préparation (source : Dr P. Corne)

Limite de la préparation

La définition de la limite de la préparation est la première étape (appelé « ligne cervicale » dans le software). Elle consiste à placer les limites de la préparation (figure 43 et 44). Elle est réalisée à l'aide d'un pointeur. Il est possible de modifier le modèle, de passer en mode monochrome ou de jouer sur l'orientation et le grossissement (figure 43).

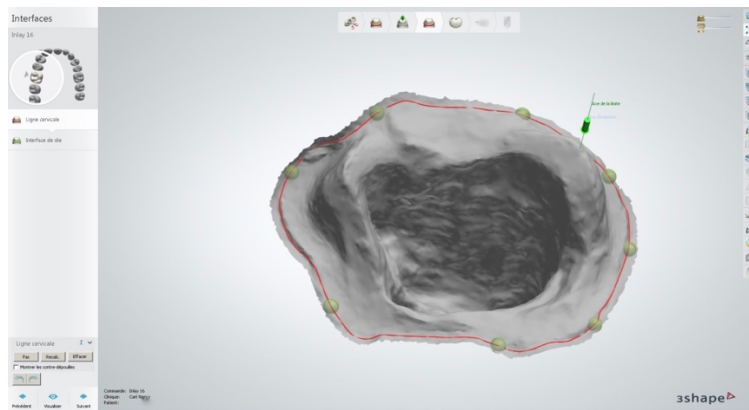


Figure 43: limite de préparation cervicale (source: Dr P. Corne)

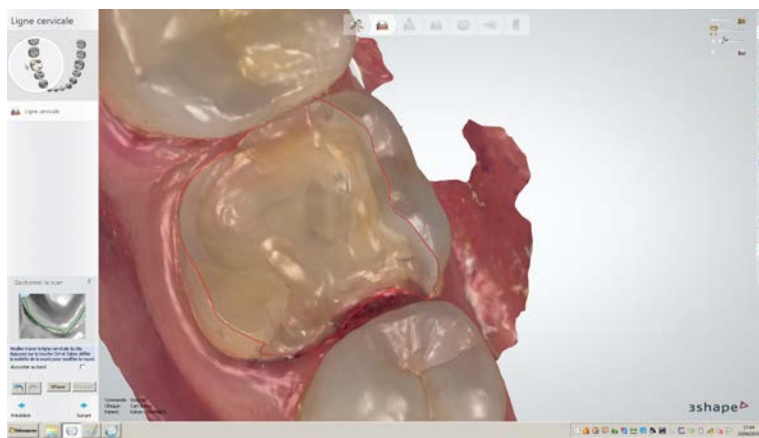


Figure 44: limite de préparation cervical (source : Dr P. Corne)

Axe d'insertion de la préparation

Cette étape correspond à la définition de l'axe d'insertion de la préparation. À l'aide du pointeur, on modifie l'axe d'insertion en mettant en évidence les zones de contre-déouille en fonction de l'axe choisi (figure 45).

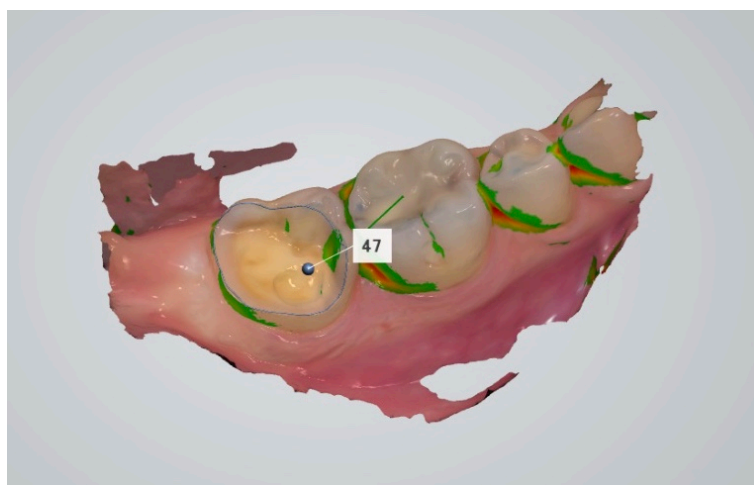


Figure 45: définition de l'axe d'insertion (source : P. Corne)

Conception de l'anatomie

Elle est mise en œuvre à l'aide de l'onglet « Smile composer ». Elle commence en choisissant dans la bibliothèque, la forme de la dent la plus proche avec celles adjacentes. Il faut ensuite la positionner au mieux (dans l'axe longitudinale, transversale et axiale) à l'aide des boules rouges. Un affinage de la forme est nécessaire (profil d'émergence, crête marginale, hauteurs des cuspides, profondeur des sillons). Elle s'effectue à l'aide des boules vertes et de différents outils disponibles dans l'onglet « sculpter » (figure 46)

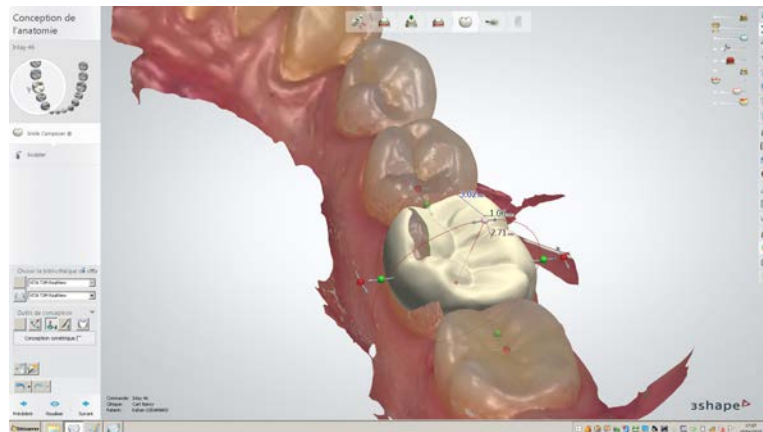


Figure 46: restauration modéliser par le logiciel (source P. Corne)

Réglage des points de contacts

Le réglage des points de contacts proximaux s'élabore en augmentant la transparence du modèle, on peut alors mettre en évidence les points de contact (ronds rouges). La modification de leurs intensités et leurs positions s'effectue à l'aide des différents outils. Les points de contacts occlusaux se modifient de la même façon (figure 47).

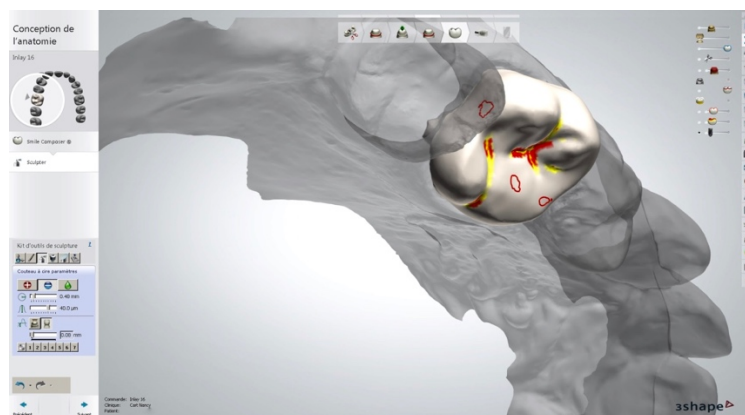


Figure 47: conception de l'anatomie de la restauration (source: P. Corne)

Réglage de l'occlusion dynamique

Le réglage de l'occlusion en statique et dynamique (latéralité et propulsion), il existe dans ce logiciel un articulateur virtuel (figure 48).



Figure 48: articulateur virtuel (source :Duminil, 2015)

En bleu apparaissent les contacts de latéralité (figure 49).

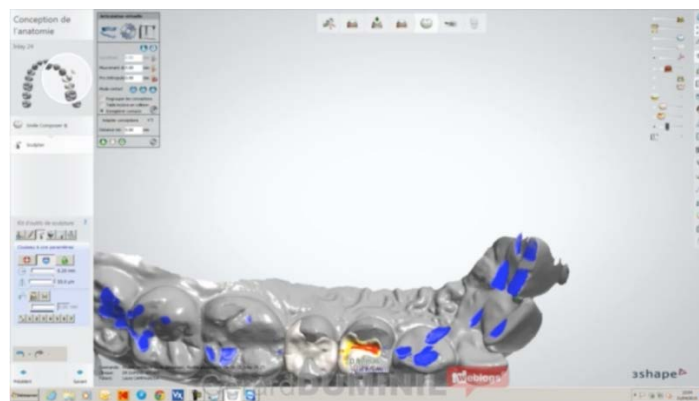


Figure 49:modélisation des points de contact (source :Duminil, 2015)

Placer dans le bloc

Une fois la modélisation de la restauration effectuée, le logiciel conseille de régler la position de la future pièce prothétique dans le bloc d'usinage virtuel (appeler « Placer dans le bloc » dans le logiciel). Cette étape a pour but de placer la tige d'usinage et de vérifier le volume du bloc choisi. Le fichier STL (Stéréolithographie) est ainsi créé.

Enfin, le logiciel calcule un « trajet d'outil réalisé » qui permettra à la machine-outil d'usiner la pièce prothétique. Un fichier N.C (Numerical control) est alors créé.

Logiciel CEREC 4.3 :

Le logiciel Cerec a la particularité de présenter un mode de reconstitution de la morphologie dentaire « biogénérique », à savoir la modélisation automatique de la restauration en fonction des dents adjacentes et des dents antagonistes. (Sirona, 2015,[88])

La modélisation d'une restauration s'effectue en 3 étapes :

Préparation du modèle :

Cette étape commence par la définition de l'axe du modèle (figure 50), la position du modèle s'effectuant dans les 3 plans de l'espace.

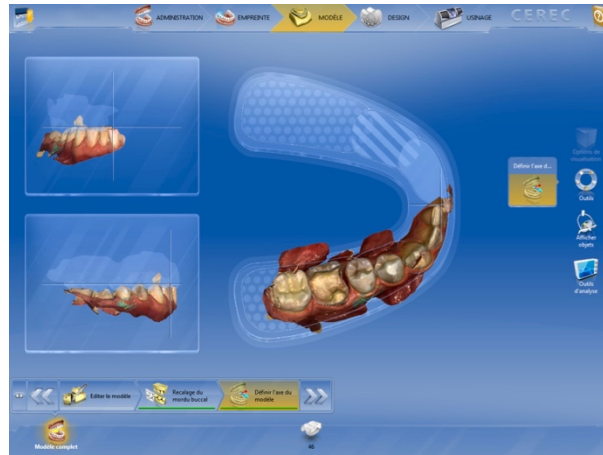


Figure 50: définition de l'axe des modèles (source : P. Corne)

L'étape suivante est la définition de la limite des bords de la préparation. Il existe une détection automatique des arêtes, à privilégier lorsque les limites supra-gingivales sont bien définies. Le mode « traçage manuel » est conseillé pour les parties juxta ou infra gingivales de la préparation, lorsque le bord n'est pas suffisamment net pour permettre un tracé automatique exact.



Figure 51: capture d'écran lors de la validation de la limite cervicale (source: P. Corne)

La définition de l'axe d'insertion (figure 51) de la restauration est une étape importante pour l'élaboration de la proposition de la restauration prothétique et de l'usinage de la pièce prothétique. En effet, la future prothèse doit pouvoir s'insérer correctement, avec le minimum de contre-dépouille. Les zones de contre-dépouille apparaissent en jaune.

Design de la restauration :

Le mode « biogénérique individuelle » modélise automatiquement une restauration adéquate. Il existe d'autres modes de conception : la « biocopie » (qui modélise une dent identique à la précédente mais qui nécessite une empreinte optique préopératoire) ou la « copie biogénérique » (qui copie la forme de la dent controlatérale).

Dans tout les cas, la restauration obtenue peut-être modifié à l'aide des différents outils disponibles : « Forme » : ajoute ou d'enlève de la matière mais aussi lisse l'état de surface. « Déplacer/tourner » déplace la restauration dans les 3 sens de l'espace et effectue des rotations. « Shape » modifie la morphologie de la dent (figure 52).

Lors d'une restauration prothétique aberrante, l'outil « recalculer » permet d'avoir une nouvelle proposition.

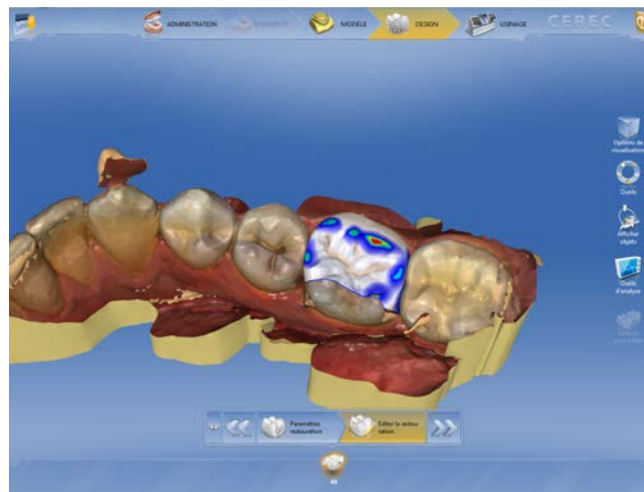


Figure 52::capture d'écran lors de la conception de la restauration (source: P. Corne)

Préparation pour usinage.

Cette étape donne le moyen de choisir l'unité d'usinage, les caractéristiques de l'usinage, la taille du bloc et de placer la tige d'usinage. Cette dernière doit se trouver sur une face externe sans contact proximal (figure 53).

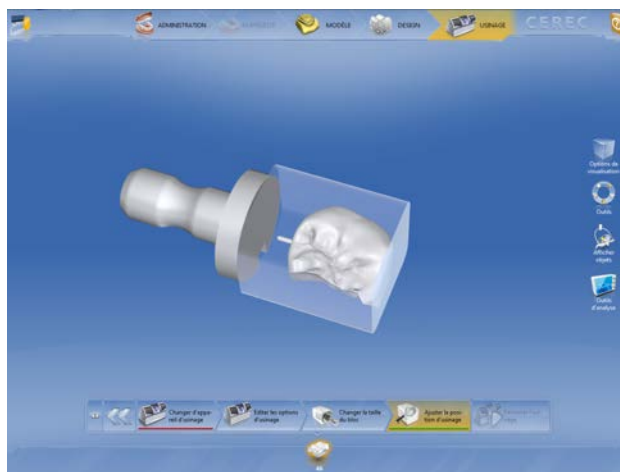


Figure 53: capture d'écran de la fenêtre usinage (source: P. Corne)

Logiciel Planmeca PlanCAD® easy :

De la même manière, la modélisation de la restauration s'effectue en 3 modules successifs. Nommés dans le logiciel « **Margin** » pour la préparation du modèle (axe du modèle ; limite cervicale) (figure 54), « **Design** » avec « autogenesis » pour l'automatisation de la proposition une proposition. Il est toutefois possible de changer le type grâce à la bibliothèque et des outils en bas de l'écran permettent de changer la forme (figure 55). Pour finir, le module « **Mill** » permet de placer la tige d'usinage (figure 56).



Figure 54::capture d'écran lors de la validation de la limite cervicale (source : planmeca)

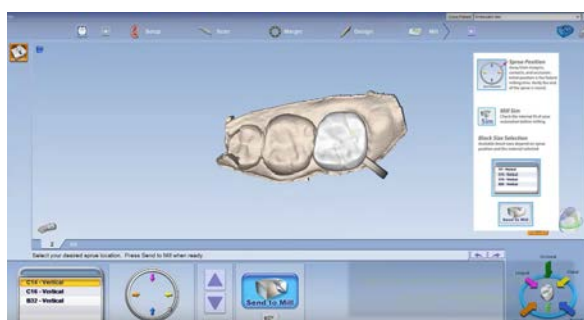


Figure 55::capture d'écran de la modélisation de la restauration (source : planmeca)

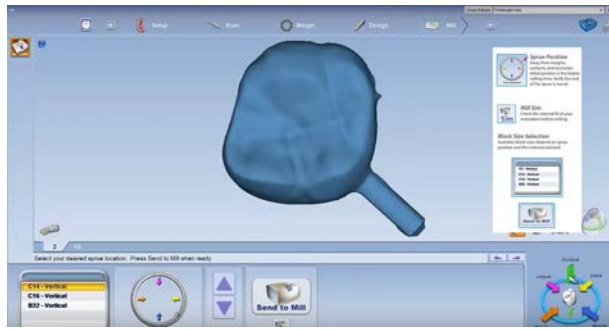


Figure 56: capture d'écran de la restauration terminée avec sa tige d'usinage(source : planmeca)

1.2.6 Machine-outil

1.2.6.1 Usinage dans la CFAO directe

La Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) constitue la phase ultime de la création d'une pièce prothétique par une méthode de CFAO, quelle qu'elle soit. Afin d'usiner ces restaurations modélisées via le logiciel de CAO, il faut faire appel à des machines-outils adaptées. Ces machines-outils se sont considérablement miniaturisées, en passant du domaine général industriel au domaine de la chirurgie dentaire. L'usinage est une technique de fabrication de pièces mécaniques. Le principe des machines-outils par soustraction est d'enlever de la matière pour donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues. Par ce fait, on obtient des pièces d'une grande précision. En CFAO direct dentaire, les usinages sont réalisés à l'aide de fraiseuses.

La fraise et le bloc à usiner sont montés sur des glissières et peuvent se déplacer en suivant des coordonnées X, Y et Z (X correspondant à un axe latéral droit gauche, Y correspondant à un axe d'avant en arrière et Z correspondant à un axe haut-bas,). Une machine-outil possédant ces axes correspond à une machine-outil trois axes.

On peut y ajouter des axes de rotation nommé A, B et C qui sont respectivement axé sur X, Y et Z. Il existe ainsi des machines fonctionnant avec trois, quatre ou cinq axes :

Trois axes : elles sont suffisantes pour usiner couronne, chape, et bridge.

Quatre axes : elles permettent usiner des piliers.

Cinq axes : elles sont utilisées pour usiner des suprastructures complexes, telles des barres à direction divergentes, et pour l'usinage en simultané d'une série de piliers (figure 57). (CNIFPD-UNPPD, 2009,[75])



Figure 57: exemple de mouvement sur 5 axes sur la machine Everest de Kavo (source : CNIFPD-UNPPD, 2009)

1.2.6.2 Présentation

Machine outil : LYRA Mill



Figure 58: exemple de présentation de la machine-outil LYRA Mill (source : Lyra-solution.fr)

Développée à Paris et assemblée à Toulouse, cette usineuse 4 axes a été présentée en 2013 par GACD. C'est un système ouvert, mais son utilisation est optimisée avec le logiciel 3shape dental. Elle peut être utilisée dans les cabinets dentaires et les laboratoires de prothèses.

L'usineuse a une largeur de 45cm, une profondeur de 47cm et une hauteur de 59 cm et pèse 56Kg. Son envergure permet de lui trouver un emplacement facilement (figure 58).

Lors de l'usinage, le volume sonore se situe entre 65 et 70 dB correspondant au niveau sonore d'une machine à laver. (Lyra recherche et développement, 2015,[49])

Elle est équipée de deux ports USB et d'un port Ethernet. Le transfert du fichier d'usinage peut être effectué en connectant une clé USB (figure 59) ou réalisé par un module wifi connecté sur le port Ethernet.

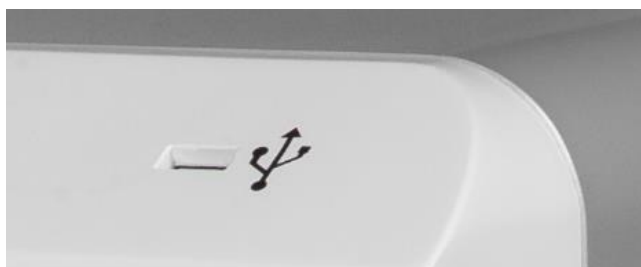


Figure 59: port USB en façade de la machine LYRA Mill (source : lyra-solution.fr)

Un écran interactif se situant en haut à droite de l'usineuse (figure 60), permet de sélectionner le fichier d'usinage ; il indique également l'évolution de l'usinage.



Figure 60: interface interactive de la machine LYRA Mill (source : lyra-solution.fr)

Lors de la préparation de l'appareil, aucun outil n'est nécessaire. Le bloc et la fraise d'usinage se serrent automatiquement grâce un système pneumatique à bille (figure 61).



Figure 61: fraise d'usinage et bloc d'usinage en place (source : lyra-solution.fr)

CEREC MC MCX et MCXL

Ces machines-outils ont un design et un encombrement identiques mais présentent des caractéristiques différentes. Ces usineuses appartiennent à un système fermé. Les usineuses MC et MC X possèdent deux moteurs et quatre axes de fraisage, elles sont développées spécifiquement pour les cabinets dentaires. La MCXL possède cinq axes et quatre moteurs de fraisage, elle est développée pour les laboratoires mais est exploitable dans les cabinets dentaires.

Par rapport à l'usineuse LYRA Mill, les usineuses CEREC sont plus larges (70cm), moins hautes (42cm) et moins profondes (42,5cm), un poids plus faible de 43 kg (figure 62).



Figure 62: Sirona CEREC MC X (source : sirona.fr)

Dans cette partie, nous développerons uniquement les caractéristiques de la Cerec MCX.

Elle est équipée uniquement de port Ethernet impliquant d'utiliser un module wifi pour les utiliser.

En façade, tout comme la Lyra Mill, elle est équipée d'écran interactif. La mise en place du bloc et des fraises se fait avec l'aide d'outils spécifique. (Sirona, 2015,[89])

Planmeca Planmill® 40

Planmeca propose deux usineuses, une cinq axes destinée au laboratoire (Planmeca planmill®50) et une quatre axes pour les cabinets dentaires (Planmeca Planmill®40). La Planmeca Planmill®40 est un système ouvert mais son utilisation est optimisée avec le logiciel PlanCAD®. Par rapport à la LYRA Mill, elle est plus volumineuse (67,6*49,9*60,5) et beaucoup plus lourde : 100kg (figure 63).

La Planmeca planmill® 40 est également équipée de port Ethernet impliquant également d'utiliser un module wifi pour les utiliser.

En façade, tout comme la Lyra Mill, elle est équipée d'un écran interactif mais qui est tactile. La mise en place du bloc et des fraises se fait avec l'aide d'outils spécifiques. (Planmeca, 2015, [85])



Figure 63: Planmeca PlanMill 40 (source : planmeca.com)

1.2.6.3 Nombre d'axes et type de restaurations

Machine outil : LYRA Mill

Elle est capable d'usiner une pièce selon quatre, suffisant pour usiner des restaurations de type : bridges (jusque 3 éléments), Inlay/onlay, couronne et facette.

Les temps d'usinage fournis par le constructeur sont variables en fonction du type de restauration, de sa forme et la matière du bloc (Lyra recherche et développement, 2014,[49]):

- Inlay/onlay : 10-12 minutes
- Couronne et facette : 12-18 minutes
- Bridge de 3 éléments : 35-50 minutes.

CEREC MCX

Elle peut usiner tous types de bloc de moins de 40mm. Le nombre maximal d'éléments usinables est de quatre.

Les temps d'usinage fournis par le constructeur sont plus faibles par rapport à l'usineuse LYRA Mill (Sirona, 2015,[82]):

- Inlay/onlay : 5 à 7 minutes
- Couronne : 10-12 minutes
- Endocouronnes : 8-10 minutes.

Planmeca Planmill 40

Il existe deux modes d'usinage : le mode « standard » plutôt à réserver aux couronnes, l'usinage variant entre 8 et 15 minutes en fonction du type de bloc et de l'anatomie de la restauration. Le mode « detail » plutôt à réserver aux Onlays/Inlays, facettes. Ce mode utilise des fraises plus fine, permettant une meilleure finition des restaurations. L'usinage varie alors de 20 à 25 minutes. (Planmeca, 2015,[85])

1.2.6.4 Motorisation

Machine outil : LYRA Mill

Elle ne possède qu'une seule fraise équipée d'un moteur électrique tournant à 60 000 tours/minute. La fraise se change avant chaque usinage. Elle a une pièce hémisphérique et sa pointe mesure 1,0 mm. (Conical bur $\varnothing 1$ mm, figure 64, 65 et 66), cela impliquant des préparations tissulaires spécifiques (chapitre 1.2.6.8). Il n'existe qu'un seul type de fraise d'usinage LYRA. Ce qui simplifie l'utilisation de la machine-outil et offre une meilleure reproductibilité des pièces prothétiques.

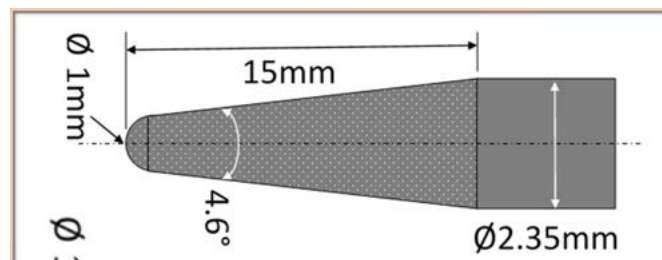


Figure 64: représentation schématique de de la fraise conical bur de LYRA (source : Lebon, 2015)



Figure 65: photographie de la fraise conical bur



Figure 66: pack de 5 fraises d'usinage LYRA

CEREC MCX :

Elle est équipée de deux fraises d'usinage, l'une pour usiner l'intrados (step bur 12S), l'autre pour l'extrados (Cyl. Pointed 12S). Ces deux moteurs peuvent tourner jusque 42000 tour/min. Les fraises ne sont pas à usage unique (figure 67). (Sirona, 2015, [89])

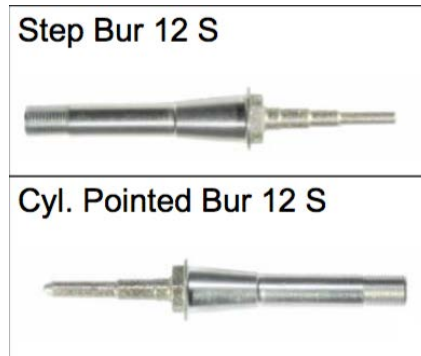


Figure 67: fraises d'usinage de la MC X (source : sirona)

Planmeca Planmill® 40

La Planmeca planmill®40 est équipée de deux jeux de trois fraises (figure 68). Une fraise pour l'intrados à bout plat, deux pour l'extrados à bout conique dont une fine pour les finitions. Les fraises ne sont pas à usage unique. (Planmeca, 2015, [85])

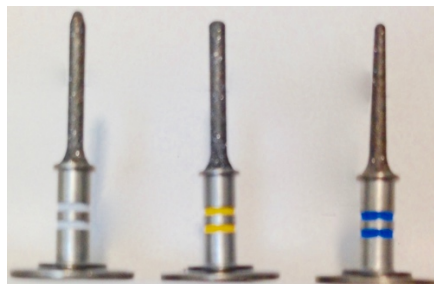


Figure 68: 3 fraises du système Planmeca Planmill40® (source : planmeca)

1.2.6.5 Matériaux usinables

Machine outil : LYRA Mill

Elle a la capacité d'usiner des blocs équipés d'un mandrin universel (figure 69) de marque Ivoclar-Vivadent, Vita et 3M Espe (Lyra recherche et développement, 2015,[49]).

Elle peut usiner :

Les blocs céramiques :

- **Feldspathiques** (ex : Vita blocs Mark II, Vita blocs Triluxe, Vita blocs Triluxe forte, Vita blocs realife, Sirona Cerec PC) : Elles sont constituées d'une matrice vitreuse en feldspath

naturel ou de synthèse, et de cristaux, en général de la leucite. Elles ont l'avantage d'être esthétiques, cependant leurs propriétés biomécaniques sont peu élevées. Leur résistance à l'abrasion est semblable à celle de l'émail, ce qui a pour effet une plus faible usure des dents antagonistes. Leur résistance à la flexion varie entre 120 et 150 MPa. Elles peuvent être usinées pour des inlay/onlay, des facettes ou des couronnes unitaires. (Fron Chabouis, Prot, Attal, 2014, [50])

- **Enrichie en leucite** (ex : Empress CAD D'Ivoclar-Vivadent), Elles sont majoritairement composées de silice, d'alumine et de différents oxydes, opacifiant et colorant. La phase majoritaire est la leucite. Elles présentent des propriétés optiques similaires au céramique feldspathique mais ont des propriétés mécaniques supérieures. Après usinage, un traitement thermique est nécessaire. Les vitrocéramiques enrichies en leucite possèdent une résistance à la flexion de 160 MPa. Elles peuvent être indiquées dans le cas de facette pelliculaire, D'inlay/onlay, de couronne totale ou partielle. (Fron Chabouis, Prot, Attal, 2014, [50])
- **Enrichie en disilicate de lithium** (ex : E-max CAD D'Ivoclar-Vivadent) : Elles sont majoritairement composées de silice, d'alumine et de différents oxydes, opacifiant et colorant. La phase majoritaire est le disilicate de lithium. Elles présentent d'excellentes propriétés optiques et ont des propriétés mécaniques supérieures aux vitrocéramiques enrichies en leucite. Les vitrocéramiques enrichies en disilicate de de lithium ont une résistante à la flexion de 360 MPa. Leurs indications sont très variées : facette pelliculaire, inlay et onlay, couronne totale ou partielle, suprastructure implantaire, bridge de trois éléments (limités à la deuxième prémolaire). (Fron Chabouis, Prot, Attal, 2014, [50])
- **Z.L.S. (Lithium Silicate enrichi à 10% de dioxyde de zirconium)** (ex : Suprinity de Vita, Celtra Duo de Dentsply) : Apparus récemment, ces matériaux ont une résistance mécanique légèrement supérieure (370 MPa) au céramique enrichie en disilicate de lithium. Par rapport au bloc E-max CAD, le Celtra Duo a l'avantage de présenter la bonne teinte avant la cuisson. Le Vita Suprinity a quant à lui l'avantage d'être assez transparent pour jauger de l'épaisseur réel lors de l'essayage. Le principal défaut de ce matériau est le manque de recul clinique (3 ans). (Aldier, 2015, [4])

Les blocs composites (ex : Lava Ultimate de 3M Espe) :

- Ces blocs ont l'avantage d'être mieux polymérisés, c'est à dire qu'ils ont un taux de conversion aux alentours de 80% contre 40-50% pour des résines composites foulées. Ce haut degré de conversion permet une meilleure biocompatibilité. En effet, le relargage de monomère dans la cavité buccale est moindre. Ces blocs sont très chargés, ce qui améliore

leurs propriétés mécaniques. Ils sont indiqués dans le cadre de reconstitutions partielles collées (inlay, onlay, overlay, facette), lorsque le diagnostic pulpaire est incertain. En effet leur dépose est plus facile. Leurs inconvénients sont une usure supérieure à la céramique et une moins bonne biocompatibilité. (Fron Chabouis, Prot, Attal, 2014, [39])

Les blocs hybrides (ex : Enamic Vita) :

- 1) Ces matériaux ont été développés dans le but d'améliorer les propriétés mécaniques des résines composites, leurs biocompatibilités et leurs longévités. Ils sont formés à partir d'un réseau en vitrocéramique fritté puis secondairement infiltré par des monomères puis thermopolymérisés sous haute pression. Ces blocs présentent l'avantage de ne pas subir de cuisson après leur usinage, un gain de temps pour le praticien. Cependant, il n'existe pas de bloc possédant de dégradé de couleur, ces blocs sont donc réservés à des restaurations postérieures. (Carrere, 2016,[10]) (Marniquet et coll. ,2014 [50]).

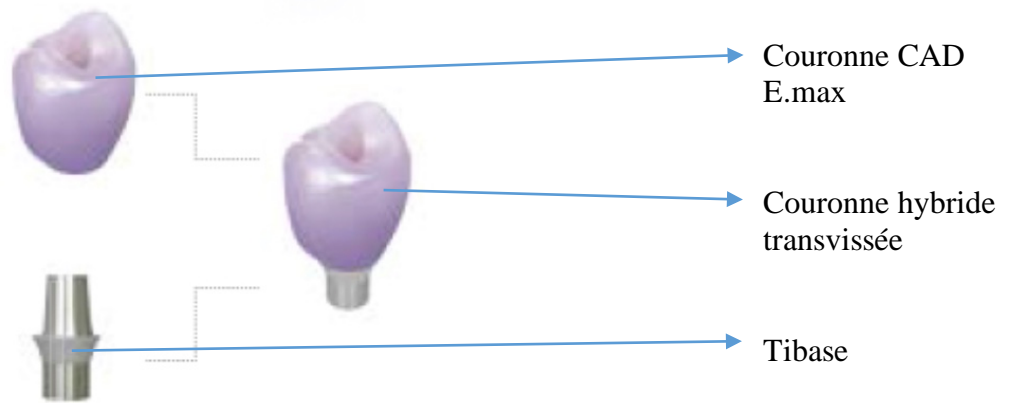


Figure 69: attache universelle pour les blocs de CFAO (source : ivoclarvivadent.fr)

Cerec MCX

Elle peut également usiner les blocs disposant d'une attache universelle et mesurant moins de 40mm de long (20 mm pour la CEREC MC et 85mm pour la CEREC MCXL).

En partenariat avec Ivoclar-Vivadent, Cerec a développé des blocs vitrocéramiques enrichies en disilicate de lithium spécifiques pour l'implantologie : IPS E.max CAD Abutment Solution. Ils ont la particularité d'être percés d'un puit de vissage. Ces blocs rendent possible l'usinage des piliers implantaires et des couronnes transvissées. Toutefois, ils devront être couplés à une base titane (Tibase) adaptée à la typologie de l'implant. (Sirona, 2015 [89])



Planmeca planmill@40

Utilisant une attache spécifique (figure 70) pour l'usinage des blocs, seul les blocs de marque Ivoclar-Vivadent et 3M sont usinables. Cette attache empêche l'utilisation de certains blocs, en particulier les blocs hybrides Vita Enamic, ce qui réduit l'action thérapeutique du praticien. (Planmeca, 2015,[85])

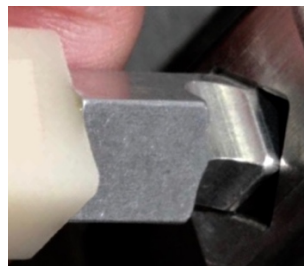


Figure 70: attache spécifique pour la machine-outil Planmeca Planmill40® (source : planmeca)

Tableau 4: Les différents matériaux disponibles pour la CFAO directe (source: K. Nasr, O. Chabreron, B. Arcaute; le fil dentaire; Choix des blocs en CFAO directe en fonction de la situation esthétique dans le secteur antérieur)

| Type de blocs | Céramiques vitreuses | | | | composites | hybrides |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | feldspathiques | vitrocéramiques | Vitrocéramiques renforcées | | | |
| | | Enrichie en leucite | Enrichie en disilicate de lithium | Enrichie en silicate de lithium et en zircon | | |
| Avantages | <ul style="list-style-type: none"> Recul clinique Esthétique Gamme variée (dégradés de teintes) | | <ul style="list-style-type: none"> Recul clinique (E.max) Esthétique Résistance mécanique Gamme développée sur translucidité, luminosité opalescence (E.max) | | <ul style="list-style-type: none"> Usinabilité Adjonction avec composite direct | <ul style="list-style-type: none"> usinabilité |
| Inconvénients | <ul style="list-style-type: none"> Fragiles Translucidité | | <ul style="list-style-type: none"> Translucidité relative du LT Moins lumineuses | | <ul style="list-style-type: none"> Recul clinique Esthétique | |
| Noms commerciales | Mark II (vita) Trilux Reallife (vita) Cerec bloc (Sirona) | Empress CAD (Ivoclar-Vivadent) | E.max (Ivoclar-Vivadent) | Suprinity (Vita) Celtra Duo (dentsply) | Ambarino High Class (creamed) Lava ultimate (3M espe) Cerasmart (GC) | Enamic (Vita) |

1.2.6.6 Entretien

L'entretien à la charge du praticien consiste à changer l'eau tous les quinze usinages ou bien une fois par semaine. Dans cette eau devra être ajoutée un additif « Addimil » (figure 71) dont le rôle est de lubrifier et de désinfecter.



Figure 71: solution "Addimil" de LYRA (source : document personnel)

Cerec MC X / XL

L'eau du réservoir est à changer au moins une fois par semaine. Le filtre est aussi à nettoyer des poussières et résidus d'usinage. Il faut également s'assurer que les buses d'eau ne sont pas obstruées. Lors du changement d'eau, un additif est à adjoindre (75ml pour 3L d'eau) : Sirona dentatec cerec.

Planmeca planmill 40

L'eau du réservoir dans laquelle il faut ajouter un additif est à changer toute les 3 heures d'usinage. Les fraises sont à changer toutes les 250 minutes d'usinage. Les rappels d'entretien sont automatiques, un message apparaît alors sur l'écran.

1.2.6.7 Tableau comparatif

Tableau 5: comparaison de différentes usineuses (d'après: Sirona, Lyra, Planmeca)

| Modèle | | LYRA | SIRONA Cerec® MC | Planmeca |
|-------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Caractéristiques | | Mill | X | planmill 40 |
| Dimension | Largeur (cm) | 45 | 70 | 67,6 |
| | Profondeur (cm) | 47 | 42,5 | 49,9 |
| | Hauteur (cm) | 59 | 42 | 60,5 |
| Poids (Kg) | | 56 | 43 | 100 |
| Alimentation électrique | | Sur secteur | Sur secteur | Sur secteur |
| Alimentation eau | | Autonome | Autonome | Autonome |
| Connectivité | | 2 ports USB et 1 port Ethernet | 1 port Ethernet | 1 port Ethernet |
| Nombres d'axe | | 4 axes | 4 axes | 4 axes |
| Précision globale | | 15micron | +/-25micron | |
| Motorisation | | 60000tr/min | 42000tr/min | 50000tr/min |
| Réservoir d'eau | | 2L, recyclage automatique, à changer tous les 15 usinages | 3L, à remplacer 1*/semaine | 4L |
| Fraise d'usage | | 1 seule fraise à pointe hémisphérique, diamètre de la pointe : 1,0mm | 2 fraises : Step bur 12S, pour usiner l'intrados des restaurations Cyl. Pointes bur 12S pour usiner l'extrados | 6 fraises : 3 fraises de chaque côté, choix automatique. |
| Type de restauration | | Inlay/Onlay, facette, couronne, restauration jusque 3 éléments | Inlay/Onlay, facette, couronne, restauration jusque 4 éléments (max 40 mm) | Inlay/Onlay, facette, couronne, restauration multiple (jusque 60mm) |
| Temps d'usage | | Inlay/Onlay : 10 à 12 min Couronne et facette : 12 à 18 min Restauration 3 éléments : 35 à 50 min | Inlay/onlay : 5-7 min Couronne : 11min Bridge de 3 éléments : 35-50 min | Couronne : Mode standard : 8-15min Inlay/onlay Mode detail : 20-25 min |
| Matériaux usinables | | Tous types avec un mandrin universel | Tous types avec un mandrin universel | Mandrin spécifique : Ivoclar-Vivadent, 3M |

1.2.6.8 Préparation pour CFAO directe

Les particularités de la prise de l’empreinte, la méthode de fabrication et d’assemblage de la restauration à son support (collage) demandent des préparations spécifiques différents des préparations par méthode conventionnelle. Elles ne sont pas adaptées aux principes du concept de la numérisation, aux procédés de collage, aux propriétés des matériaux de restauration. (Raynal, 2014,[60])

Couronne

Principe de préparation d’une couronne cérame-céramique par CFAO direct :

Pour réaliser des couronnes en CFAO direct, les formes de la préparation doivent être simplifiées. La réduction occlusale est au minimum de 1,5 mm au niveau des sillons et de 2 mm au niveau des cuspidés. La réduction axiale est comprise entre 1 et 1,5mm. La limite prothétique doit être à épaulement interne arrondi parallèle au plan d’occlusion. Dans le cas des couronnes antérieures le bord libre est plane et est de 1 mm au minimum correspondant au diamètre de la fraise d’usinage (figure 72). Elles peuvent être posées sur dents vitales ou déulpées. Dans ce cas, une reconstruction corono-radriculaire foulées devra être effectuée. (Raynal, 2011,[58])

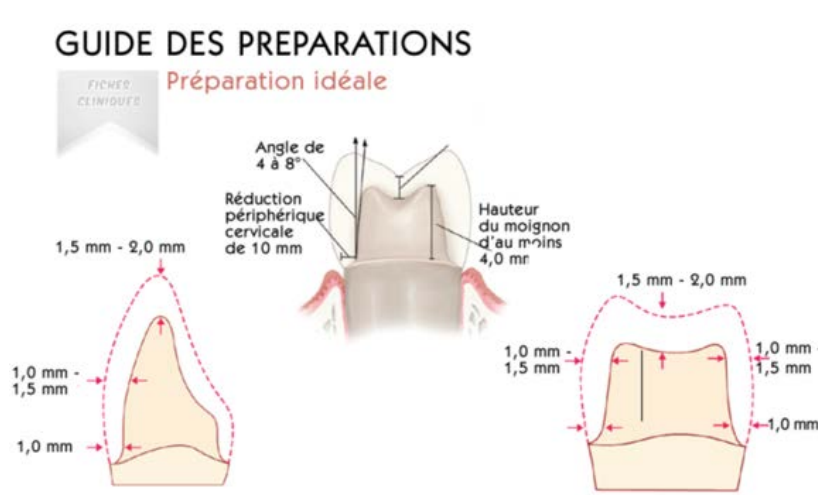


Figure 72: préparation pour coiffe périphérique (source : ivoclarvivadent.fr)

Inlay/Onlay

Inlay : Restauration prothétique intra-coronaire rigide collée dans une cavité préparée. Il remplace les tissus dentaires détruits sur la face occlusale et éventuellement proximale.

Onlay : Restauration prothétique extra-coronaire rigide collée dans une cavité préparée. Il remplace les tissus dentaires délabrés et reconstruit les cuspides fragilisées, les parois absentes ou trop fines, les points d'occlusion se situant à l'interface céramique- dent, ou les dents intrinsèquement fragiles (dent dépulpée, fonction de groupe). (HAS, 2009 [40])

Principes de préparation pour inlay et onlay par CFAO direct :

Les surfaces sont rectilignes et régulières car l'ordinateur a du mal à lire les surfaces irrégulières, la machine-outil ne reproduisant pas ces irrégularités (les détails inférieurs au diamètre de la fraise d'usinage). Le bord périphérique doit avoir une forme simple et une limite nette bien visible par la caméra. Lors de la préparation, les parois sont perpendiculaires au plancher avec un axe et une angulation comprise entre 4 et 6 ° par rapport aux grands axes de la dent. La profondeur de la préparation est, au niveau des sillons de minimum 1,5 mm et au niveau cuspidien, de 2 mm. L'isthme doit présenter une largeur de 1,5 mm. Le plancher est plat et le plus parallèlement possible au plan occlusale. Si la cavité est profonde, il est alors possible de combler avec un CVI ce qui facilite la préparation. Les limites de la préparation ne sont pas situées au niveau des points de contacts occlusaux ou de la dent adjacente (dans le cas de restauration proximale) afin d'éviter de majorer le risque de fracture. La préparation dentaire n'a pas d'angle vif (ce qui majore le risque de fracture de la céramique) et elle a une forme géométrique acceptable pour l'usinage. (Corne, Demarche, et Vaillant-Corroy, 2015,[16])

GUIDE DES PREPARATIONS



Préparation pour inlay

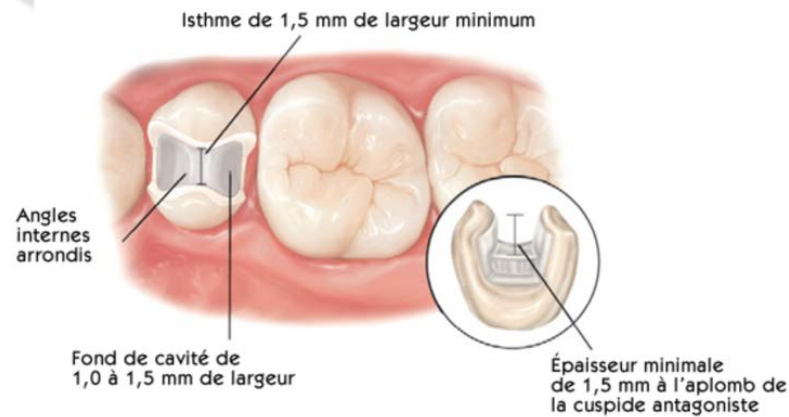


Figure 73: guide de préparation pour Inlay/Onlay (source : ivoclarvivadent.fr)

Indications des Inlay-onlay par CFAO directe

Elles sont indiquées lors des pertes tissulaires de moyenne à grande étendue (Corne, Demarche, et Vaillant-Corroy, 2015,[16]):

- Des cavités occlusales et/ou proximales aux stades 3 ou 4 de la classification SISTA (Mount et Hume, 1997) [53], c'est-à-dire avec des lésions dentinaires étendues au tiers interne au point de fragiliser ou de détruire une partie des structures cuspidiennes.
- Si une ou plusieurs cuspsides sont atteintes.
- Si la perte de substance est supérieure au tiers de la largeur vestibulo-linguale.

Facette en céramique

Principes de préparation d'une facette par CFAO :

La réduction amélaire minimale est de 0,6mm, il faut des limites de préparation supra ou juxta gingivales, une réduction incisale comprise entre 1,5 mm et 2 mm et la réduction proximale doit au maximum préserver les points de contact (figure 74). Les préparations pour facettes réalisées par CFAO diffèrent légèrement des préparations traditionnelles. La CFAO impose de limiter le retour palatin et les extensions au niveau des points de contact, afin d'obtenir une insertion vestibulaire de la facette, indispensable à la prise d'empreinte numérique. Des

limites nettes et précises, de préférence supra-gingivales, sont aussi indispensables. (Robert-David, 2013,[63])



Figure 74: guide de préparation pour facette (source : ivoclarvivadent.fr)

Indications et contre-indications des facettes :

Leurs indications se concentrent sur les dents présentant des décolorations modérées provoquées par l'âge, les tétracyclines, les fluoroses, et l'amélogénèse imparfaite. Elles peuvent aussi être utilisées pour restaurer des dents traumatisées, fracturées ou usées. Les anatomies disgracieuses et les malpositions légères peuvent être aussi corrigées avec des facettes.

Les contre-indications de ce type de restauration sont les situations dans lesquelles se surajoutent une forte surcharge occlusale, les vestibuloversions importantes, une mauvaise hygiène orale et le traitement de la dent par le fluor. Un bout à bout incisif et des inversés d'articulé peuvent aussi provoquer des forces excessives contre indiquant l'utilisation de facettes. (Castelnuovo, 2008,[11]) (De March, Corne, Vaillant-Corroy, 2015, [21])

Endocouronnes

Une endocouronne est une restauration partielle collée prenant ancrage dans la chambre pulpaire d'une dent ayant subi un traitement endodontique. La surface de la chambre pulpaire

permet la stabilité et rétention nécessaire à la bonne tenue de la couronne (thedentalist, 2014,[91]). (Fages et Bennasan, 2013,[34])

Principes de préparation :

La préparation occlusale représente une réduction d'au moins 2 mm. La préparation axiale est nécessaire pour enlever toute les contre-dépouilles qui peuvent exister. Une convergence des parois d'environ 7° est recommandée. Le polissage de la bande cervicale élimine les irrégularités qui peuvent persister et produire une surface plate et polie. Cette étape permet de définir une ligne de contour régulière avec une arrête vive. Pendant la préparation du plancher de la cavité, les entrées canalaires dégagées sur une profondeur de 2 mm avec des instruments non-abrasifs ; L'objectif est de tirer profit de l'anatomie en forme de selle du plancher de la chambre pulpaire. Enfin, Il est nécessaire de nettoyer la chambre pulpaire. Il est recommandé d'utiliser des instruments ultrasonores. (figure 75). (Fages et Bennasan, 2013,[34])

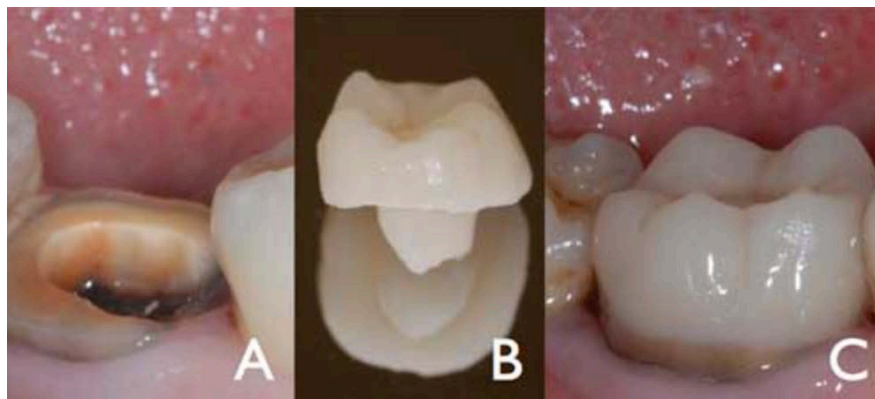


Figure 75: exemple d'endocouronne (source : dentoréseau.fr, 2015)

Indication des endocouronnes par CFAO directe :

L'endocouronne est indiquée pour les molaires, plus particulièrement pour celles dont la couronne clinique est basse, dont les canaux radiculaires sont calcifiés ou encore dont les racines sont très minces.

L'endocouronne est contre-indiquée dans quatre cas : si l'adhésion ne peut être garantie ; si la profondeur de la chambre pulpaire est inférieure à 3 mm ; si le contour cervical a moins de 2

mm de largeur sur la majeure partie de sa circonférence ; si le patient présente des para-fonctions importantes. (Le corne, 2013,[47])

V-prep

Cette préparation permet une reconstruction monolithique des dents vitales cuspidées. Son nom vient de sa forme géométrique particulière en forme de V successifs. La préparation occlusale qui se caractérise par une succession de V concave et convexe est dite pseudo-homothétique, le joint dento-prothétique sera alors de type « crocodile ».

Ce type de préparation possède plusieurs avantages : elle augmente la surface de collage, améliore l'accommodation des contraintes et donne une réduction à minima.

Elle est indiquée dans le cadre d'atteintes carieuses, de reprises d'anciens traitements et de dents ayant subies de l'érosion. Elle peut être étendue à des boîtes axiales de petites tailles.

Elle est contre-indiquée dans le cas de collage impossible et dans le cas de restaurations cavitaires ou périphériques. (Reynal, 2012,[59]) (Dentoscope, 2015,[79])

Principe de préparation :

Des sillons guides sont réalisés à l'aide de fraises de 2mm de profondeurs et 0,9mm de diamètre. Les sillons principaux et secondaires sont travaillés, de même les arrêtes cuspidiennes.

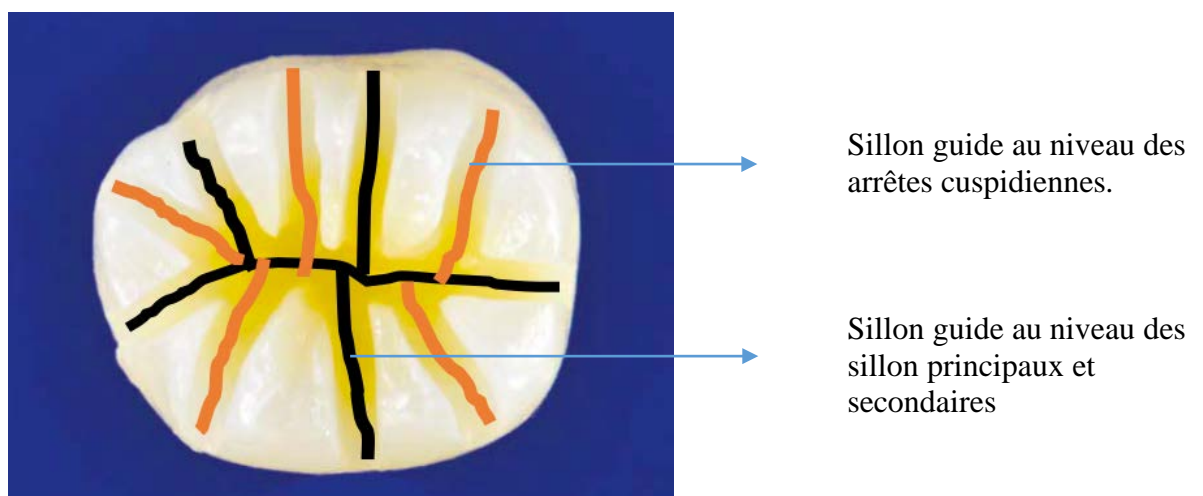


Figure 76: schémas des sillon guides à réaliser (d'après : dentoréseau.fr)

La réduction cuspidienne est réalisée à l'aide d'une fraise cylindro-conique de 7° de convergence. En fonction de la situation clinique, le diamètre peut varier. Cette étape consiste à rejoindre les sillons guides entre eux. À la fin, on obtient une surface combinant une succession de V et de V inversé, la préparation est terminée avec une fraise cylindro-conique bague rouge, le but étant de polir la limite cervicale et d'adoucir les angles des « V cuspidiens » (figure 77).



Figure 77: préparation V-prep (source : dentoréseau.fr)

Le même type de préparation existe pour les dents dépulpées, appelée « Endo V-prep ». La cavité d'accès endodontique devra alors être travaillée (figure 78). (Reynal, 2012,[59]) (Dentoscope, 2015,[79])

Exemple de cas clinique V-prep et Endo V-prep :



Figure 78: cas clinique de V-prep (d'après dentoréseau.fr)

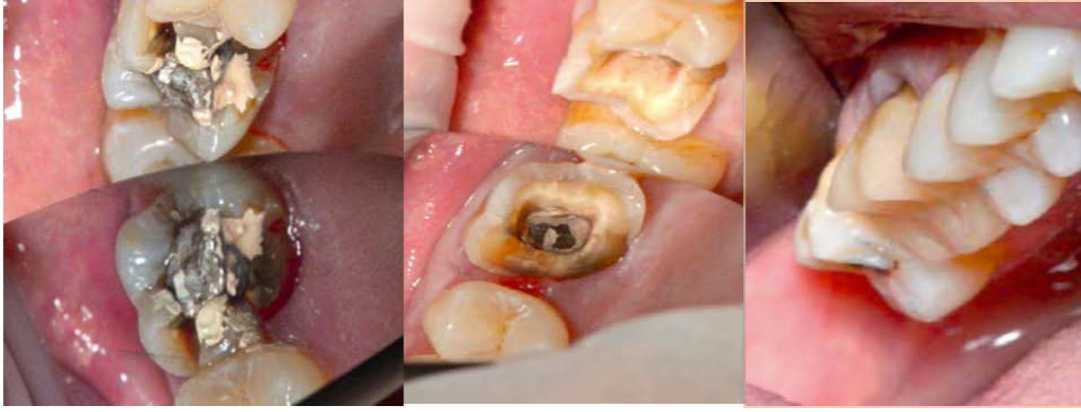


Figure 79:cas clinique d'endo V-prep (d'après dentoréseau.fr)

Deuxième partie : Cas cliniques

2.1 Endocouronne sur 16

Mr Y présente une reprise de carie sous-obturation importante. Un traitement endodontique est réalisé (figure 80). Dans un premier temps, il est décidé de réaliser un inlay-core puis une couronne avec une méthode conventionnelle. Une préparation périphérique est effectuée. Cependant, la qualité des racines ne permette pas un alésage canalaire convenable. C'est pourquoi, les soins sont reportés et une couronne provisoire est réalisée.

Après un nouvel examen clinique qui met en exergue une cavité d'accès profonde, il est décidé, dans ce cas présent, de réaliser une endocouronne.



Figure 80: radiographie pré-opératoire (source : CHU Nancy)

Préparation du patient

Elle commence par la mise en place du champ opératoire sur la patiente. La taille de la dent ayant déjà été réalisée, aucune anesthésie n'est pratiquée.

Préparation de la dent

La couronne provisoire est déposée. Le ciment de scellement est minutieusement éliminé à l'aide d'instrument ultrasonique (figure 81).



Figure 81: préparation de la dent (source : P. Corne)

Préparation à la prise de l’empreinte optique

Dans un premier temps, un calibrage de la caméra est nécessaire, cette opération prend quelques minutes.

Pour éviter d’altérer l’empreinte, le scialytique est coupé et les lumières de la salle sont réduites.

Le Dr Hirtz Pierre, droitier, le chariot trios de 3shape est placé à sa droite (figure 82). À l’aide de l’écran tactile, le dossier du patient est créé. Lors de cette étape, les données de base administrative sont enregistrées (Nom, prénom, date de naissance, numéro de dent et type de restauration) (figure 83).



Figure 82: disposition du Kart à droite du patient (source : document personnel)

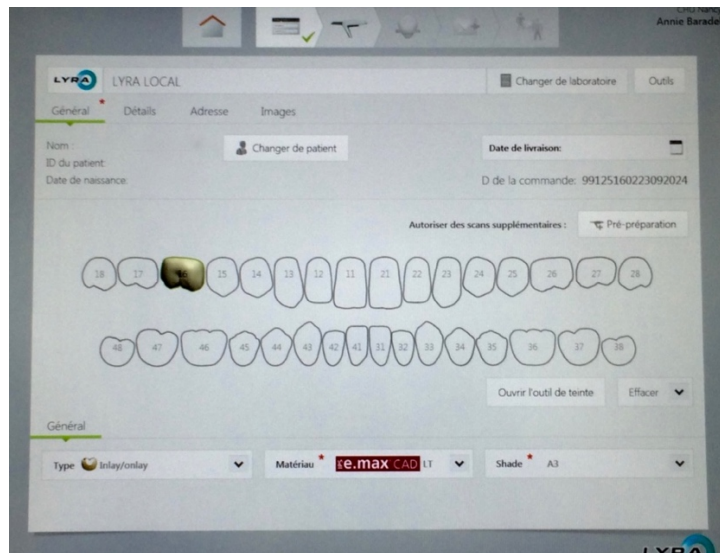


Figure 83: recueil des données du logiciel LYRA (source: Dr P. Corne)

Prise de l’empreinte

Nous commençons par l’hémi arcade mandibulaire. La caméra se tient comme un pistolet avec l’embout tourné vers le bas. L’empreinte débute par les faces occlusales puis nous survolons l’arcade en vestibulaire et en linguale. Lors de la prise d’empreinte, la caméra est toujours en mouvement. Il est possible de reprendre l’empreinte sur les zones mal scannées (par exemple, des zones humides ou métallique apparaissant blanches à l’écran). Il suffit alors de sélectionner sur l’écran tactile les zones à refaire. Lorsque l’empreinte maxillaire est terminée, elle correspond à une demi arcade, soit 876 images.

À la suite, l’empreinte maxillaire (figure 84) est effectuée en suivant la même méthodologie. Pour finir, une empreinte vestibulaire est prise avec les 2 arcades en OIM. (Figure 85) Après vérification des « épaisseurs de préparation » qui permet de s’assurer de l’espace disponible pour la future céramique, le transfert des données vers l’unit de conception commence.

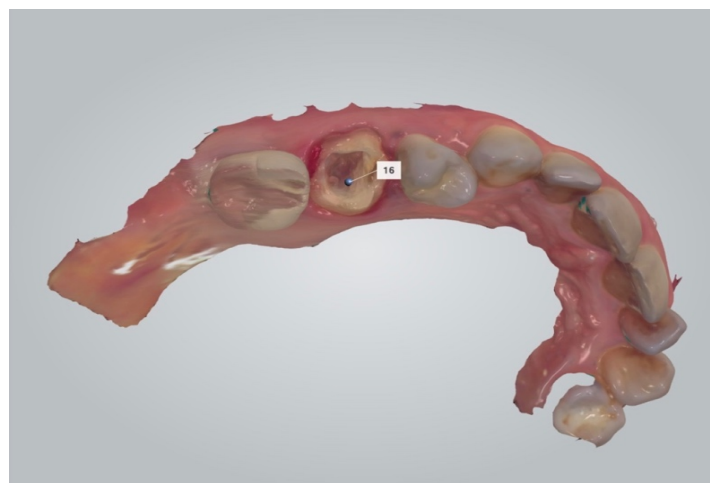


Figure 84: empreinte de l’arcade maxillaire (source: Dr P. Corne)



Figure 85: empreinte vestibulaire avec mise en occlusion automatique (source: Dr P. Corne)

Choix de la couleur

Une fonctionnalité permet de réaliser la prise de couleur de la dent directement sur l'arcade numérisée (figure 86).



Figure 86: choix de la couleur avec le TRIOSColor (source : P. Corne)

Choix du bloc d'usinage

Le bloc choisi est un bloc Ivoclar-Vivadent E.max LT A3. C'est un bloc vitrocéramique, indiqué dans la plupart des situations cliniques rencontrés. La taille du bloc est sélectionnée à la fin de la modélisation.

Modélisation de la restauration (à l'aide du logiciel LYRA)

La modélisation s'effectue sur un ordinateur où l'ergonomie est plus adaptée à la confection de la dent. Les données sont transférées par réseau wifi. Le temps de chargement des données sur le deuxième poste de travail prend environ 15 minutes.

Le chargement terminé, on peut commencer la modélisation :

- Définition de la limite de la préparation (figure 87). Une limite trop à l'intérieur créera un « becquet » difficile à estomper lors de la pause. Une limite trop extérieure à la préparation fait courir le risque d'une fracture de la céramique dont le point de départ sera le sur-contour de la restauration. Toutefois, le sur-contour sera plus facile à corriger.
- Dans un deuxième temps, à l'aide du modèle de dent référencé, Il faut replacer la « dent » sera placée de telle sorte qu'elle puisse, au mieux, coïncider pour avec les limites de la préparation préalablement définie. À la fin des travaux il est encore possible de modifier la forme de la restauration : bombé, cuspidé, point de contact (cercle rouge sur figure 89), (figure 88 et 89)
- Le travail de modélisation terminé, la taille du bloc et la position de la restauration et l'emplacement de l'ergo de fraisage devront être déterminés.



Figure 87: limite cervicale de la préparation (source: Dr P. Corne)

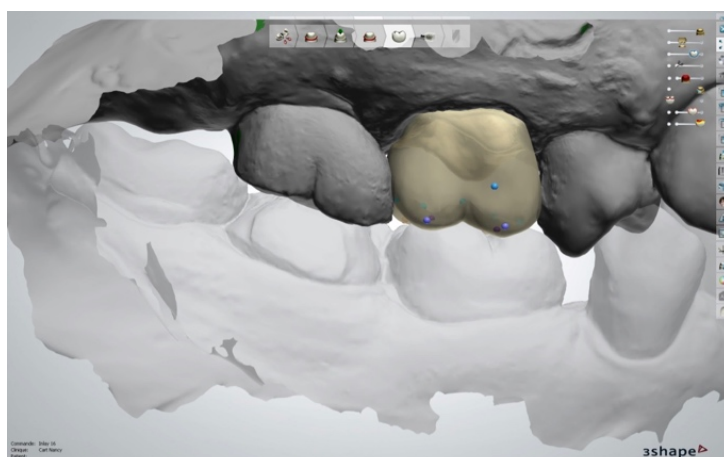


Figure 88: conception de l'anatomie, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne)

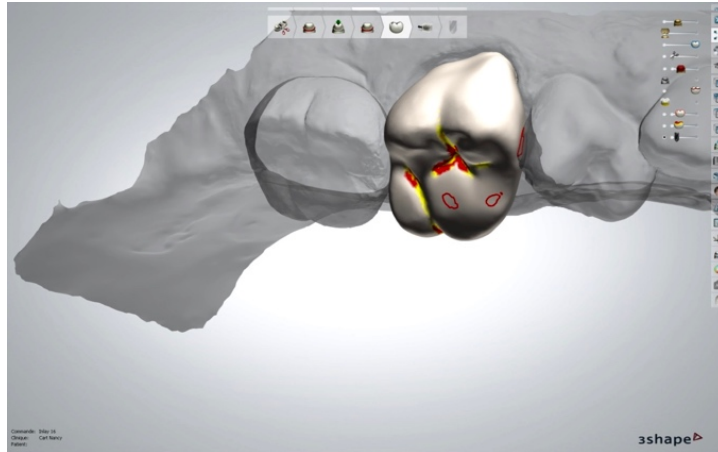


Figure 89: modélisation de la restauration en vue occlusale (source: Dr P. Corne)

Usinage de la restauration

La modélisation effectuée, on doit l'enregistrer et la copier sur une clé USB (le fichier porte le nom prénom et numéro de la dent concerné). La clé est branchée sur la façade de l'usineuse. Le bloc peut être insérer (cette étape ne demande pas d'outil). Le travail d'usinage peut alors commencer. L'usinage dure entre 10 et 12 minutes (figure 90).

L'usinage terminé, l'ergo de fraisage est supprimé. Une attention particulière est nécessaire pour un strict respect de l'anatomie de la restauration.

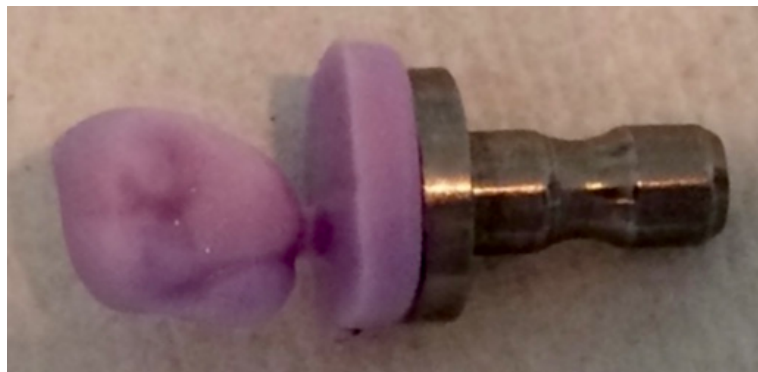


Figure 90: bloc brut après usinage (source: P. Corne)

Premier essayage de la préparation

La préparation est mise en place. Un faible contact est recherché au niveau de l'adaptation cervical, les points de contacts et l'occlusion (figure 91).



Figure 91: essai de la préparation LYRA (source: Dr P. Corne)

Préparation de la restauration :

La préparation est placée sur son support de cuisson (spécifique des céramique CAD E.max) à l'aide d'une pâte réfractaire (Objectfix®). Cette pâte présente l'intérêt de pouvoir obtenir une cuisson plus homogène de la céramique (figure 93).

Maquillage :

Pour avoir de la translucidité au niveau des cuspidés, le « shade incisal 1 » de couleur bleu/blanc est appliqué. Au niveau du collet, la saturation est augmentée en utilisant un « shade 1 » marron.

Pour obtenir un effet de profondeur au niveau des sillons, un « stains » de couleur marron est appliqué. Pour obtenir un effet brillant, de la glazure en spray spécifique pour les blocs en E.max est utilisée (figure 92 et 93).



Figure 92: différents maquillant pour bloc CAD E.max (source P. corne)

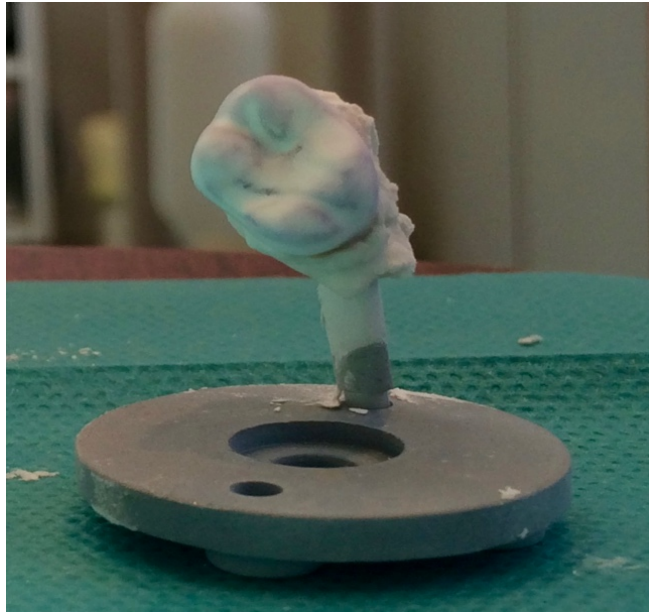


Figure 93: restauration après maquillage (source: P. Corne)

Passage au four :

La restauration est déposée sur la table de cuisson dans le four à céramique. Dans le programme sélectionné correspondant à la céramique E.max, la cuisson dure 15 minutes pour une température d'environ 800°C. (figure 94 et 95)



Figure 94: mise au four à céramique de la restauration (source: Dr P. Corne)

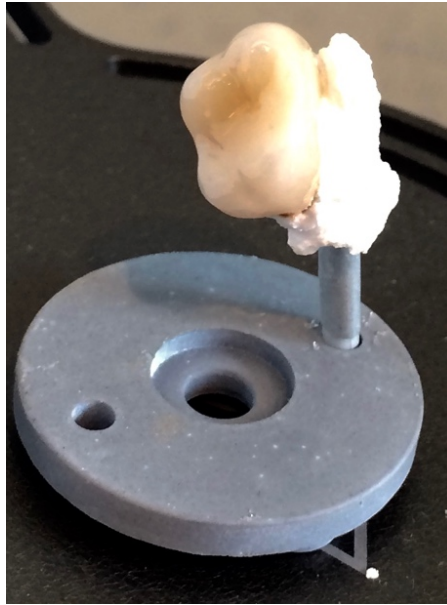


Figure 95: les restauration après cuissons (source: Dr P. Corne)

Deuxième essayage de la préparation

Lors du second essayage, l'adaptation marginale est vérifiée. L'occlusion est également contrôlée car une surépaisseur de glazure peut entraîner une suroccclusion.

Collage de la restauration

Le collage s'effectue avec le système d'Ivoclar-Vivadent : le Multilink-automix (figure 96).

Protocole de collage

- Pose de la digue (difficile, limite sous gingivale en distale)
- Nettoyage de la préparation à l'aide d'une pâte à polir et d'une brosse montée sur contre-angle vert. Rinçage puis séchage à l'aide de la soufflette air-eau.
- Mise en place du primer A+B sur la préparation pendant 30 secondes puis les excédents sont soufflés
- Dans le même temps, l'assistant met en place l'acide fluorhydrique à 5% sur l'intrados de la préparation pendant 1 minute puis il le rince à grande eau pendant 30 secondes. Ce travail terminé, un séchage est effectué à l'aide de la soufflette.
- Application du silane sur l'intrados de la restauration (Monobond plus)
- Application de la colle (Multilink-automix) sur l'intrados de la prothèse et dans la cavité de la préparation.
- Mise en place de la restauration

- Photopolymérisation des excès (environ 3 secondes par face)
- Nettoyage des excès à l'aide de la sonde et d'une curette
- Polymérisation finale (environ 1 minutes par côté)
- Finition et polissage à l'aide d'une fraise à polir (bague blanche)



Figure 96: essai de la restauration (source: Dr P. Corne)

Fin de la séance

Dernier contrôle de l'occlusion après dépose de la colle. (Figure 97 et 98)



Figure 97: restauration collée, vue occlusale (source: Dr P. Corne)



Figure 98: restauration collée, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne)

2.2 Onlay sur 46 (comparaison avec le système CEREC Omnicam)

Mme X présente une perte de substance dentaire importante sur 46. Le test de vitalité pulpaire est positif. Après examen clinique, radiologique et discussion avec la patiente, il a été convenu de réaliser un onlay sur 46.

Pour cette séance, 2 onlays ont été réalisés, le premier avec le système LYRA et le second avec le système CEREC.

Préparation du patient

Elle commence par la mise en place du champ opératoire. Puis, une anesthésie locale est pratiquée (une tronculaire avec rappelle en vestibulaire de la 46).

Préparation de la dent

L'ancienne obturation est déposée (un ciment verre-ionomère volumineux et inesthétique)

La Préparation de la dent (figure 99) s'opère l'aide d'une fraise diamantée spécifique puis d'une fraise bague rouge pour les finitions et polissages de la préparation.

Les bords de la préparation ne doivent pas correspondre avec des points occlusaux. Les bords amélaire doivent avoir une épaisseur d'au moins 2mm.



Figure 99: préparation de la dent (source: Dr P. Corne)

Préparation à la prise de l'empreinte optique

Dans un premier temps, pour éviter d'altérer l'empreinte, le scialytique est coupé et les lumières de la salle sont diminuées.

Le Dr Pascale Corne étant droitrière, le chariot trios de 3shape est placé à la droite de la patiente. À l'aide de l'écran tactile, le dossier de la patiente est créé. Lors de cette étape, les données de base administrative sont enregistrées (Nom, prénom, date de naissance, numéro de dent et type de restauration). (Figure 100)

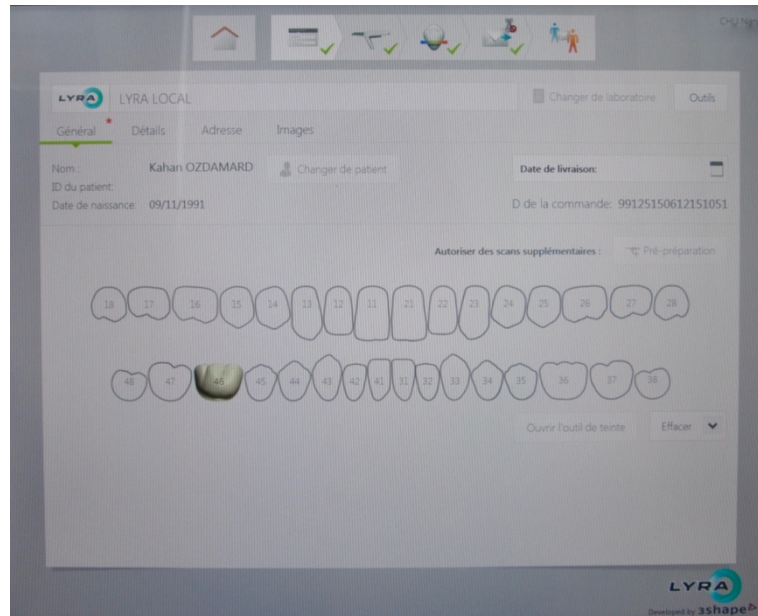


Figure 100: recueil des données du logiciel LYRA (source: Dr P. Corne)

Il en va de même avec le CEREC (figure 101).



Figure 101: fiche patient CEREC (source: Dr P. Corne)

Prise de l’empreinte

Nous commençons par l’arcade mandibulaire (figure 102). La caméra se tient comme un pistolet, embout tourné vers le bas. On commence par la 46 en occlusale puis nous survolons l’arcade en occlusale et nous repassons en vestibulaire et en linguale. Lors de la prise d’empreinte, la caméra est toujours en mouvement sans temps mort. Une fois l’empreinte mandibulaire terminée correspond à une demi arcade, environ 600 images. Il est encore possible de reprendre l’empreinte sur les zones mal prises (exemple : les zones humides peuvent paraître blanche à l’écran). Il faut alors sélectionner sur l’écran tactile les zones à refaire. Puis on passe à l’arcade maxillaire (figure 103) en suivant le même procédé. À la fin, une empreinte vestibulaire est prise, avec les 2 arcades en OIM. (Figure 104). Il est possible de vérifier les épaisseurs de préparation (figure 105), cet outil permet de connaître la distance entre la préparation et les dents antagonistes.



Figure 102: empreinte de l’arcade mandibulaire (source: Dr P. Corne)



Figure 103: empreinte de l’arcade maxillaire (source: Dr P. Corne)

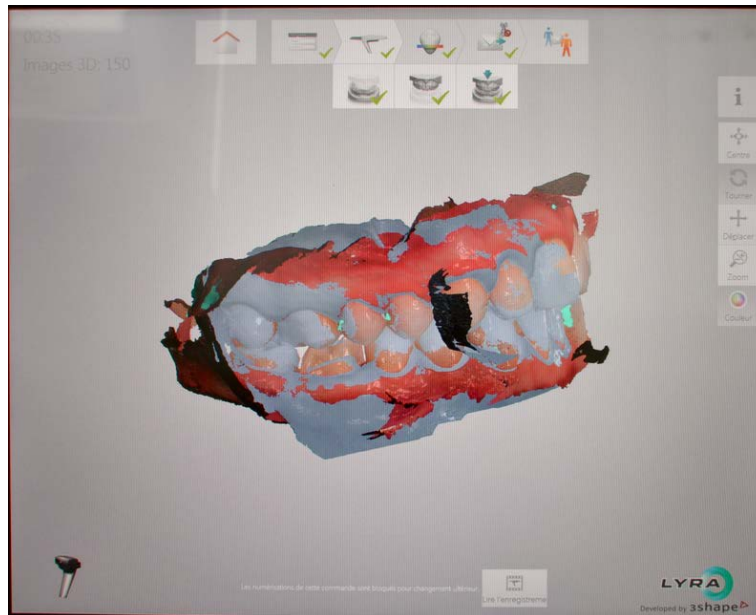


Figure 104: empreinte vestibulaire avec mise en occlusion automatique (source: Dr P. Corne)

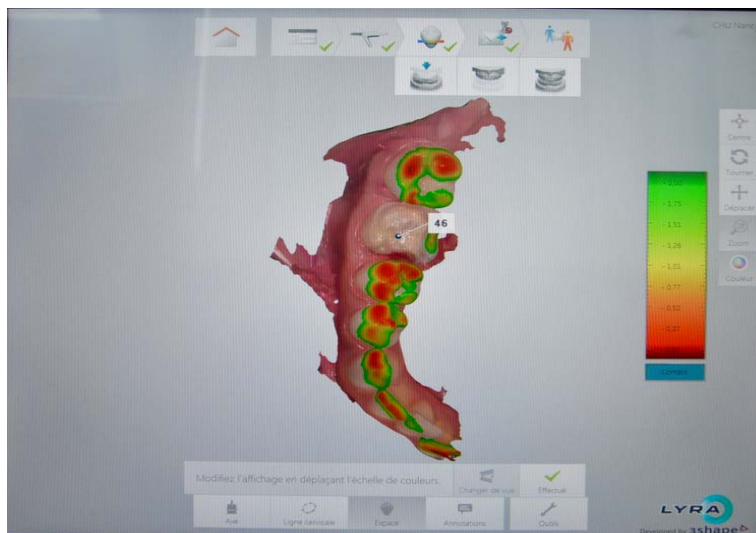


Figure 105: vérification de l'épaisseur de préparation (source: Dr P. Corne)

Avec le système CEREC, le même protocole est réalisé. Toutefois, la prise de la caméra CEREC Omnicam diffère, elle se tient comme un stylo. On commence par l'arcade mandibulaire centré sur la 46 puis l'arcade maxillaire et enfin une empreinte vestibulaire des 2 arcades en occlusion (Figure 106 et 107).



Figure 106: empreinte réalisé avec le système Cerec (source : Dr P. Corne)

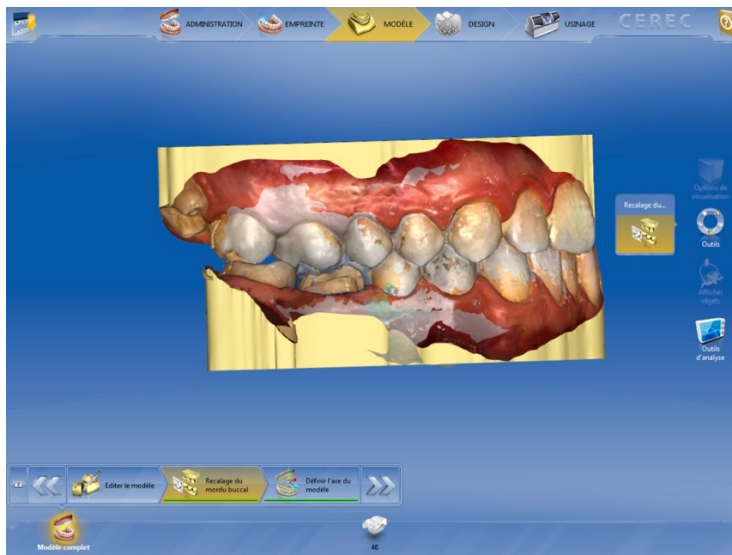


Figure 107: vu vestibulaire des 2 arcade en occlusion (source: Dr P. Corne)

Modélisation de la restauration (à l'aide du logiciel LYRA)

La modélisation s'effectue sur un ordinateur où l'ergonomie est plus adaptée pour pouvoir confectionner la dent. Les données sont transférées d'un ordinateur à l'autre à l'aide d'une clé USB. Le temps de chargement des données sur le deuxième poste de travail est d'environ 15 minutes.

Une fois le chargement terminé, on peut commencer la modélisation :

- Définition de la limite de la préparation (figure 108). Une limite trop à l'intérieur crée un « becquet » difficile à estomper lors de la pose. Une limite trop à l'extérieur de la préparation, entraîne un risque de fracture de la céramique dont le point de départ sera le sur-contour de la restauration.

- Dans un deuxième temps, à l'aide d'une bibliothèque de dent référencé. La « dent » est placé de telle sorte qu'elle coïncide avec les limites de la préparation préalablement défini. Il est alors possible de modifier la forme de la restauration (bombé cuspside, point de contact, etc...) (figure 109, 110 et 111).
- Le travail de modélisation accompli, la taille du bloc est à déterminer, il en est de même avec la position du bloc et l'emplacement de l'ergo de fraisage.



Figure 108: limite cervicale de la préparation (source: Dr P. Corne)

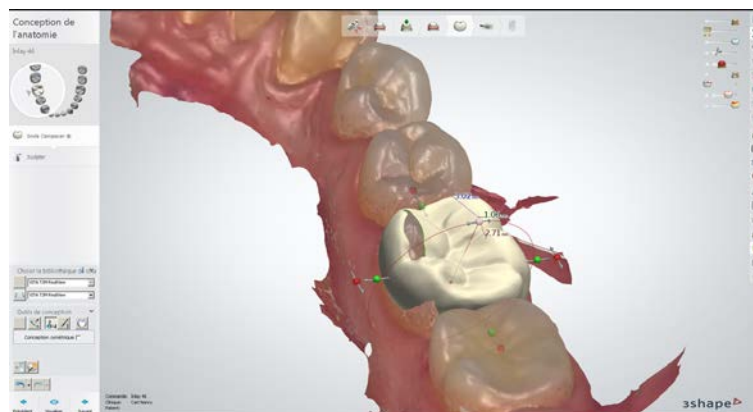


Figure 109: conception de l'anatomie (source: Dr P. Corne)



Figure 110: modélisation finale de la restauration en vue occlusale (source: Dr P. Corne)



Figure 111:modélisation finale de la restauration en vue vestibulaire (source : Dr P. Corne)

Avec le système CEREC, la modélisation s'effectue sur une unité identique à celle de l'empreinte. La modélisation commence par la définition de l'axe des modèles (figure 112), la limite de la préparation (figure 113), l'axe de la préparation. Elle continue par le design de la dent avec une forme prédéfinie par le mode « biogénérique » (figure 114). Elle se termine par le placement de la tige d'usinage et de la restauration dans le bloc virtuel (figure 115).



Figure 112:définition de l'axe des modèles (source: Dr P. Corne)

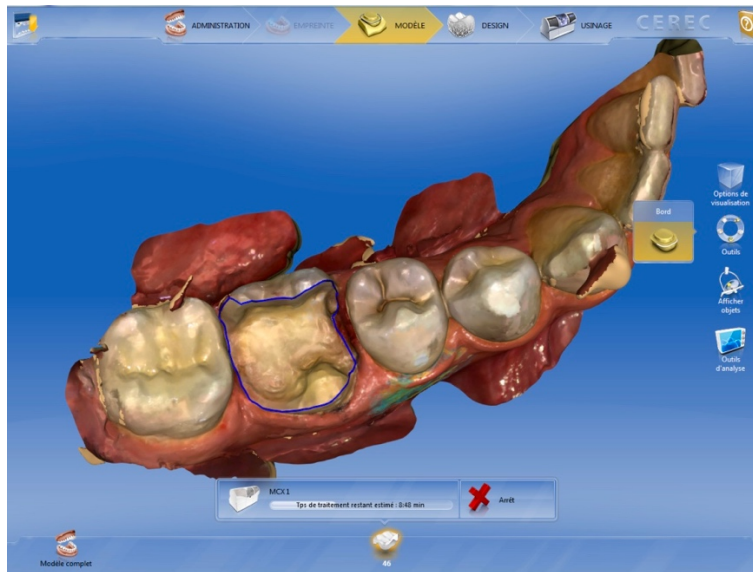


Figure 113: définition de la limite de la préparation (source: Dr P. Corne)



Figure 114: restauration finale (source: Dr P. Corne)



Figure 115: placement de la restauration et de la tige d'usinage dans le bloc virtuel (source: Dr P. Corne)

Choix du bloc d'usinage

Le bloc choisi est un bloc Ivoclar-Vivadent E.max. C'est un bloc vitrocéramique, conseillé dans la plupart des situations cliniques rencontrés. La taille du bloc est sélectionnée à la fin de la modélisation de la restauration.

Usinage de la restauration

La modélisation effectuée, elle est enregistrée et copiée sur une clé USB (le fichier doit porter nom prénom et numéro de la dent concernée). La clé est branchée sur la façade de l'usineuse. Lors de son branchement, un problème récurrent est la non détection de la clé USB par la machine-outil. Une fois reconnue, il ne reste plus qu'à insérer le bloc (cette étape ne demande pas d'outil). Le travail d'usinage peut alors commencer ce qui prend entre 10 et 12 minutes. (Figure 116 et 117).

Le travail terminé, l'ergo de fraisage est supprimé. Une attention particulière est demandée pour respecter l'anatomie de la restauration (figure 119).

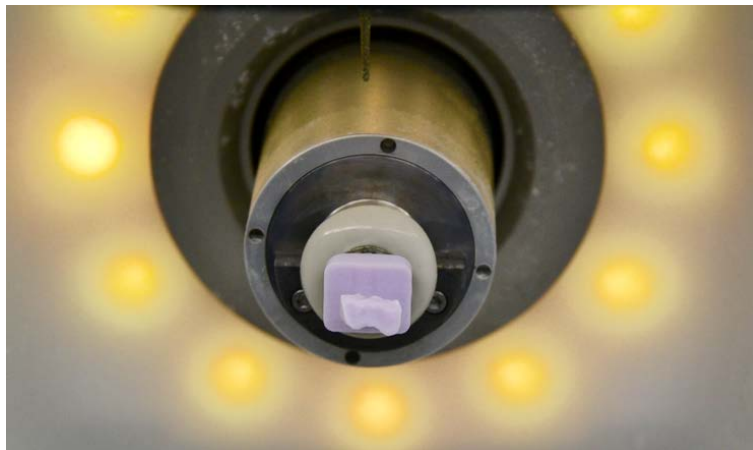


Figure 116: usinage de la restauration (source Dr P. Corne)

Avec le système CEREC, le procédé est différent. L'envoi du fichier à l'usineuse MC X se fait via le wifi ; l'installation du bloc demande l'utilisation d'un outil ; les fraises sont à usage multiple et ne ne sont pas à remplacer (figure 117 et 118).



Figure 117: usinage de la restauration avec le système CEREC (source: Dr P. Corne)

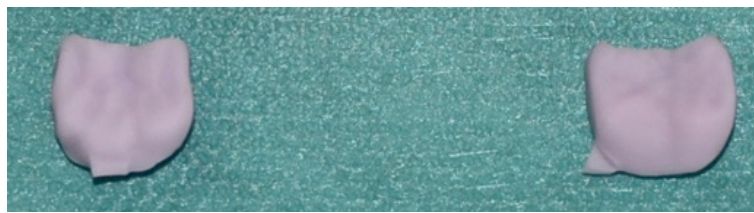


Figure 118: restauration issue du CEREC à droite et du LYRA à gauche (source: Dr P. Corne)

Premier essai de la préparation

À l'aide d'un bâtonnet flexible de préhension muni d'une pointe collante (ex : OptraStick d'Ivoclar-Vivadent), la préparation est mise en place (figure 119). À ce stade, l'attention se porte sur l'adaptation marginale de la préparation et sur l'occlusion. Si ces critères sont corrects, nous pouvons passer à l'étape suivante.



Figure 119: essai de la préparation LYRA (source: Dr P. Corne)

De même est fait avec la restauration réalisée avec le système CEREC (figure 120).



Figure 120: essyage de la restauration CEREC (source: Dr P. Corne)

Préparation de la restauration

Maquillage et glaçage des restaurations : à l'aide d'une palette de colorants, il est dessiné les fonds de sillons et les différentes colorations de la dent. Le glaçage s'effectue en dernier.

Mise au four des préparations : les préparations sont déposées sur la table de cuisson spécifique aux céramique E.max, le tout placé dans le four à céramique. Le programme sélectionné correspond aux céramiques E.max, 15 minutes de cuisson à environ 800°C (figure 121 et 122).

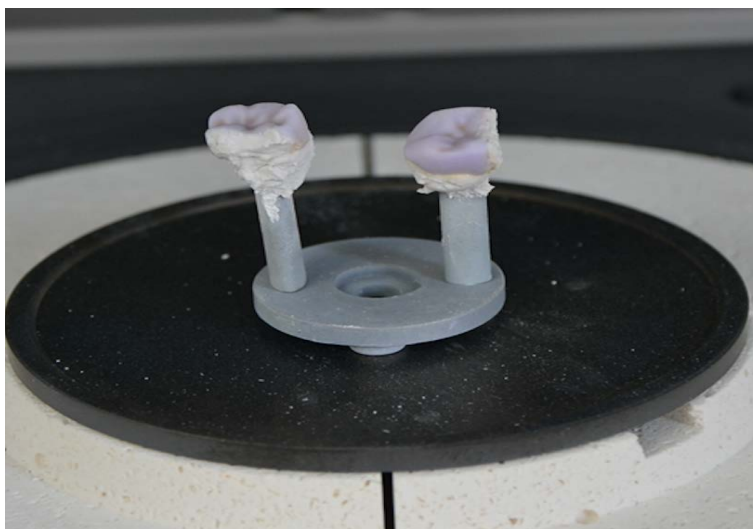


Figure 121: mise au four à céramique de la restauration (source: Dr P. Corne)

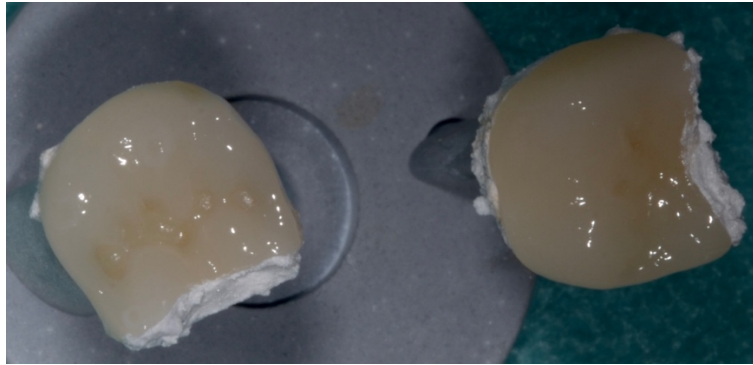


Figure 122: les restauration après cuisson (source: Dr P. Corne)

Deuxième essai de la préparation

Lors du second essai, toujours à l'aide du bâtonnet flexible de préhension, on vérifie l'adaptation marginale, le maquillage ne devant pas l'être. L'occlusion est également contrôlée, une surépaisseur de glazure peut entraîner une surocclusion.

La patiente, à qui le choix est donné, préfère la restauration issue du système LYRA, c'est donc cette dernière qui est collée.

Collage de la restauration

Le collage s'effectue avec le système d'Ivoclar-Vivadent : le Multilink-automix. (Figure 123)

Protocole de collage

- Pose de la digue
- Nettoyage de la préparation à l'aide d'une pâte à polir et d'une brosse montée sur contre-angle vert. Rinçage puis séchage à l'aide de la soufflette air-eau.
- Mise en place du primer A+B sur la préparation pendant 30 secondes, les excédents sont soufflés
- Dans le même temps, l'assistant met en place l'acide fluorhydrique à 5% sur l'intrados de la préparation pendant 1 minutes et le rince ensuite à grande eau pendant 30 secondes. À la suite, un séchage est effectué à l'aide de la soufflette.
- Application du silane sur l'intrados de la restauration (Monobond plus)
- Application de la colle (Multilink-automix) sur l'intrados de la prothèse et dans la cavité de la préparation.
- Mise en place de la restauration

- Photopolymérisation des excès (environ 3 secondes par face)
- Nettoyage des excès à l'aide de la sonde et d'une curette
- Polymérisation finale (environ 1 minutes par côté)
- Finition et polissage à l'aide d'une fraise à polir (bague blanche)



Figure 123: essai de la restauration (source: Dr P. Corne)

Fin de la séance

Dernier contrôle de l'occlusion après dépose de la colle. (Figure 124 et 125)



Figure 124: restauration collée, vue occlusale (source: Dr P. Corne)



Figure 125: restauration collée, vue vestibulaire (source: Dr P. Corne)

Troisième partie : étude de la mise en place du système LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy.

La participation du service d'odontologie du CHRU de Nancy à un protocole d'étude clinique nationale, sous la direction des Hôpitaux de Paris a permis l'obtention d'un prêt d'un système de CFAO dentaire autonome : le système LYRA (constitué d'une caméra Trios®Color de 3shape, d'un logiciel de modélisation LYRA ainsi d'une usineuse quatre axes LYRA Mill). Le service est déjà équipé d'un système de CFAO directe : le système CEREC 2

L'objectif est d'évaluer sur une période d'un an (octobre 2014 – octobre 2015) l'intégration du système LYRA au sein du CHRU de Nancy. Dans un premier temps, nous analyserons les différentes séances cliniques et dans un second temps, nous nous intéresserons à l'évaluation de la satisfaction des patients.

3.1 Evaluation des séances de CFAO directe au travers des 14 cas traités.

Les séances de soins utilisant le système LYRA ont été effectuées les jeudis matin au service de prothèse du CHRU de Nancy par le Dr Corne Pascale, Assistante hospitalo-universitaire et responsable de la CFAO dans le service depuis juin 2014. En amont, elle a reçu une formation de 10 heures sur deux journées assurée par la société LYRA. Un suivi permanent est assuré soit par téléphone, soit directement au CHRU ou dans les locaux LYRA situés à Paris au rythme minimum de deux sessions par an.

Les séances de soins par CFAO s'étalent sur une période 6 mois uniquement en raison des périodes de congé estival et d'une absence du Dr Pascale Corne pour des raisons personnelles. Avant 2014, les soins par CFAO ne se limitaient qu'à quelques soins (2-3 cas) par an. Une période de promotion de l'offre des soins par CFAO autonome a donc été nécessaire en amont afin de développer cette thérapeutique au sein du CHRU de Nancy.

Salle de soin

Elle se situe dans un box fermé, au sein du service de prothèses du service d'Odontologie du CHRU de Nancy au centre de soins Heydenreich. À l'intérieur du box, se trouvent tous les éléments du système LYRA (figure 126).

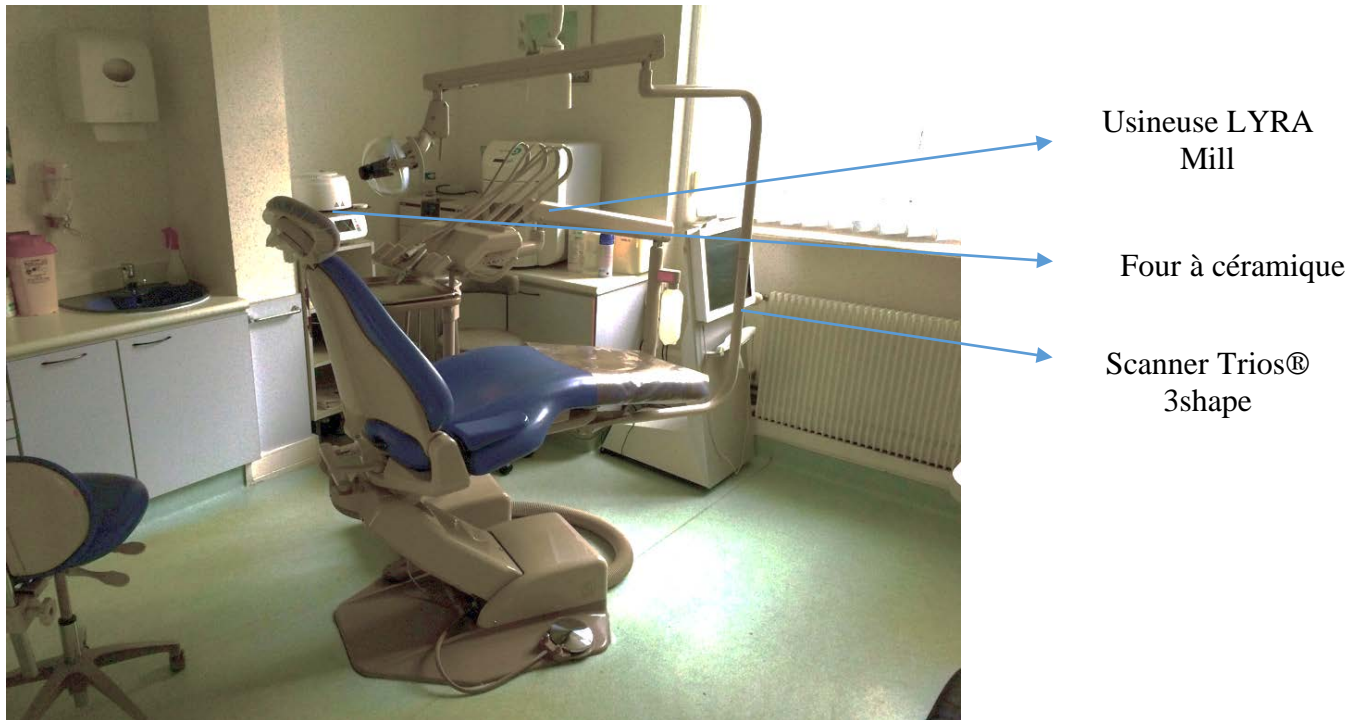


Figure 126: salle de soin (source : document personnel)

3.1.1 Méthode pour évaluer l'utilisation du système LYRA

Afin d'analyser l'usage du système Lyra au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy entre octobre 2014 et octobre 2015, sont notés sur un tableau pour chaque patient, le numéro de la dent, le type de préparation, le bloc utilisé ainsi que les durées (en minutes) des différentes étapes (préparation, empreinte numérique, envoi, conception, transfert pour usinage, usinage, essayage, maquillage, cuisson, refroidissement, collage et le temps total) (tableau 6 et 7).

Pour évaluer et comparer la durée des différentes étapes, seul les cas d'onlays ont été gardés. Le patient p6 est donc écarté.

Tableau 6 et 7: Les différentes étapes des séances de CFAO effectuées par Dr Corne P. (source: Document personnel)

| patient | bloc utilisé | soins | préparation | empreinte numérique | envoi | conception | transfert pour usinage | usinage | essayage | maquillage | cuisson | Refroidissement | collage | total |
|---------|-------------------|---------------|-------------|---------------------|-------|------------|------------------------|---------|----------|------------|---------|-----------------|---------|-------|
| P1 | Vita Enamic 2M2 | onlay 36 | 75 | 30 | 20 | 30 | 5 | 20 | 30*2 | 15*2 | 15*2 | 5*2 | 30 | 330 |
| P2 | Vita Trilux 2M2C | onlay 36 | 60 | 30 | 20 | 20 | 5 | 20 | 30 | 15 | 15 | 5 | 20 | 240 |
| P3 | Vita Mark II 1M1C | onlay 47 | 60 | 15 | 20 | 20 | 5 | 20 | 20 | 10 | 15 | 5 | 20 | 210 |
| P4 | Emax LT A2 C14 | onlay 36 | 60 | 15 | 20 | 18 | 5 | 20 | 20 | 10 | 15 | 5 | 20 | 208 |
| P5 | Emax LT A2 C14 | onlay 36 | 30 | 30 | 10 | 20 | 5 | 20 | 15 | 10 | 15 | 5 | 35 | 195 |
| P6 | Emax LT A1 C14 | facette 11;21 | 80 | 10 | 15 | 100 | 5 | 50 | 20 | 15 | 15 | 5 | 60 | 375 |
| P7 | Emax LT A3 C14 | onlay 47 | 30 | 40 | 5 | 35 | 5 | 22 | 5 | 10 | 15 | 5 | 30 | 202 |
| P8 | Emax LT A3 C14 | onlay 36 | 35 | 25 | 10 | 20 | 5 | 20 | 20 | 10 | 15 | 5 | 30 | 195 |

| patient | bloc utilisé | soins | préparation | empreinte numérique | envoi | conception | transfert pour usinage | usinage | essayage | maquillage | cuisson | Refroidissement | collage | total |
|---------|----------------|----------|-------------|---------------------|-------|------------|------------------------|---------|----------|------------|---------|-----------------|---------|-------|
| P9 | Emax LT A2 C14 | onlay 47 | 30 | 15 | 10 | 17 | 5 | 16 | 15 | 15 | 15 | 10 | 40 | 173 |
| P10 | Emax HT A3 C14 | onlay 36 | 30 | 10 | 10 | 10 | 5 | 20 | 30 | 10 | 15 | 5 | 20 | 165 |
| P11 | Emax HT A2 C14 | onlay 36 | 35 | 15 | 10 | 20 | 5 | 20 | 15 | 5 | 15 | 5 | 20 | 165 |
| P12 | Emax HT A2 C14 | onlay 17 | 50 | 7 | 10 | 25 | 2 | 20 | 15 | 10 | 15 | 5 | 35 | 194 |
| P13 | Emax HT A1 C14 | onlay 47 | 45 | 8 | 6 | 15 | 5 | 20 | 15 | 10 | 15 | 5 | 30 | 174 |
| P13 | Emax HT A1 C14 | onlay 46 | 25 | 20 | 6 | 14 | 3 | 20 | 15 | 10 | 15 | 5 | 25 | 158 |
| P13 | Emax HT A1 C15 | onlay 47 | 25 | 20 | 0 | 6 | 0 | 14 | 10 | 10 | 15 | 5 | -25 | 130 |

3.1.2 Résultat

Nombres de restauration réalisées :

Au cours de ces six mois, 15 restaurations ont été réalisées avec le système Lyra sur un total de 13 patients.

Type de restauration réalisées :

Sur les 15 cas traités, 13 ont concernés des onlays et 2 cas intéressés des facettes (figure 127).

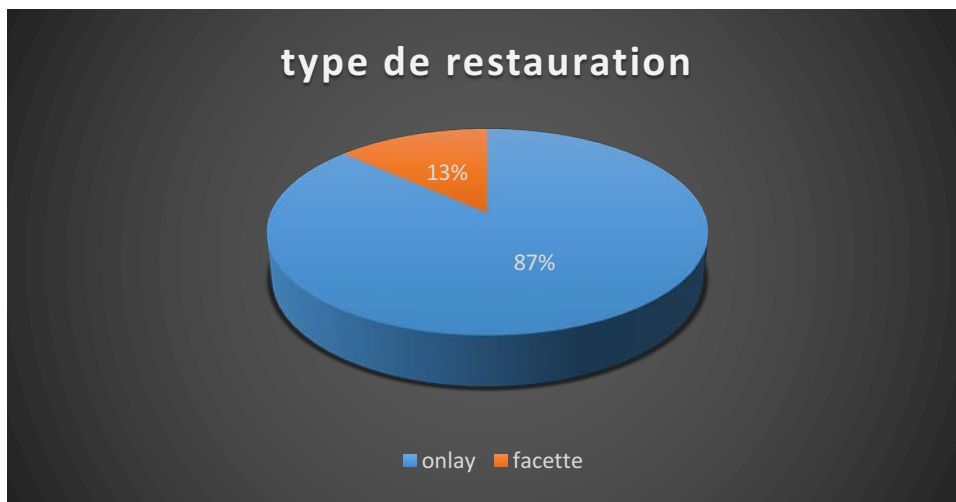


Figure 127: camembert statistique des types de restauration effectuée

Type de bloc utilisé :

12 cas ont été traité à l'aide de bloc E-max d'Ivoclar-Vivadent.

1 cas avec un bloc Enamic de chez Vita

1 cas avec un bloc Trilux de chez Vita

1 cas avec un bloc Mark II de chez Vita également (figure 128)

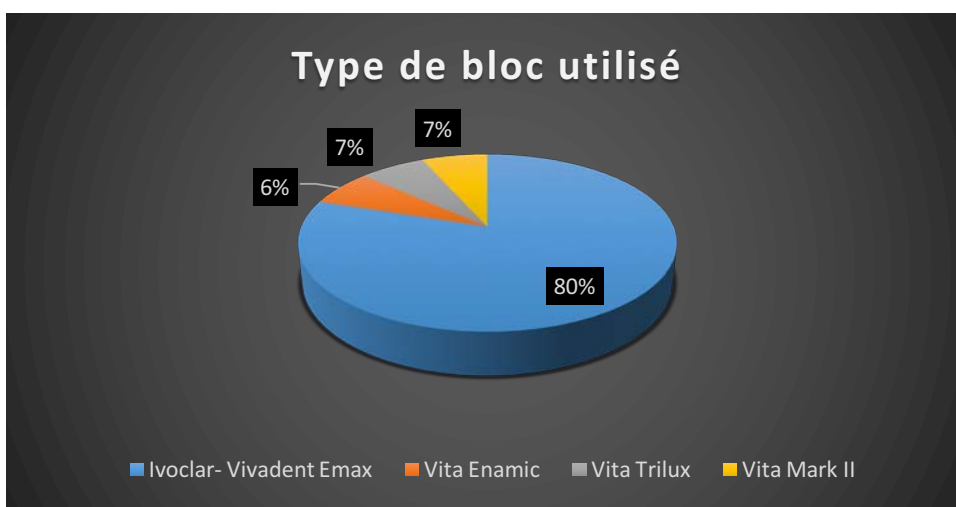


Figure 128: camembert statistique des différents types de restauration effectuée

Évolution du temps de la préparation tissulaire à la pose d'un onlay :

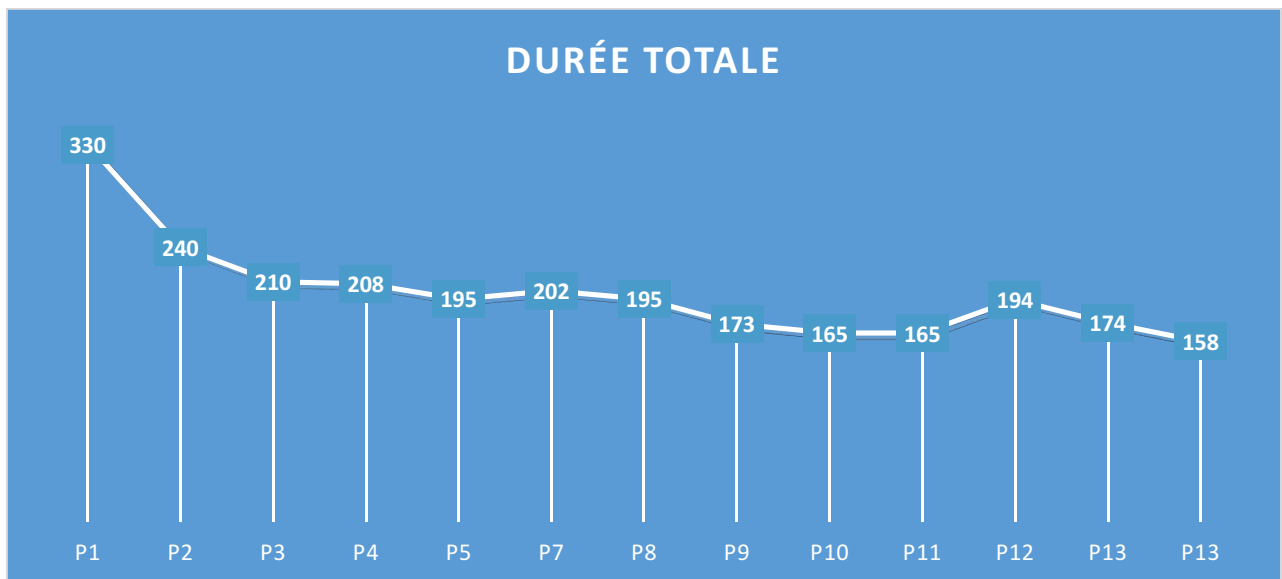


Figure 129: diagramme représentant la durée de chaque séance pour chaque patient

La courbe de la figure 129 montre qu'au fil du temps la durée des séances après chaque patient tend à diminuer, passant sous la barre des 195 minutes (195 correspondant à la médiane). Si on excepte le patient p12, le temps s'est stabilisé à partir du neuvième patient. Le patient P1 a une durée nettement supérieure aux autres, la restauration a dû être refaite et posée un autre jour en raison d'un défaut de paramétrage de la machine-outil.

De la préparation à la pose, la durée moyenne d'une séance de CFAO directe avec le système LYRA est de 200,7 minutes soit environ 3H20. La durée moyenne des six premiers patients est de 230 minutes et celle des sept suivants est de 174,8 minutes. On s'aperçoit qu'il y a une courbe de progression.

Selon l'étude (Wurbs et coll., 2006,[69]) sur 10 cas de restauration en CFAO direct (CEREC 3D), le temps moyen de la préparation à la pose est de 147 minutes. Cependant, cette étude ne prend pas en compte les différents temps de transfert., Pour permettre une comparaison, les temps de transfert sont enlevés. En reprenant la moyenne des sept derniers patients de la courbe, on retrouve une moyenne d'environ 149 min, soit un temps similaire à celui de l'étude de Wurbs.

Évolution du temps de la préparation des tissus dentaires d'un onlay

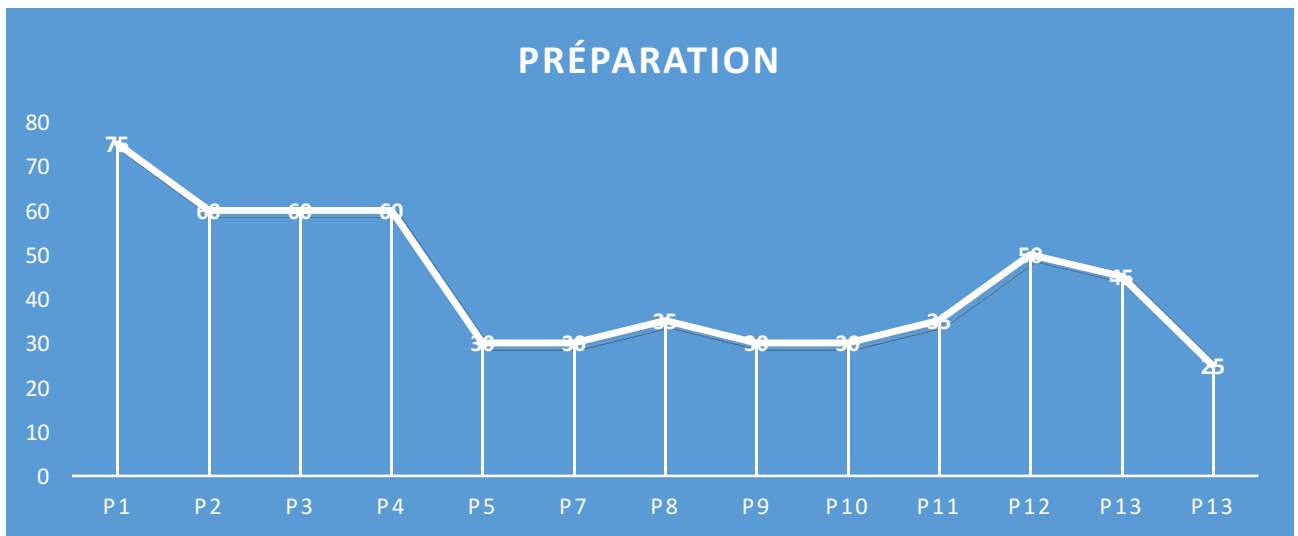


Figure 130: diagramme représentant le temps de la préparation des tissus dentaires d'un onlay pour chaque patient

Le temps de préparation comprend plusieurs étapes : la dépose de l'ancienne obturation, l'exérèse du tissu carieux, la mise en place du champ opératoire, l'analyse occlusale (à l'aide de papier articulé), la mise en place d'un substitut dentinaire en cas de besoin, la mise en forme cavitaire, le scellement immédiat des tubulis dentinaires, le retrait du champ opératoire et le polissage.

Le temps moyen de préparation est de 43,5 minutes. Son écart type est de 16 minutes.

La moyenne de préparation des six premiers patients est de 52,5 minutes et la moyenne des sept derniers de 35,7 minutes. Comme nous le constatons, la durée a tendance à diminuer et la préparation tissulaire d'inlay/onlay est soumise à une courbe de progression (figure 130).

Évaluation du temps de l'empreinte numérique pour un onlay

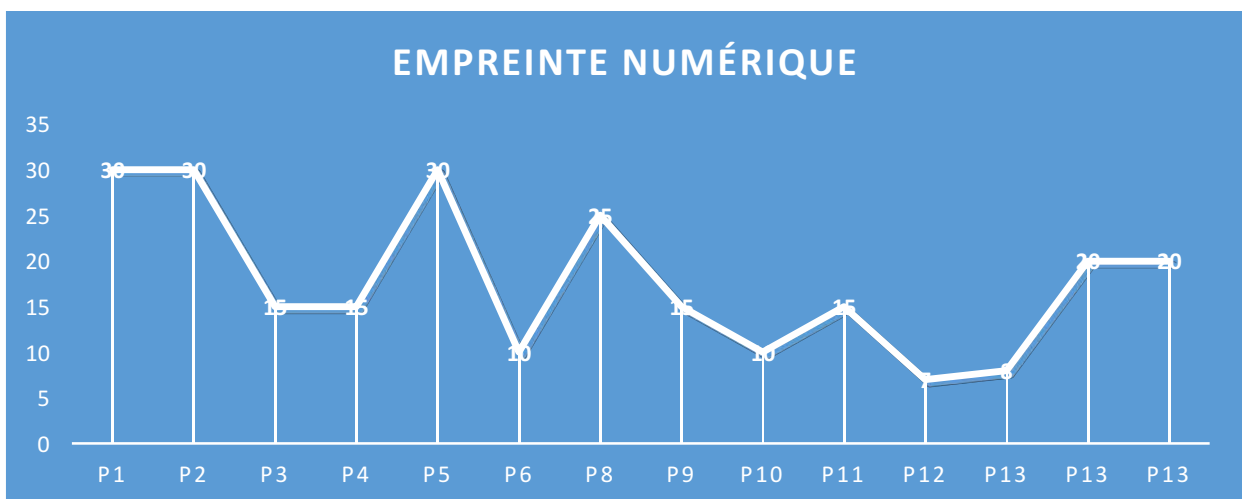


Figure 131: diagramme représentant le temps de l'empreinte numérique pour un onlay pour chaque patient

Dans le temps de la prise d’empreinte numérique, nous comptons : le scan des modèles maxillaire supérieur et inférieur qui concerne au minimum une hémi-arcade afin d’optimiser la précision des rapports occlusaux et l’empreinte vestibulaire. Les lumières de la pièce sont également diminuées et les volets baissés en cas de forte luminosité extérieure (l’été par exemple).

La durée moyenne des d’empreintes est de 15,5 minutes avec un écart type important (7,53 minutes). Pour les six premiers patients, la moyenne de la durée de la prise d’empreinte numérique est de 26,7 minutes et pour les sept derniers la moyenne est de 14,3 minutes. La déduction qui en découle est, malgré une certaine variabilité des données, la tendance est à la diminution de la durée et la maîtrise de l’empreinte numérique est soumise à une courbe de progression (figure 131).

Évaluation du temps de l’envoi des données vers l’unité de conception

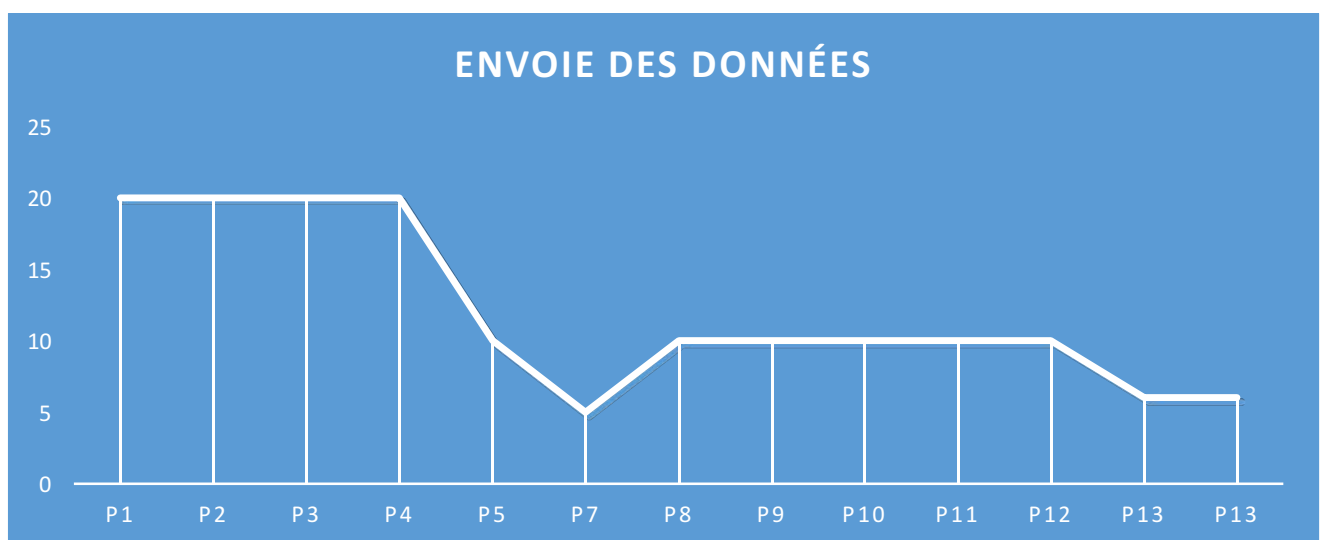


Figure 132: diagramme représentant le temps de l’envoi des données vers l’unité de conception pour chaque patient

La durée moyenne d’envoi des données est d’environ 10,2 minutes. LA courbe de la figure 132 montre, et cela à partir du cinquième patient, une nette diminution du temps de ce transfert. En effet les empreintes sont optimisées et des fichiers moins lourds sont transférés.

Évaluation de la durée de conception d'un onlay

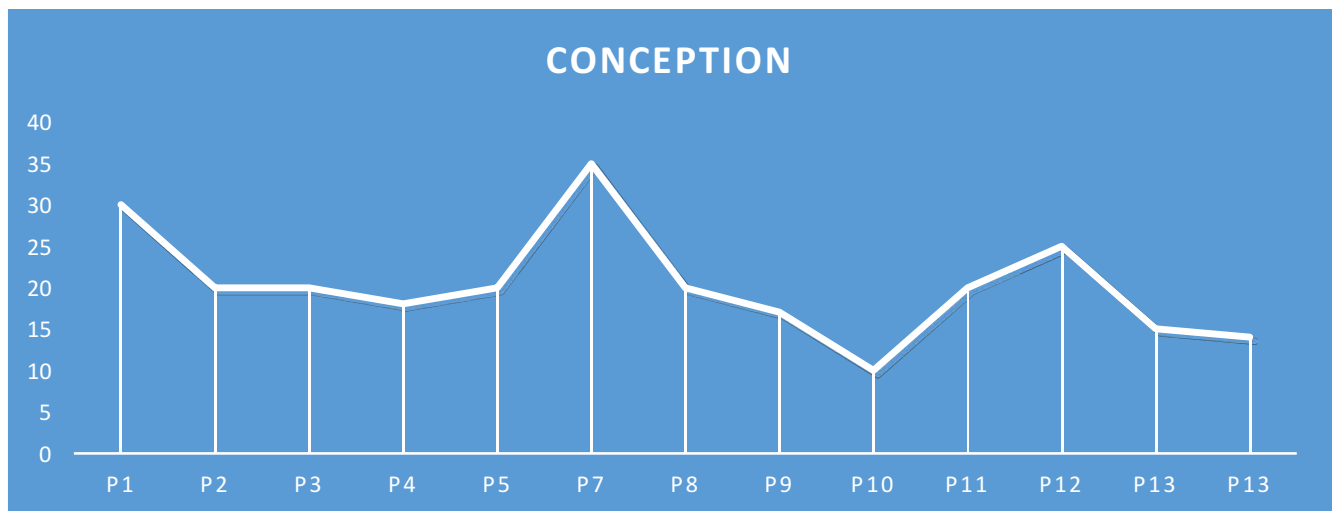


Figure 133: diagramme représentant la durée de conception d'un onlay pour chaque patient

La prise en main du logiciel de CAO est complexe. La formation universitaire initiale ne permet pas une connaissance approfondie des logiciels de CFAO, elle demanderait un apprentissage plus poussé. En effet, chaque logiciel possède de nombreux outils informatiques pour modéliser une restauration. C'est pourquoi l'étape de la CFAO directe la plus difficile à appréhender. Lors de l'acquisition du système LYRA, une formation de deux journées de six heures est dispensée, donnant au praticien les bases nécessaires à la mise en œuvre du système. Une formation continue et une assistance permanente en cas de problème sont aussi assurées.

La durée moyenne de conception d'un onlay est d'environ de 20,3 minutes. Pour les six premiers patients, la moyenne de la durée de conception tridimensionnelle est de 23,8 minutes et pour les sept derniers de 17,3 minutes. Malgré une certaine variabilité des données, la durée tend à diminuer et la maîtrise de la conception est soumise à une courbe d'apprentissage (figure 133).

Évaluation de la durée du collage d'un onlay au support dentaire

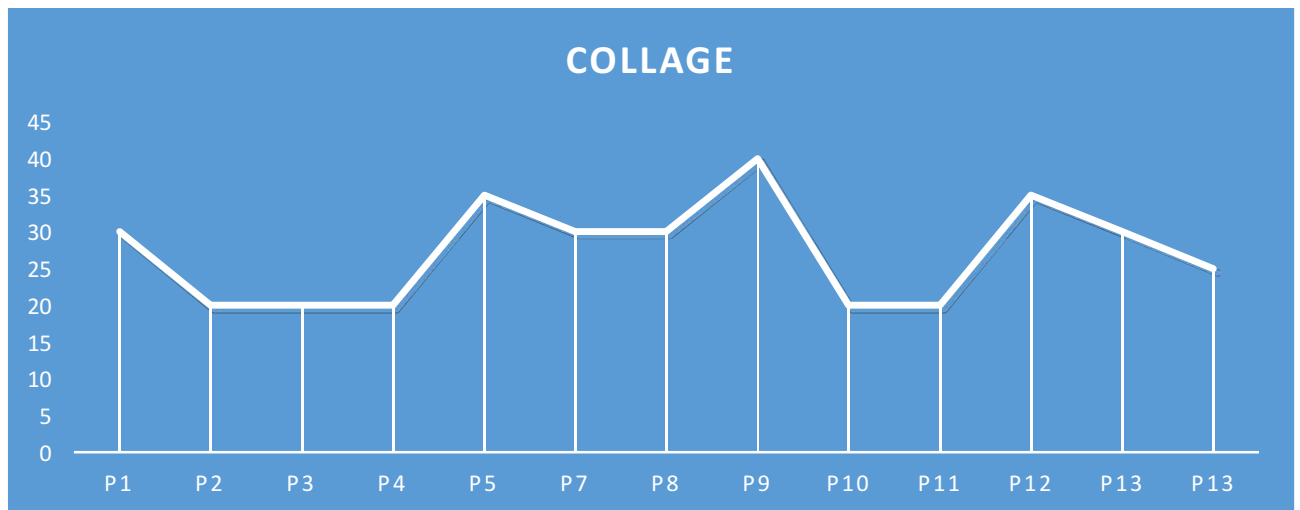


Figure 134: diagramme représentant la durée du collage d'un onlay au support dentaire pour chaque patient

Le système de collage utilisé est l'Automix-Multilink d'Ivoclar-Vivadent. Il nécessite un protocole strict à réaliser sous digue. Une étude d'octobre 2015 a comparé quatre systèmes de collage in vitro, il a alors montré que ce système a des forces de liaison à la céramique (renforcé en disilicate de lithium) significativement plus élevées que les autres. [(Passia et coll., 2015, [54])]

Le temps moyen de collage est de 27,3 minutes. La moyenne pour les six premiers patients, est de 25,8 minutes, pour les sept suivants, la moyenne est de 28,5 minutes. Aucune tendance ne se détache de ces données. Cependant, d'après Degrabge M. (Degrabge et Lapostolle, 2007,[23]), la qualité du collage est opérateur-dépendant et est par ailleurs soumise à une courbe d'apprentissage. Nous pourrions l'expliquer par le fait que le collage impose un protocole strict, et que par conséquent les durées des différentes étapes du collage sont incompressibles (figure 134).

3.1.3 Conclusion de l'étude

L'analyse de ces données montre que la durée des étapes spécifiques au système de CFAO directe sont soumises à une courbe d'apprentissage ou de progression.

En effet l'empreinte optique ou la modélisation tridimensionnelle sont des étapes praticiens dépendants. Ces étapes nécessitent une formation spécifique délivrée par le fabricant au praticien. Cependant l'apprentissage est rapide ce qui est démontré par la courbe. (Fasbinder, 2012, [36]).

Le maquillage est une étape importante pour l'intégration esthétique de la restauration. La méthode de maquillage doit être rigoureuse et demande une certaine dextérité de la part du praticien. Son apprentissage est donc nécessaire mais il est relativement rapide. Au niveau de l'esthétisme, une étude de 2005 n'a pas montré de différence significative entre les restaurations stratifiées de laboratoire et celle fabriquée par CFAO directe. (Herrguth, Wichmann et Reich, 2005,[41])

La durée des étapes plus spécifiques, tels que le temps de cuisson, le refroidissement, le transfert pour usinage, l'usinage ne varie presque pas, et n'est que très faiblement manipulateur-dépendant.

Au contraire, le collage est une exception, elle a une durée clinique relativement aléatoire et cette durée ne tendant pas à décroître avec l'expérience. C'est une étape soumise à un apprentissage rigoureux de la part du praticien. En effet, la qualité du collage dépend de la mise en place du champ opératoire et du respect de toutes les étapes du collage. (Frankenberger et al., 2015,[38])

Ces différents graphiques ne montrent que les temps réellement effectués par un seul chirurgien-dentiste. C'est pourquoi, pour confirmer cette étude, elle devrait être réalisée, dans les mêmes conditions, par un plus grand nombre de praticiens.

3.2 Évaluation de la satisfaction des patients ayant été traités à l'aide du système de CFAO directe LYRA entre octobre 2014 et octobre 2015

3.2.1 Objectif de l'enquête

Dans la partie précédente, nous nous sommes intéressés sur les différentes étapes de la CFAO directe effectuées par le praticien. L'objectif de cette seconde partie est de comprendre le ressenti qu'éprouvent les patients face à la prise d'empreinte, à la séance « unique », à la qualité de leur restauration (sur le plan esthétique et fonctionnelle), et à la prise en charge par CFAO directe dans sa globalité au service d'odontologie du CHRU de Nancy.

3.2.2 Matériel et méthode

Recueil des données

L'enquête a été réalisée à l'aide d'un questionnaire. Elle comprend cinq questions (Q1, Q2, Q4, Q6 et Q7) sur la séance clinique, et deux questions (Q3 et Q5) sur la CFAO directe plus générale.

Population cible (Thévenot et Desrosière, 1988,[67])

Les patients qui ont une restauration prothétique réalisée à l'aide du système de CFAO directe LYRA sont interrogés. Seulement onze sur les treize patients ont pu être contactés. L'absence de deux patients dans l'enquête est dû à des dossiers erronés (numéro de téléphone incorrect) ou manquants.

La moyenne d'âge des patients traités est de 44/45 ans (la médiane est de 43 ans).

Parmi ces patients, trois sont étudiants en odontologie, quatre retraités, deux employés, une personne sans activité professionnelle, une non renseignée (patient 6), un ouvrier et un cadre supérieur (figure 135).



Figure 135: diagramme représentant les différentes CSP des patients soignés

Méthode

Les patients ont été contactés par téléphone le 26 et 27 octobre 2015, pour répondre au questionnaire ci-dessous.

Questionnaire : (tuOtempO, 2013,[92])

(Page suivante, figure 136)

Questionnaire pour les patients ayant une restauration prothétique réalisée à l'aide du système LYRA

Question 1 : Êtes-vous satisfait de la prise en charge au sein du service d'odontologie du CHU de votre séance de CFAO directe dans sa globalité ?

Réponse : très satisfait (3) /satisfait (2) /peu satisfait (1) /pas satisfait (0)

Question 2 : comment s'est déroulée la prise d'empreinte ?

Réponse : très bien (3) / bien (2) / moyennement (1) /pas bien (0)

Question 3 : Selon-vous, avoir sa prothèse en une seule séance présente-t-elle un avantage ?

Réponse : Oui (1) /Non (2)

Question 4 : Êtes-vous satisfait du résultat, sur le plan esthétique et sur le plan fonctionnel ?

Réponse : très satisfait (3) /satisfait (2) /peu satisfait (1) /pas satisfait (0)

Question 5 : Connaissiez-vous le système de CFAO directe avant la réalisation de cette restauration ?

Réponse : Oui (1) /Non (2)

Question 6 : Pour quelle raison avez-vous opté pour une solution de CFAO directe ?

Demandeur (1) / proposition de la part du praticien (2)

Question 7 : Recommanderiez-vous cette technique (système LYRA au sein du CHU) à vos amis ?

Réponse : Oui (1) / Non (2)

Figure 136: questionnaire à destination des patients

3.2.3 Résultat

Les résultats sont notés dans un tableau Excel. Les patients P1, P5 et P8 ont dû être enlevés car le recensement de leurs informations n'était pas possible (tableau 6).

| patient | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q4bis | Q5 | Q6 | Q7 |
|------------|----|----|----|----|-------|----|----|----|
| P2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| P3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| P4 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| P6 | 3 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| P7 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| P9 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| P10 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| P11 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| P12 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| P13 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |

Tableau 8: Résultat aux questions des différents patients

Question 1 : l'ensemble des patients ont déclaré être satisfaits ou très satisfaits (90%) de la prise en charge lors de la séance.

Question 2 : Pour 50% des patients, la prise d'empreinte s'est bien déroulée et pour 50% elle s'est très bien déroulée.

Question 3 : Pour l'ensemble des patients, avoir sa prothèse en une seule séance présente un avantage.

Question 4 : Sur l'aspect esthétique, 90% des personnes interrogées sont très satisfaites. Sur le plan fonctionnel, 20% des patients sont satisfaits et 80% sont très satisfaits.

Question 5 : 37,5% des patients interrogés connaissaient la CFAO directe et 62,5% n'en avait pas connaissance.

Question 6 : Pour 60% des patients, la demande venait du praticien.

Question 7 : L'ensemble des personnes recommanderait cette technique à leurs amis.

3.2.4 Discussion

Lors de cette étude, il apparaît que les patients sont en général très satisfaits des soins prothétiques réalisés. Pour la séance elle-même ou pour la restauration, malgré un temps clinique considéré comme long, les patients interrogés ont préféré opter pour une seule séance clinique pour avoir leur restauration, plutôt que pour une succession de rendez-vous plus courts.

La question portant sur l’empreinte optique, indique que les patients ne subissent aucun désagrément et se disent même satisfaits de ce procédé de fabrication, leur permettant de suivre sur un écran le travail du praticien. Certains patients ont toutefois signalé des douleurs lorsque l’embout de la caméra « glissait » sur la muqueuse.

Les patients P4 et P7 sur lesquels des onlays ont été réalisés, respectivement en 36 et 47, se sont plaints de douleur légère notamment au froid, soit 16% des patients interrogés. Une étude clinique parue en 2010, portant sur soixante-deux restaurations posées, en IPS E.max CAD, a répertorié sept cas de sensibilités post-opératoires à une semaine soit 11%. (Fasbinder et coll, 2010,[49]) , Il y a une différence de 5% s’expliquant par une différence importante de cas traités.

Le patient P6 sur lequel ont été réalisés deux facettes en 21 et 11 nous a confié craindre leur solidité. Le patient P3 trouvait la teinte de l’onlay trop claire. Aucune des restaurations effectuées sur les patients que nous avons contactés n’a dû être déposées ou refaites.

Tous les patients interrogés recommanderaient cette technique au sein du service d’odontologie du CHRU. La réponse à la question 7 est révélatrice de la satisfaction des patients pour le service proposé.

3.3 Avis du praticien sur l'utilisation du système autonome LYRA au sein du service de prothèse du CHU de Nancy.

Un questionnaire a été transmis au Dr P. Corne pour connaître son ressenti sur l'utilisation du système LYRA. Il se compose de neuf questions. une sur la mise en place du système (Q1), quatre sur l'apprentissage de l'utilisation du système LYRA (Q2, Q3, Q4, Q5), et 4 sur les séances de CFAO direct (Q6, Q7, Q8, Q9) au sein du CHRU.

Question 1 Quelles ont été les difficultés rencontrés lors de la mise en place du système autonome LYRA au sein du de prothèse du CHRU de Nancy ?

Il n'y avait pas de recul clinique sur les systèmes de CFAO au sein du CHRU, l'utilisation des systèmes de CFAO était quasi-inexistante.

Cette nouvelle offre de soin a imposé une réorganisation afin d'intégrer l'ensemble de la chaîne CFAO dans le service, de la gestion des commandes à la réalisation des soins.

De plus, aucunes données concernant l'étude clinique n'a été transmise, ce qui a retardé la mise en place du système.

Question 2 Comment avez-vous ressenti la prise en main du système ?

Caméra Trios®Color de 3shape :

L'apprentissage de l'utilisation de la caméra est rapide. Des outils intéressants sont proposés comme le contrôle des épaisseurs qui permet de valider la préparation dentaire avant la modélisation et permet également une amélioration de ces propres préparations.

Cependant, la caméra est lourde et encombrante. Ce qui rend sa manipulation délicate en cas de faible ouverture buccale, et lorsqu'il faut scanner des préparations sur les 2^{èmes} molaires. L'envoi des fichiers de l'unité de scannage vers l'unité de modélisation par routeur wifi est trop long. L'utilisation d'une clé USB serait plus pratique.

Logiciel de modélisation LYRA :

La conception de la restauration est longue mais elle est très précise. De ce fait, une formation poussée sur le logiciel est nécessaire. L'utilisation de ce logiciel en milieu libérale semble difficilement applicable sans une amélioration du logiciel de conception.

Machine outil LYRA Mill :

Cette machine-outil est précise. Cependant, elle est plutôt lente et bruyante. La clé USB contenant le fichier pour l'usinage n'est souvent pas détectée. De plus, des anomalies de fonctionnement internes à la machine ont retardé les usinages à plusieurs reprises. Cependant, suite à une mise à jour en juin 2015 ces dysfonctionnements ne se sont plus manifestés.

Question 3 Selon vous, la formation initiale et les formations continues proposées par LYRA sont-elles suffisantes pour maîtriser le système ?

La formation initiale permet de réaliser des conceptions simples. À l'aide d'une hotline, LYRA propose une assistance permanente en cas de problème. Un opérateur à distance prend alors la main sur la modélisation en cours à l'aide de TeamViewer. Cette assistance est un point fort du système.

La conception étant particulièrement fastidieuse, la maîtrise de tous les outils, nécessite un apprentissage sur une longue période, les mises à niveau sont nécessaires. Ces formations semblent contraignantes pour un praticien exerçant en libérale.

Question 4 Etes-vous satisfait des restaurations prothétiques obtenues ?

Sur le plan esthétique :

Les résultats obtenus en terme d'adaptation marginale sont meilleurs que ceux obtenus par méthode conventionnelle. Les résultats esthétiques sont plutôt satisfaisants et en progression. Un cas ne m'a pas satisfait car le choix du bloc n'était pas approprié à la situation (bloc haute translucidité qui a donné un rendu grisâtre du à un excès de translucidité)

Adaptation (occlusale, marginale et des points de contacts)

L'adaptation marginale est très bonne, mais des réglages d'occlusion et des points de contact sont nécessaires. Ceci est dû à un défaut de conception. Une formation faite récemment m'a permis de palier ce défaut

Question 5 Quelles ont été les problèmes rencontrés ?

Liés au praticien :

Une formation est indispensable. Cependant, la courbe d'apprentissage de l'empreinte numérique, de la conception, du choix du bloc, du maquillage est rapide.

Les locaux sont peu adaptés à une optimisation du système.

Liés au système

Au niveau de l'empreinte, la lumière ambiante influe grandement sur les acquisitions numériques. Une semi-obscurité est nécessaire. De plus, pour une meilleure ergonomie, un écran trans-thoracique serait plus adéquate.

Au niveau de la modélisation, la conception est difficile. La réalisation de facette ou d'endocouronne doit être faite sous l'intitulé inlay. Le logiciel de conception ne semble pas adapter aux chirurgiens-dentistes.

Au niveau de l'usinage, il y a des anomalies de fonctionnement de temps en temps.

Question 6 L'organisation de la séance unique présente-t-elle un avantage pour le praticien ?

Cela permet la réalisation de plusieurs soins en une seule séance. Il n'est pas rare qu'en parallèle du soin par CFAO, que d'autres soins soient réalisés (détartrage, soins conservateurs, essayage prothèse...)

Question 7 La communication avec les patients est-elle améliorée ?

Les patients semblent très intéressés par ces nouvelles technologies. Leur participation à la conception est très appréciée. Les explications sont facilitées par la visualisation de leur restauration en 3D.

Question 8 Les spécificités des préparations pour la CFAO direct sont-elles difficiles à mettre en œuvre ?

Non, elles ne le sont absolument pas. Cela consiste en une simplification de ces préparations. Le fait de gérer le soin dans sa globalité permet une amélioration de ses préparations et une optimisation de toutes les étapes.

Question 9 Selon-vous, la CFAO direct améliore-t-elle le confort de travail ?

Elle offre de nouvelles possibilités thérapeutiques, une nouvelle organisation des soins. Nous sommes maîtres de tout et pouvons agir sur chaque étape et améliorer l'offre de soins en permanence. Elle nécessite une formation complémentaire afin d'optimiser la séance de soins. Le fait de devoir maîtriser chaque étape est tout de même stressant, surtout que certaines difficultés sont dus aux systèmes informatiques et que notre domaine d'action dans ses cas est très limité (fracture de fraises, erreur de connexion, anomalie informatique...)

Conclusion

La société LYRA propose un système de CFAO autonome ouvert dont les points forts sont : La caméra Trios®Color de 3shape réalisant des empreintes en « couleur réel » sans poudrage. Le logiciel de modélisation permet des restaurations de grande qualité mais reste long à utiliser, ce qui ne convient pas forcément à une pratique libérale. L'usineuse quatre axes LYRA Mill peut usiner la plupart des restaurations rencontrés en pratique quotidienne. De plus, elle dispense d'une formation initiale et continue ainsi que d'une assistance téléphonique permanente en cas de problème où l'opérateur pourra prendre la main à distance ; une mise à niveau régulière du matériel et du logiciel.

Durant la période octobre 2014-octobre 2015, la plupart des traitements réalisés avec le système LYRA au service d'odontologie du CHRU de Nancy sont des onlays. L'enquête de satisfaction démontre que la totalité des patients interrogés sont satisfaits ou très satisfaits de la technique de restauration utilisée au sein du service d'odontologie du CHU de Nancy et pour la plupart disposés à la recommander à leur entourage.

La courbe d'apprentissage du système Lyra semble montrer une évolution rapide. En effet, l'analyse des durées des différentes étapes de la chaîne CFAO directe met en évidence l'importance d'une pratique régulière des différentes manipulations par le praticien afin d'optimiser les temps de réalisations (de 5 heures pour les premiers patients à trois heures pour les derniers)

À l'aide de ce système de CFAO autonome, les perspectives d'enseignement de la CFAO pourront être améliorées au sein du service d'odontologie. En effet, en plus de la formation théorique, les étudiants auront l'occasion de se former cliniquement à la CFAO directe. Pour exemple, il existe déjà aux Etats-Unis, à l'université dentaire du Tennessee une formation théorique et clinique aux techniques de CFAO, proposée aux étudiants de quatrième années. Ceux-ci réalisent une vingtaine de restauration par an (Dehghan et Simon, 2012,[24]).

Qui plus est, Les systèmes de CFAO directe pourraient avoir d'autres applications dans d'autres services du CHU de Nancy telles que l'implantologie (pour la planification implantaire et la confection de guide chirurgicale ou encore de pilier implantaire) et l'orthodontie (pour la planification de traitement, l'analyse et la conception d'appareils orthodontiques).

. Références bibliographiques

- 1) A boudharam, G ; Cautain, C. (2010)
Restauration en résine composite : forme et couleur.
Clinic 10(31) : 595- 602.
- 2) Andreas, E. ; Thomas, A. ; Albert M.
In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions
Journ prosth dent 115(3) : 313-320
- 3) Anstett, A. (2011).
Le collage des facettes céramiques : des données fondamentales à la pratique ?
[thèse de chirurgie dentaire].
Nancy : Université de Lorraine : p.99-100
- 4) Archien, C., Begin, M., Thépin, J.-C., Unyer, F., et al. (2004).
Dictionnaire de prothèse odontologique.
Paris : SNPMD.
- 5) Binhas, E. (2010).
CFAO: les bonnes questions avant d'investire.
Fil dent. 51:54-57.
- 6) Breuer, F. ;Schweiger, J. ; Edelhoff ,D. (2008)
Digital dentistry : an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations
Br Dent J, 204(9) : 505-511
- 7) Brochu, M. (2009).
Focus on dental digital scanners: the science behind.
Canadian Journal of restorative dentistry and parosthandantics. 2(2): 41-43.
- 8) Brousseau, J., Levitte, B. (2015).
Technique de maquillage en CFAO directe.
Le fil dent 32(103) : p.24-26
- 9) Moussaly, C. ; Cazier S. ; Attal, J.P.(2010).
Entretien de Bichat 2010 : L'empreinte optique.
Entretien d'odontologie stomatologie : p.46-48
- 10) Carrere, A. (2016).
Apport des blocs de céramique hybride Enamic ® Vita TM dans une réhabilitation totale chez un bruxomane : présentation d'un cas clinique [Thèse de chirurgie dentaire].
Bordeaux : Université de bordeaux. p. 27-36.

- 11) Castelnuovo, J. (2008).
Porcelain laminate veneers: criteria for predictability.
Rev Odont Stomat. 37:287-315
- 12) Cazier, S., Mousaly, C. (2013).
Description of the various digital impression systems.
Rev Odont Stomat. 42 :107-118.
- 13) Christensen, G. (2008).
Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions?.
J Am Dent Assoc. 139(6):761-763
- 14) Christensen, G. (2008).
Is now the time to purchase an in-office CAD/CAM device?.
J Am Dent Assoc. 137(3):309.
- 15) Cordellette, M., Jordan-Combarieu, F. (2014).
Évolutoin majeure de la CFAO directe.
information dentaire. 20(96):2-9
- 16) Corne, P., De March, P., Vaillant-Corroy, A.-S. (2015).
Indications et préparations des inlays-onlays en céramique collée : concepts et préceptes.
Rev Odont Stomat. 44(1):246-261.
- 17) Corne, P., Vaillant-Corroy, A.-S., De Marche, P. (2015).
Réalisation d'une restauration partielle collée à l'aide de deux systèmes de CFAO
autonomes.
Clermont-Ferrand : CNEPO.
- 18) Decup, F. ; Antonniolli, P. ; Lasfargues, J.J. (2014)
Spécificités de la dent dépulpée. Restaurer la dent dépulpée tout simplement.
Paris : édition Espace ID.
- 19) D'Incau, E. ; Pia, J.P. et Pivet, J. (2014)
Esthétique en odontologie : Couleur et choix de la teinte en odontologie.
Paris, édition CDP, p.27-39
- 20) D'Incau, E. ; Bartala, M. ; Dos-Santos, A. (2011)
Traitement de la dent dépulpée postérieure. La stratégie de préservation.
Réal Clin ; 22(1) : 43-56
- 21) De March, P. ; Corne, P. ; Vaillant-Corroy, A.S. (2015)
Restaurations adhésives en céramique : limites et réalités
Strat. Proth. 15(4) : 199-207

- 22) Degrabge , M., Lapostolle, B. (2007).
L'expérience de la bataille des adhésifs.
inf dent. 89 (4) :112-117.
- 23) Degrabge , M., Lapostolle, B. (2007).
L'expérience de la bataille des adhésifs.
inf dent. 89 (4), : 112-117.
- 24) Dehghan, M., Simon, J.-F. (2012).
Integrating the CEREC technology at UT College of Dentistry.
J Tenn Dent Assoc. 92(1):19-21
- 25) Della Bona, A. ; Nogueira, AD ; Pecho, OE.
Optical properties of CAD-CAM ceramic systems.
J Dent. 42(9):1202-1209.
- 26) Deschaux, S. (2015).
Jackpot ou évolution résonnée.
Chir dent Fr. 1675(17): 19.
- 27) Duminil, G. (2015).
La solution LYRA
Inf. dent. 33(97) : 30-31
- 28) Duret, F. (1983).
L'empreinte Optique: Quand l'Ordinateur se fait Prothésiste.
Tonus Dentaire. 16: 13-15.
- 29) Duret, F. (2010).
La prothèse de demain sera...
Réal clin. 31 (3) : 128-133.
- 30) Duret, F. (2009).
Année 2010, année CFAO.
Réal clin. 20(4) : 213-215.
- 31) Duret, F., Pelissier, B., Duret, B. (2007).
le temps des démonstrations.
inf dent. 89(29) : 1663-1668.
- 32) Duret, F., Pélissier, B. (2003).
Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire.
Strat proth. 3(5) : 351-362

- 33) Duret, F., Pelissier, B., Duret, B. (2007).
Le temps des pionniers.
inf dent. 29(89):1659-1663.
- 34) Fages, M., Bennasan, B. (2013).
The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars
J Can Dent Assoc 2013;79: 140
- 35) Fages M, Raynal J, Margerit J (2008)
La C.F.A.O. Directe aujourd'hui : principes généraux.
inf dent 38 : 2273-2279
- 36) Fasbinder , D. (2012).
Using digital technology to enhance restorative dentistry.
Compend Contin Educ Dent. 33 (9) : 666-672.
- 37) Fasbinder, D., Dennison, J., Heys, D., et al. (2010).
A clinical evaluation of chairside lithium disilicate CAD/CAM crowns: a two years report.
J Am Dent Assoc. 141(2):10-14.
- 38) Frankenberger, R., Hartmann, V., Krech, M. et al. (2015).
Adhesive luting of new CAD/CAM materials.
Int J Comput Dent. 18 (1) : 9-20.
- 39) Fron Chabouis, H., Prot, C., Attal, J.-P. (2014).
Restauration partielle indirecte: composite ou céramique.
Réal clin. 25 (4):99-111.
- 40) Haute Autorité de Santé (HAS) (2009)
Reconstruction d'une dent par matériau incrusté (inlay-Onlay)
Rapport d'évaluation technologique. Juillet 2009
- 41) Herrguth, M., Wichmann, M., Reich, S. (2005).
The aesthetics of all-ceramic veneered and monolithic CAD/CAM crowns.
J Oral Rehabil. 32 (10):747-752.
- 42) Johnson, A. C. (2011).
Fracture strength of CAD/CAM composite and composite-Ceramic occlusal veneers.
J prosth res. 58 (2) : 107-14.
- 43) Landwerlin, O. (2016)
CFAO : Nouvelles stratégies esthétiques assistées par ordinateur
Strat proth. 16(1) : 5-14

- 44) Landwerlin, O. ; Fages, M. (2010)
L’empreinte optique : silence, on tourne !.
Strat Proth 14 (2) :
- 45) Lebon, N., Tapie, L., Vennat, E., Mawussi, B. (2015).
Influence of CAD/CAM tool ant material on tool wear and roughness of dental prostheses
after miling.
J prosth Dent. 114 (2) :236-247.
- 46) Le Bouchis, A. (2011).
Le système CEREC III: intégration au cabinet dentaire..
[thèse de chirurgie dentaire].
Nantes : université de Nantes, p. 42-43
- 47) Le corne, V. (2013).
L'endocouronne, de nouvelles perspectives grâce à l'évolution des techniques adhésives et
de la CFAO.
[thèse de chirurgie dentaire].
Brest : Université de Brest, p.21-28
- 48) LEHMAN N. (2008)
Restaurations coronaires partielles de la première molaire.
Réal Clin; 19(4) : 323-337
- 49) Lyra recherche et développement. (2015).
Une machine d’usinage optimisée pour votre cabinet.
Fiche technique de LYRA Mill.
- 50) Marniquet, S. ; Attal, JP ; Tapie, L. ; Fron Chabouis, H. (2014).
Les matériaux usinables en dentisterie restauratrice et prothèse fixée, Guide pratique
synthétique
Info Dent. 96(20) :59-64
- 51) Magne, P. ; Carvehlo, A. ; Bruzi, G. ; Anderson, R. ; Maia, H. ; Giannini, M. (2014)
Influence of no-ferrule and no-post buildup design on the fatigue resistance of
endodontically treated molars restored with resin nanoceramic CAD/CAM crowns.
Oper Dent ; 39(6) : 595-602
- 52) Mörmann, W.H. ; Bindl, A. (2002)
All ceramic, chairside computer-aided machining restorations.
Dent. Clin. North Am, 46(2) : 405-26.
- 53) Mount, G.J. ; Hume, W.R.
A revised classification of carious lesions by site and size
Quint. Inter, 28(5), 1997

- 54) Passia, N., Lehmann, F., Freitag-Wolf, S., Kern, M. (2015).
Tensile bond strength of different universal adhesive systems to lithium disilicate ceramic.
J Am Dent Assoc. 146 (10):729-734.
- 55) Pellissier, B. (2010).
Clinique pratique: matériau et CFAO dentaire.
Fil dent. 51(63) :58-62.
- 56) Perelmuter, S. ; Duret, F. ; Lelièvre, F. ; Lecardonnel, A. ; Cheron, R. (2009)
La prothèse céramo-céramique par C.F.A.O.
Paris : édition Quintessence ; Collection Réussir.
- 57) Raynal, J. (2008).
La dentisterie moderne à l'heure de la CFAO directe par le cerc 3D.
Fil dent. 33(51): 20-21.
- 58) Raynal, J. (2011).
Guide pratiques des Préparations Assistées par Guidage. La couronne antérieure
Paris, première édition, volume 1
- 59) Reynal, J. (2012).
Guide pratiques des Préparations Assistées par Guidage. La V-prep et l'endo V-prep
Paris, première édition, volume 1
- 60) Reynal, J. (2014).
Préparation assisté par guidage (PAG).
Strat proth. 14 (2) :99-111.
- 61) Reich, S ; Fiedlar, K. (2013)
Cerec anterior crowns: restorative options with monolithic ceramic materials.
Int J Comput Dent. 16(4):295-315.
- 62) Ruse, ND ; Sadoun, MJ (2014)
Resin Composite Blocks for dental CAD/CAM Applications
J Dent Res 2014 oct ; 24 : 1-3
- 63) Robert-David, P. (2013).
les facettes céramiques collées: protocole clinique.
[thèse de chirurgie dentaire].
Nice : Université de Nice.
- 64) Roques, C. (2014).
La CFAO dans la pratique quotidienne en cabinet dentaire et en laboratoire dans la région
midi-pyrénées en 2013 étude épidémiologique.
[thèse d'exercice chirurgie dentaire].
Toulouse :Université de Toulouse III.

- 65) Schweiger, J. ; Beuer, F. ; Edelhoff, D. (2010)
Le flux numérique : de la prise d’empreinte endobuccale à la confection du modèle.
Rev intern proth dent 4(10): 260-26
- 66) Tariq F. Alghazzawi (2016)
Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation
Journ. Prosth. Res. 60(2):72-84
- 67) Thévenot, L., Desrosière, A. (1988).
Les Catégories socioprofessionnelles.
Paris, Éditions La Découverte.
- 68) Vessot, A., Burgun, A., Quantin, C. (2012).
Informatique médicale, e-santé fondements et application.
Paris, Éditions Springer.
- 69) Wurbs, M., et al. (2006).
Dentist-time expenditure for two different adhesive all-ceramic systems.
J dent. 35(7):450-453.

Références bibliographiques électroniques

- 70) 3M ESPE. (2015).
3M™ True Definition Scanner [en ligne].
[consulté le 21/08/2015].
Disponible sur: http://solutions.3mfrance.fr/wps/portal/3M/fr_FR/3M_ESPE/Dental-Manufacturers/Products/Dental-Indirect-Restorative/Digital-Impression/True-Definition-Scanner/
- 71) 3shape. (2013).
TRIOS® Color Demonstration [en ligne].
[consulté le 21/6/2015].
Disponible sur : <https://www.youtube.com/watch?v=SLYZTACt5Y0>
- 72) Aldier, G. (2015).
Une nouvelle céramique usinable par le Cerec : le Z.L.S., Lithium Silicate enrichi à 10% de dioxyde de Zirconium [en ligne].
[consulté le 28/2/2016].
Disponible sur : <http://e-dentisterie.com/wordpress/wp-content/uploads/Article-site-e-dentisterie.pdf>

- 73) BADRE, B., BENNANI, A., ELARABI, S. (2012).
Inlay-Onlay en composite [en ligne].
[consulté le 5/06/2015].
Disponible sur: <http://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/inlay-onlay-en-composite.html>
- 74) Balleydier, M. (2003).
Préparations pour couronne céramique sur dents cuspidées [en ligne].
[consulté le 12/7/2015].
Disponible sur: <http://www.oeil-dentaire.com/location-334-preparations-pour-couronne-ceramique-sur-dents-cuspidees.htm>
- 75) CNIFPD-UNPPD. (2009).
Le Guide de la CFAO dentaire [en ligne].
[consulté le 18/5/2015].
Disponible sur : http://www.unppd.org/cnifpd/Guide_CFAO.pdf
- 76) Déjou, J. (2010).
Les céramiques [en ligne].
[consulté le 12/12/2015].
Disponible sur: <http://www.bnext-online.com/uploads/documentation/bnext-catalogue.pdf>
- 77) dental tribune. (2015)
Comment organiser vos rendez-vous avec le cerec [en ligne].
[consulté le 18/11/2015].
Disponible sur : http://www.dental-tribune.com/printarchive/download/document/35453/file/68a9bd237a7f9db8d7c7fb62dac2d816_16-17.pdf
- 78) dental tribune international. (2013).
Le TRIOS de 3Shape remporte un prix [en ligne].
[consulté le 7/6/2015].
Disponible sur: http://www.dental-tribune.com/articles/news/france/14748_le_trios_de_3shape_remporte_un_prix.html
- 79) Dentoscope. (2015).
CFAO-La couronne "endo-V-prep" [en ligne].
[consulté le 20/6/2015].
Disponible sur : <http://dento-reseau.com/posts/cfao-la-couronne-endo-vprep-molaire-2877>

- 80) Devigus, A. (n.d.).
Facettes en VITABLOCS® for CEREC®/inLab®, Guide clinique et prothétique [en ligne].
[consulté le 25/06/2015].
Disponible sur : https://mam.vitazahnfabrik.com/portal/ecms_mdb_download.php?id=29799&sprache=fr&fallback=&cls_session_id=&neuste_version=1
- 81) Évolutions dentaires. (2014, janvier 1).
CFAO LES SYSTÈMES OUVERTS ET FERMÉS [en ligne].
[consulté le 3/10/2015].
Disponible sur: <https://evolutionsdentaires.wordpress.com/cfao-les-systemes-ouverts-et-fermes/>
- 82) Landwerlin, O. (2015).
Spécial CFAO - Quel équipement choisir ? partie 1 [en ligne].
[consulté le 8/5/2015].
Disponible sur: <http://dento-reseau.com/posts/special-cfao-quel-equipement-choisir-partie-1>
- 83) LYRA TM. (2015).
Prise d’empreinte :Une solution intégrale vous rapproche de votre prothésiste [en ligne].
[consulté le 18/2/2016].
Disponible sur : <http://www.bnext-online.com/uploads/documentation/bnext-catalogue.pdf>.
- 84) LYRA-SOLUTIONS. (2015).
Lyra-solutions [en ligne].
[consulté le 6/8/2015].
Disponible sur: <http://www.lyra-solutions.com>
- 85) Planmeca. (2015).
Planmeca PlanMill 40 [en ligne].
[consulté le 8/1/2016].
Disponible sur : http://materialbank.planmeca.com/#1458738862790_0
- 86) Planmeca. (2015).
Planmeca planSCAN et planmeca plansCAD Easy.
[consulté le 8/1/2016].
Disponible sur : http://materialbank.planmeca.com/#1458739985654_12

- 87) Planmeca. (2013).
Solution CAD/CAM [en ligne].
[consulté le 8/1/2016].
Disponible sur : http://materialbank.planmeca.com/#1458739940404_6
- 88) SIRONA. (2015).
A chaque cabinet, sa solution CEREC [en ligne].
[consulté le 12/10/2015].
Disponible sur: <http://www.sirona.fr/fr/actualites/campagnes-promotions/packs-cerec/confort/cerec-ac-avec-cerec-omnicam-advanced/>
- 89) SIRONA. (2015).
CEREC MC / MC X [en ligne].
[consulté le 15/1/2016].
Disponible sur : <http://manuals.sirona.com/fr/la-dentisterie-numerique/solutions-cerec-chairside/cerec-mc-x.html>
- 90) Synergiedentaire. (2015).
Lyra concurrent du Cerec ? [en ligne].
[consulté le 14/10/2015].
Disponible sur: <http://www.synergiedentaire.com/?p=1084>
- 91) Thedentalist. (2014).
Qu'est ce qu'une Endo-Couronne? [en ligne].
[consulté le 12/6/2015].
Disponible sur : <http://thedentalist.fr/quest-ce-quune-endo-couronne/>
- 92) tuOtempO. (n.d.).
Comment puis-je concevoir une enquête de satisfaction des patients? [en ligne].
[consulté le 20/10/2015].
<http://www.tuotempo.com/documentation/fr/enquete-de-satisfaction-des-patients/>

Jury : Président : J-M. MARTRETTE – Professeur des Universités
Juges : P. DE MARCH– Maître de Conférence des Universités
P. CORNE– Assistante Hospitalier Universitaire
P. HIRTZ – Assistant Hospitalier Universitaire

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Présentée par: **Monsieur FIQUET Julien, Olivier, Sébastien**

né(e) à: **Mont de Marsan (Landes)**

le **1^{er} septembre 1989**

et ayant pour titre : « **Evaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'Odontologie du CHU de Nancy** ».

Le Président du jury



J.M. MARTRETTE

Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie



J.M. MARTRETTE



Autorise à soutenir et imprimer la thèse 9145

NANCY, le - 6 MAI 2016

Le Président de l'Université de Lorraine



P. MUTZENHARDT



FIQUET Julien – Évaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy.

Nancy 2016 : 145p. : 138 ill. : 93 réf.

TH. : Chir.-Dent. : Nancy : 2016

MOTS CLÉS : CFAO, LYRA, prothèse, étude

FIQUET Julien - Évaluation sur une année de l'intégration du système autonome LYRA au sein du service d'odontologie du CHRU de Nancy.

Th. Chir.- Dent. : Nancy : 2016

Les travaux du docteur François Duret sur l'empreinte optique, dans les années soixante-dix, ont permis à la CFAO de prendre une part de plus en plus importante au sein des cabinets dentaires. De nombreux fabricants ont ensuite investi le domaine de la CFAO et plus particulièrement celui de l'empreinte optique. Cependant, peu se sont intéressés au système complet de CFAO directe. L'entreprise Sirona a proposé dans les années quatre-vingt, des systèmes pour les cabinets dentaires, notamment le système Cerec mais qui reste un système fermé. En 2013, l'entreprise LYRA présente l'usineuse « LYRA Mill » et propose un système ouvert complet de CFAO. Actuellement, la majorité des chirurgiens-dentistes utilisent la CFAO dans leur pratique quotidienne qu'elle soit directe, indirecte ou semi-directe (Roques, 2014). Cependant, l'enseignement de la CFAO dans le cursus hospitalo-universitaire des étudiants en chirurgie-dentaire reste très marginal. La participation du service d'odontologie du CHU de Nancy à un protocole d'étude clinique nationale sous la direction des Hôpitaux de Paris, a permis d'obtenir le prêt d'un système de CFAO dentaire autonome, le système LYRA. L'acquisition de ce système par le centre de soin, sous la responsabilité du docteur Pascale Corne, Assistante hospitalo-universitaire, permet l'élargissement de l'offre de soins accessible aux patients, tout en permettant aux étudiants d'assister aux séances. Ce service était déjà équipé d'un système de CFAO directe, le CEREC 3 dont l'utilisation était limitée, puisque seulement quelques cas cliniques par an ont été réalisés.

JURY :

| | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Pr. J.-M. MARTRETTE | Professeur des universités | Président |
| Dr. P. DE MARCH | Maître de conférence des universités | Directeur de thèse |
| Dr P. CORNE | Assistant hospitalier universitaire | Co-directeur de thèse |
| Dr. P. HIRTZ | Assistant hospitalier universitaire | Juge |

Adresse de l'auteur :

FIQUET Julien
53 rue René Cassin
21850 Saint Apollinaire