



HAL
open science

Thèse pédagogique : intégration de la CFAO dans le programme d'enseignement de la PAPIM à la Faculté de chirurgie dentaire de Nice

Matthieu Kirion

► To cite this version:

Matthieu Kirion. Thèse pédagogique : intégration de la CFAO dans le programme d'enseignement de la PAPIM à la Faculté de chirurgie dentaire de Nice. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04515059

HAL Id: dumas-04515059

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04515059>

Submitted on 21 Mar 2024

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.

**Thèse pédagogique : Intégration de la CFAO dans l'enseignement
de la PAPIM à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice.**

Année 2023

Thèse n°42 57 23 40

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant la
Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice

Le Vendredi 8 Décembre 2023 Par

Monsieur KIRION Matthieu

Né le 29-07-1998 à
Grasse

Pour obtenir le grade de :

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)

Examineurs :

Madame le Professeur
Madame le Docteur
Madame le Professeur
Madame le Professeur
Monsieur le Docteur

Claire Lassauzay
Pauline Chambon
Clara Joseph
Nathalie Brulat
Gary Lambert

Présidente du jury
Directrice de thèse
Assesseur
Assesseur
Membre Invité

CORPS ENSEIGNANT

MAJ : 01/11/23

56ème section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités

Mme CHARAVET Carole
Mme JOSEPH Clara

Maître de Conférences des Universités

Mme AIEM TORT-ALVAREZ Elody
Mme MASUCCI Caterina

Maître de Conférences des Universités Associé

Mme OUEISS Arlette

Chefs de Clinique Assistants

M. ECALLE Corentin
Mme LAMBERTS Johanna

Attachés

M. CAMIA Julien
Mme DEVILLE Clara
M. OROSCO Philippe

Sous-section 02 : PREVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités

Mme LUPI Laurence

Maître de Conférences des Universités

Mme BORSA Leslie
Mme MERIGO Elisabetta

Chefs de Clinique Assistants

Mme PETTITI Marine

Attachés

M. BARBRY Ludovic
M. GLACHANT Didier
M. TOLILA Gérard

57ème section : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Sous-section 01 : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Professeur des Universités

Mme DRIDI Sophie Myriam
Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle
Mme VINCENT-BUGNAS Séverine

Maître de Conférences des Universités

M. COCHAIS Patrice
Mme RAYBAUD Héléne
Mme VOHA Christine

Chefs de Clinique Assistants

M. AMELINE Clément
M. BONNICI Quentin
Mme DEMES Estelle
M. GAUDARD Mathias
Mme GUILLOU Estelle

Attachés

M. GEMMI Thomas
M. GUIGON Michael
M. NACACHE Stéphane

58ème section : REHABILITATION ORALE

Sous-section 01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur des Universités

Mme BERTRAND Marie-France
Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Mme EHRMANN Elodie
Mme LASSAUZAY Claire

Professeur des Universités Associé

M. DOUGHAN Bassel

Professeur des Universités Emérite

M. ROCCA Jean-Paul

Maître de Conférences des Universités

M. CEINOS Romain
M. LAPLANCHE Olivier
M. LEFORESTIER Eric
M. MAILLE Gérard
Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie

Chefs de Clinique Assistants

Mme BERNABEU Marie
Mme BONNES Anais
M. CEPPO Franck
Mme CHAMBON Pauline
Mme DUBOIS Margaux
M. GIRODONGO Alexandre
Mme TEISSEIRE Lise

Attachés

M. ATTAL Bruno
M. PICOT Robin
M. PONCHET Yves
M. WAREMBOURG Philippe

REMERCIEMENTS

A Madame le Professeur Claire LASSAUZAY

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Département de dentisterie restauratrice, endodontie, prothèse, fonction-dysfonction, imagerie et
biomatériaux
Chef de service*

Chère Pr Lassauzay, je vous remercie d'avoir accepté la présidence de mon jury. Travailler au centre de soin sous votre direction a été extrêmement formateur. Votre rigueur dans le travail, et votre douceur avec les patients sont pour moi des exemples à suivre. Je vous prie de croire à mes sentiments les plus distingués.

A Madame le Docteur Pauline CHAMBON

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Chef de Clinique Assistant
Département de dentisterie restauratrice, endodontie, prothèse, fonction-dysfonction,
imagerie et biomatériaux*

Chère Pauline, un grand merci ! Merci de m'avoir fait confiance pour ta première direction de thèse. Tu as été énormément disponible et d'une grande aide pour moi. A mon grand regret, je n'ai pas eu la chance de te connaître en tant qu'assistante à la faculté ni au CHU. J'ai appris à te connaître grâce aux événements que l'on organisait pour le gala. Je te souhaite plein de réussite au niveau personnel et professionnel.

A Madame le Professeur Clara Joseph

*Docteur en Chirurgie Dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Département d'odontologie pédiatrique et orthopédie dento faciale*

Chère Pr Joseph, je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Vous m'avez appris à prendre en charge les enfants dans la bonne humeur et l'efficacité. Je serai à tout jamais impressionné par ces vacances de pédodontie les mercredis après-midi. Les plannings surchargés, et les étudiants dépassés par des patients parfois compliqués ne vous effrayaient guère. Je vous prie de trouver ici le témoignage de tout mon estime.

A Madame le Professeur Nathalie BRULAT

*Docteur en Chirurgie dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Département de dentisterie restauratrice, endodontie, prothèse, fonction-dysfonction, imagerie et biomatériaux*

Chère Pr Brulat, vous me faites le grand honneur de juger mon travail et de composer le jury de cette thèse. Votre pédagogie au regard de l'endodontie est remarquable. J'ai eu la chance de vous assister au CHU. Je vous remercie de m'avoir fait confiance en tant que moniteur pour les TP d'endodontie en 5^{ème} année. J'ai alors compris tout le travail et la rigueur que requiert l'enseignement. Veuillez trouver ici la marque de ma gratitude et de mon profond respect.

A Monsieur le Docteur Gary LAMBERT

Docteur en Chirurgie Dentaire

Mon cher Gary, par où commencer ? Je t'ai rencontré dès ma 2^{ème} année lors des TP de gestuelle et pratique. Un homme sérieux et très pédagogue. Puis les TP en 3^{ème} année, et enfin la clinique. J'ai adoré travailler à tes côtés en 6^{ème} année. Je te remercie pour tout ce que tu m'as appris et surtout pour ta disponibilité au CHU. J'espère que tout le travail que t'as demandé cette co direction de thèse n'entache pas trop tous ces bons souvenirs. Je te remercie infiniment, sans toi mes études n'auraient pas eu la même saveur. Je te souhaite plein de réussite que ce soit au niveau professionnel ou sportif. A ce sujet, je t'attends sur un Ironman pour savoir qui est le meilleur de nous deux. Je te souhaite de gagner une course à la régulière.

A Ambre, ma famille, amis, mes papis et tonton Franck

SOMMAIRE

I. Enseignement de la Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique (PAPIM) à la faculté de chirurgie dentaire de Nice.....	7
a. Plannings et programmes d'enseignement.....	7
1. Gestuelle et pratique	7
2. Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique	12
b. Apport du Numérique dans l'enseignement	14
c. CHU : Caméra 3Shape et Primescan	17
II. CFAO en PAPIM	18
a. Définition de la CFAO	18
b. Protocole de réalisation d'une PAPIM maxillaire et mandibulaire en numérique.....	22
1. Empreintes d'études optique ⁽⁶⁾	22
2. Enregistrement des Relations Inter-Maxillaires	26
3. Analyse numérique ⁽²⁾	27
4. Empreintes de travail + RIM.....	28
5. Conception du châssis ⁽⁹⁾	30
6. Fabrication du châssis	31
7. Essayage des châssis et empreinte sectorielle de correction	34
8. Montage et essayage des dents.....	35
9. Polymérisation, finitions et pose ⁽¹³⁾	39
III. Intégration de la CFAO dans le programme d'enseignement	40
a. Mise à jour des syllabus	40
b. Élaboration d'une trame de TP.....	45
d. Quels nouveaux TP et pourquoi ?.....	52
e. Protocole de 4 nouveaux TP.....	53
f. Intégration de QR code	54

Introduction

La réhabilitation des zones édentées est un enjeu majeur pour le chirurgien-dentiste. Au fil du temps les thérapeutiques évoluent, se perfectionnent et les doléances des patients changent également. Les réhabilitations implanto-portées, pour des raisons médicales, anatomiques ou encore financières, ne permettent pas de répondre à toutes les situations cliniques. La Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique (PAPIM) reste une thérapeutique essentielle pour la réhabilitation des édentements partiels.

Nous nous intéresserons à la modernisation des protocoles de réalisation des PAPIM, en clinique et au laboratoire. Après avoir détaillé les étapes de l'obtention d'une PAPIM à partir d'un flux numérique, nous allons mettre en place un outil pédagogique afin de former les étudiants en odontologie de l'Université Nice Côte d'Azur (UCA) à ce protocole. Des nouveaux exercices de Travaux Pratiques sont proposés. Ils devront permettre une initiation aux bases de la Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO). Afin d'intégrer ces exercices au programme existant et pour permettre d'en ajouter de nouveaux à l'avenir, les syllabus des programmes de 2^{ème} et 3^{ème} année ont été intégralement actualisés.

I. Enseignement de la Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique (PAPIM) à la faculté de chirurgie dentaire de Nice

a. Plannings et programmes d'enseignement

L'enseignement de la Prothèse Amovible Partielle se décompose sur 3 années, de la 2^{ème} à la 4^{ème} année dentaire. Il prend différentes formes : Travaux Pratiques (TP), Cours Magistraux (CM) et Enseignements Dirigés (ED). Nous allons détailler année par année le planning et le programme des enseignements.

1. Gestuelle et pratique

En deuxième année la matière est Gestuelle et Pratique. L'objectif est de permettre aux jeunes étudiants de se délier les mains. Le programme est exclusivement sous forme de TP (figure 1). La promotion est divisée en 2 groupes, les TP ont lieu les mercredis et vendredis de 8h00 à 12h00 de Septembre à Décembre (figure 2). En tant que premiers TP, ils doivent poser les bases du métier de chirurgien-dentiste, à savoir :

- La propreté
- La rigueur
- La ponctualité
- La précision
- L'ergonomie de travail

Ergonomie (Tinker CAD)	Maquette 3
Empreinte alginate + coulée	Maquette 4
Empreinte 2 + socle	Relations InterMaxillaires
Résine photopolymérisable (dent, cœur)	Résine autopolymérisable (coquillage)
Maquette 1 : Indices positifs et négatifs	Empreinte sectorielle + provisoire CEREC
Maquette 2	Sculpture cire en soustraction

Figure 1. Liste des TP enseignés en 2^{ème} année

Date	Groupe	Thème
Mercredi 7 septembre 2022	GROUPE 1	ERGO 3D Ergo Tinker
Vendredi 9 septembre 2022	GROUPE 1	EMP 1 empreinte alginate + coulée
Mercredi 14 septembre 2022	GROUPE 2	ERGO 3D Ergo Tinker
Vendredi 16 septembre 2022	GROUPE 2	EMP 1 empreinte alginate + coulée
Mercredi 21 septembre 2022	GROUPE 1	EMP 2 socle + taille plâtre
Vendredi 23 septembre 2022	GROUPE 1	RES PHOTO (Dent en RP)
Mercredi 28 septembre 2022	GROUPE 2	EMP 2 socle + taille plâtre
Vendredi 30 septembre 2022	GROUPE 2	RES PHOTO (Dent en RP)
Mercredi 5 octobre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	MAQ 1 Indices positifs et négatifs
Vendredi 7 octobre 2022	CNEPROF	Pas de TP
Mercredi 12 octobre 2022	GROUPE 1	MAQ 2 Maquette d'occlusion
Vendredi 14 octobre 2022	GROUPE 1	MAQ 3
Mercredi 19 octobre 2022	GROUPE 2	MAQ 2 Maquette d'occlusion
Vendredi 21 octobre 2022	GROUPE 2	MAQ 3
Mercredi 26 octobre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	MAQ 4
Vendredi 28 octobre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	RIM
Mercredi 2 novembre 2022	Pause Pédagogique	Pas de TP
Vendredi 4 novembre 2022	Pause Pédagogique	Pas de TP
Mercredi 9 novembre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	RES AUTO - Coquillage
Vendredi 11 novembre 2022	Pause pédagogique	Pas de TP
Mercredi 16 novembre 2022	GROUPE 1	EMP SECT CEREC DT PROV Vocco
Vendredi 18 novembre 2022	GROUPE 2	EMP SECT CEREC DT PROV
Mercredi 23 novembre 2022	ADF	Pas de TP Pas de TP
Vendredi 25 novembre 2022	ADF	
Mercredi 30 novembre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	SCULPT 1 cire en soustraction
Vendredi 2 décembre 2022	GROUPE 1 + GROUPE 2	SCULPT 2 cire en soustraction

Figure 2. Programme TP Gestuelle et Pratique 2^{ème} année 2022-2023

Le programme d'enseignement regroupe 12 séances de Travaux Pratiques, dont 6 où le temps de TP est divisé par deux. Chaque étudiant reçoit en début d'année le syllabus. Ce document recueille les protocoles de l'ensemble des TP. Il est primordial pour chaque élève de comprendre ce qui va lui être demandé avant chaque séance. Il comporte également une grille d'évaluation, lui indiquant le barème de notation (figure 3).

NOM :

FICHE D'ÉVALUATION POUR LE MODÈLE MAXILLAIRE

Dents	Bulles sur les dents	Plâtre	Vestibule	Palais/tubérosités	Socle/taille	Propreté
/5	/5	/5	/5	/5	/5	/5

Dents : présence de toutes les surfaces des dents

Bulles sur les dents : présence de bulles sur les dents

Plâtre : coulée homogène, sans microbulles

Vestibule : Limites du fond du vestibule dans les secteurs édentés

Palais et tubérosités : limites postérieures enregistrées

Socle : épaisseur suffisante, en plâtre blanc, stabilité

Propreté : traces d'autres plâtres, carbone.

Figure 3. Exemple de Fiche d'Évaluation

Analysons le programme en détails, sur 12 Travaux Pratiques nous retrouvons :

- Travaux Pratiques relatifs à l'apprentissage de la gestuelle et des biomatériaux :
 Empreinte alginate, Coulée des empreintes + Socle, Indices positifs et négatifs,
 Maquettes d'occlusion, Relations inter-maxillaires

- Travaux Pratiques relatifs à la Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) : Tinker CAD, Empreinte sectorielle + Provisoire CEREC.

Au fil du temps le programme d'enseignement se modernise. Pour compléter certains exercices déjà existants (confection de moules en Légo® et coulée du plâtre (figure 4)), de nouveaux exercices numériques ont été développés (Tinker CAD, confection de forme simple en CAO). L'objectif de cette thèse est de proposer de nouveaux exercices à réaliser grâce à des logiciels de CAO et de les intégrer au programme d'enseignement de Travaux Pratiques de 2^{ème} et 3^{ème} année (figure 5).

ERGONOMIE

MATERIEL NECESSAIRE AUX 3 EXERCICES SUIVANTS

Fourni par l'équipe enseignante :

Plâtre + eau (doses préétablies)

Votre matériel :

Plaque de céramique (au moins 15 x 15 cm)

Briques Lego®

Bol à plâtre

Spatule à plâtre

Spatule de Zahl

Compas

Papier de verre

Papier calque

Couteau à cire

Vaseline et pinceau

Papier absorbant

Papier bulle

Étiquettes + Sachets en plastique

Lunettes de protection

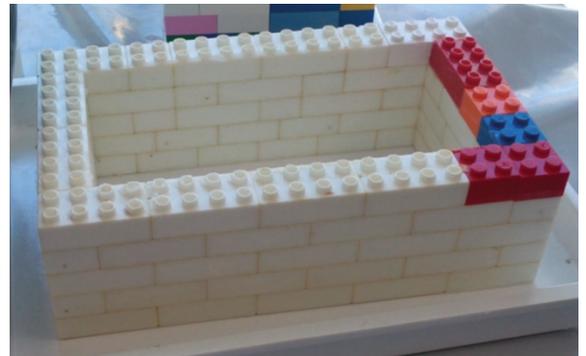


Figure 4. Syllabus du TP Ergonomie avec moule en Légo®

ERGONOMIE

MATERIEL NECESSAIRE AUX 3 EXERCICES SUIVANTS

Fourni par l'équipe enseignante :

Ordinateurs salle informatique

Logiciel TinkerCAD : <https://www.tinkercad.com/>

Objectifs de la séance :

Analyser, déplacer, et redimensionner des volumes dans l'espace

Reproduire des formes simples par addition et par soustraction

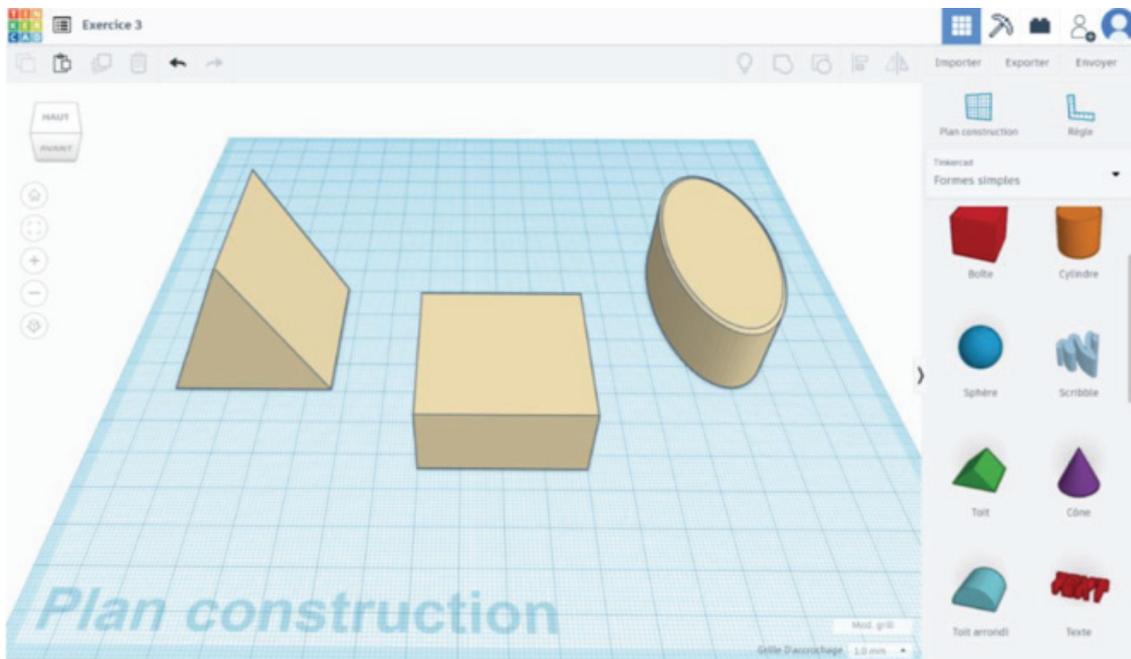


Figure 5. Syllabus TP Ergonomie Tinker CAD

2. Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique

2.1 – 3^{ème} Année

En 3^{ème} année l'enseignement de Travaux Pratiques du vendredi est exclusivement réservé à la Prothèse Amovible Partielle à Infrastructure Métallique (PAPIM). Il se déroule au deuxième semestre, de Janvier à Mai. Les étudiants suivent également des Enseignements Dirigés (ED) de PAPIM les mercredis. Pour les ED, les étudiants doivent réaliser des exposés traitant des différents éléments constitutifs de la PAPIM. Par la suite des cas cliniques leur sont présentés et ils doivent, en groupe, proposer un plan de traitement global, de la première consultation à la réalisation de la PAPIM. Le programme des TP quant à lui, consiste à la réalisation d'une PAPIM étape par étape (figure 6).

TP 1	Tracé des indices et maquette d'occlusion maxillaire
TP 2	Maquette d'occlusion mandibulaire / Enregistrement des RIM / Transfert sur ASA
TP 3	Crochets sur macromodèle, étude au paralléliseur, améloplasties sur plâtre, numérisation
TP 4	Maquette d'empreinte maxillaire, empreinte anatomofonctionnelle maxillaire et alginate mandibulaire et coulée
TP 5	Préformes en cires

Figure 6. Programme des TP PAPIM 3^{ème} année

Certains TP reprennent des notions déjà abordées en 2^{ème} année comme les indices positifs et négatifs des arcades maxillaire et mandibulaire ou la réalisation des maquettes d'occlusion. Les TP sont cette année beaucoup plus concrets pour les étudiants. En effet, ils reprennent les étapes cliniques et laboratoire de la confection d'une PAPIM. Le nombre d'étudiants par promotion croissant d'année en année, il est nécessaire de réaliser certains exercices en quart de groupe (soit environ 15 étudiants). Nous cherchons donc à utiliser au mieux ce temps disponible en étayant le programme de PAPIM avec des TP en salle informatique ou avec du travail personnel à faire chez soi.

2.2 – 4^{ème} Année

En 4^{ème} année il n'y a plus de TP mais uniquement des Enseignements Dirigés (ED). Les étudiants reçoivent des cas cliniques à traiter en groupe. Ils présentent ensuite leur plan de traitement détaillé. Ces ED leur permettent de développer une vision pluridisciplinaire, et d'élaborer un plan de traitement plus ou moins complexe. Leurs travaux reposent sur des cas « réels » et non plus des modèles pédagogiques sur fantôme.

b. Apport du Numérique dans l'enseignement

En 2^{ème} année, des notions de dentisterie numérique sont déjà abordées grâce à des exercices utilisant le logiciel TinkerCAD ou le logiciel CEREC. En plein essor depuis plusieurs années maintenant, le numérique apporte énormément d'avantages au patient, au chirurgien-dentiste et au prothésiste.

Le système CEREC, pour CERamique REConstruction est né dans les années 80 et s'est perfectionné au fil du temps. Le principe est le suivant : réaliser la préparation, l'empreinte, la confection et l'assemblage de la pièce prothétique en une seule séance clinique, au cabinet dentaire (chair side : « à côté du fauteuil »). Ce système permet la confection de pièces prothétiques fixées (inlay, onlay, overlay, couronne). Le praticien réalise l'empreinte optique dans le même temps opératoire qui suit la préparation. Le fichier généré est ensuite retravaillé : définition des limites de la préparation, choix du matériau en monobloc, choix de la teinte et enfin conception de la pièce prothétique. Ce fichier est ensuite transmis à l'usineuse. Une fois le monobloc du matériau et de la teinte

souhaitée inséré, l'usinage peut débuter. Certains matériaux nécessitent un post traitement (cuisson, maquillage). Une fois toutes ces étapes réalisées, la pièce prothétique peut être assemblée⁽²⁾.

Le protocole du TP CEREC est le suivant : les étudiants disposent d'un modèle en plâtre sur lequel la Préparation Corono-Périphérique (PCP) de la dent n°16 est réalisée, afin de recevoir une future couronne provisoire puis définitive. Ils réalisent l'empreinte sectorielle du modèle préparé. Puis, ils scannent un modèle que l'on pourrait qualifier de « situation initiale » ou de wax up, préfigurant la future couronne. Enfin, ils conçoivent numériquement la future couronne prothétique. Toutes les étapes d'acquisition et de conception sont réalisées en Travaux Pratiques. Seules les étapes d'usinage, de finitions et d'assemblage ne sont pas réalisées ici (figure 7).

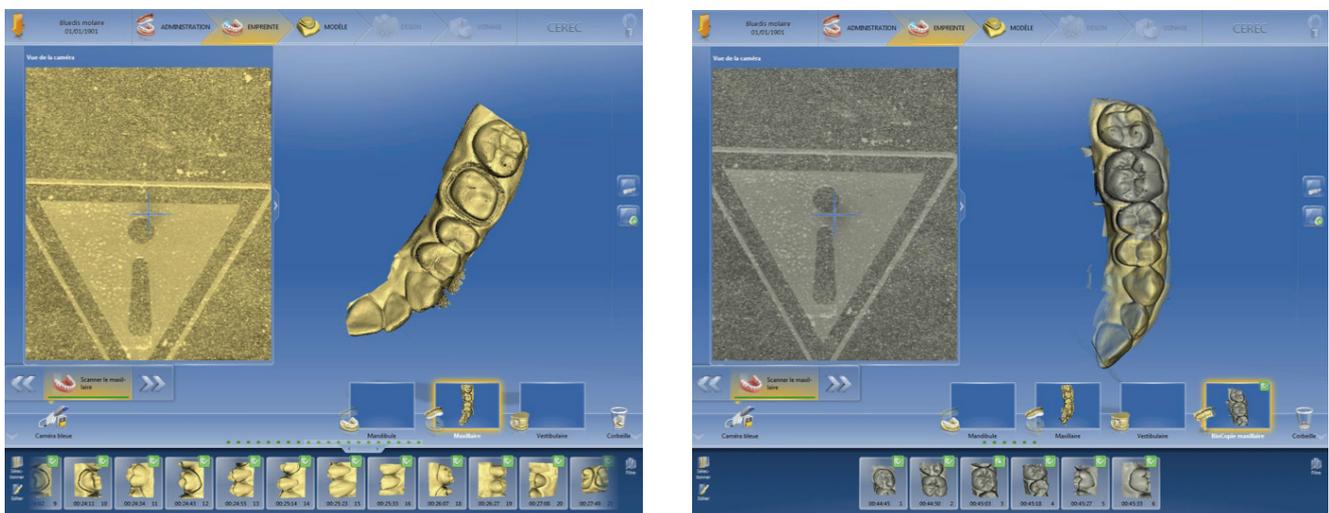


Figure 7. TP CEREC

En 3^{ème} année, avant COVID, un TP était organisé dans les locaux de la société Euromax. Société spécialisée dans le numérique, à Monaco. Elle dispose de différents modèles de caméras qu'elle commercialise auprès des cabinets dentaires de la région.

Lors de ce TP les étudiants devaient réaliser l’empreinte optique d’une arcade complète. Ensuite, à partir du modèle numérisé, ils créaient de façon entièrement numérique un châssis. Bien que la conception du châssis soit réalisée par le prothésiste, il est toujours indispensable de savoir et de comprendre comment sont réalisées les étapes de laboratoires afin de fournir un travail de qualité.

Un des objectifs de ce travail est de proposer une alternative à ces TP pour pouvoir les réaliser à la Faculté de Chirurgie Dentaire de l’Université Nice Côte d’Azur.

c. CHU : Caméra 3Shape et Primescan

Le centre de soin est équipé de deux caméras pour réaliser les empreintes optiques ; 3Shape de la marque TRIOS® et Primescan de Dentsply Sirona®. Les versions sur kart tout intégré présentes au centre de soin permettent de les déplacer aisément dans toutes les salles de soins (figure 8).



Figure 8. Caméra 3Shape TRIOS et Primescan sur kart

L'empreinte optique regroupe de nombreux avantages par rapport aux empreintes physiques :

- Meilleur moyen de communication avec le patient
- Rapidité d'acquisition
- Plus confortable pour les patients

II. CFAO en PAPIM

a. Définition de la CFAO

CFAO : pour Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur. On parle de CAD/CAM en anglais (Computer Assisted Design / Computer Assisted Manufacturing).

Ce concept a vu le jour dans les années 1960-1970 avec l'introduction des machines-outils à commande numérique. A l'origine le procédé de CFAO était dédié à des prototypes ou maquettes dans le secteur de l'aéronautique et l'automobile. Dès lors que la CFAO a évolué en précision et fiabilité, elle s'est diversifiée dans de nombreux domaines notamment en dentisterie.

CFAO Dentaire ⁽²⁾ : Processus de conception et de fabrication d'un dispositif dentaire sur mesure, ou de l'adaptation d'un dispositif dentaire industrialisé pour un patient spécifique, en s'aidant de l'outil informatique. D'une manière générale, la CFAO dentaire peut être qualifiée comme un ensemble de moyens technologiques coordonnés (CAO, FAO). Ces derniers permettent l'acquisition des données cliniques analogiques et la modélisation virtuelle (CAO) puis la réalisation matérielle (FAO) d'un dispositif médical sur mesure.

En 30 ans, toutes les étapes du processus de conception et de fabrication assistées par ordinateur ont bénéficié de nombreux progrès. Parmi les plus grandes évolutions nous notons : les scanner 3D haute définition, les logiciels de conception plus précis,

plus rapides et simplifiés ainsi que la fabrication de matériaux innovants obtenus par soustraction ou addition (frittage laser ou impression 3D).

De nombreux domaines au sein même de la dentisterie sont touchés par la CFAO (dentisterie restauratrice, prothétique, implantaire et orthodontique)⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾. La CFAO apporte de nouvelles solutions thérapeutiques ou améliore des solutions existantes. La CFAO est d'ores et déjà omniprésente dans les cabinets dentaires et laboratoires de prothèses.

Il existe 3 types de CFAO Dentaire :

- CFAO Directe : La restauration est réalisée dans sa totalité au cabinet dentaire, la plupart du temps en 1 séance. Le dentiste procède à la préparation de la dent, l'empreinte et l'usinage de la pièce prothétique qui est-elle même assemblée dans la séance (CEREC, Dr Moermann)⁽²⁾.
- CFAO Semi Directe : L'empreinte optique, réalisée par le praticien, est envoyée à son laboratoire de prothèse (ou au centre d'usinage) où la pièce prothétique sera réalisée puis livrée au cabinet dentaire.
- CFAO Indirecte : Le chirurgien-dentiste réalise une empreinte physicochimique, dite « classique », puis la transmet au laboratoire de prothèse qui coule l'empreinte. Le prothésiste réalise ensuite l'acquisition numérique à partir du modèle en plâtre.

Une chaîne de CFAO se décompose généralement en 4 maillons (figure 9) :

- 1^{er} maillon : Acquisition de données à l'aide d'une caméra intra orale ou scannage modèle en plâtre.
- 2^{ème} maillon : CAO, création de la prothèse en virtuel.
- 3^{ème} maillon : FAO, matérialisation physique de l'objet virtuel. Un logiciel dédié détermine la position des outils lors de la fabrication.
- 4^{ème} maillon : Machine-outil à commande numérique



Figure 9. Chaîne de CFAO

Il existe 2 types de procédés de fabrication⁽³⁾⁽⁶⁾ :

- Par soustraction : on enlève de la matière, on parle principalement de l'usinage par érosion ou fraisage (diamanté, carbure, laser).
- Par addition : on ajoute de la matière, regroupe 4 types de procédés⁽³⁾⁽⁶⁾ :
 - **Stéréolithographie par photo polymérisation (SLA)** : Polymérisation progressive par rayon laser d'une résine spéciale sensible. Cela aboutit à la formation de l'objet complet par couches successives.
 - **Fused Deposition Modeling (FDM)** : Dépôt de filament de polymère thermoplastique chauffé à sa température de plasticité couche par couche à travers une buse pour former l'objet escompté.

- **Micro Fusion Laser Sélective (SLM) :** Dépôt de couches successives associé à un laser qui balaye un lit de poudre métallique pour le faire fondre jusqu'à la formation de la pièce métallique⁽³⁾
- **Frittage Laser (SLS) :** Dépôt de couches successives associé à un laser qui balaye chaque couche pour permettre son frittage jusqu'à l'obtention du modèle souhaité

Les laboratoires sont en perpétuelle recherche de nouveaux matériaux, plus performants, esthétiques et durables, permettant au chirurgien-dentiste d'élargir son arsenal thérapeutique. Cette sans cesse évolution doit bien entendu prendre en compte la matériovigilance. En effet, la sécurité d'emploi de ces nouveaux matériaux dans le temps est primordiale. Le chirurgien-dentiste doit se former tout au long de sa carrière afin d'être informé.

b. Protocole de réalisation d'une PAPIM maxillaire et mandibulaire en numérique

Le plan de traitement pour ce protocole requiert seulement la réalisation de deux prothèses amovibles maxillaire et mandibulaire à infrastructure métallique ou PAPIM. Les tissus sont sains, aucun soin conservateur ni prothétique fixe n'est requis.

1. Empreintes d'études optique⁽⁶⁾

La première étape est l'empreinte d'étude. L'acquisition du maxillaire et de la mandibule doit permettre l'enregistrement de la totalité de l'arcade dentée et des surfaces muqueuses (palais, crêtes, fond du vestibule, trigones et tubérosités). Pour la réalisation de cette empreinte optique, le chirurgien-dentiste doit suivre un chemin de numérisation, allant de proche en proche. Afin de se repérer dans l'espace, la caméra a besoin que cette numérisation se fasse sans discontinuité. Le principe d'une empreinte optique consiste à un assemblage d'images les unes aux autres. Il est préconisé de commencer dans les secteurs postérieurs, et si possible dentés, comme indiqué sur le schéma (figure 10) :

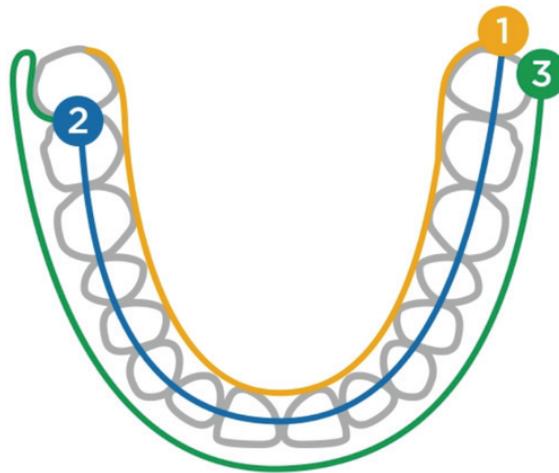


Figure 10. Schéma de numérisation pour empreinte optique par Primescan

Le protocole d'acquisition est assez simple. On veille à ce que la caméra soit chaude pour éviter de créer de la buée sur l'objectif une fois en bouche. Puis nous pouvons débuter l'empreinte. L'embout de la caméra est positionné en lingual au niveau de la dent la plus postérieure avec une inclinaison de 45°. De proche en proche on enregistre les faces linguales, ce qui nous permet d'enregistrer dans le même temps une partie des faces occlusales (**tracé jaune 1**). Une fois arrivé dans le secteur opposé, sans stopper la caméra, nous continuons en scannant les faces occlusales (**tracé bleu 2**). Puis, une fois de retour au point de départ (1), nous positionnons la caméra en vestibulaire pour enregistrer les dernières informations manquantes des tissus durs (**tracé vert 3**). Il est maintenant temps de passer à l'enregistrement des tissus mous. Afin que la caméra se repère dans la cavité buccale, nous devons nous positionner sur un élément qu'elle a précédemment enregistré. Nous pourrons alors facilement à partir d'une dent, retrouver notre position puis scanner les éléments manquants. Plus l'étendue des tissus mous est importante, plus l'acquisition est complexe.

Le protocole d'acquisition recommandé par 3Shape est le suivant : au maxillaire, commencer par la surface occlusale d'une molaire. Ensuite, basculer lentement le scanner en passant par les incisives. Continuer jusqu'à la dernière molaire. Puis, numériser la face vestibulaire et palatine. Enfin, numériser le palais. Le protocole mandibulaire est identique, il diffère seulement dans l'acquisition du palais qui n'est pas présent à la mandibule (figure 11).

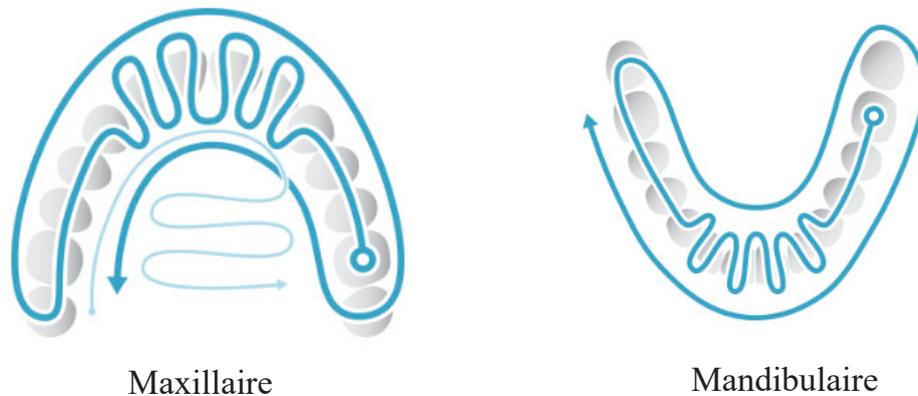


Figure 11. Schéma de numérisation pour empreinte optique par 3Shape

Un chirurgien-dentiste peu familier avec l’empreinte optique sera confronté à plusieurs difficultés. Selon les fabricants la caméra peut être plus ou moins volumineuse, ce qui peut rendre la prise en main plus complexe. La réalisation d’une empreinte en vision indirecte : le praticien positionne la caméra en intra-buccal puis pour la déplacer, il s’aide de l’écran sur lequel l’acquisition s’affiche en temps réel. Les dents n’étant pas planes (formes convexes ou concaves), afin d’enregistrer toutes leurs surfaces, y compris les embrasures, il est important de modifier l’orientation de la caméra lors de l’empreinte.

Une fois ces empreintes d’études réalisées (maxillaire et mandibulaire), le praticien peut approfondir son examen clinique. En effet, au même titre que les photographies extra et intra-buccales, ou même les radiographies dentaires, les empreintes optiques sont des documents complémentaires qui aident le chirurgien-dentiste dans l’analyse de ses cas. Ainsi, le praticien peut compléter son examen clinique à partir de l’empreinte, en observant l’absence de tartre, l’adaptation des précédentes restaurations (composites, couronnes, inlay/onlay) ou encore la présence ou non de lésions carieuses (pour certains modèles de caméra plus récent). Il pourra également mettre en évidence les dents en malposition.

2. Enregistrement des Relations Inter-Maxillaires

La deuxième étape du protocole de réalisation d'une PAPIM par CFAO est l'enregistrement des Relations Inter-Maxillaires ou RIM. Dans certain cas cet enregistrement peut être réalisé dans le même temps que l'empreinte d'étude. Nous détaillons ici le protocole de cas simple, où l'occlusion physiologique du patient est stable, reproductible et ne sera pas altérée par le traitement prothétique.

Le fauteuil dentaire est relevé, en position assise. Le patient doit être positionné à 90° la tête soutenue par la têtère. Il doit retrouver sa position d'occlusion d'intercuspidie maximale. Une fois le patient en occlusion, le chirurgien-dentiste doit à l'aide d'un miroir de bouche, libérer un espace entre les joues et les dents pour y positionner la caméra. L'enregistrement des RIM peut alors débuter avec un mouvement de balayage de haut en bas sur les faces vestibulaires des molaires et prémolaires. Il est possible d'enregistrer l'occlusion uniquement du côté droit ou du côté gauche, ou bien, des deux côtés.

3. Analyse numérique⁽²⁾

Une fois les empreintes d'études et les RIM enregistrées, l'étude du cas peut débuter. Cette tâche est généralement déléguée au prothésiste. Une première étude est faite numériquement. Le technicien de laboratoire manipule l'empreinte sur le logiciel et analyse l'occlusion à l'aide d'un articulateur virtuel. Cela permet d'analyser l'occlusion en statique mais également en dynamique (figure 12).

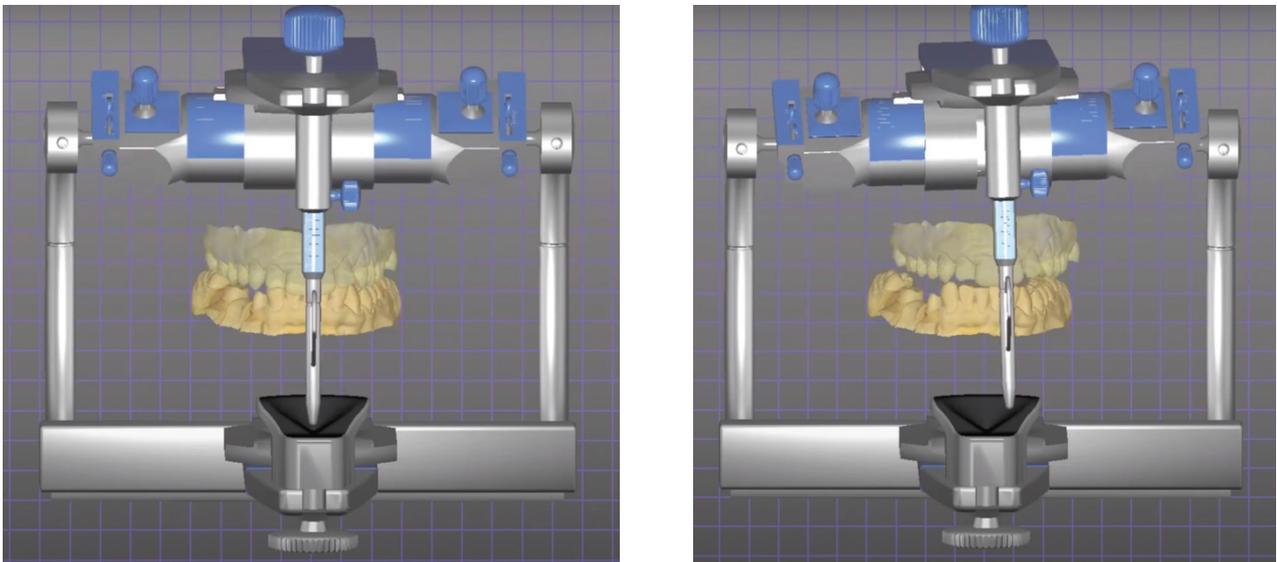


Figure 12. Articulateur virtuel sur logiciel ExoCAD®

Le prothésiste passe en revue tous les critères indispensables à une analyse complète : plan d'occlusion, courbe de Spee, dent égressée, interférence et prématurité.

Il est également possible pour le prothésiste d'imprimer les modèles d'études.

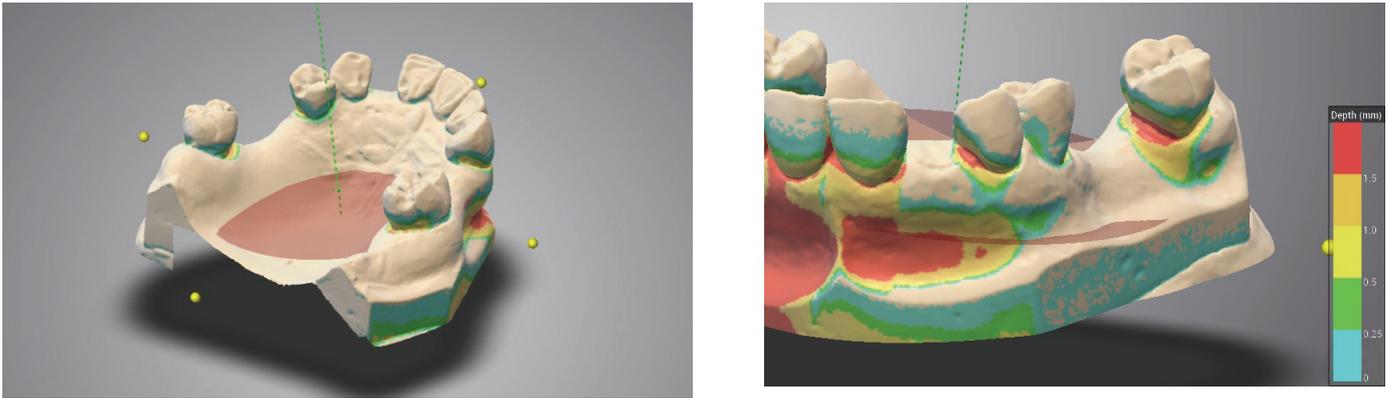


Figure 13. Analyse de la profondeur des zones de contre dépouille

Le prothésiste définit le futur axe d'insertion de la prothèse. L'analyse en temps réel des zones de contre dépouille lui permet de choisir le meilleur axe d'insertion. On identifie rapidement les régions qui seront propices à la rétention de la prothèse et les zones qui, au contraire, seront à décharger ou à contourner.

4. Empreintes de travail + RIM

A la suite de l'analyse minutieuse, le praticien décide où il souhaite positionner les améloplasties et si d'éventuels plans guide ou coronoplasties sont à prévoir (figure 14). Ces aménagements sont réalisés au cours d'un second rendez-vous, puis il réalise l'empreinte de travail.

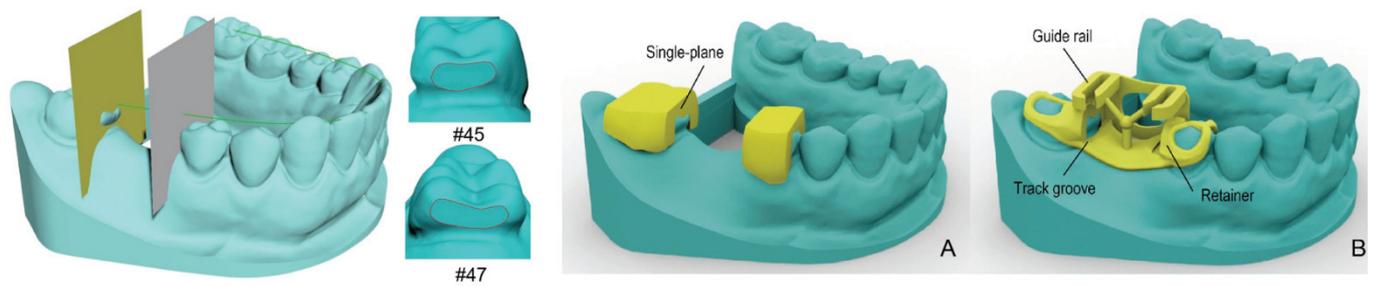


Figure 14. Analyse des plans guides par CFAO

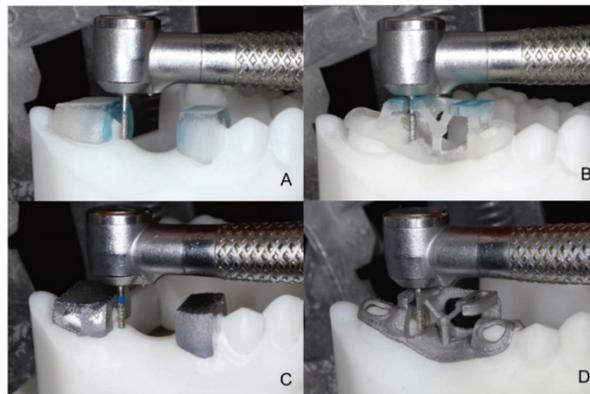


Figure 15. Coronoplasties sur modèle

Les figures 14 et 15 montrent différentes structures guides pour réaliser des coronoplasties. Ces dernières, usinées par CFAO, apportent une précision supérieure comparé à la méthode conventionnelle sur modèle en plâtre⁽⁸⁾.

5. Conception du châssis⁽⁹⁾

Le fichier arrive au laboratoire et la conception du châssis commence. Les étapes sont sensiblement les mêmes que lors d'une confection conventionnelle avec maquette en cire. Les contre-dépouilles inappropriées sont comblées numériquement. Le prothésiste positionne les taquets sur les appuis primaires, puis sur les appuis secondaires et réalise les selles, armatures, connexions secondaires. Il peut à tout moment vérifier l'absence de prématurité ou interférences entre les deux modèles⁽¹⁰⁾ (8).



Figure 16. Conception du châssis sur ExoCAD®

La première conception de châssis en flux numérique est apparue en 2004 avec Williams et al.⁽⁹⁾ Depuis, les logiciels se sont perfectionnés. Notamment depuis 2015 avec Han et al. et leur Tan Long CAD system⁽⁹⁾. De nombreux logiciels performants sont aujourd'hui accessibles tel que 3Shape, ExoCAD, Rhinoceros, DWOS, Sirona DentalCAD Software, Freeform (figure 16).

6. Fabrication du châssis

Un châssis de PAPIM peut être réalisé selon les 2 procédés de fabrication de CFAO :

- **Procédé soustractif** (usinage)
- **Procédé additif** (SLA, FDM, SLM, SLS) ⁽⁷⁾⁽¹¹⁾

La fabrication soustractive ou usinage est une technique de fabrication de pièces dont le principe est d'enlever de la matière par coupe ou par meulage. On obtient alors une pièce brute aux formes et dimensions voulues, par le biais d'une machine-outil. L'usinage a lieu dans un bloc de matière obtenu en amont. En général ce bloc correspond au matériau souhaité de la future pièce. Dans certains cas, et par souci d'économie, ce bloc est une matière moins onéreuse. La pièce subie alors différentes étapes de transformations (cire perdue, coulée traditionnelle). La précision de cette technique est amplement reconnue. Elle est en revanche peu économe en matériau. Sur un même bloc plusieurs pièces peuvent être usinées en même temps mais nous perdrons une quantité non négligeable de matériau.

La fabrication additive est dans un sens l'opposé de la fabrication soustractive. Elle consiste à la mise en forme d'un objet par ajout de matière grâce à l'empilement de couches successives. Cette technique permet la réalisation de formes complexes, et même de plusieurs pièces de morphologies différentes simultanément. On utilise seulement la quantité de matière désirée. Seulement, certains matériaux ne peuvent être mis en forme par cette technique, comme par exemple la zircone.

Les châssis sont usinés à partir de différents types de matériaux (métalliques et non métalliques). Pour les matériaux métalliques, on retrouve dans la littérature des châssis en alliage chrome-cobalt, en titane pur, en alliage titane et en acier inoxydable. Parmi les matériaux non métalliques, on retrouve le polyether ether ketone (PEEK), zircone, résine thermoplastique, polyméthacrylate de méthyle (PMMA), résine pour impression 3D⁽⁹⁾. Ces matériaux sont autant de possibilités offertes aux prothésistes. Néanmoins, certains matériaux, notamment les non métalliques n'apportent pas de preuve scientifiquement établie. Les châssis en alliage chrome-cobalt sont aujourd'hui les plus répandus.

De plus, cette Fabrication Assistée par Ordinateur peut être réalisée par méthode directe ou indirecte.

- **Directe** : la machine-outil produit directement la pièce prothétique en bonne matière, chrome-cobalt ou titane
- **Indirecte** : la machine-outil produit un modèle en cire ou résine calcinable puis suivra ensuite les étapes de fabrication dites « conventionnelle ».

Ainsi le prothésiste ayant reçu nos empreintes de travail peut s'affranchir totalement des étapes conventionnelles en passant par une FAO en méthode directe (additive ou soustractive). Il peut également réaliser la conception du châssis par CAO puis imprimer ce dernier en cire ou résine calcinable. Enfin, par technique de cire perdue, il obtiendra le châssis métallique.

Parmi les nombreux avantages de la méthode directe on retrouve le gain de temps et la précision. En effet, une fois la modélisation du châssis obtenue par CAO, l'usinage peut être lancé sur la machine-outil. Celle-ci est complètement autonome et libère du temps au technicien de laboratoire. De plus, on limite les étapes, donc on limite les erreurs et on gagne en précision.

Il est aujourd'hui prouvé dans certaines revues systématiques de littérature que les châssis obtenus par CFAO sont plus précis que ceux obtenus en méthode conventionnelle (empreinte physique)⁽⁶⁾⁽¹⁰⁾.

7. Essayage des châssis et empreinte sectorielle de correction

Pour l'essayage des châssis, le chirurgien-dentiste peut analyser sur le modèle de travail la bonne insertion et désinsertion des châssis. En bouche, il pourra observer la la Triade de Housset : stabilité, rétention, et la sustentation.

Dans le cas d'un édentement terminal (uni ou bilatéral de Classe I ou II de Kennedy) avec au moins une dent pluricuspidée, une empreinte sectorielle de correction est indiquée. Il faudra alors notifier en amont dans la fiche laboratoire que nous désirons une ou deux selles portes empreintes pour le châssis mandibulaire en fonction du cas clinique (figure 17).

L'inconvénient principal des scanner intra oraux est l'impossibilité d'enregistrer les mouvements muqueux. Cette imprécision est dite cliniquement non significative dans les cas de classe III ou IV de Kennedy de petites étendues⁽¹⁰⁾.

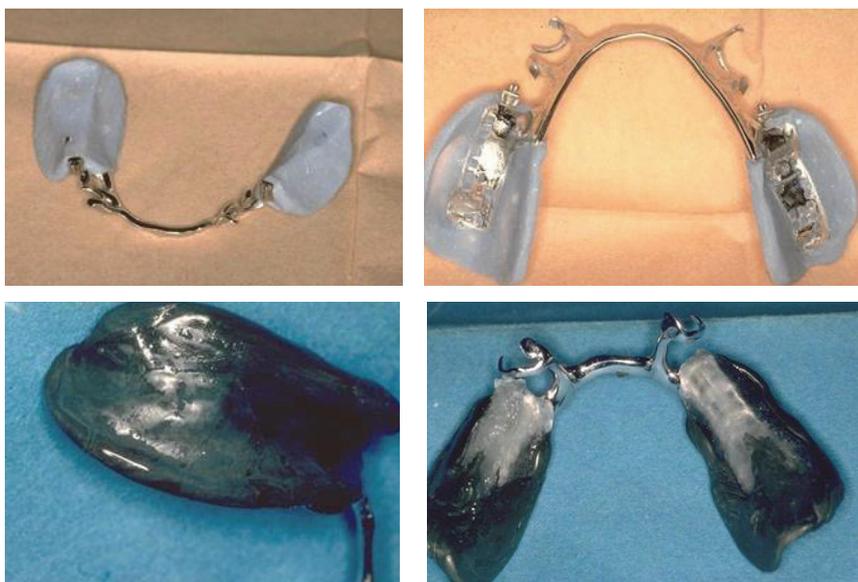


Figure 17. Selles portes empreintes

8. Montage et essayage des dents

Lorsque l'essayage des châssis a été validé, l'empreinte sectorielle de correction est réalisée. Le travail retourne ensuite au laboratoire et l'empreinte est coulée en plâtre. Après préparation du modèle en plâtre, le châssis est scanné sur le modèle. Puis le montage des dents peut commencer : positionnement des dents prothétiques, modelage de la cire. Chaque élément peut être modelé unitairement (figure 18).

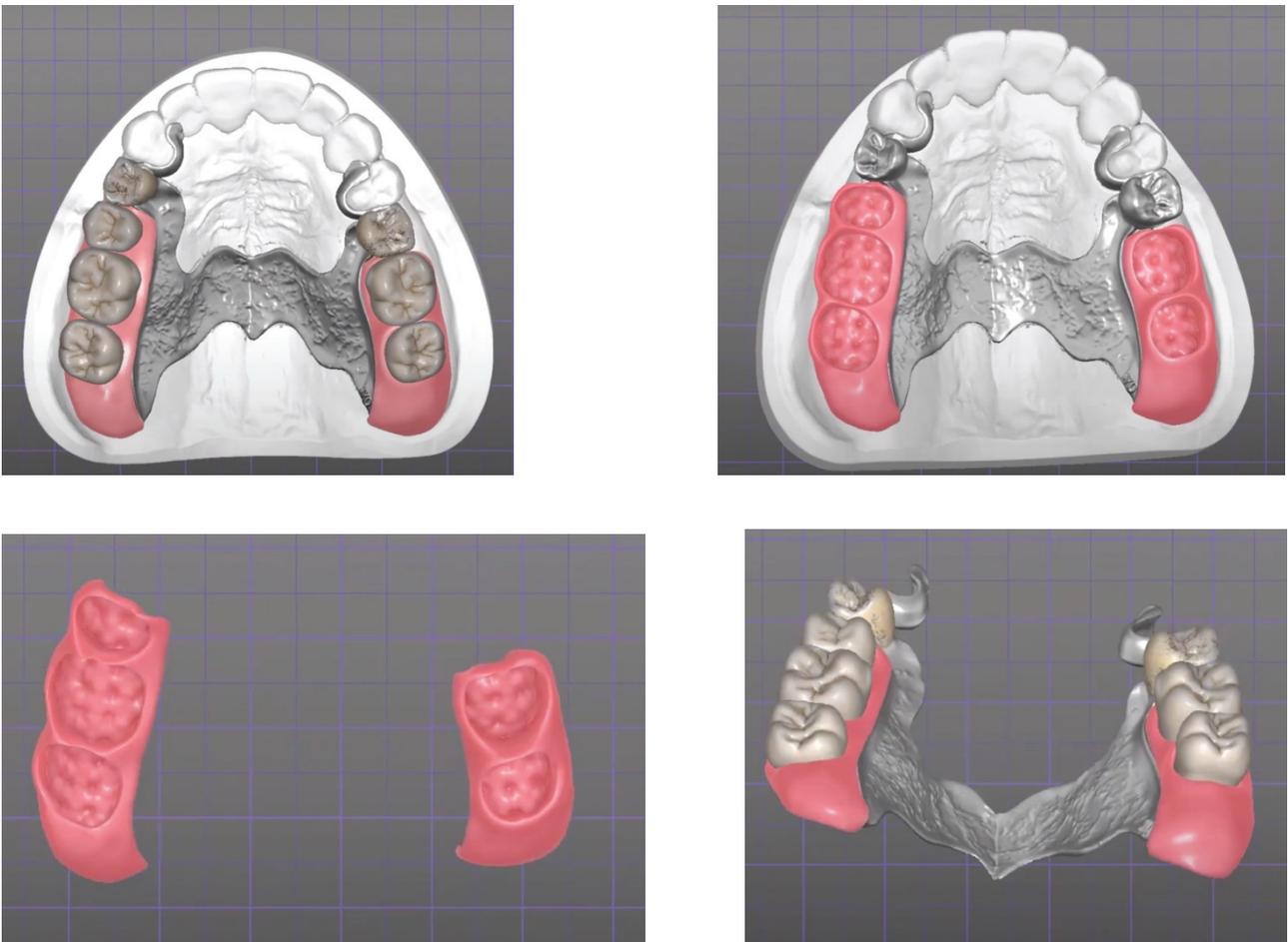


Figure 18. Montage des dents sur cire sur ExoCAD®

Le prothésiste délimite la zone relative à la fausse gencive. Ensuite, il peut augmenter ou diminuer l'épaisseur de résine (échelle d'épaisseur colorée photo n°3) (figure 19).

Chaque élément est usiné ou imprimé individuellement et assemblé ensuite.

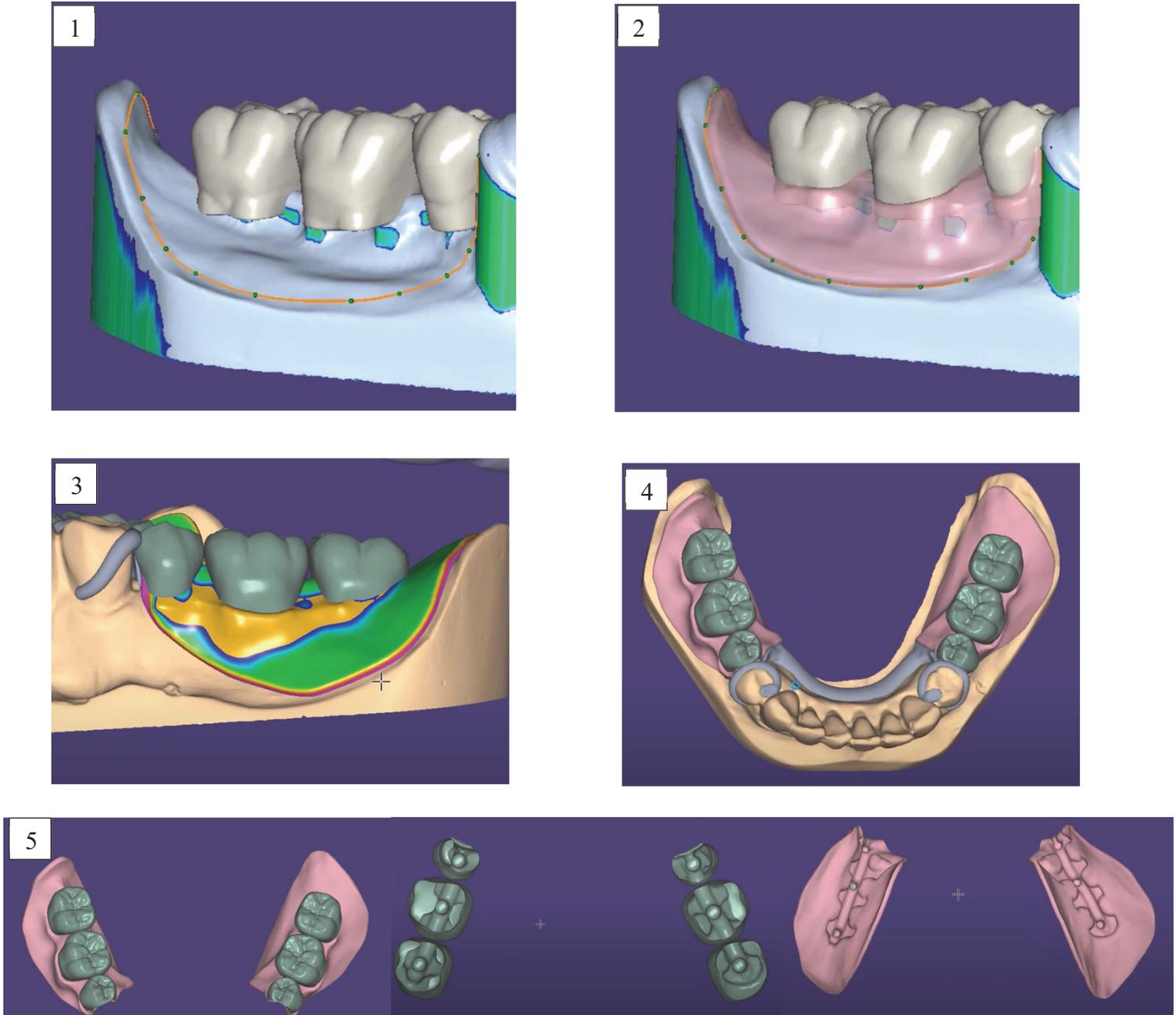


Figure 19. Montage des dents et façonnage de la résine sur ExoCAD®

Ce protocole de montage des dents est un des protocoles disponibles pour le prothésiste, d'autres méthodes plus conventionnelles existent.

Dans le cas où la doléance esthétique du patient est forte, à cette étape le prothésiste peut imprimer une maquette de la future prothèse en résine. Cela permet au praticien et au patient de valider la forme des dents avant que celles-ci ne soient usinées⁽¹²⁾ (figure 20).

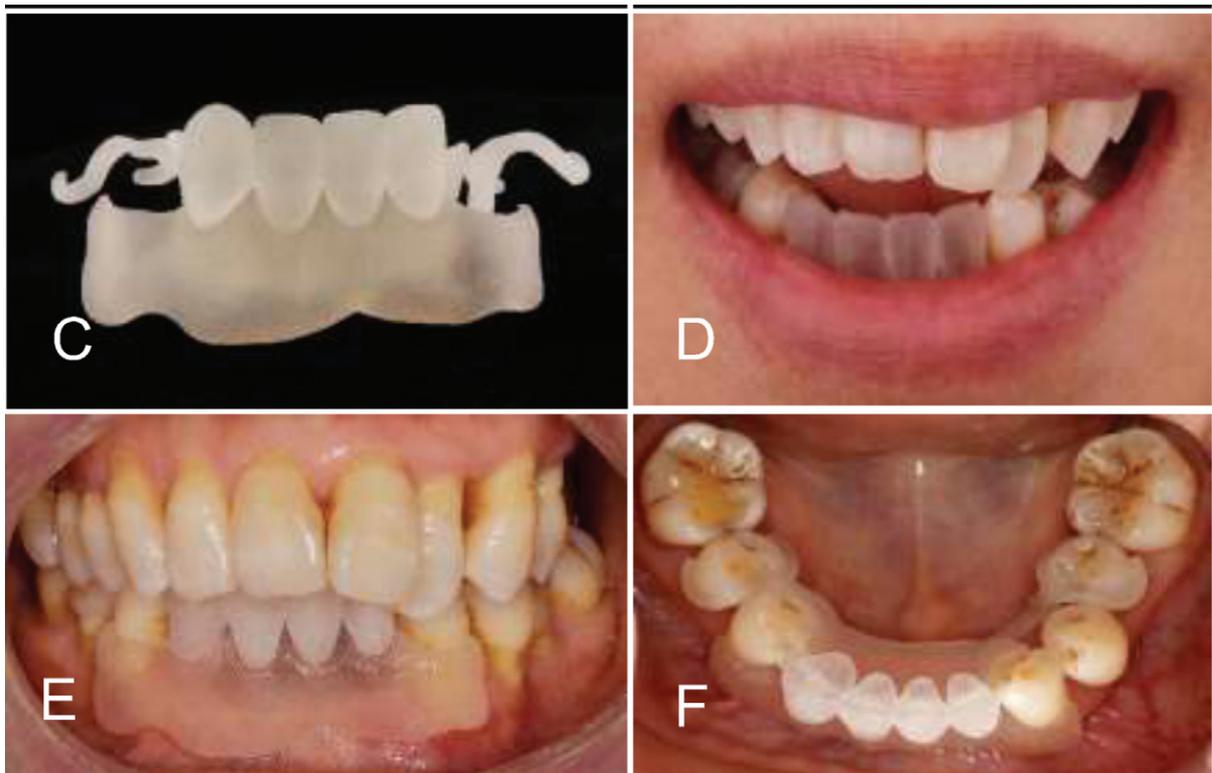


Figure 20. Maquette en résine transparente de la future prothèse⁽¹²⁾.

Le praticien peut alors procéder à l'essayage des dents sur cire. A cette étape tout ou presque peut encore être modifié, les châssis ayant été validés à l'étape précédente. Une fois les dernières modifications réalisées, le travail retourne une dernière fois au laboratoire pour la polymérisation et les finitions.

Bien que l'adaptation des châssis obtenus par CFAO soit meilleure par rapport à la méthode conventionnelle, l'ajustage de fausse gencive est quant à lui inférieur. Les logiciels ne tiennent compte de la dépressibilité muqueuse qu'à partir d'un algorithme, cela crée une approximation ⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾.

9. Polymérisation, finitions et pose ⁽¹³⁾

Le prothésiste retourne ici sur une technique conventionnelle, celle de la cire perdue. Les modèles sont mis en moufle, nous conservons les dents imprimées ou usinées par CFAO. La cire est retirée pour être remplacée par de la résine. Le prothésiste réalise ensuite les finitions et le polissage. Le chirurgien-dentiste reçoit les deux PAPIM et vérifie sur le modèle en plâtre la bonne insertion et désinsertion des prothèses. Si le travail est renvoyé avec un articulateur il vérifie également les contacts occlusaux, en statique et en dynamique. Enfin, les deux prothèses peuvent être essayées en bouche. Les mêmes vérifications sont alors effectuées : bonne insertion et désinsertion de la prothèse, contrôle de l'occlusion et éventuelles blessures ou gênes pour le patient. Des conseils sur l'hygiène et le port de la prothèse sont donnés puis un rendez-vous de contrôle est fixé à une semaine.

III. Intégration de la CFAO dans le programme d'enseignement

a. Mise à jour des syllabus

Afin d'intégrer les nouveaux exercices numériques, j'ai voulu réorganiser et harmoniser l'ensemble des séances de Travaux Pratiques dans un syllabus remanié. J'ai donc créé une trame de travail pour rédiger ce nouveau syllabus. Cette dernière servira aussi bien aux TP de Gestuelle et Pratique (2^{ème} année), qu'aux TP de PAPIM (3^{ème} année).

La première étape est la modification du fond. Avec une lecture attentive, je corrige les fautes d'orthographe, de syntaxe et de frappe. Certaines tournures de phrases sont également modifiées. Le programme des TP de l'année est présenté en page 4. Sur le syllabus les TP se suivent dans l'ordre chronologique du programme.

Une fois le fond corrigé, je passe à la forme. Toute la partie sur l'organisation générale des Travaux Pratiques est remise en page. Elle est réorganisée en cinq parties bien identifiées. Les informations importantes telles que : présence obligatoire, horaires des TP, propreté, travail à effectuer avant chaque séance, sont soulignées et écrites en **gras**. La police choisie est : Times New Roman, taille 12 (figure 21).

- Chaque étudiant est responsable:
 - **De la propreté de son poste de travail :** Un contrôle individuel de la propreté des postes pourra être réalisé à tout moment par l'enseignant et pourra, en cas de négligence, faire l'objet d'une sanction.
 - **Du maintien en bon état de fonctionnement du matériel mis à disposition.**
 - Des étudiants sont nommés par l'équipe enseignante en début de chaque séance pour assurer le contrôle de la propreté des instruments, de la salle et de la plâtrière.
 - A la fin de chaque T.P. chaque étudiant est responsable du nettoyage de son poste.
- Vous apprenez à être de futurs dentistes et l'hygiène, la propreté et la ponctualité sont les bases de la profession. Apprenez cela le plus tôt possible !
- **A chaque séance de travaux pratiques :**
 - Le polycopié concernant le déroulement du TP est obligatoire, il doit être protégé par des pochettes en plastique et être **feuilleable**. Il doit être apporté à chaque TP sous peine de sanction.
-  Le document de TP est à lire **avant chaque séance**.
- Une éponge double-face, spray nettoyant, rouleau du papier absorbant et des petits sacs poubelles (30L) **sont indispensables** à chaque étudiant pour le nettoyage et la protection des taille-plâtres et de la salle à plâtre.
 - L'étudiant doit se munir d'un **rouleau de papier aluminium** (avec lequel il enveloppera les bunsen et le plateau métallique), de papier bulle, d'étiquettes à son nom et de sacs de congélation (afin de rentrer les travaux en cours, à l'équipe encadrante).

III. CHAQUE ÉTUDIANT EST RESPONSABLE

- **De la propreté de son poste de travail :** Un contrôle individuel de la propreté des postes pourra être réalisé à tout moment par l'enseignant et pourra, en cas de négligence, faire l'objet d'une sanction.
 - **Du maintien en bon état de fonctionnement du matériel mis à disposition.**
 - Des étudiants sont nommés par l'équipe enseignante en début de chaque séance pour assurer le contrôle de la propreté des instruments, de la salle et de la plâtrière.
 - A la fin de chaque T.P. chaque étudiant est responsable du nettoyage de son poste.
- Vous apprenez à être de futurs dentistes et l'hygiène, la propreté et la ponctualité sont les bases de la profession. Apprenez cela le plus tôt possible !

IV. A CHAQUE SEANCE DE TRAVAUX PRATIQUES

- Le polycopié concernant le déroulement du TP est obligatoire, il doit être protégé par des pochettes en plastique et être **feuilleable**. Il doit être apporté à chaque TP sous peine de sanction.
-  Le document de TP est à lire **avant chaque séance**.
- Une éponge double-face, spray nettoyant, rouleau du papier absorbant et des petits sacs poubelles (30L) **sont indispensables** à chaque étudiant pour le nettoyage et la protection des taille-plâtres et de la salle à plâtre.

- L'étudiant doit se munir d'un **rouleau de papier aluminium** (avec lequel il enveloppera les bunsen et le plateau métallique), de papier bulle, d'étiquettes à son nom et de sacs de congélation (afin de rentrer les travaux en cours, à l'équipe encadrante).

V. CONTROLE DES CONNAISSANCES MODALITES DE VALIDATION DES TP

- A l'issue de chaque séance de TP, une note est affectée à la réalisation du travail imposé.
- Tous les travaux devront être systématiquement remis à l'issue de la séance de TP, dans des sachets ou enveloppes dans du papier bulles étiquetés au nom de l'étudiant.

Figure 21. Modernisation de la mise en page

Ensuite, je modifie la mise en page. Certaines photos sont mises à jour avec les matériaux utilisés en TP.

Pour le syllabus du TP Conception assistée par ordinateur, système CEREK il existait uniquement des captures d'écrans. J'ai donc rédigé un protocole pour ce TP avec la liste du matériel fourni et les étapes détaillées pour accompagner ces illustrations (figure 22).

CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR : SYSTEME CEREC

MATERIELS NECESSAIRES

Fourni par l'équipe enseignante :

- Ordinateur salle informatique

EXERCICE 1

Conception d'une couronne sur 16 par ordinateur



Dans l'onglet administration sélectionner **Couronne**, puis cliquer sur la **Dent n°16**.
Pour le **Mode de construction** sélectionner : **biogénérique individuelle**,
Matériau : **IVOCLAR VIVADENT IPS e.max CAD**.
Appareil d'usinage : **MCX1 (virtuel)**
Cliquer sur **Définir la restauration** en bas de l'écran.

Figure 22. Protocole TP CEREC

Pour les TP reprenant des thèmes clés comme les indices positifs et négatifs et le tracé de châssis, j'ai réalisé des fiches récapitulatives (figure 23).

Rappel des étapes du tracé de châssis

1. Étude au parallélisteur : tracé des lignes guides sur les dents bordants l'édentement
2. Mise en place des appuis primaires
3. Détermination de l'axe de rotation et du polygone de sustentation
4. Mise en place des appuis secondaires
5. Choix des crochets
6. Décolletage au maxillaire
7. Tracé de l'armature
8. Tracé des selles
9. Mise en place des connexions secondaires

Figure 23. Fiche récapitulative des étapes du tracé de châssis

Cette fiche est complétée par des photos de toutes les étapes une à une d'un tracé de châssis sur modèle en plâtre (figure 24).

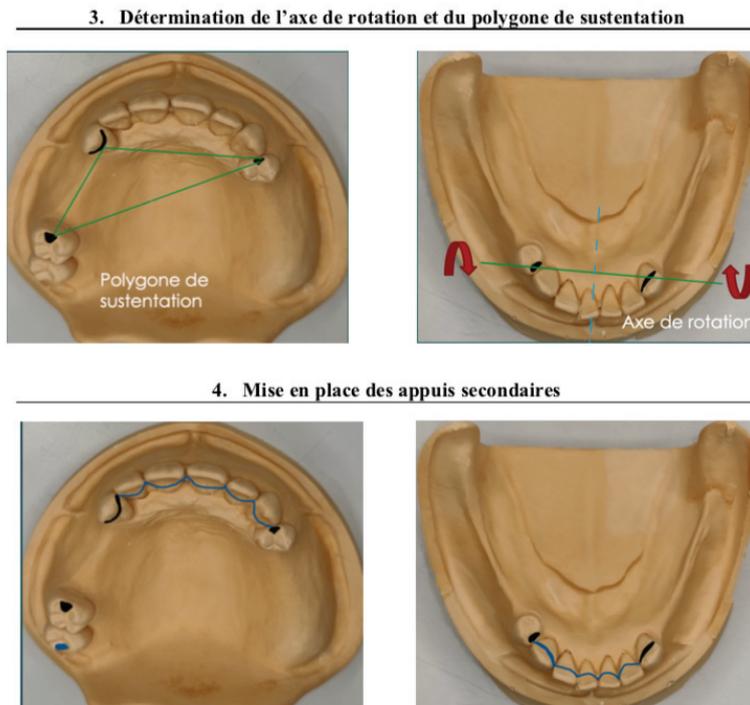


Figure 24. Fiche récapitulative des étapes du tracé de châssis

b. Élaboration d'une trame de TP

La création de la trame pour les Travaux Pratiques est effectuée sur le logiciel de traitement de texte Word®. Tous les étudiants inscrits à la faculté d'odontologie de Nice Côte d'Azur ont un accès gratuit aux logiciels Microsoft Office (Word, Powerpoint, Excel, Outlook). Ainsi, ils peuvent consulter une version numérique du syllabus. Cette version pourra être utilisée pour le développement des protocoles de futurs TP CFAO (liens vers vidéo de démonstration).

L'objectif de cette trame est de pouvoir ajouter de nouveaux TP aux fils des années tout en conservant une harmonie dans le syllabus (figures 25, 26 et 27).

TRAME EXEMPLE POUR FUTUR TP

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

Votre matériel :

EXERCICE 1

Objectif de l'exercice :

Étape 1 :

Étape 2 :

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

Votre matériel :

EXERCICE 2

TAILLE DU MODELE MANDIBULAIRE

TAILLE DU MODELE MAXILLAIRE

Figure 25. Trame pour les TP

NOM :

FICHE D’EVALUATION POUR

/5	/5	/5	/5	/5	/5	/5
----	----	----	----	----	----	----

FICHE D’EVALUATION POUR

/5	/5	/5	/5	/5	/5	/5
----	----	----	----	----	----	----

Figure 26. Trame pour les fiches d’évaluation des TP

Les styles sélectionnés pour les titres des différentes parties sont les suivants :

Nom du nouveau TP 	Matériel nécessaire 
Exercice 	Sous parties 

Figure 27. Styles des différentes parties de la trame

c. Aménagement des plannings

Afin de proposer de nouveaux TP, il fallait réorganiser le planning. Pour chaque TP les étudiants sont en demi-groupe. Cela signifie donc qu'un demi-groupe est libre lorsque l'autre est en TP. Nous disposons donc de temps pour proposer de nouveaux exercices (figure 28).

Date	Horaire	Groupe 1	Groupe 2
Mercredi 6 septembre 2023	8h 12h	Ergonomie 3D Tinker	
Vendredi 8 septembre 2023	8h 12h	Empreinte 1	
Mercredi 13 septembre 2023	8h 12h		Ergonomie 3D Tinker
Vendredi 15 septembre 2023	8h 12h		Empreinte 1
Mercredi 20 septembre 2023	8h 12h	Empreinte 2	
Vendredi 22 septembre 2023	8h 12h	Résine photo	
Mercredi 27 septembre 2023	8h 12h		Empreinte 2
Vendredi 29 septembre 2023	8h 12h		Résine photo
Mercredi 4 octobre 2023	8h 12h	Maquette 1	
Vendredi 6 octobre 2023	8h 12h	Maquette 2	
Mercredi 11 octobre 2023	8h 12h		Maquette 1
Vendredi 13 octobre 2023	8h 12h		Maquette 2
Mercredi 18 octobre 2023	8h 12h	Maquette 3	
Vendredi 20 octobre 2023	8h 12h	Maquette 4	
Mercredi 25 octobre 2023	8h 12h		Maquette 3
Vendredi 27 octobre 2023	8h 12h		Maquette 4
Mercredi 1 novembre 2023	8h 12h	PAUSE PEDAGOGIQUE	
Vendredi 3 novembre 2023	8h 12h		
Mercredi 8 novembre 2023	8h 12h	RIM	
Vendredi 10 novembre 2023	8h 12h	RIM	
Mercredi 15 novembre 2023	8h 12h		RIM
Vendredi 17 novembre 2023	8h 12h		RIM
Mercredi 22 novembre 2023	8h 12h	Résine auto	EMPREINTE OPTIQUE
Vendredi 24 novembre 2023	8h 12h	CEREC	EMPREINTE OPTIQUE
Mercredi 29 novembre 2023	8h 12h	EMPREINTE OPTIQUE	Résine auto
Vendredi 1 décembre 2023	8h 12h	EMPREINTE OPTIQUE	CEREC
Mercredi 6 décembre 2023	8h 12h	SERVICE SANITAIRE	
Vendredi 8 décembre 2023	8h 12h		
Mercredi 13 décembre 2023	8h 12h		
Vendredi 15 décembre 2023	8h 12h		

Figure 28. Proposition de planning pour les 2èmes années

1. Ergonomie (Tinker CAD)
2. Empreinte en alginate et coulées
3. Empreinte en alginate n°2 et socle
4. Résine photopolymérisable
5. Maquettes 1 : indices positifs et négatifs
6. Maquettes 2
7. Maquettes 3
8. Maquettes 4
9. RIM
10. Résine autopolymérisable
11. Empreinte sectorielle et provisoire CEREC
12. Sculpture n°1 cire en soustraction (wax down)
13. Sculpture n°2 cire en soustraction (wax down)

TP 1 Gr1 -	Tracé des indices et maquette d'occlusion maxillaire
TP 1 Gr2 -	Tracé des indices et maquette d'occlusion maxillaire
TP 2 Gr1 -	Maquette d'occlusion mandibulaire / Enregistrement des RIM / Transfert sur ASA
TP 2 Gr2 -	Maquette d'occlusion mandibulaire / Enregistrement des RIM / Transfert sur ASA
TP 3 Gr1 -	Crochets sur macromodelle, étude au parallélisteur, améloplastie sur plâtre Numérisation
TP 3 Gr2 -	Crochets sur macromodelle, étude au parallélisteur, améloplastie sur plâtre Numérisation
TP 4 Gr1 -	Maquette d'empreinte maxillaire, empreinte anatomofonctionnel maxillaire et alignate mandibulaire et coulée
TP 4 Gr2 -	Maquette d'empreinte maxillaire, empreinte anatomofonctionnel maxillaire et alignate mandibulaire et coulée
TP 5 Gr1 -	Split cast et préformes en cires
TP 5 Gr2 -	Split cast et préformes en cires

Figure 29. Planning des 2^{ème} et 3^{ème} année

Date	Horaire	Groupe 1		Groupe 2	
Vendredi 12 janvier 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	Tracé des indices et maquette d'occlusion maxillaire		TP empreinte étude	TP empreinte étude
Vendredi 19 janvier 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	TP empreinte étude	TP Empreinte étude	Tracé des indices et maquette d'occlusion maxillaire	
Vendredi 26 janvier 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	Maquette d'occlusion mand, RIM, transfert ASA		TP RIM	TP RIM
Vendredi 2 février 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	TP RIM	TP RIM	Maquette d'occlusion mand, RIM, transfert ASA	
Vendredi 9 février 2024		SERVICE SANITAIRE			
Vendredi 16 février 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	Crochets macromodèle, paralléliseur, améloplasties		TP empreinte travail	TP Empreinte travail
Vendredi 23 février 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	TP empreinte travail	TP empreinte travail	Crochets macromodèles, paralléliseur, améloplasties	
Vendredi 1 mars 2024		SERVICE SANITAIRE			
Vendredi 8 mars 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	Maq empreinte maxillaire, empreinte max et mand		TP rattrapage	TP rattrapage
Vendredi 15 mars 2024	8h 13h 8h 10h / 10h 12h	TP rattrapage	TP rattrapage	Maq empreinte maxillaire, empreinte max et mand	
Vendredi 22 mars 2024	8h 13h	Split cast préformes en cires			
Vendredi 29 mars 2024		SERVICE SANITAIRE			
Vendredi 5 Avril 2024	8h 13h			Split cast préformes en cire	
Vendredi 12 Avril 2024	8h 13h	TP rattrapage			
Vendredi 19 Avril 2024	8h 13h			TP rattrapage	

Figure 29. Planning des 3èmes années

Il faut composer avec les semaines de pauses pédagogiques et de service sanitaire. Les nouveaux TP proposés sont notés en **gras**. Le programme est assez dense, c'est pour cette raison que les exercices relatifs à la CFAO seront à réaliser en deux heures, alors que les exercices déjà existants demandent l'intégralité de la matinée.

d. Quels nouveaux TP et pourquoi ?

Afin de compléter les Travaux Pratiques d'initiation à la CFAO en 2^{ème} année, nous avons fait le choix d'intégrer un exercice d'empreinte d'étude optique : acquisition numérique d'une arcade complète à partir d'un modèle en plâtre.

En ce qui concerne le programme de 3^{ème} année, l'objectif des exercices proposés est de transposer la majorité des étapes de réalisation de la PAPIM en protocole conventionnel, en protocole numérique. Les nouveaux TP ainsi créés sont : empreintes d'études optiques, enregistrement des relations intermaxillaires, empreintes de travail et enregistrement des relations intermaxillaires.

Ces nouveaux TP offrent donc aux étudiants les clés pour réaliser une PAPIM en numérique au centre de soin, puis au cabinet.

e. Protocole de 4 nouveaux TP

Pour chacun des TP un syllabus a été rédigé avec : le matériel nécessaire, les objectifs du TP et le déroulement étape par étape. Pour la mise en place de ces TP, il est nécessaire d'avoir un logiciel de CAO à disposition. Dès Janvier 2024 la faculté d'odontologie Nice Côte d'Azur disposera du logiciel Dental Design 3Shape®. Nous ajouterons des illustrations et des captures d'écrans correspondant à ce logiciel dans le nouveau syllabus.

Le premier TP : Empreinte optique d'une arcade complète, est introduit en fin de 2^{ème} année. Il fait suite au TP CEREC où les étudiants réalisent l'empreinte d'une héli arcade.

Les objectifs de ce TP sont les suivants :

- Se familiariser avec l'empreinte optique
- Manipuler une caméra intra-orale
- Être capable de réaliser une empreinte d'une arcade complète
- Manipuler une empreinte sur logiciel
- Être capable d'identifier les indices positifs et négatifs sur logiciel

Le protocole consiste à créer un dossier patient dans le logiciel, au même titre qu'un praticien crée le dossier de son patient avant l'acquisition d'une empreinte optique. Ensuite, l'étudiant réalise l'empreinte de la totalité de l'arcade.

Puis, en 3^{ème} année, les étudiants réaliseront les étapes d'une PAPIM en méthode conventionnelle et numérique. Ils pourront alors identifier les avantages et les inconvénients de chaque méthode. En guise d'évaluation, à la fin des TP numériques,

une évaluation sur le logiciel Socrative® sera mise en place avec plusieurs questions retraçant l'ensemble des étapes.

Le premier TP PAPIM CFAO se rapproche du TP de fin de 2^{ème} année. Cette fois-ci, ce n'est pas une mais deux empreintes d'étude que les étudiants doivent réaliser. Cela permet de revoir les principes de bases de l'empreinte optique. Le second TP est celui relatif à l'enregistrement des relations intermaxillaire. Ici, la difficulté dépend du cas sélectionné. En effet, si l'occlusion est stable alors l'enregistrement des RIM est aisé. Dans le cas contraire il faut passer par une étape de laboratoire et confectionner une ou deux maquettes d'occlusion en fonction du cas clinique.

f. Intégration de QR code

Un syllabus pour un TP informatique se doit d'être interactif. Il me semblait judicieux de montrer le cheminement étape par étape, en vidéo. Les élèves pourront la visionner chez eux avant le TP afin d'assimiler le travail à accomplir. Puis une fois en salle informatique, ils auront la possibilité de se référer au format papier ou numérique (vidéo du syllabus).

Pour intégrer un QR Code dans le syllabus, il faut tout d'abord comprendre en quoi consiste un QR Code. C'est une image à scanner avec un téléphone portable, qui renvoie vers un lien Internet. Les étudiants devront donc avoir un téléphone portable ainsi qu'une connexion internet (type WiFi offerte aux étudiants dans l'enceinte de la faculté). Une fois la vidéo du syllabus tournée et montée, il faut la télécharger sur un

drive accessible à tout le monde. Puis sur le site www.qrpush.net, en 2 minutes nous pouvons créer un QR code à partir du lien vers la vidéo (figure 30).

Les étapes pour créer un QR Code :

1. Enregistrer une vidéo du syllabus
2. Télécharger cette vidéo sur internet (google drive ou autre site de stockage de vidéo)
3. Créer un lien qui renvoie vers ce site Internet
4. Aller sur le site : www.qrpush.net
5. Créer un QR Code renvoyant vers le lien obtenu lors de l'étape n°3



Figure 30. QR Code

Conclusion

Le numérique prend une place de plus en plus importante, tant dans les cabinets dentaires qu'au sein des programmes d'enseignements. L'objectif de cette thèse est dans un premier temps de fournir un protocole simple et détaillé de l'obtention de deux PAPIM à l'aide du numérique. Dans un second temps, nous avons créé un support d'enseignement pour des séances de Travaux Pratiques.

L'Université Nice Côte d'Azur vient de faire l'acquisition d'un nouveau logiciel de Confection Assistée par Ordinateur (CAO), Dental Design 3Shape®. Le syllabus pour ces nouveaux TP sera alors adapté à ce nouveau logiciel. Les étapes seront sûrement modifiées et des images seront incrémentées afin d'améliorer la compréhension.

La mise à jour des syllabus était nécessaire pour actualiser les exercices existants, intégrer ceux proposés dans ce travail et permettre d'en ajouter d'autres à l'avenir. Ces supports seront utilisés en Travaux Pratiques dès la prochaine rentrée. D'autres travaux permettront d'intégrer un support vidéo pour chaque exercice du syllabus.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ren Q, Wang Y, Zheng Q, Ye L, Zhou XD, Zhang LL. Survey of student attitudes towards digital simulation technologies at a dental school in China. *Eur J Dent Educ.* août 2017;21(3):180-6.
2. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J.* 2009;28(1):44-56.
3. Bilgin MS, Baytaroglu EN, Erdem A, Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *Eur J Dent.* avr 2016;10(02):286-91.
4. Takahashi T, Sohmura J. CAD/CAM System to Fabricate Dental Prostheses -CAD for Bridge Restoration-.
5. Miyazaki T, Hotta Y. CAD/CAM systems available for the fabrication of crown and bridge restorations: CAD/CAM systems. *Aust Dent J.* juin 2011;56:97-106.
6. Carneiro Pereira AL, Bezerra De Medeiros AK, De Sousa Santos K, Oliveira De Almeida É, Seabra Barbosa GA, Da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *J Prosthet Dent.* févr 2021;125(2):241-8.
7. Piao et al. - 2022 - A Digital Workflow for the Fabrication of a Milled.pdf.
8. Bai H, Ye H, Chen H, Wang Y, Zhou Y, Sun Y. Comparison of four CAD-CAM guides for preparing guiding planes of removable partial dentures. *Comput Biol Med.* juill 2022;146:105564.
9. Takaichi A, Fueki K, Murakami N, Ueno T, Inamochi Y, Wada J, et al. A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. *J Prosthodont Res.* 2022;66(1):53-67.
10. Suzuki Y, Harada N, Watanabe K, Ichi, Maruo R, Shimpo H, Ohkubo C. Clinical application of an intraoral scanner and CAD/CAM system for a Kennedy class I partially edentulous patient. *J Oral Sci.* 2022;64(1):109-11.
11. Arafa KAO. Assessment of the fit of removable partial denture fabricated by computer-aided designing/computer aided manufacturing technology. *Saudi Med J.* janv 2018;39(1):17-22.
12. Wu Q, Zhang N, Dong B, Sun M, Yang X, Yu H. Esthetic rehabilitation for a Kennedy Class IV patient using detachable 3D printing diagnostic denture and removable partial denture with polyetheretherketone framework. *Heliyon.* oct 2022;8(10):e10834.
13. Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al. Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *J Prosthet Dent.* sept 2017;118(3):273-80.

Annexes

EMPREINTE OPTIQUE D'UNE ARCADE COMPLÈTE

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

- Caméra
- Logiciel de traitement des données acquises par la caméra
- Modèle maxillaire

EXERCICE 1

Objectifs de l'exercice :

- Se familiariser avec l'empreinte optique
- Manipuler une caméra
- Être capable de réaliser l'empreinte d'une arcade complète

Étape 1 : Création d'un dossier patient

Photos step by step création dossier patient à votre nom + description des photos avec step by step

Étape 2 : Réalisation de l'empreinte

Une fois la camera allumée, positionnez-la sur la dernière molaire secteur 1.

Il faudra ensuite suivre un chemin afin de scanner l'arcade complète.

Vous commencerez par la face occlusale de la dernière molaire puis de proche en proche vous scannerez les faces occlusales des prémolaires droites, secteur antérieur, pour finir par les faces occlusales des prémolaires et molaires gauche.

Si la caméra se perd en chemin, il vous faudra revenir sur une zone qu'elle a déjà enregistrée pour qu'elle puisse se repérer dans l'espace.

A partir de ce moment-là vous pouvez manipuler votre empreinte sur le logiciel et observer les éléments encore non enregistrés.

EMPREINTES D'ÉTUDES OPTIQUES

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

- Caméra
- Logiciel de traitement des données acquises par la caméra
- Modèle maxillaire
- Modèle mandibulaire

EXERCICE 1

Objectifs de l'exercice :

- Se familiariser avec l'empreinte optique
- Manipuler une caméra
- Être capable de réaliser l'empreinte de 2 arcades complètes
- Manipuler une empreinte sur logiciel
- Être capable d'identifier les indices positifs et négatifs sur logiciel

Étape 1 : Création d'un dossier patient

Photos step by step création dossier patient à votre nom + description des photos avec step by step

Étape 2 : Réalisation de l'empreinte

Une fois la caméra allumée, positionnez-la sur la dernière molaire secteur 1.

Il faudra ensuite suivre un chemin afin de scanner l'arcade complète.

Vous commencerez par la face occlusale de la dernière molaire puis de proche en proche vous scannerez les faces occlusales des prémolaires droites, secteur antérieur, pour finir par les faces occlusales des prémolaires et molaires gauche.

Si la caméra se perd en chemin, il vous faudra revenir sur une zone qu'elle a déjà enregistrée pour qu'elle puisse se repérer dans l'espace.

A partir de ce moment-là vous pouvez manipuler votre empreinte sur le logiciel et observer les éléments encore non enregistrés.

Vous complétez l'empreinte en scannant les faces palatines puis vestibulaires, toujours de proche en proche. Une fois l'empreinte terminée pensez bien à enregistrer votre travail dans votre dossier patient.

Procéder de la même façon pour le modèle mandibulaire

Étape 3 : Manipulation des empreintes

Sur le logiciel vous pouvez zoomer et faire pivoter votre modèle. Pour cette étape vous devez identifier les indices positifs et négatifs que vous avez auparavant identifiés sur modèles en plâtre.

DOCUMENTS POUR CE TP :

Photos pour création dossier patient

Photos modèle pédagogique

Photos step by step empreinte (commençant par la dent distal sur arcade, caméra sur faces occlusales, en vestibulaire et en lingual puis sur le palais)

Photos manipulation empreintes + les gestes à faire pour zoomer, faire pivoter etc

Photos modèles avec les indices clairement identifiables.

Syllabus du TP pour 3^{ème} année

ENREGISTREMENT DES RELATIONS INTERMAXILLAIRES

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

- Caméra
- Logiciel de traitement des données acquises par la caméra
- Modèle maxillaire
- Modèle mandibulaire

EXERCICE 1

Objectif de l'exercice :

- Se familiariser avec l'empreinte optique
- Manipulation d'une caméra
- Être capable d'enregistrer les relations intermaxillaires (RIM)
- Manipuler deux empreintes en occlusion sur logiciel
- Être capable de réaliser l'étude numérique du cas (dents égressés, plan d'occlusion, courbe de Spee...)

Étape 1 : Positionnement des modèles maxillaires et mandibulaire

Trouver une position représentant une occlusion stable entre les modèles maxillaire et mandibulaire. (Photo 2 arcades occlusion)

Étape 2 : Enregistrement des RIM

Une fois la camera allumée, positionnez les dernières molaires secteur 1/4.

Déplacer la caméra de proche en proche en enregistrant les faces vestibulaires des secteur 1 et 4 avec un mouvement de balayage de haut en bas (comme si vous brossez les dents de votre patient). Poursuivez dans le secteur antérieur, puis secteur 2/3.

Le logiciel a ainsi pu replacer les 2 arcades en occlusion. (Photos positionnement caméra en vestibulaire, mouvement « balayage » et logiciel avec 2 arcades occlusion)

Étape 3 : Manipulation des empreintes

Sur le logiciel vous pouvez zoomer et faire pivoter vos modèles. Pour cette étape, placez-vous en vestibulaire afin d'analyser la courbe de Spee. Observer ensuite le plan d'occlusion, les dents égressées,

(Photos sur logiciel pour analyse des modèles)

DOCUMENTS POUR CE TP :

- Photo 2 arcades occlusion
- Photos positionnement caméra en vestibulaire, mouvement « balayage » et logiciel avec 2 arcades occlusion
- Photos sur logiciel pour analyse des modèles (vue frontale, vestibulaire...)

Syllabus du TP pour 3^{ème} année

EMPREINTES DE TRAVAIL ET RIM

MATERIEL NECESSAIRE

Fourni par l'équipe enseignante :

- Caméra
- Logiciel de traitement des données acquises par la caméra
- Modèle maxillaire
- Modèle mandibulaire

EXERCICE 1

Objectif de l'exercice :

- Se familiariser avec l'empreinte optique
- Manipuler une caméra
- Être capable d'enregistrer les relations intermaxillaires (RIM)
- Manipuler deux empreintes en occlusion sur logiciel
- Être capable de réaliser l'étude numérique du cas (dents égressés, plan d'occlusion, courbe de Spee...)

Étape 1 : Étapes préalable à l'empreinte

Réalisez les tracés de châssis pour les arcades maxillaires et mandibulaires (fourni par l'annexe 1, doc : schéma dentaire des 2 arcades)

En salle de TP, à l'aide d'une fraise boule diamantée sur turbine réalisez les améloplasties sur les dents le nécessitant. D'éventuelles coronoplasties pourront être réalisées sur les dents égressées que vous aviez repéré lors du TP précédent.

Étape 2 : Réalisation de l'empreinte

Une fois la camera allumée, positionnez-la sur la dernière molaire secteur 1.

Il faudra ensuite suivre un chemin afin de scanner l'arcade complète.

Vous commencerez par la face occlusale de la dernière molaire puis de proche en proche vous scannerez les faces occlusales des prémolaires droites, secteur antérieur, pour finir par les faces occlusales des prémolaires et molaires gauche.

Si la caméra se perd en chemin, il vous faudra revenir sur une zone qu'elle a déjà enregistrée pour qu'elle puisse se repérer dans l'espace.

Sélectionnez l'arcade mandibulaire puis effectuez de même pour l'arcade mandibulaire.

Étape 3 : Positionnement des modèles maxillaires et mandibulaire

Trouver une position représentant une occlusion stable entre les modèles maxillaire et mandibulaire. (Photo 2 arcades occlusion)

Étape 4 : Enregistrement des RIM

Une fois la camera allumée, positionnez les dernières molaires secteur 1/4.

Déplacer la caméra de proche en proche en enregistrant les faces vestibulaires des secteur 1 et 4 avec un mouvement de balayage de haut en bas (comme si vous brossez les dents de votre patient). Poursuivez dans le secteur antérieur, puis secteur 2/3.

Le logiciel a ainsi pu replacer les 2 arcades en occlusion. (Photos positionnement caméra en vestibulaire, mouvement « balayage » et logiciel avec 2 arcades occlusion)

DOCUMENTS POUR CE TP :

- Photo des améloplasties ? (Ou cela donne les réponses du TP...)
- Sinon les photos des TP précédents devraient être suffisant

Syllabus du TP pour 3^{ème} année

NOM :

FICHE D'EVALUATION POUR EMPREINTE MAXILLAIRE

Améloplasties	Tracé de chassis
/5	/15

FICHE D'EVALUATION POUR EMPREINTE MANDIBULAIRE

Améloplasties	Tracé de chassis
/5	/15

Fiche évaluation pour TP



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la
Faculté de
Chirurgie Dentaire
d'UCA

Professeur

Professeur Laurence
LUPI

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Matthieu KIRION

**Thèse pédagogique : Intégration de la CFAO dans l'enseignement de la
PAPIM à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice.**

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2023, n° 42 57 23 40

Directeur de thèse : **Dr Pauline CHAMBON**

Mots-clés : PAPIM, Pédagogie, Numérique, CFAO, Travaux Pratiques

Résumé : Le développement des technologies de Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) dans les cabinets dentaires et les laboratoires de prothèse permet d'établir de nouveaux protocoles de réalisation des Prothèses Amovibles Partielles à Infrastructure Métallique (PAPIM).

L'enseignement de Travaux Pratiques en 2ème et 3ème année doit donc permettre aux étudiants d'acquérir les bases fondamentales de la CFAO, notamment l'acquisition de modèles numériques et la conception de formes simples. L'objectif de ce travail est de proposer de nouveaux exercices à intégrer aux TP de Gestuelle et de PAPIM de la faculté d'Odontologie de Nice Côte d'Azur. Ces exercices permettent une première approche du flux de travail numérique que les étudiants utiliseront par la suite en clinique.

Les programmes, déjà chargés, et le nombre limité d'heures d'enseignements imposent une réorganisation des emplois du temps.

Ce travail propose un syllabus remanié, "clé en main" et évolutif. Tous les exercices existants ont été actualisés afin d'harmoniser les objectifs de séance, les matériaux et matériels nécessaires et les évaluations. Il pourra être utilisé directement par tous les enseignants de Gestuelle et PAPIM et permettra d'ajouter de nouveaux exercices aisément dans le futur.

L'intégration de vidéos explicatives pour chaque exercice du syllabus est la prochaine étape pour compléter ce travail et apporter un nouveau support pédagogique pour les étudiants.