

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE SANTE – DEPARTEMENT D’ODONTOLOGIE

ANNEE 2023

2023 TOU3 3034

THESE

POUR LE DIPLOME D’ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement
par

Lucie MEKIES

Le 16 mai 2023

**EVALUATION D’UN OUTIL NUMERIQUE DE VISUALISATION 3D
DANS L’AIDE A LA NOTATION DES TRAVAUX PRATIQUES DE
PROTHESE FIXEE**

Directeur de thèse : Docteur Antoine GALIBOURG

JURY

Président : Professeur Cathy NABET
1^{er} assesseur : Docteur Antoine GALIBOURG
2^{ème} assesseur : Professeur Florent DESTRUHAUT
3^{ème} assesseur : Docteur Géromine FOURNIER
4^{ème} assesseur : Docteur Coralie BATAILLE



Faculté de santé
Département d'Odontologie

➔ DIRECTION

Doyen de la Faculté de Santé

M. Philippe POMAR

Vice Doyenne de la Faculté de Santé

Directrice du Département d'Odontologie

Mme Sara DALICIEUX-LAURENCIN

Directeurs Adjoins

Mme Sarah COUSTY

M. Florent DESTRUHAUT

Directrice Administrative

Mme Muriel VERDAGUER

Présidente du Comité Scientifique

Mme Cathy NABET

➔ HONORARIAT

Doyens honoraires

M. Jean LAGARRIGUE +

M. Jean-Philippe LODTER +

M. Gérard PALOUDIER

M. Michel SIXOU

M. Henri SOULET

Chargés de mission

M. Karim NASR (*Innovation Pédagogique*)

M. Olivier HAMEL (*Maillage Territorial*)

M. Franck DIEMER (*Formation Continue*)

M. Philippe KEMOUN (*Stratégie Immobilière*)

M. Paul MONSARRAT (*Intelligence Artificielle*)

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme Isabelle BAILLEUL-FORESTIER, M. Frédéric VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme Emmanuelle NOIRRIT-ESCLASSAN, Mme Marie- Cécile VALERA, M. Mathieu MARTY

Assistants : Mme Anne GICQUEL, M. Robin BENETAH

Adjoins d'Enseignement : M. Sébastien DOMINE, M. Mathieu TESTE, M. Daniel BANDON

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : M. Pascal BARON, M. Maxime ROTENBERG

Assistants : M. Vincent VIDAL-ROSSET, Mme Carole VARGAS JOULIA

Adjoins d'Enseignement : Mme. Isabelle ARAGON

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mme NABET Catherine)

Professeurs d'Université : M. Michel SIXOU, Mme Catherine NABET, M. Olivier HAMEL, M. Jean-Noël VERGNES

Assistante : Mme Géromine FOURNIER

Adjoins d'Enseignement : M. Alain DURAND, Mlle. Sacha BARON, M. Romain LAGARD, M. Jean-Philippe GATIGNOL

Mme Carole KANJ, Mme Mylène VINCENT-BERTHOUMIEUX, M. Christophe BEDOS

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (M. Philippe KEMOUN)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mme Sara LAURENCIN- DALICIEUX, Mme Alexia VINEL, Mme. Charlotte THOMAS

Assistants : M. Joffrey DURAN, M. Antoine AL HALABI

Adjoins d'Enseignement : M. Loïc CALVO, M. Christophe LAFFORGUE, M. Antoine SANCIER, M. Ronan BARRE ,

Mme Myriam KADDECH, M. Matthieu RIMBERT,

CHIRURGIE ORALE

Professeur d'Université : Mme Sarah COUSTY
Maîtres de Conférences : M. Philippe CAMPAN, M. Bruno COURTOIS
Assistants : M. Clément CAMBRONNE, M. Antoine DUBUC
Adjoints d'Enseignement : M. Gabriel FAUXPOINT, M. Arnaud L'HOMME, Mme Marie-Pierre LABADIE, M. Luc RAYNALDY, M. Jérôme SALEFRANQUE,

BIOLOGIE ORALE

Professeurs d'Université : M. Philippe KEMOUN, M. Vincent BLASCO-BAQUE
Maîtres de Conférences : M. Pierre-Pascal POULET, M. Matthieu MINTY
Assistants : Mme Chiara CECCHIN-ALBERTONI, M. Maxime LUIS, Mme Valentine BAYLET GALY-CASSIT, Mme Sylvie LE
Adjoints d'Enseignement : M. Mathieu FRANC, M. Hugo BARRAGUE, Mme Inessa TIMOFEEVA-JOSSINET

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale

58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (M. Franck DIEMER)

DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

Professeur d'Université : M. Franck DIEMER
Maîtres de Conférences : M. Philippe GUIGNES, Mme Marie GURGEL-GEORGELIN, Mme Delphine MARET-COMTESSE
Assistants : M. Ludovic PELLETIER, Mme Laura PASCALIN, M. Thibault DECAMPS
M. Nicolas ALAUX, M. Vincent SUAREZ, M. Loris BOIVIN
Adjoints d'Enseignement : M. Eric BALGUERIE, M. Jean-Philippe MALLET, M. Rami HAMDAN, M. Romain DUCASSE, Mme Lucie RAPP

PROTHÈSES

Professeurs d'Université : M. Philippe POMAR, M. Florent DESTRUHAUT,
Maîtres de Conférences : M. Rémi ESCLASSAN, M. Antoine GALIBOURG,
Assistants : Mme Margaux BROUTIN, Mme Coralie BATAILLE, Mme Mathilde HOURSET, Mme Constance CUNY
M. Anthony LEBON
Adjoints d'Enseignement : M. Christophe GHRENASSIA, Mme Marie-Hélène LACOSTE-FERRE, M. Olivier LE GAC, M. Jean-Claude COMBADAZOU, M. Bertrand ARCAUTE, M. Fabien LEMAGNER, M. Eric SOLYOM, M. Michel KNAFO, M. Victor EMONET-DENAND, M. Thierry DENIS, M. Thibault YAGUE

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur d'Université : Mr. Paul MONSARRAT
Maîtres de Conférences : Mme Sabine JONJOT, M. Karim NASR, M. Thibault CANCEILL
Assistants : M. Julien DELRIEU, M. Paul PAGES, M. Olivier DENY
Adjoints d'Enseignement : Mme Sylvie MAGNE, M. Thierry VERGÉ, M. Damien OSTROWSKI

Mise à jour pour le 02 Mai 2023

REMERCIEMENTS

A ma sœur, Léa, mon exemple, ma confidente, tu me donnes la force d'être ce que je suis chaque jour ; Merci pour ta présence à tout épreuve, à tout moment, et en tout lieu.

A mes parents, qui ont su faire de moi ce que je suis aujourd'hui ; Merci de m'épauler et m'encourager tant dans ma vie personnelle que professionnelle. Tout ce travail n'aurait pas été possible sans vous. Merci pour votre soutien et votre amour sans limite.

A mes cousines, Sandra et Jessica, qui sont comme des sœurs pour moi ; Votre soutien est important et mon admiration pour vous est sans limite ; Merci de m'encourager et m'apporter votre détermination au quotidien.

A ma famille : ma grand-mère, mes tantes, mes oncles mais aussi mes nombreux cousins, à Toulouse, à Paris comme ailleurs. La notion de famille prend tout son sens à vos côtés. Vos sourires et votre affection m'épaulent quotidiennement.

A mes copines, mon groupe de filles, mes confidentes : Romane D, Julia, Romane L, Marine, Ingrid, Albane, Marie, Juliette, Jade. Nos moments passés ensemble pendant ces années d'étude sont sans prix pour moi, merci de m'avoir accompagné pendant ces moments si joyeux, merci d'être celles que vous êtes, toujours souriantes, attentionnées et drôles. A nos futurs moments passés ensemble, encore nombreux.

A Julia, ma binôme et ma première collègue, avec qui j'ai pu traverser tant de choses. Nos rires, nos difficultés et notre amitié ont fait de moi celle que je suis aujourd'hui. Merci de m'avoir supporté ces dernières années malgré mes doutes. La dentiste que je deviens acquiert de la force grâce à ce que tu es.

A mes nombreux autres amis, Inès et Lenny qui m'accueillent à bras ouverts ; mes amis de promo avec qui j'ai passé tant de bons moments, mais aussi mes amis les plus anciens, qui me donnent énergie et motivation pour être celle que je suis.

A notre présidente du Jury,

Madame le professeur NABET Catherine

- Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Diplôme d'Études Approfondies de Santé Publique – Épidémiologie
- Docteur de l'Université de Paris XI,
- Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),
- Lauréate de la Faculté de Médecine,
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

*Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en
acceptant de présider ce jury de thèse.
Pour votre aide et votre disponibilité, veuillez agréer
de mon immense gratitude.*

A notre jury de thèse,

Monsieur le professeur DESTRUHAUT Florent

- - Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- - Directeur adjoint du département d'Odontologie de la Faculté de Santé de l'Université de Toulouse III Paul Sabatier
- - Directeur adjoint de l'Unité de Recherche Universitaire EvoISan (Evolution et Santé Orale)"
- - Habilitation à Diriger des recherches
- - Docteur en Chirurgie Dentaire,
- - Spécialiste Qualifié « Médecine Bucco-Dentaire »
- - Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- - Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- - Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe,
- - Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- - Diplôme universitaire d'approches innovantes en recherche de TOULOUSE III
- - Responsable du diplôme universitaire d'occlusodontologie et de réhabilitation de l'appareil manducateur
- - Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Je vous remercie chaleureusement d'avoir accepté de siéger parmi ce jury.
Votre pédagogie et votre enthousiasme sont un exemple pour moi.
Votre transmission de connaissances a été d'une importance capitale tout au long
de mon cursus.*

Je suis extrêmement admirative de votre travail.

Veillez agréer, monsieur, de l'expression de ma plus grande reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Monsieur le Docteur GALIBOURG Antoine

- Maître de conférences des Universités Praticien hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ingénieur de l'Institut Catholique des Arts et Métiers,
- Responsable du Diplôme d'Université d'Implantologie

*Je vous remercie pour votre soutien sans faille et votre disponibilité
tout au long de cette étude.*

*Votre sens pédagogique et votre rigueur ont été un moteur pour
moi.*

Merci pour la transmission de vos connaissances.

Veillez agréer de ma plus grande reconnaissance.

A notre jury de thèse,

Madame le docteur FOURNIER Géromine

- Assistante Hospitalo-Universitaire d'Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Master 1 Biosanté
- Master 2 Anthropobiologie intégrative
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier
- DU Odontologie légale et éthique
- DU Méthode et pratique en identification oro faciale
- Membre du Collège National des Chirurgiens Dentistes Universitaires en santé Publique
- Membre de l'Association Française d'Identification Odontologie (AFIO) et de l'Unité d'Identification Odontologique (UIO)

*Je vous remercie de votre aide tout au long de ce travail, merci d'avoir
accepté de siéger dans ce jury de thèse.
Pour votre sympathie et votre disponibilité, veuillez retrouver ici, l'expression
de mon immense gratitude.*

A notre jury de thèse,

Madame le Docteur BATAILLE Coralie

- Assistante Hospitalo-Universitaire en Odontologie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne interne des hôpitaux de Toulouse en Médecine Bucco-Dentaire
- Master 1 : Biosanté
- Diplôme Universitaire d'Implantologie
- Lauréate de l'Université Paul Sabatier

*Je vous remercie pour votre disponibilité, votre gentillesse et votre patience
tout au long de ce travail.
Merci pour votre implication dans ma formation clinique ; votre technique et
votre écoute du patient est un modèle pour moi.*

Veillez agréer de mon immense gratitude.

1	INTRODUCTION :	12
2	PRESENTATION DE L'ETUDE AU COMITE D'ETHIQUE DE LA RECHERCHE :	14
3	TRAVAIL PREPARATOIRE DE L'ETUDE :	16
4	MATERIEL ET METHODES	18
4.1	PARTICIPANTS ET PARAMETRES	18
4.2	DEROULEMENT DU TP	18
4.3	UTILISATION DU SCANNER SUR LES DENTS PREPAREES	19
4.4	PROTOCOLE D'UTILISATION DU LOGICIEL 3D SLICER	21
4.5	NOTATIONS GLANCE AND RATE ET ASSISTEES	22
4.6	ENVOI DU FEEDBACK PDF AUX ETUDIANTS ET REMISE DU QUESTIONNAIRE ...	27
5	RESULTATS :	31
5.1	REPRODUCTIBILITE DE L'ETUDE	31
5.1.1	<i>CONCORDANCE INTER EXAMINATEUR</i>	31
5.1.2	<i>CONCORDANCE INTRA EXAMINATEUR</i>	34
5.1.3	<i>ETUDE DES DISTRIBUTIONS :</i>	35
5.2	ETUDE DE LA SATISFACTION DES ETUDIANTS	36
6	DISCUSSION	40
6.1	RESULTATS GLOBAUX : CONCORDANCES DES NOTATIONS	40
6.2	RESULTATS PAR CRITERES DE LA GRILLE ANALYTIQUE	41
6.3	SATISFACTION DES ETUDIANTS :	42
	CONCLUSION	45

1 INTRODUCTION :

Les études de chirurgie dentaire se composent de deux années d'acquisition pré-clinique, majoritairement constituées de travaux pratiques (TP) qui visent à développer la dextérité et les capacités manuelles des étudiants, suivies de trois années d'acquisition clinique qui se décrivent comme la mise en pratique des techniques sur des patients.

La dextérité manuelle est une compétence cruciale pour la maîtrise de l'odontologie clinique, une partie importante de la formation est consacrée à l'entraînement des compétences psychomotrices des étudiants, ce qui inclus une coordination main-œil et une perception des profondeurs précises¹. Les TP de préparation corono-périphérique visent à mettre en pratique les grands principes de prothèse fixée en répondant à plusieurs critères précis.

À l'heure actuelle, les technologies numériques ont fait l'objet d'une avancée massive dans le domaine de l'odontologie². Ces techniques sont utilisées dans le cadre de la pratique clinique, c'est le cas des scanners intra oraux qui ont été créés dans les années 80 et ne cessent d'être en évolution depuis³.

La notation conventionnelle des Travaux Pratiques des étudiants en odontologie repose principalement sur une évaluation visuelle d'instructeurs expérimentés⁴ suivi d'un feedback sous la forme d'une discussion avec l'évaluateur. Cependant ce feedback se réalise souvent plusieurs jours voire semaines après le TP. Même si des grilles analytiques et des formulaires d'évaluation sont utilisés pour réduire la subjectivité des évaluateurs et les variations qu'il existe entre eux, il subsiste une subjectivité et incohérence importante dans les processus d'évaluation.⁵ Il a été démontré que l'utilisation exclusive de systèmes d'évaluation numériques pour la formation préclinique des étudiants en dentisterie semble être initialement aussi efficace que le retour d'information traditionnel des professeurs⁵

Cependant, les étudiants utilisant les outils d'évaluation numériques avaient de gros problèmes pour reconnaître et optimiser les déficiences de leurs préparations, les étudiants auraient donc besoin de démonstrations et de conseils appropriés de la part de l'enseignant pour apprendre et identifier les déficiences. Une combinaison de feedbacks traditionnels et numériques objectifs est donc importante.^{6 7}. De plus, les étudiants trouvent l'utilisation de l'outil 3D chronophage dans leur pratique, ceci montre que cette pratique doit être adaptée pour optimiser le temps des TP et des feedback.⁸.

Truchetto *et al.* ont proposé une méthode hybride utilisant une partie d'évaluation numérique et une partie utilisant une grille analytique. Cette méthode est plus longue qu'une notation visuelle simple ou par grille analytique classique et n'a pas été utilisée sur une promotion entière. Après numérisation de l'ensemble des préparations d'une promotion, Truchetto *et al.* produisent un feedback en PDF distribué aux étudiants. Chaque étudiant reçoit une évaluation personnalisée de sa préparation, consistée de plusieurs prises de vue numériques avec une carte de distance et un indice de déformation global. L'intérêt de cette méthode est de fournir un feedback individualisé et consultable sans limite de temps.⁹ La problématique de cette technique réside dans les prises de vue numériques qui sont figées et ne permettent pas d'observer sous d'autres angles ou de zoomer sur des zones d'intérêt.

Ce travail vise donc à répondre à ces problématiques en comparant la notation « Glance and Rate » à une notation utilisant la modélisation 3D de la préparation en association avec une grille analytique. Cette dernière permet de fournir un feedback au format PDF ainsi qu'un fichier numérique 3D propre à chaque étudiant qui permettrait une meilleure compréhension des retours des examinateurs.

Notre objectif primaire est d'étudier la concordance intra examinateur et inter examinateurs de ces deux notations afin d'étudier la reproductibilité de la notation utilisant la grille analytique et la modélisation 3D.

L'objectif secondaire est d'étudier l'appréciation globale de ce type de notation par les étudiants à travers un questionnaire de satisfaction concernant cette notation et le feedback individualisé, visuel et non figé dans le temps (car il sera accessible à tout moment et à tout endroit par l'étudiant).

2 PRESENTATION DE L'ETUDE AU COMITE D'ETHIQUE DE LA RECHERCHE :

Cette étude a été validée par le Comité d'Ethique de la Recherche (CER) de l'Université Fédérale de Toulouse. Le CER de l'Université de Toulouse fut créé en 2015. Présidé par Jacques PY, il est constitué de 24 membres élus tous les 2 ans. Ces élus sont validés par le Conseil académique de l'Université Fédérale.

Le comité se réunit 1 à 2 fois par mois pour étudier les différents projets afin de vérifier la validité et la déontologie d'études scientifiques. Il est nécessaire d'avoir une validation pour débiter une étude scientifique. L'avis rendu peut être : défavorable, requalification avec conseils, réservé avec demande de modifications majeures, réservé avec demande de modifications mineures qui seront validées par le bureau, favorable avec recommandations ou favorable. Pour avoir cet avis, un formulaire doit être rempli en amont afin de déposer un dossier. Ce formulaire comporte plusieurs parties permettant d'explicitier l'étude.

Il est constitué d'une partie administrative et une partie explicative qui comporte :

- La globalité de l'étude : le contexte, les chercheurs, les objectifs
- L'explication de la méthode (partie matériel et méthode) : le nombre de participants, leur recrutement, le matériel
- L'analyse des données
- Des informations supplémentaires comme le lieu d'archivage, le traitement des données ou encore le droit de retrait à l'étude.

Ce formulaire doit être accompagné en annexe de :

- La notice d'information pour les étudiants permettant l'explication de l'étude
- Le consentement éclairé à remplir par l'étudiant et à signer.

Le consentement éclairé fut nécessaire pour débiter l'étude.

Cette étude, réalisée en septembre 2022, ne comportait pas de risques particuliers concernant les étudiants participants. Leur participation était entièrement volontaire et pouvait être retirée à tout moment de l'étude. L'archivage des données de manière numérique a été protégé par un mot de passe, ces données seront conservées pendant 5 ans à compter de la date du début de l'étude, en l'occurrence le 14 septembre 2022.

Le premier avis du CER était positif mais il convenait de modifier ou préciser certaines données : nous avons reçu un avis réservé avec demande de modifications mineures. Les précisions à apporter concernaient principalement le nombre exact d'étudiants nécessaire pour la validation de l'étude ainsi que la temporalité à respecter lors de l'étude.

Un deuxième formulaire modifié apportant les précisions nécessaires fut envoyé par la suite. Le deuxième avis du CER fut favorable et nous avons ainsi pu débuter notre étude. A l'issue de cette validation, une certification Institutional Review Board (IRB) est conféré.

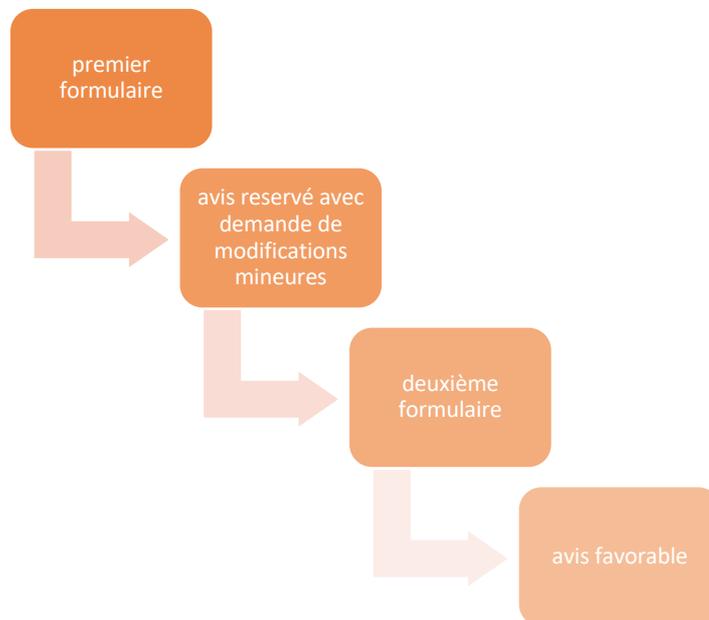


Figure 1 : Cheminement de l'approbation du CER

3 TRAVAIL PREPARATOIRE DE L'ETUDE :

Les étudiants en 4^{ème} année pratiquent déjà en milieu hospitalier, et en parallèle ils réalisent des TP de prothèse fixée afin d'affiner leur dextérité et leur précision. La difficulté des travaux pratiques de prothèse fixée repose sur la visualisation des critères géométriques précis comme la forme et la situation du congé, la réduction des faces ou encore la conicité. Certaines compétences de motricité fine sont difficiles à acquérir, c'est le cas notamment de l'obtention d'une conicité de préparation optimale car un déficit à ce niveau influe sur la rétention et la résistance de la future couronne. Ce critère nécessite une dextérité et un entraînement multiple afin d'affiner ces capacités. ¹⁰

Ces critères de préparation sont importants cliniquement pour évaluer aussi la quantité de substance dentinaire restante après une préparation corono-périphérique : une trop grande perte de substance peut par exemple, sur dent pulpée, provoquer une inflammation réversible ou irréversible du tissu pulpaire sous-jacent. ¹¹ A l'inverse, une dent sous-préparée à certains endroits peut provoquer un sur-contour de la prothèse ou bien une épaisseur trop faible de la pièce prothétique qui peut conduire à une fracture du matériel (métal ou céramique).



Figure 2 : Préparations corono-périphériques sur modèle Frasaco® (document personnel)

Afin d'optimiser l'utilisation du scanner de table sur les préparations, nous avons utilisé un socle pouvant contenir spécifiquement des dents n°26 des étudiants. Ce socle a été mis au point par Truchetto *et al.* Il a été conçu sur MeshMixer et imprimé en 3D avec de la résine par une Formlabs.⁹ La figure 3 illustre le socle utilisé.



Figure 3 : Socle utilisé pour la numérisation

4 MATERIEL ET METHODES

4.1 PARTICIPANTS ET PARAMETRES

Cette étude a été validée par le Comité d’Ethique et de Recherche de l’université fédérale de Toulouse. Le numéro d’autorisation étant le N° 00011835-2023-0328-485- Université Fédérale de Toulouse. En amont de ce TP, les consentements éclairés furent signés ; les explications sur cette étude avaient été données 2 semaines auparavant via une notice d’information transmise aux étudiants par mail, comportant la description détaillée de l’étude et les droits relatifs aux étudiants : droits de se retirer de la recherche, droit à la confidentialité et au respect de la vie privée.

Cette notice était accompagnée d’une partie à remplir par l’étudiant qui faisait office de consentement (*Annexe 1*). La non-signature du consentement faisant office d’une non-participation du sujet à l’étude.

4.2 DEROULEMENT DU TP

Comme réalisée depuis la 2^{ème} année de chirurgie dentaire, les étudiants volontaires ont effectué une préparation corono-périphérique sur dent factice du modèle maxillaire FRASACO® en 1h30. Cette préparation concernait une dent n°26 en vue de la réalisation d’une couronne céramo-métallique avec un congé situé en juxta-gingival.



Figure 4 : Modèles FRASACO® sur lesquels les étudiants s'exercent
<https://www.frasaco.de/fr/>

L'étude s'étant déroulée dans les salles de Travaux Pratiques de la faculté, les étudiants ont été divisés en 3 groupes distincts car le nombre de postes ne permettait pas de les accueillir tous en même temps.



Figure 5 : Poste de simulation pré-clinique (droite) et salle de travaux pratiques (gauche)

Habituellement lors de ces TP, des moniteurs (étudiants des années supérieures) sont présents pour aider les étudiants et les diriger pour améliorer leurs préparations coronaires-périphériques. Ce TP étant une évaluation des étudiants, aucune aide n'a été promulguée par les moniteurs.

4.3 UTILISATION DU SCANNER SUR LES DENTS PREPAREES

Par la suite, nous avons regroupé les dents factices préparées afin de les scanner via le scanner de table E3 de 3SHAPE.



Figure 6 : Numérisation des préparations par le scanner de table

Pour réaliser cette étape, nous avons utilisé un socle dont la rétention des dents s'effectue via des alvéoles. Des repères coniques sont également présents afin d'améliorer le repérage du scanner. Nous avons décidé de scanner 12 dents à chaque cycle en espaçant les dents d'une alvéole

Était présent sur le socle :

- Les préparations corono-périphériques de 10 étudiants
- Une dent factice préparée dite « préparation idéale » qui permettra aux étudiants de réaliser une comparaison. Cette dent a été réalisée en respectant tous les critères pour la préparation d'une dent pour une couronne céramo-métallique.
- Une dent factice non préparée qui mime la couronne céramo-métallique afin de mieux visualiser les réductions effectuées par l'étudiant.

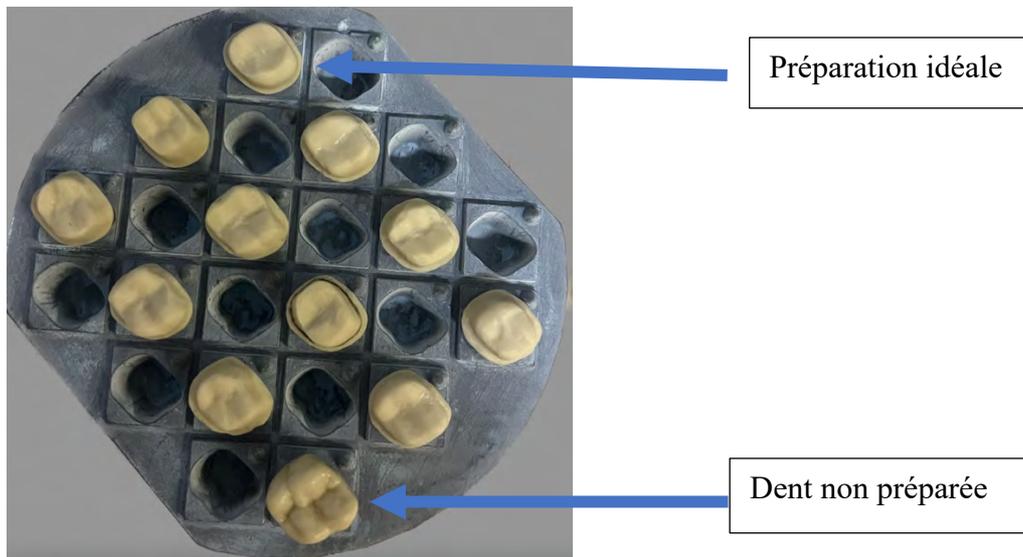


Figure 7 : Socle comportant 12 dents à scanner

Nous avons ainsi réalisé 10 cycles afin de scanner toutes les préparations. Pour scanner ces préparations, le socle est installé sur le support magnétique du bras rotatif ; un poudrage est réalisé afin d'améliorer le contraste des surfaces. La numérisation se fait à partir du logiciel InLAB qui permet l'acquisition des surfaces des 10 dents présentes sur le socle sous le format STL (surface stéréolithographique).

La première étape du traitement des surfaces a permis d'individualiser les surfaces de chaque préparation via le logiciel de modélisation 3D MESHMIXER. Ensuite, le module Pickpoints de MESHLAB a permis d'identifier chaque dent par un numéro et ses coordonnées spatiales. Ce logiciel convertit les surfaces du format STL vers le format PLY qui permet d'inclure les propriétés de couleur, de transparence et de texture de surface. Le traitement est permis par un programme créé par Jean DUMONCEL en langage Python qui permet d'aligner et cartographier les préparations sous le format VTK ¹².

4.4 PROTOCOLE D'UTILISATION DU LOGICIEL 3D SLICER

Une fois les 83 fichiers des préparations au format VTK réalisés, l'application 3D SLICER fut utilisé afin de traiter les fichiers pour les envoyer aux étudiants par la suite, grâce à l'aide du Dr Fournier Géromine. Pour cela, un calcul de distance disponible sur le logiciel fut réalisé pour chaque étudiant en prenant pour comparaison :

1. La « préparation idéale »
2. La « dent non préparée »

Pour réaliser ce calcul de distance, une extension du logiciel nommée « MODEL TO MODEL DISTANCE » fut installée.

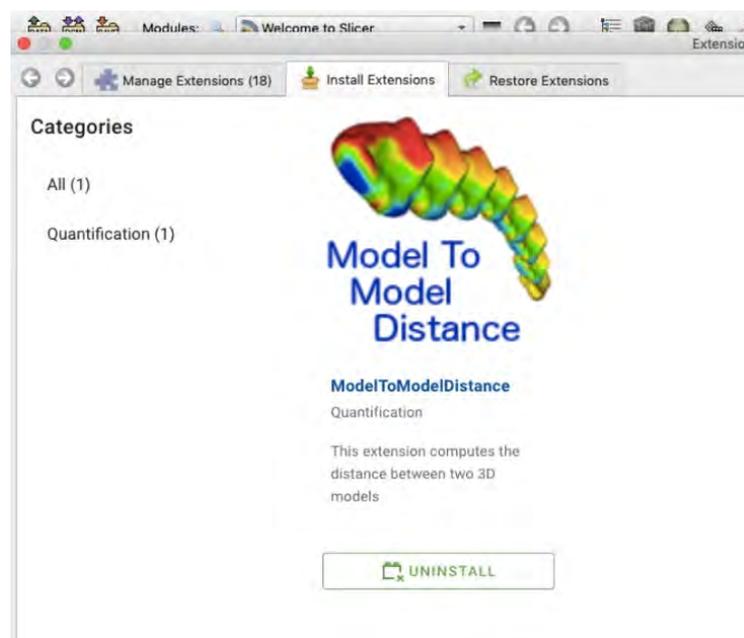


Figure 8 : Extension MODEL TO MODEL DISTANCE du logiciel 3D SLICER

Pour chaque sujet de l'étude, donc pour chaque dent préparée, deux quantifications furent réalisées afin de créer un nouveau modèle comparant la dent préparée à la préparation idéale d'une part et à la dent non préparée d'autre part.

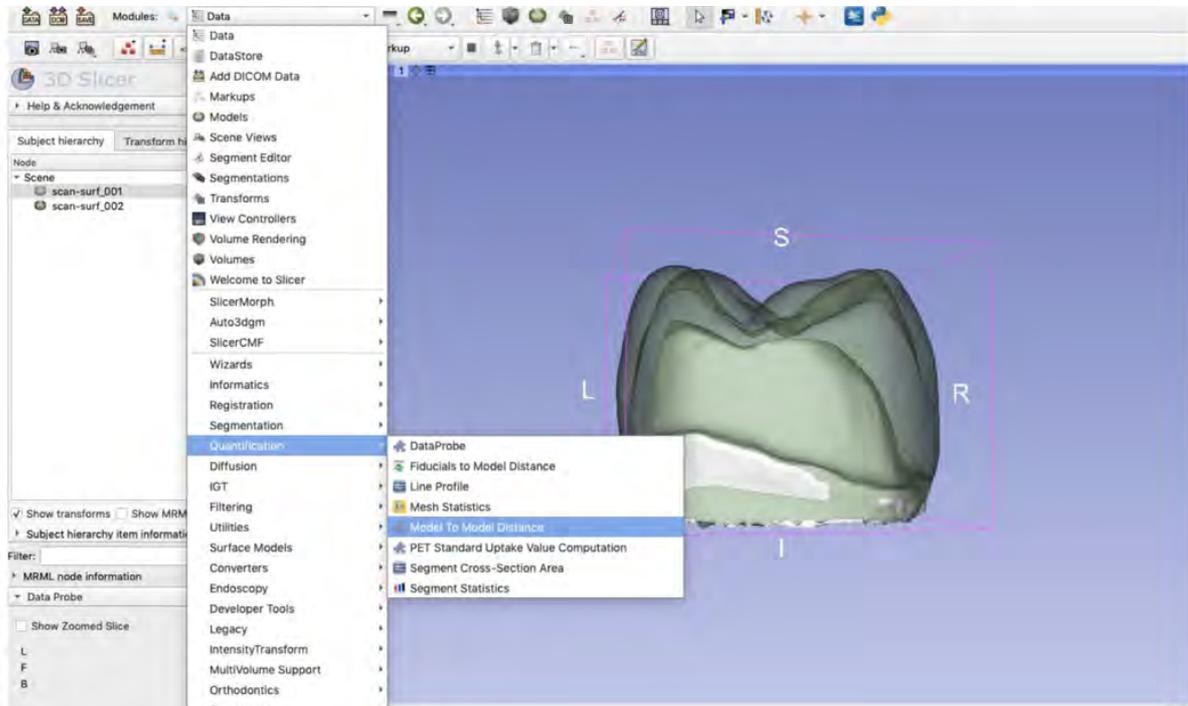


Figure 9 : Quantification de chaque préparation par rapport à la dent non préparée

4.5 NOTATIONS GLANCE AND RATE ET ASSISTEES

Afin de valider cette méthode de notation, plusieurs notations ont été effectuées :

Les préparations de chaque étudiant ont été notées de façon visuelle par une notation Glance And Rate réalisée par 2 examinateurs distincts experts qui ne se sont pas concertés. La notation Glance and Rate correspond à une notation dite subjective, l'examinateur observe la préparation corono-périphérique et se base sur son observation à l'œil nu pour noter cette préparation. Aucun critère précis n'est utilisé pour donner cette note. Cette observation donne lieu à une note sur 20.

La deuxième notation est une notation qui se base sur le logiciel 3D SLICER et l'utilisation d'une grille analytique. Nous avons nommé cette notation : la notation assistée. Elle concerne l'examineur 1 et 2 qui ont déjà utilisé la notation Glance And Rate, ainsi qu'un troisième examinateur nommé « examinateur novice » qui n'a jamais utilisé ni le logiciel 3D SLICER de visualisation 3D, ni la grille analytique conçue par HABIB.

La grille analytique utilisée fut décrite par Habib *et al.* en 2018¹³ et se compose de plusieurs critères (*Annexe 2*) :

- La réduction occlusale notée sur 3
- La réduction axiale notée sur 3
- La conicité notée sur 3
- La position du congé notée sur 3
- La double angulation et l'alignement des cuspidés notés sur 2
- Les finitions notées sur 2
- La préservation des dents adjacentes notée sur 2

Ces critères permettent d'obtenir une note sur 18 qui sera par la suite ramenée sur 20. Pour effectuer cette notation, les trois examinateurs ont pu utiliser la visualisation 3D des préparations et le calcul de distance réalisé de façon numérique pour répondre aux différents critères cités ci-dessus. Avant la réalisation de la notation, les trois examinateurs se sont mis d'accord sur l'utilisation du logiciel et sur les distances à observer pour les différents paramètres.

Pour la réduction occlusale et la réduction axiale, les examinateurs se sont basés sur le fichier .vtk comparant la préparation de l'étudiant et la préparation idéale. L'échelle utilisée pour calculer les distances a été mise en mode « manuel » afin de vérifier les sur préparations ou les sous préparations. La légende colorimétrique était activée afin de mesurer la quantité de substance enlevée. La couleur correspondant à la valeur 0 montrait une réduction idéale ; les autres couleurs correspondaient à une sur-préparation ou une sous -préparation de la dent.

Comme illustré sur la figure 10, les zones vert clair correspondent une à une à une réduction occlusale idéale, tandis que les zones jaunes représentent une sous-préparation et les zones bleues une sur-préparation

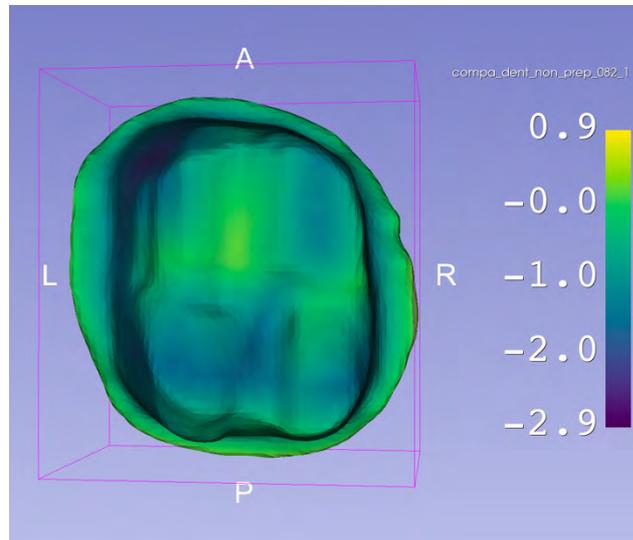


Figure 10 : Observation de la réduction occlusale sur 3D SLICER

Pour la notation de la conicité, les examinateurs ont observés l'absence de contre-dépouilles sur toutes les faces de la préparation.

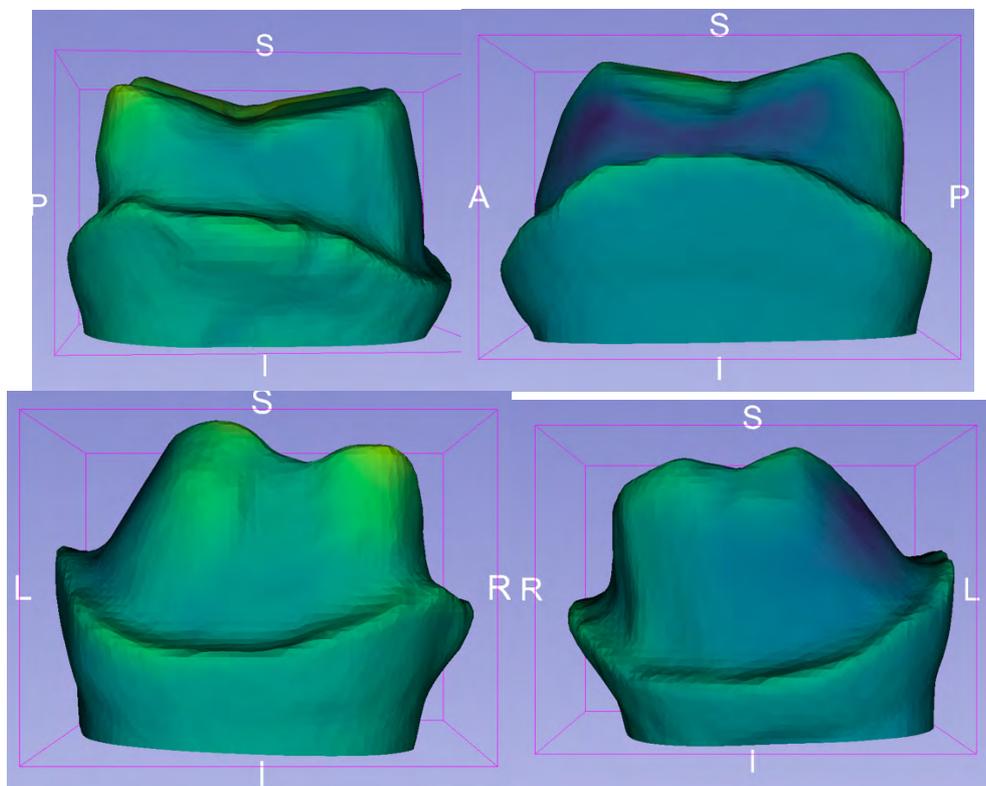


Figure 11 : Observation de la conicité des faces proximales, vestibulaires et palatines

Pour la notation de la position du congé, les examinateurs ont également utilisé l'échelle colorimétrique manuelle comparant la préparation à noter et la préparation idéale afin de quantifier la position du congé. Comme illustré sur la figure 12, une valeur proche de 0 correspond à un congé bien placé (limite juxta-gingivale), une valeur supérieure à zéro correspond à une limite supra-gingivale, une valeur inférieure à zéro correspond à un congé intra-sulculaire. La présence de becs a également été prise en compte pour la notation de ce critère.

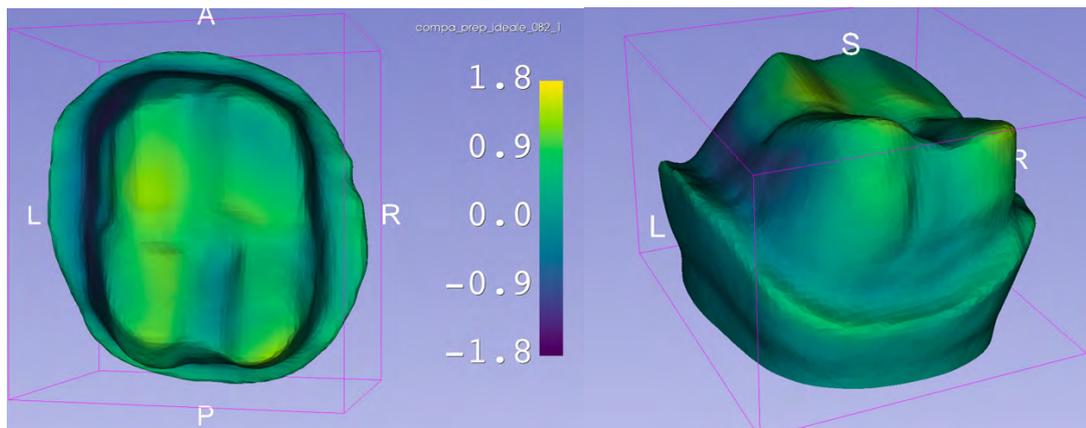


Figure 12 : Observation de la situation du congé

Pour la notation de la double angulation et du respect de l'alignement des cuspidés, les examinateurs ont pu utiliser le fichier .vtk de la dent non préparée, mis en transparence afin d'observer le respect de homothétie.

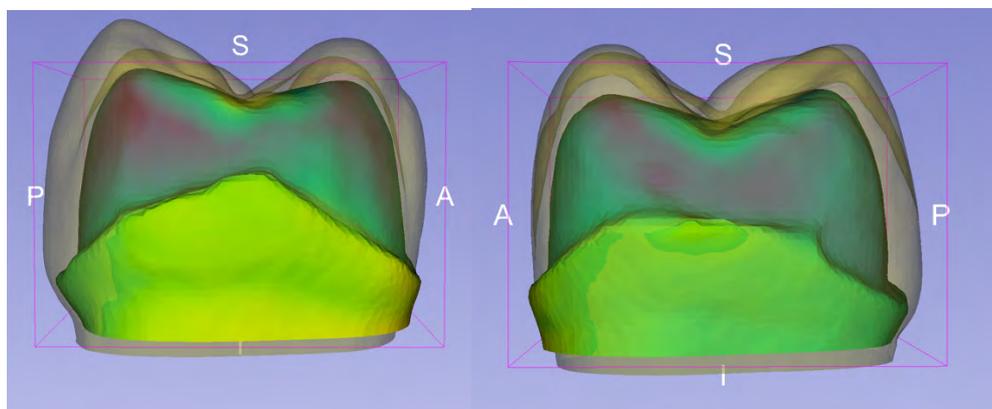


Figure 13 : Observation de la double angulation

Pour l'observation des finitions, les examinateurs se sont basés sur l'observation de la préparation du 3D SLICER, et notamment sur la présence de becs ou de surfaces rugueuses. Pour la notation de la préservation de la dent adjacente à la préparation, les notes Glance And Rate ont été reprise.

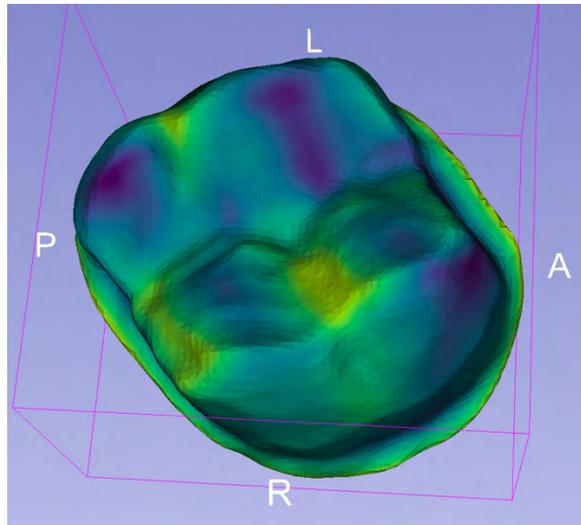


Figure 14 : Observation des finitions

Dix jours plus tard, l'examineur 1 a réalisé une nouvelle notation via la méthode manuelle et la notation assistée de 10 préparations choisies aléatoirement. Cette nouvelle notation nous permettra, lors de l'analyse statistiques d'étudier la concordance intra-examineur des deux notations.

N° étudiant	Note Glance and Rate /20	Note assistée /20
1		
2		
3		
...		

Tableau 1 : Notations réalisées pour chaque sujet de l'étude et pour chaque examinateur à J0

4.6 ENVOI DU FEEDBACK PDF AUX ETUDIANTS ET REMISE DU QUESTIONNAIRE

Chaque étudiant a reçu par mail un dossier comprenant envoyé par mail individuellement. Ce dossier comportait les éléments suivants :

- Les surfaces 3D au format .vtk lu par 3D slicer recalées dans le même repère orthonormé :
 - La surface 3D de leur préparation corono-périphérique comparée à une préparation dite « idéale ». (format .vtk lu par le logiciel 3D Slicer)
 - La surface 3D de leur préparation corono-périphérique comparée à une dent non préparée (format .vtk lu par le logiciel 3D Slicer)
 - La surface 3D de la dent non préparée (format .vtk lu par le logiciel 3D Slicer)
- Un feedback individuel comprenant les notations et les commentaires de leur préparation au format, illustré par la figure 11.
- La grille analytique vierge qui permet de comprendre leur note utilisant celle-ci.
- Un tutoriel qui permet d'expliquer et décrire la procédure d'utilisation du logiciel 3D SLICER



compa_dent_non_prep_034.vtk	16 septembre 2022 à 12:59	537 Ko	FileTyp...roup775
compa_prep_ideale_034.vtk	16 septembre 2022 à 12:59	537 Ko	FileTyp...roup775
dent_non_prep_31-40.vtk	16 septembre 2022 à 15:50	322 Ko	FileTyp...roup775
FEEDBACK_034.pdf	1 octobre 2022 à 19:51	49 Ko	Document PDF
GRILLE ANALYTIQUE.pdf	3 octobre 2022 à 22:15	214 Ko	Document PDF
Tuto_Etudiants_Slicer.pdf	3 octobre 2022 à 20:04	4,5 Mo	Document PDF

Figure 15 : Capture d'écran du dossier envoyé à chaque sujet de l'étude

Le document PDF a pour but d'expliquer les notations de l'examineur n°1. Sur ce fichier se trouve la note manuelle et la note assistée, comportant également les paramètres utilisés pour cette notation, comme visible sur la figure 11. Chaque étudiant a pu ainsi, chez

lui, ouvrir le logiciel 3D SLICER et observer en trois dimensions sa préparation ainsi que les points à améliorer.

Résultats de la préparation corono périphérique de 26 pour une couronne coulée selon 2 types de notation

Nom _____
Prénom _____

notation visuelle classique

note 26 classique	9.8
-------------------	-----

notation par grille analytique

paramètres	
réduction occlusale	0 Sévèrement sur-préparé ou sous préparé : espace prothétique pour métal > 2mm ou < 0.5mm
réduction axiale	0 Sévèrement sous préparé ou surpréparé : < 0.5 mm ou > 2 mm
conicité	0 Conicité sévèrement trop peu ou trop importante : Contre dépouilles sévèrement visualisable ; Conicité trop importante sur n'importe quelle face axiale (>16°)
position du congé	2 Congé trop peu ou trop étendu : Trop étendu en infra (<0.5mm en sous-gingival) ou modérément supra (<1mm en subgingival)
double angulation / alignement cuspidés	1 Angulation modérément incorrecte : Sous préparation ou sur-préparation + léger décalage des cuspidés
finitions du congé et des faces	-1 Rugosité modérée : Rugosité modérée du congé et faces axiales Congé modérément discontinu; petit manque de définition
préservation des dents adjacentes	2 Dent adjacente non touchée
Note 26 analytique	6.7

Figure 16 : Exemple de Document feedback PDF envoyé à chaque sujet de l'étude

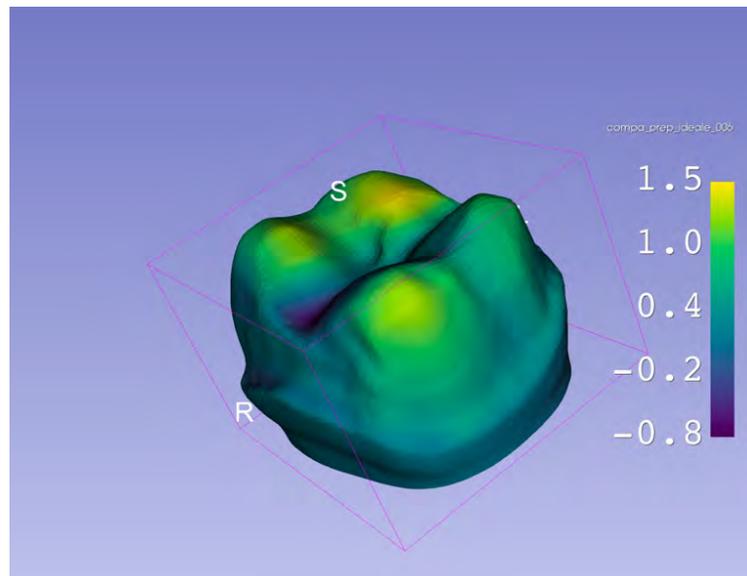


Figure 17 : Visualisation en 3D de la préparation

Le même jour a été envoyé un questionnaire constitué de 14 questions à échelle et une question ouverte permettant d'étudier l'appréciation des étudiants de ce type de notation. Les questionnaires ont été envoyés par Google Form ce qui nous a permis d'accéder aux réponses en temps réel. Les questions du Google Form nous ont permis de quantifier la satisfaction des étudiants.

Pour les questions à échelle,

- Le vote 0 correspond à « pas du tout d'accord »
- Le vote 10 correspond à « complètement d'accord »

Les questions étaient les suivantes :

Remarques et questions	Question ouverte
Je préfère la notation classique sans image 3D	Échelle de 0 à 10
La grille analytique me permet de mieux comprendre ma note	Échelle de 0 à 10
L'image 3D de ma préparation m'aide à mieux analyser la qualité de mon congé (épaisseur et forme)	Échelle de 0 à 10
L'image 3D de ma préparation m'aide à mieux visualiser les zones de contre dépouilles par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP	Échelle de 0 à 10
L'image 3D de ma préparation me permet de mieux visualiser la réduction occlusale par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP	Échelle de 0 à 10
L'image 3D de ma préparation me permet de mieux visualiser la réduction axiale par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP	Échelle de 0 à 10
Par rapport au feedback classique des années précédentes (explication de la note du TP) l'image 3D me permet de prendre le temps d'analyser ma préparation	Échelle de 0 à 10
L'image 3D de ma préparation par rapport à la dent idéale me donne un feedback infirmatif sur mes erreurs	Échelle de 0 à 10

L'image 3D de ma préparation par rapport à la dent non préparée me donne un feedback infirmatif sur mes erreurs	Échelle de 0 à 10
Le système colorimétrique est une aide dans la visualisation de ma préparation	Échelle de 0 à 10
Ce système de notation (image 3D et grille analytique) est utile pour identifier mes erreurs	Échelle de 0 à 10
Ce système de notation (image 3D et grille analytique) est utile pour améliorer mes erreurs	Échelle de 0 à 10
J'aimerais avoir d'autres TP de prothèse fixée avec ce type de notation et d'information	Échelle de 0 à 10
Par rapport à la notation habituelle, mon niveau de confiance de la nouvelle méthode de notation est	<ul style="list-style-type: none"> • Plus faible • Sensiblement pareil • Plus fort

Tableau 2 : Questions posées aux étudiants

Les étudiants ont eu 15 jours pour répondre au questionnaire, après ce délai, le questionnaire fut bloqué.

5 RESULTATS :

Pour calculer le nombre de sujets nécessaires, nous nous sommes basés sur ce calcul : avec une différence moyenne de 1.5 points attendue entre les 2 notations et un écart-type de 2, pour une puissance de 90% et un risque alpha de 5% pour un test bilatéral, le nombre d'étudiants nécessaire est de 70. En tenant compte d'un taux de refus estimé à 10%, le nombre de sujets nécessaire est de 77. Nous avons ainsi décidé de faire participer la promotion entière sur la base du volontariat.

Le nombre de sujet ayant signé le consentement éclairé était de 87, c'est-à-dire la promotion entière. Cependant, un étudiant s'est trompé de dent, rendant impossible la numérisation de celle-ci. De plus, 4 dents numérisées ont subi un mauvais recalage lors de cette dernière étape. Nous avons donc décidé de les retirer de l'étude. Le nombre de sujets participants à l'étude est donc passé à 83.

5.1 REPRODUCTIBILITE DE L'ETUDE

5.1.1 CONCORDANCE INTER EXAMINATEUR

Pour évaluer la reproductibilité de notre étude, nous utilisons le coefficient de détermination de PEARSON qui permet d'étudier la concordance inter-examineurs. Nous pouvons étudier ainsi ce coefficient pour la méthode manuelle de l'examineur 1 et l'examineur 2 ainsi que le coefficient pour la méthode assistée de l'examineur 1 et de l'examineur 2.

Le coefficient de détermination de PEARSON varie de -1 à +1. Il permet, en plus de mesurer la force d'une association, de mesurer le sens de celle-ci. Dans notre cas, toutes les valeurs sont supérieures à 0 car le sens de l'association est nécessairement positif. Plus le coefficient se rapproche de 1, plus l'association est forte.

5.1.1.1 Analyse globale

Pour étudier la concordance inter-examinateur, 2 coefficients de détermination de PEARSON ont été calculés via le logiciel XL STAT :

- Le coefficient de détermination de la notation Glance and Rate entre les deux examinateurs
- Le coefficient de détermination de la notation assistée entre trois examinateurs : l'examineur 1, l'examineur 2 et un examineur novice nommé examineur 3.

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	Obs. avec données	Obs. sans données	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
M1	83	0	83	4,000	15,000	9,639	2,272
M2	83	0	83	6,000	15,000	9,536	2,085

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	M1	M2
M1	1	0,551
M2	0,551	1

Figure 18 : Tableau de corrélation de la notation Glance And Rate

Comme nous pouvons le voir ci-dessus (Figure 18), la matrice de corrélation de PEARSON entre l'examineur 1 (M1) et l'examineur 2 (M2) est de 0,551 pour la notation Glance And Rate.

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	Obs. avec données	Obs. sans données	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
A1	83	0	83	2,200	13,300	7,096	2,267
A2	83	0	83	2,200	10,000	5,151	1,756
A3	83	0	83	2,200	12,200	6,563	1,926

Matrice de corrélation (Pearson) :			
Variables	A1	A2	A3
A1	1	0,602	0,767
A2	0,602	1	0,659
A3	0,767	0,659	1

Figure 19 : Tableau de corrélation de la notation assistée

La matrice de corrélation de PEARSON entre l'examineur 1 (A1) et l'examineur 2 (A2) est de 0,602. Il est ainsi plus élevé que celui de la notation Glance And Rate.

De plus, les coefficients de corrélation entre l'examineur 1 (A1) et l'examineur novice (A3) ainsi que celui de l'examineur 2 (A2) et l'examineur novice (A3) sont respectivement de 0,767 et 0,659 ; ils restent plus élevés que le coefficient de la notation Glance and Rate. Ces coefficients prouvent que la corrélation inter-examineur reste significative même pour un examineur novice qui n'a jamais utilisé ni le logiciel de visualisation 3D ni la grille analytique conçue par HABIB.

5.1.1.2 Analyse par critères de notation

Pour mieux comprendre l'analyse ci-dessus, nous avons réalisé une nouvelle analyse pour chaque critère présent dans la grille analytique. Pour chaque analyse, le nombre de sujets était de 83 et le nombre d'examineurs de 3.

Critère	Coefficient de KENDALL Wt	Valeur p associée au test du chi-carré (p value)
Réduction occlusale	0,68	8,65E-08
Réduction axiale	0,604	9,77E-06
Conicité	0,72	5,89E-09
Double angulation	0,697	2,74E-08
Finitions	0,64	1,1E-06

Les coefficients de KENDALL sont situés entre 0,6 et 0,8 ce qui indique une concordance modérée entre les 3 examineurs. Le coefficient le plus élevé est celui de la conicité, ce qui indique une plus grande concordance.

5.1.2 CONCORDANCE INTRA EXAMINATEUR

Pour étudier la concordance intra-examineur, 10 préparations ont été tirées au hasard 10 jours après les premières notations. L'examineur 1 a ainsi pu renoter ces préparations avec les deux notations utilisées : Glance and Rate et notation assistée.

A l'issu de ces nouvelles notations à J+10, 2 coefficients de détermination de PEARSON ont été calculées

- Le coefficient de détermination de la notation Glance and Rate entre la notation à J0 (M1 J0) et la notation à J+10 (M1 J+10) pour l'examineur 1.
- Le coefficient de détermination de la notation assistée entre la notation à J0 et la notation à J+10 pour l'examineur 1.

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	Obs. avec données	Obs. sans données	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
M1 J0	10	0	10	8,000	14,000	9,900	1,853
M1 J+10	10	0	10	6,000	15,000	9,500	2,593

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	M1 J0	M1 J+10
M1 J0	1	0,798
M1 J+10	0,798	1

Figure 20 : Tableau de corrélation intra-examineur de la notation Glance and Rate

Comme visible ci-dessus, le coefficient de corrélation entre la notation Glance And Rate à J0 et à J+10 est de 0,798. Ce coefficient est élevé, et montre que la notation Glance and Rate est une notation fiable dans le temps, pour un même examinateur.

Statistiques descriptives :							
Variable	Observations	Obs. avec données	Obs. sans données	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
note j0	10	0	10	5,600	10,000	7,910	1,317
note J10	10	0	10	6,700	11,100	8,460	1,485

Matrice de corrélation (Pearson) :		
Variables	note j0	note J10
note j0	1	0,578
note J10	0,578	1

Figure 21 : Tableau de corrélation intra-examineur de la notation assistée

Ci-dessus, nous observons que le coefficient de corrélation de la notation assistée par visualisation 3D avec grille analytique entre J0 et J+10 pour l'examineur 1 est de 0,578. Il est ainsi plus faible que pour la notation Glance And Rate.

5.1.3 ETUDE DES DISTRIBUTIONS :

De plus, nous avons regardé la distributions des notes données par l'examineur 1 lors de la notation Glance and Rate et de la notation assistée.

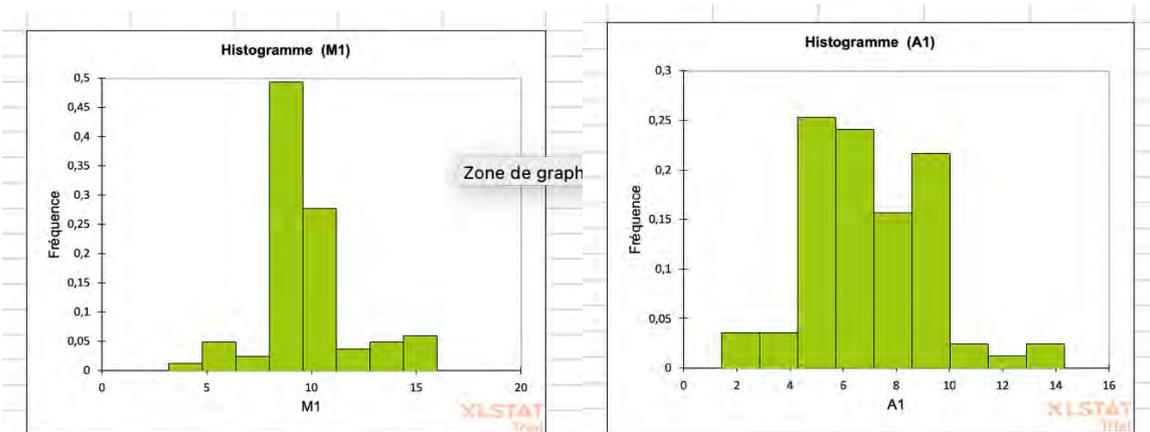


Figure 22 : Distribution des notations pour l'examineur 1

L’histogramme de la notation Glance and Rate (figure de gauche) montre une répartition en courbe de Gauss. La note minimale est de 5, la note maximale est de 15. L’histogramme de la notation assistée (figure de droite) donne également lieu à une courbe de Gauss, mais avec un étalement plus important. La note minimale est de 2,2, la note maximale est de 13,3. Nous observons assez rapidement que la courbe de Gauss de la notation assistée possède un plus grand nombre de notes différentes. Cette différence peut s’expliquer par le fait que la notation Glance and Rate est une notation dite subjective ; ainsi, la tendance de notes qui tournent autour de 10 est plus tentante. Nous pouvons assez bien voir que la majorité des étudiants ont obtenus des notes entre 8/20 et 12/20.

5.2 ETUDE DE LA SATISFACTION DES ETUDIANTS

L’ensemble des réponses au questionnaire de satisfaction a été recueilli avec un taux de réponse de 100%.

Ci-dessous, nous pouvons observer un résumé en box plot de ce questionnaire :

- En ordonnées, le score pour chaque réponse, allant de 0 à 10
- En abscisses, le numéro de la question posée (*Annexe 4*).

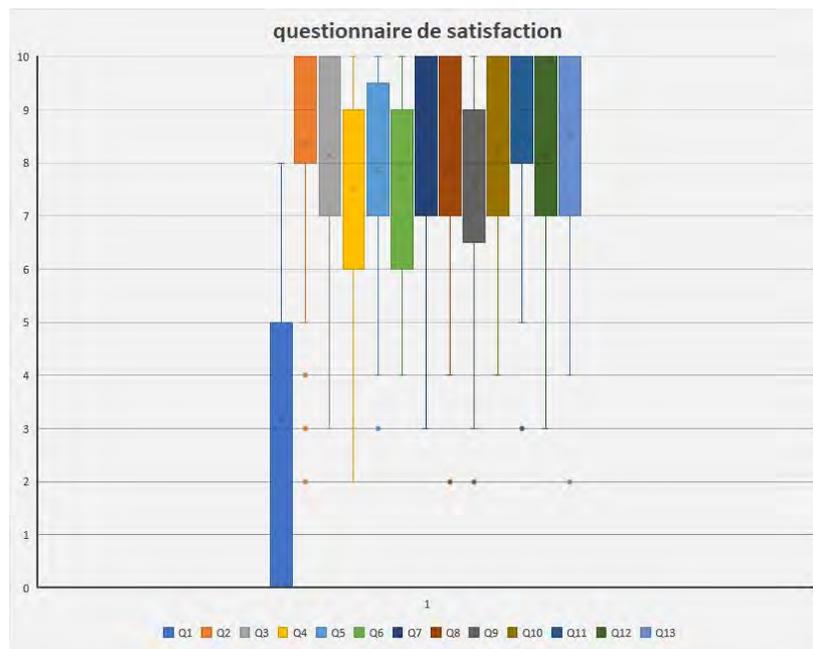


Figure 23 : Résumé des réponses au questionnaire de satisfaction

Nous pouvons déjà observer une satisfaction globale des étudiants concernant cette étude, les box plot se situent majoritairement au-dessus de 5. La question 1 « Je préfère la notation classique sans image 3D » était posée dans le sens inverse par rapport aux autres questions, c'est pour cela que les scores obtenus se trouvent majoritairement entre 0 et 5.

Afin de mieux comprendre la satisfaction générale des sujets de l'étude, nous avons découpé les réponses en 3 parties :

- De 0 à 3 inclus : réponse non
- De 4 à 7 inclus : réponse neutre
- De 8 à 10 inclus : réponse oui

Concernant la nouvelle notation utilisant la numérisation en association avec la grille analytique, 55,3% des sujets la préfèrent en comparaison avec la notation Glance and Rate ; 40% apprécient les deux notations sensiblement de la même manière.

Concernant les différents critères utilisés pour la grille analytique :

- 68,2 % trouvent que l'analyse de la qualité du congé est plus aisée

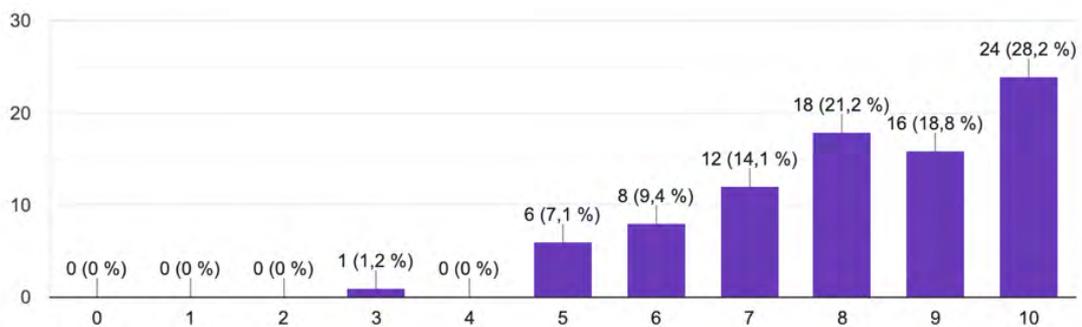


Figure 24 : Histogramme de la question n°3

- 54,1% trouvent que la visualisation des zones de contre-dépouilles est plus aisée

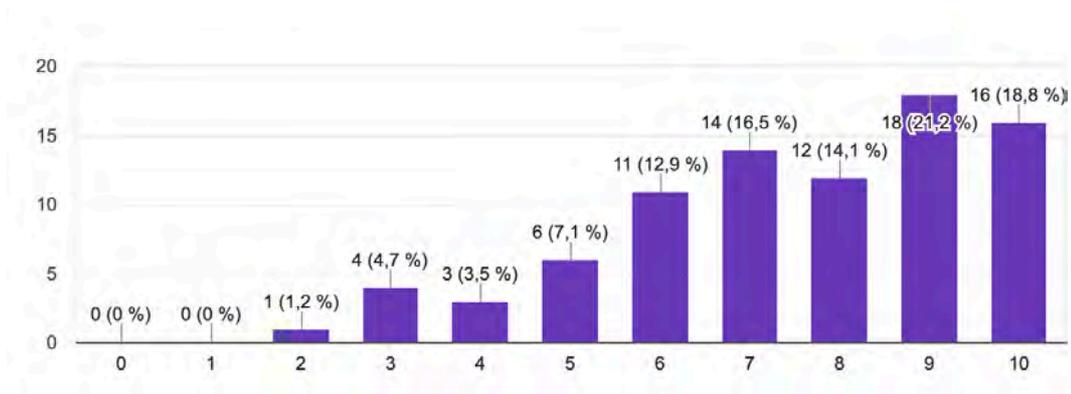


Figure 25 : Histogramme de la question n°4

- 61,2 % trouvent que la visualisation de la réduction occlusale est plus aisée

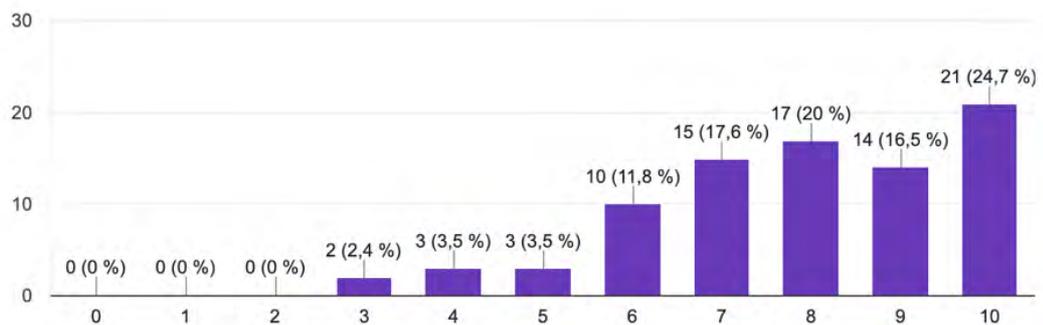


Figure 26 : Histogramme de la question n°5

- 58,8% trouvent que la visualisation de la réduction axiale est plus aisée

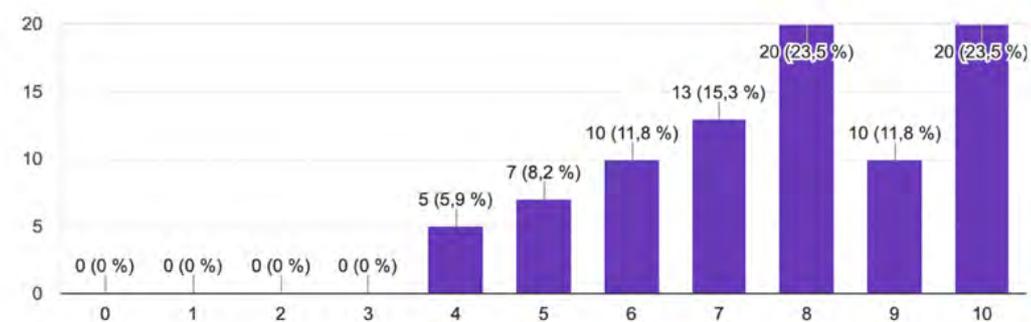


Figure 27 : Histogramme de la question n°6

Concernant le feedback PDF composé de la grille analytique remplie et de la préparation numérisée visible en 3D, près de 80% trouvent que cela permet de prendre le temps d'analyser leur préparation. 74,2% des sujets trouvent qu'il serait utile d'avoir plus de TP avec ce type de feedback informatif.

Par rapport à la notation habituelle Glance And Rate, 42,4% des étudiants trouvent que leur niveau de confiance est plus fort tandis que 40% trouvent qu'il est sensiblement le même.

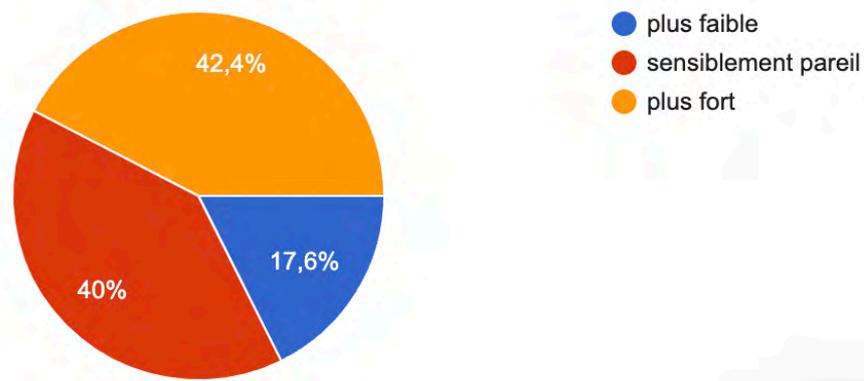


Figure 28 : Niveau de confiance des étudiants de la notation assistée par rapport à la notation Glance and Rate

6 DISCUSSION

6.1 RESULTATS GLOBAUX : CONCORDANCES DES NOTATIONS

La validité d'une étude statistique repose sur plusieurs critères qui sont : la fiabilité, la répétabilité et la reproductibilité ¹⁴. La reproductibilité insinue que nous aimerions que notre résultat reflète un phénomène général, c'est-à-dire que la même expérience avec un nouvel examinateur ou une nouvelle condition peut se reproduire si l'expérience se répète.

15

L'utilisation d'un logiciel de visualisation 3D avec des cartes de distances par rapport à une dent préparée idéalement et une dent non préparée en comparaison de la notation Glance and Rate possède une concordance inter-examineur plus élevée (donc une meilleure reproductibilité) mais une concordance intra-examineur plus faible.

Stoilov *et al.* ont comparé trois systèmes de notations : deux utilisant un système de visualisation 3D dédié à l'odontologie et couplé à un scanner intra oral, et une notation classique visuelle par deux évaluateurs. ¹⁶ Leurs résultats montrent qu'il n'y a pas de supériorité statistique entre une notation visuelle classique et une notation assistée par un logiciel dédié en odontologie. Contrairement à cet article, notre étude montre une concordance inter-examineur supérieure pour la méthode assistée par rapport à la méthode classique.

Stoliov *et al.* dans leur étude, utilisent 32 sujets pour chaque notation ; Gratton *et al.* comparent l'utilisation de 2 systèmes d'autoévaluation numériques et un système classique sur un total de 40 sujets. Notre étude fait participer 83 sujets, ce choix nous permet d'augmenter la probabilité d'avoir une bonne puissance et donc une meilleure précision.

6.2 RESULTATS PAR CRITERES DE LA GRILLE ANALYTIQUE

La grille analytique de Habib prend en compte plusieurs critères qui sont la réduction occlusale, la réduction axiale, la conicité, la situation du congé, la double angulation/l'alignement des cuspidés, les finitions et la préservation des dents adjacentes. Il a été prouvé que la notation fiable des évaluations de performance peut être améliorée par l'utilisation de rubriques, en particulier si elles sont analytiques, spécifiques au sujet et complétées par des exemples et/ou une formation des évaluateurs ¹⁷

Cependant, lors de l'utilisation du logiciel de visualisation 3D, certains critères sont difficilement évaluables, c'est le cas notamment de la réduction occlusale. La grille analytique de Habib indique un changement de score pour un changement de 0,5mm de sur-préparation ou de sous-préparation.

Par exemple, les mêmes points sont donnés selon s'il existe une trop grande dépouille ou une contre dépouille. De plus, contrairement à ce qui est visible à l'œil nu, la visualisation 3D nous permet de voir qu'il peut exister sur une même face des zones sous-préparées et des zones sur-préparées. Comme l'illustre la figure 29, nous pouvons voir sur la face occlusale des zones où la préparation dépasse 2mm (zones vertes sur la figure de droite) et des zones où la préparation n'atteint pas 1mm (zones bleues sur la figure de gauche).

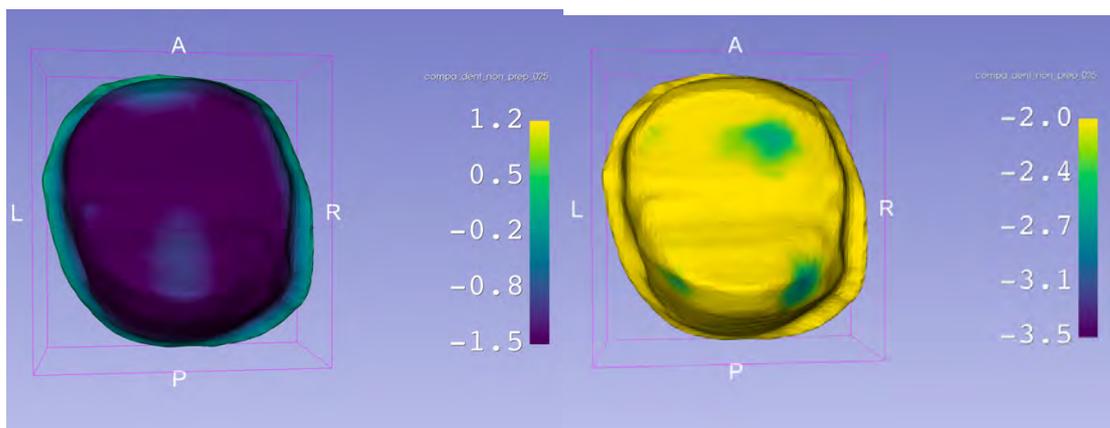


Figure 29 : Observation de la face occlusale d'une préparation

En stratifiant les résultats de la notation assistée selon les différents critères on peut s'apercevoir que le critère qui possède la meilleure concordance est l'évaluation de la conicité. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que son observation en 3D est proche de son observation Glance and Rate, ce qui permet aux examinateurs d'être expérimenté concernant cette observation. Ce résultat peut cependant être étonnant, car la conicité n'a pas été quantifié par les examinateurs lors de son observation, nous pouvions nous attendre à une faible concordance.

En revanche, le critère avec la moins bonne concordance correspond à la réduction axiale, ceci peut être expliqué par le fait que ce critère s'observe avec l'échelle colorimétrique du logiciel 3D SLICER, cette observation est difficile à quantifier de façon précise sur le logiciel, car l'échelle colorimétrique est peu précise. Pour améliorer cela, nous aurions pu utiliser des bornes ou limites qui permettrait une meilleure précision.

6.3 SATISFACTION DES ETUDIANTS :

Plusieurs types de feedback ont été décrit dans la littérature :

- Le feedback purement humain, réalisé de façon immédiate ou médiate, qui se fait sous la forme d'une discussion professeur-étudiant
- Le feedback purement virtuel, qui se réalise grâce à une empreinte optique de la préparation et une visualisation de la préparation par l'étudiant uniquement
- Le feedback mixte, qui allie une visualisation 3D et un entretien professeur-étudiant

Le principal désavantage du feedback individuel et uniquement numérique est le manque de relation humaine lors de ce debrief. Le personnel expérimenté de la faculté peut fournir un retour d'information direct et constructif concernant l'ergonomie, la manipulation de l'équipement et la dextérité¹⁸. Les systèmes numériques ne peuvent fournir ce que l'on nomme la « réflexion dans l'action »¹⁹ On attend également des étudiants en chirurgie dentaire des compétences cliniques, scientifiques et interpersonnelles²⁰ ainsi que des compétences de communication²¹, une interaction personnelle est nécessaire pour acquérir ces compétences.

Concernant la perception du feedback dans notre étude, nous obtenons plusieurs résultats. Les étudiants reçoivent une fiche d'évaluation individuelle au format PDF avec des commentaires pour chaque critère évalué. L'utilisation d'un logiciel de visualisation 3D gratuit permet à chaque étudiant de prendre le temps d'examiner sa préparation, de zoomer à son envie pour mieux comprendre les zones d'intérêt en lien avec le feedback PDF. Sur l'ensemble des points évalués, la satisfaction des étudiants est très bonne (au-delà de 8/10).

Stoliov *et al.*, dans leur étude sur l'auto-évaluation obtenue par un logiciel de visualisation 3D PrepCheck ou Dental Teacher, concluent que cela permettrait de réduire la charge de travail des enseignants grâce à un feedback numérique distribué aux étudiants. ⁶ Junco *et al.* ont réalisé une étude portant sur le feedback d'évaluation pédagogique à partir d'un questionnaire déclaratif. D'après leurs résultats, les étudiants ont une confiance plus élevée dans les technologies par rapport au jugement humain car ils expriment leur frustration d'être évalués par ce qu'ils perçoivent comme une décision subjective. ²²

Dans notre cas, la satisfaction des étudiants est plus grande avec le feedback assisté par ordinateur. Néanmoins, ce n'est pas un feedback purement automatisé car il s'agit d'une aide à l'évaluation réalisée par un examinateur humain. Cela correspond aux résultats de l'étude de Nagy *et al.* qui portait sur l'évaluation de préparations de cavités pour inlay/onlay. Ces cavités étaient scannées et un logiciel d'aide à l'évaluation Dental Teacher était utilisé par un enseignant pour faire un feedback immédiat de la préparation aux étudiants. ²³

Sadid-Zadeh R *et al.* ont montré que la visualisation 3D numérique peut avoir un effet bénéfique sur la formation pré-clinique, car elle permettrait de favoriser les stratégies d'apprentissage autonome en améliorant l'auto-évaluation des étudiants. ²⁴. Ce résultat est conforme à ce que les étudiant ont perçu dans le cadre de notre étude.

Selon Knowles ²⁵ L'utilisation d'un feedback archivable et accessible en tout temps et en tout lieu est un avantage considérable en comparaison avec le feedback habituel fait par le professeur envers l'étudiant. Il permettrait d'améliorer l'apprentissage autodirigé de l'étudiant : il s'agit d'un processus dans lequel les étudiants diagnostiquent eux même leurs besoins d'apprentissage, cela leur permet aussi de formuler eux-mêmes les objectifs et d'identifier les ressources nécessaires pour y accéder.

Cependant, l'utilisation du feedback numérique est chronophage car il faut ajouter par rapport à la notation Glance and Rate, le temps de numérisation et le traitement d'image qui selon Thomas Truchetto ⁹ est de 140 minutes pour 100 étudiants.

L'étape suivante de ce travail serait de rajouter une étape d'autoévaluation de l'étudiant qui aurait reçu préalablement un feedback individuel et numérique et la comparer avec une autoévaluation suite à un feedback classique de notation Glance and Rate. Ceci permettrait de vérifier si l'autoévaluation suite à une numérisation est plus aisée pour l'étudiant.

De plus, cette méthode réalisée plusieurs fois pourrait permettre à l'enseignant et à l'étudiant de contrôler la progression des préparations. Pour cela, il faudrait améliorer le protocole et l'utilisation précise du logiciel 3D SLICER. L'utilisation d'une grille analytique différente peut être évoquée, afin d'obtenir une aisance lors des notations et d'avoir des paramètres interprétables de façon plus facile.

Une automatisation de la méthode peut être suggérée : un logiciel qui permettrait de lire la préparation scannée et de donner un feedback de façon automatique serait intéressant pour augmenter la reproductibilité de ce type de notation.

CONCLUSION

La notation utilisant des outils de visualisation 3D en association avec une grille analytique permet une meilleure concordance entre les différents examinateurs en comparaison avec la notation Glance And Rate. Ce résultat montre une validité de la méthode étudiée, elle est donc reproductible à grande échelle, par exemple sur plusieurs promotions.

Sur le plan pédagogique, le projet d'un feedback archivable, numérique, visualisable en 3D et individualisé permet à l'étudiant d'accéder à l'explication de sa note, critère par critère, en tout temps et en tout lieu avec une visualisation en 3D de ses points à améliorer. Toutefois, ces travaux devront être poursuivis pour une meilleure autoévaluation de l'étudiant, un monitoring enseignant (suivi de la progression au fil du temps) et un monitoring étudiant, ce qui permettrait à l'étudiant d'être actif dans sa progression et dans son cursus pré-clinique et clinique.

Notre étude pourrait être appliquée à des étudiants de 2ème ou 3ème année qui ne sont pas en formation clinique. Ceci leur permettrait de visualiser une préparation coronopériphérique et la couronne qui va avec afin de mieux appréhender leur entrée en clinique car ils ne sont pas habitués à visualiser une pièce prothétique de façon précise.

L'intelligence artificielle correspond à l'idée que des machines sont capables d'accomplir des tâches humaines. Ce domaine est de plus en plus utilisé dans le domaine médical et notamment dans le domaine de l'odontologie tant au niveau du soin que de la prévention. ²⁶ On pourrait imaginer un logiciel utilisant l'intelligence artificielle qui permettrait de fournir une note et/ou un feedback informatif très précis.

Depuis plusieurs années, l'enseignement s'est essentiellement axé sur la notation des étudiants et sur l'idée de « bonnes notes », si bien que les étudiants se focalisent bien plus sur leur note que sur l'amélioration de leur dextérité et de leur technique. Ceci peut expliquer que la plupart du temps, les étudiants pêchent sur les mêmes critères d'un TP à l'autre.

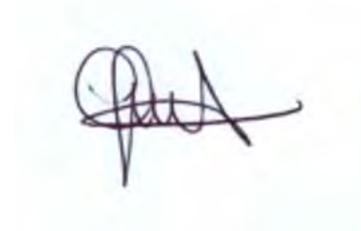
Cette étude avait pour but de fournir un feedback novateur afin de permettre aux étudiants de mieux comprendre les points à améliorer, ce qui s'inscrit dans le cadre d'une pédagogie positive, centrée sur l'amélioration.

Monsieur le directeur de Thèse

Madame la présidente du jury

Dr Antoine GALIBOURG

Dr Cathy NABET

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'galibourg', written in a cursive style with a long, sweeping underline.A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Cathy Nabet', written in a cursive style.

BIBLIOGRAPHIE :

1. Koo S, Kim A, Donoff RB, Karimbux NY. An initial assessment of haptics in preclinical operative dentistry training. *J Investig Clin Dent*. 2015;6(1):69-76. doi:10.1111/jicd.12065
2. Humagain M, Rokaya D. Integrating Digital Technologies in Dentistry to Enhance the Clinical Success. *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)*. 2019;17(68):256-257.
3. Ellakany P, Aly NM, Al-Harbi F. Accuracy of 3D Printed and Digital Casts Produced from Intraoral and Extraoral Scanners with Different Scanning Technologies: In Vitro Study. *Journal of Prosthodontics*. 2022;31(6):521-528. doi:10.1111/jopr.13443
4. Kwon SR, Restrepo-Kennedy N, Dawson DV, et al. Dental Anatomy Grading: Comparison Between Conventional Visual and a Novel Digital Assessment Technique. *Journal of Dental Education*. 2014;78(12):1655-1662. doi:10.1002/j.0022-0337.2014.78.12.tb05844.x
5. Satterthwaite JD, Grey NJA. Peer-group assessment of pre-clinical operative skills in restorative dentistry and comparison with experienced assessors. *European Journal of Dental Education*. 2008;12(2):99-102. doi:10.1111/j.1600-0579.2008.00509.x
6. Stoilov M, Trebess L, Klemmer M, Stark H, Enkling N, Kraus D. Comparison of Digital Self-Assessment Systems and Faculty Feedback for Tooth Preparation in a Preclinical Simulation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24):13218. doi:10.3390/ijerph182413218
7. Hamil LM, Mennito AS, Renné WG, Vuthiganon J. Dental students' opinions of preparation assessment with E4D compare software versus traditional methods. *J Dent Educ*. 2014;78(10):1424-1431.
8. Schepke U, van Wulfften Palthe ME, Meisberger EW, Kerdiijk W, Cune MS, Blok B. Digital assessment of a retentive full crown preparation—An evaluation of prepCheck in an undergraduate pre-clinical teaching environment. *Eur J Dent Educ*. 2020;24(3):407-424. doi:10.1111/eje.12516
9. Truchetto T, Dumoncel J, Nabet C, Galibourg A. Computer-assisted evaluation and feedback of a complete student class for preclinical tooth preparation. *Journal of Dental Education*. n/a(n/a). doi:10.1002/jdd.13183
10. Strain KJ, Mackie J, Bonsor SJ, Macfarlane TV. Crown Taper Angles Achieved by Dental Students: A Systematic Review. *Journal of Dental Education*. 2018;82(11):1203-1212. doi:10.21815/JDE.018.125
11. Davis GR, Tayeb RA, Seymour KG, Cherukara GP. Quantification of residual dentine thickness following crown preparation. *J Dent*. 2012;40(7):571-576. doi:10.1016/j.jdent.2012.03.006
12. Dumoncel J. *Analyse Morphométrique 3D de Structures Anatomiques Pour La Paléanthropologie*. These de doctorat. Toulouse 3; 2017. Accessed March 24, 2023. <https://www.theses.fr/2017TOU30060>
13. Habib SR. Rubric system for evaluation of crown preparation performed by dental students. *Eur J Dent Educ*. 2018;22(3):e506-e513. doi:10.1111/eje.12333
14. Sideroudi H, Labiris G, Ditzel F, et al. Validation of Fourier analysis of videokeratographic data. *Int Ophthalmol*. 2018;38(4):1433-1440. doi:10.1007/s10792-017-0602-7
15. Curran-Everett D. Explorations in statistics: statistical facets of reproducibility. *Advances in Physiology Education*. 2016;40(2):248-252. doi:10.1152/advan.00042.2016
16. Stoilov M, Trebess L, Klemmer M, Stark H, Enkling N, Kraus D. Comparison of Digital Self-Assessment Systems and Faculty Feedback for Tooth Preparation in a Preclinical Simulation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24):13218. doi:10.3390/ijerph182413218

17. Jonsson A, Svingby G. The use of scoring rubrics: Reliability, validity and educational consequences. *Educational Research Review*. 2007;2(2):130-144. doi:10.1016/j.edurev.2007.05.002
18. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A review of the use of simulation in dental education. *Simul Healthc*. 2015;10(1):31-37. doi:10.1097/SIH.0000000000000059
19. Rizan C, Elsey C, Lemon T, Grant A, Monrouxe LV. Feedback in action within bedside teaching encounters: a video ethnographic study. *Medical Education*. 2014;48(9):902-920. doi:10.1111/medu.12498
20. Gonzalez M a. G, Abu Kasim NH, Naimie Z. Soft skills and dental education. *Eur J Dent Educ*. 2013;17(2):73-82. doi:10.1111/eje.12017
21. Communications skills in dental education: a systematic research review - PubMed. Accessed March 26, 2023. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20522105/>
22. Junco R. Connecting to the Net. Generation: What Higher Education Professionals Need to Know About Today's Students. Published online January 1, 2007. Accessed March 26, 2023. https://www.academia.edu/1211840/Connecting_to_the_Net_Generation_What_Higher_Education_Professionals_Need_to_Know_About_Todays_Students
23. Nagy ZA, Simon B, Tóth Z, Vág J. Evaluating the efficiency of the Dental Teacher system as a digital preclinical teaching tool. *Eur J Dent Educ*. 2018;22(3):e619-e623. doi:10.1111/eje.12365
24. Sadid-Zadeh R, D'Angelo EH, Gambacorta J. Comparing feedback from faculty interactions and virtual assessment software in the development of psychomotor skills in preclinical fixed prosthodontics. *Clin Exp Dent Res*. 2018;4(5):189-195. doi:10.1002/cre2.129
25. Knowles MS. *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. Association Press, 291 Broadway, New York, New York 10007 (\$4; 1975).
26. Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges - PMC. Accessed April 19, 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/s.docadis.univ-tlse3.fr/pmc/articles/PMC7309354/>

Notice d'information et consentement éclairé :

◊ **Titre du projet :**

Comparaison du système de notation classique avec une nouvelle méthode de notation utilisant un scanner de table et une grille analytique pour les préparations en TP de prothèse.

◊ **But du projet de recherche :**

L'objectif de cette étude est de comparer la notation habituellement réalisée lors des TP et une nouvelle méthode de notation utilisant un scanner de table et une grille analytique dans votre promotion d'étudiants en 4ème année, permettant une objectivation de la note.

◊ **Ce que l'on attend de vous (méthodologie) :**

Après avoir réalisé votre TP de préparation corono périphérique de manière habituelle, si vous acceptez de participer à ce projet, votre préparation sera notée de 2 façons distinctes :

- La notation visuelle simple classique (méthode utilisée depuis le début de votre cursus) Votre note obtenue vous sera communiquée oralement individuellement 1 semaine après le TP de manière classique.
- La notation par grille analytique en utilisant le scanner de table. (nouvelle méthode) Après cette notation, une fiche récapitulative et explicative de votre note vous sera rendue 3 semaines après votre TP. Vous devrez remplir un questionnaire de satisfaction portant sur la fiche récapitulative obtenue.

La meilleure des notes obtenues à ce TP sera prise en compte pour votre contrôle continu.

◊ **Déroulement :**

- Réalisation du TP en prothèse fixée sur les modèles factices Frasaco pour réaliser une préparation corono-périphérique (1h30)
- Notation visuelle simple à la fin du TP par 2 enseignants et rendu de la meilleure de vos 2 notes par oral 1semaine plus tard de manière classique.
- Si vous acceptez de participer à l'étude, votre préparation sera numérisée à l'aide d'un scanner de table.
Ces données associées à un système de grille de notation permettront de noter à nouveau votre préparation.
- Trois semaines plus tard, 10 préparations, tirées au hasard parmi les participants, seront à nouveau notées selon les mêmes modalités.
- Une semaine plus tard, si vous acceptez de participer à l'étude, vous aurez accès aux notes et à un feedback au format PDF. Vous devrez alors remplir un questionnaire de satisfaction sur ce feed back.

Votre meilleure note sera utilisée pour rentrer dans votre moyenne. La participation ou non à l'étude n'aura aucune conséquence sur votre cursus et n'entraînera pas de mauvaises relations avec les enseignants et autres personnes de la faculté.

◊ Vos droits de vous retirer de la recherche en tout temps :

Votre contribution est volontaire.

Vous pourrez vous retirer ou cesser votre participation en tout temps de l'étude. Votre décision de participer, de refuser de participer, ou de cesser sa participation n'aura aucun effet sur vos notes, votre statut, vos relations futures avec l'Université d'Odontologie de Toulouse.

◊ Vos droits à la confidentialité et au respect de la vie privée :

Les données obtenues seront traitées avec la plus entière confidentialité.

Les données ne seront pas anonymes, cependant, rien n'affectera vos relations avec vos enseignants.

Toutes les données seront gardées dans un endroit sécurisé et seuls le responsable scientifique et les chercheurs adjoints y auront accès.

◊ Bénéfices :

Les bénéfices attendus de l'étude sont de vérifier si une nouvelle notation réalisée par une numérisation 3D est une alternative intéressante afin d'harmoniser les notes et de permettre une meilleure compréhension des erreurs réalisées pendant la séance de TP.

◊ Risques possibles :

A notre connaissance, cette recherche n'implique aucun risque ou inconfort autre que ceux de la vie quotidienne.

Diffusion : Cette étude sera publiée dans une revue internationale comme le *Journal Of Dental Education*.

◊ Vos droits de poser des questions en tout temps :

Vous pouvez poser des questions au sujet de la recherche en tout temps en communiquant avec le responsable scientifique du projet par courrier électronique à antoinegalibourg@gmail.com.

◊ Consentement à la participation :

En signant le formulaire de consentement, vous certifiez que vous avez lu et compris les renseignements ci-dessus, qu'on a répondu à vos questions de façon satisfaisante et qu'on vous a avisé que vous étiez libre d'annuler votre consentement ou de vous retirer de cette recherche en tout temps, sans préjudice.

◊ A remplir par le participant :

J'ai lu et compris les renseignements ci-dessus et j'accepte de plein gré de participer à cette recherche.

Nom, Prénom – Date – Signature

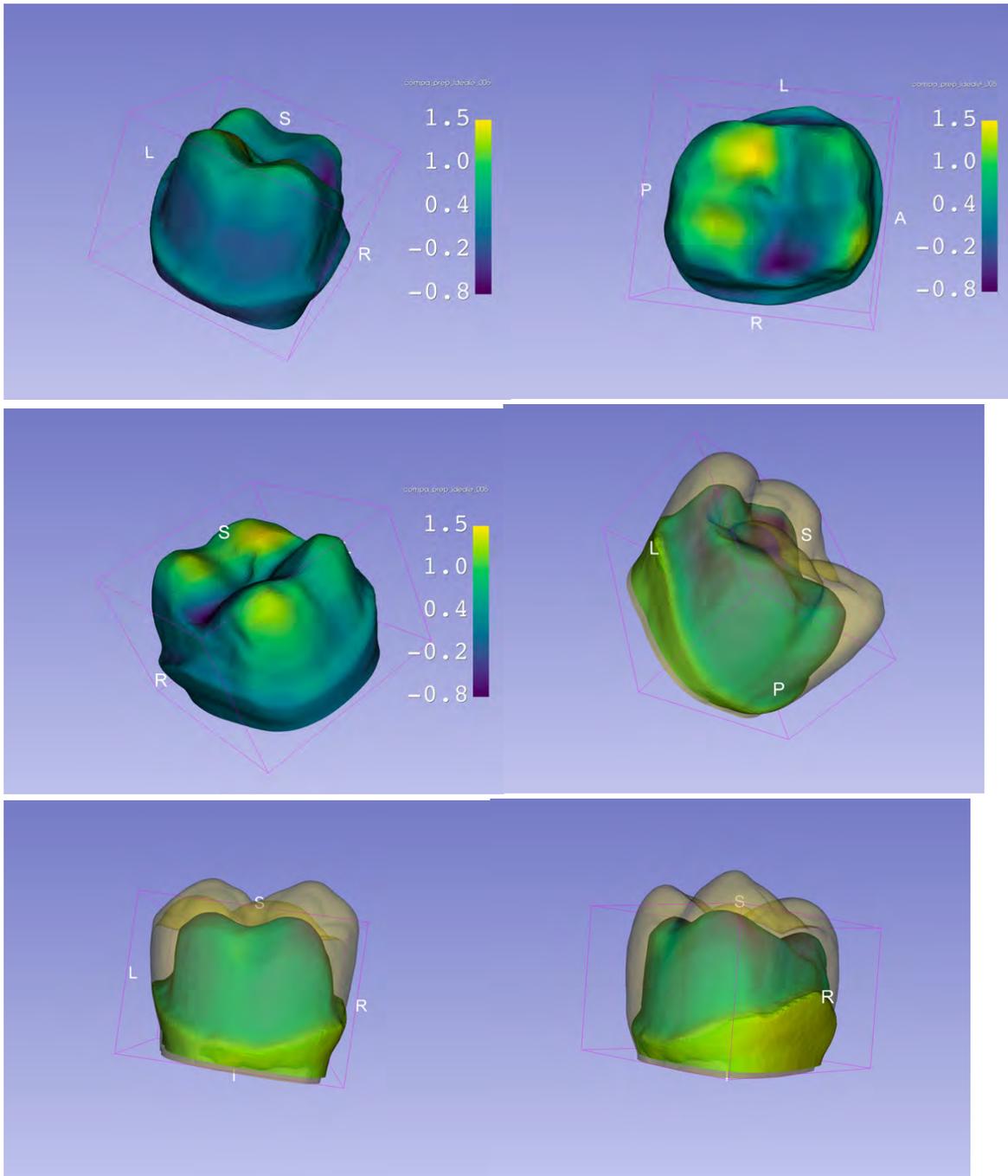
Un exemplaire de ce document vous est remis, un autre exemplaire est conservé dans le dossier.



ANNEXE 2 : Grille analytique développée par Habib

Paramètres	
Réduction occlusale	3 : réduction optimale : 1,0-1,5mm pour métal + lignes arrondies + congé 0,6mm
	2 : modérément sous préparé : < 1mm pour métal
	1 : modérément sur préparé : > 1,5mm pour métal
	0 : sévèrement sous préparé ou sur préparé : <0,5mm ou >2mm
Réduction axiale	3 : Réduction optimale : 1.0-1.5mm pour métal + lignes arrondies + congé 0.6 mm
	2 : Modérément sous préparé : < 1 mm pour métal
	1 : Modérément sur-préparé : > 1.5 mm pour métal
	0 : Sévèrement sous préparé ou surpréparé : < 0.5 mm ou > 2 mm
Conicité	3 : Conicité optimale : les murs rétentifs ont une conicité de 6°
	2 : conicité légèrement trop faible ou trop grande : conicité présente mais presque parallèle ou conicité trop importante en mésial ou distal 8-16°
	1 : conicité modérément trop faible ou trop grande : contre dépouilles ou sur préparation en vestibulaire ou lingual >8° ou <16°
	0 : conicité sévèrement trop peu ou trop importante : contre dépouilles sévèrement visualisable ; conicité trop importate sur n'importe quelle face axiale > 16°
Position du congé	3 : Placement du congé optimal : Congé étendu jusqu'à la cible spécifique juxta gingivale
	2 : Congé trop peu ou trop étendu : Trop étendu en infra (<0.5mm en sous-gingival) ou modérément supra (<1mm en subgingival)
	1 : Congé modérément peu ou trop étendu : Significativement sur-étendu en infra (<1mm en sub-gingival) ou significativement sous-étendu en supra (<1.5mm en sub-gingival)
	0 : Congé sévèrement peu ou trop étendu : Sévèrement trop étendu (>1mm en sub-gingival) ou sévèrement sous étendu (>1.5mm en sub-gingival)
Double angulation / alignement des cuspidés	2 : Bonne angulation : Fourni un volume de matériau suffisante pour la solidité et l'esthétique + alignement des cuspidés
	1 : Angulation modérément incorrecte : Sous préparation ou sur-préparation + léger décalage des cuspidés
	0 : Angulation significativement incorrecte : Sous préparation ou sur-préparation + non alignement sévère des cuspidés
Finition du congé et des faces	2 : Finitions optimales : Congé et murs lisses Congé en continu et bien défini
	1 : Rugosité modérée : Rugosité modérée du congé et faces axiales Congé modérément discontinu; petit manque de définition
	0 : Rugosité significative : Rugosité significative du congé et des faces axiales Congé non continu Manque de définition de la ligne de finition
Préservation des dents adjacentes	2 : Dent adjacente non touchée
	1 : Dent adjacente minimalement touchée
	0 : Dent adjacente abrasée et diminuée
Note 26 analytique	

ANNEXE 3 : Différentes vues sur 3D SLICER



ANNEXE 4 : Questionnaire google form

Question 1 : je préfère la notation classique sans image 3D *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 2 : la grille analytique me permet de mieux comprendre ma note *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 3 : l'image 3D de ma préparation m'aide à mieux analyser la qualité de mon congé (épaisseur et forme) *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 4 : l'image 3D de ma préparation me permet de mieux visualiser les **zones de contre dépouilles** par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 5 : l'image 3D de ma préparation me permet de mieux visualiser la **réduction occlusale** par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 6 : l'image 3D de ma préparation me permet de mieux visualiser la **réduction axiale** par rapport à la simple observation visuelle au cours du TP *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 7 : par rapport au feedback classique des années précédentes (explication de la note du TP) l'image 3D me permet de prendre le temps d'analyser ma préparation *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 8 : l'image 3D de ma préparation par rapport à la préparation idéale me donne un feedback informatif sur mes erreurs *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas du tout informatif très informatif

Question 9 : l'image 3D de ma préparation par rapport à la dent non préparée me donne un feedback informatif sur mes erreurs *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas du tout informatif très informatif

Question 10 : le système colorimétrique est une aide dans la visualisation de ma préparation *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 11 : ce système de notation (image 3D et grille analytique) est utile pour **identifier** mes erreurs *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 12 : ce système de notation IDEM est utile pour **améliorer** mes erreurs *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord du tout complètement d'accord

Question 13 : J'aimerais avoir d'autres TP de prothèse fixée avec ce type de notation et d'information *

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

pas d'accord
du tout

complètement
d'accord

Par rapport à la notation habituelle, mon niveau de confiance de la nouvelle méthode de notation est : *

plus faible

sensiblement pareil

plus fort

ANNEXE 5 : Tableau des notations

M1 = notation « Glance and Rate de l'examinateur 1

M2 = notation « Glance and Rate de l'examinateur 2

A1 = notation assistée de l'examinateur 1

A2 = notation assistée de l'examinateur 2

A3 = notation assistée de l'examinateur 3

M1 J+10 = notation « Glance and Rate » de l'examinateur 1, 10 jours après la première notation

A1 J+10 = notation assistée de l'examinateur 1, 10 jours après la première notation.

n° étudiant	M1	M2	A1	A2	A3			N°	M1 J0	M1 J+10	A1 J0	A1 J+10
1	9	8	5,6	5,6	6,7			21	9	9	8,9	6,7
2	8	7,5	4,4	4,4	7,8			22	10	8	8,9	6,7
3	9	10	5,6	5,6	6,7			24	9	6	7,8	6,7
4	7	6	5,6	2,2	5,6			25	10	8	5,6	7,8
5	9	8	7,8	8,9	7,8			26	8	10	6,7	6,7
6	9	8	8,9	6,7	8,9			30	9	10	6,7	7,8
7	11	12	6,7	5,6	7,8			31	14	15	10	10
8	10	11	10	8,9	8,9			35	10	10	7,8	6,7
9	9	9	5,6	6,7	5,6			36	8	7	8,9	7,8
10	14	11	11,1	7,8	11,1			40	12	12	7,8	7,8
11	12	9	3,3	3,3	5,6							
12	9	8	6,7	4,4	6,7							
13	9	8	7,8	4,4	6,7							
14	9	8	6,7	5,6	4,4							
15	11	9	6,7	4,4	5,6							
16	11	9,5	5,6	6,7	6,7							
17	11	12	6,7	6,7	7,8							
18	11	9	8,9	6,7	10							
19	11	9	8,9	5,6	8,9							
20	5	6	3,3	2,2	3,3							
21	9	7	8,9	4,4	7,8							
22	10	8	8,9	4,4	5,6							
23	10	8	4,4	4,4	4,4							
24	9	7	7,8	4,4	6,7							
25	10	9	5,6	5,6	3,3							
26	8	8	6,7	5,6	5,6							
27	9	8	4,4	2,2	5,6							
28	8	6	5,6	3,3	6,7							
29	10	9,5	10	3,3	7,8							
30	9	9	6,7	6,7	7,8							
31	14	14	10	5,6	6,7							
32	9	9	6,7	4,4	5,6							
33	9	10	12,2	4,4	6,7							
34	9	8	7,8	3,3	6,7							
35	10	10	7,8	6,7	5,6							
36	8	10	8,9	5,6	6,7							
37	9	9	4,4	4,4	4,4							
38	9	9	6,7	3,3	4,4							
39	15	12	8,9	5,6	7,8							
40	12	12	7,8	4,4	6,7							
41	8	9	5,6	3,3	5,6							
42	7	8	5,6	3,3	7,8							
43	10	9	6,7	5,6	6,7							
44	10	9	7,8	4,4	7,8							
45	10	12	13,3	8,9	12,2							
46	8	9	8,9	6,7	7,8							
47	10	10	7,8	4,4	7,8							
48	11	12	8,9	5,6	8,9							
49	9	8	5,6	4,4	5,6							
50	11	10	7,8	4,4	6,7							

TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Figure 1 : Cheminement de l'approbation du CER	15
Figure 2 : Préparations corono-périphériques sur modèle Frasaco® (document personnel)	16
Figure 3 : Socle utilisé pour la numérisation	17
Figure 4 : Modèles FRASACO® sur lesquels les étudiants s'exercent https://www.frasaco.de/fr/	18
Figure 5 : Poste de simulation pré-clinique (droite) et salle de travaux pratiques (gauche)	19
Figure 6 : Numérisation des préparations par le scanner de table	19
Figure 7 : Socle comportant 12 dents à scanner	20
Figure 8 : Extension MODEL TO MODEL DISTANCE du logiciel 3D SLICER.....	21
Figure 9 : Quantification de chaque préparation par rapport à la dent non préparée	22
Figure 10 : Observation de la réduction occlusale sur 3D SLICER	24
Figure 11 : Observation de la conicité des faces proximales, vestibulaires et palatines....	24
Figure 12 : Observation de la situation du congé.....	25
Figure 13 : Observation de la double angulation	25
Figure 14 : Observation des finitions	26
Figure 15 : Capture d'écran du dossier envoyé à chaque sujet de l'étude.....	27
Figure 16 : Exemple de Document feedback PDF envoyé à chaque sujet de l'étude.....	28
Figure 17 : Visualisation en 3D de la préparation	28
Figure 18 : Tableau de corrélation de la notation Glance And Rate	32
Figure 19 : Tableau de corrélation de la notation assistée	32
Figure 20 : Tableau de corrélation intra-examineur de la notation Glance and Rate.....	34
Figure 21 : Tableau de corrélation intra-examineur de la notation assistée	35
Figure 22 : Distribution des notations pour l'examineur 1	35
Figure 23 : Résumé des réponses au questionnaire de satisfaction	36
Figure 24 : Histogramme de la question n°3	37
Figure 25 : Histogramme de la question n°4	38
Figure 26 : Histogramme de la question n°5	38
Figure 27 : Histogramme de la question n°6	38
Figure 28 : Niveau de confiance des étudiants de la notation assistée par rapport à la notation Glance and Rate	39
Figure 29 : Observation de la face occlusale d'une préparation	41
Tableau 1 : Notations réalisées pour chaque sujet de l'étude et pour chaque examinateur à J0	26
Tableau 2 : Questions posées aux étudiants	30

**EVALUATION D'UN OUTIL NUMERIQUE DE VISUALISATION 3D DANS L'AIDE A
LA NOTATION DES TRAVAUX PRATIQUES DE PROTHESE FIXEE**

RESUME EN FRANÇAIS :

En TP de Prothèse Fixée, les étudiants sont notés selon une méthode Glance And Rate, qui se déroule plusieurs jours après leur préparation. Cette notation est réalisée de façon subjective avec une observation à l'œil nu du corps enseignant. L'étudiant reçoit ensuite une explication orale sans visualisation directe de ses erreurs.

L'objectif de cette étude est de comparer la concordance des anciennes notations Glance And Rate avec une nouvelle notation utilisant une numérisation 3D et une grille analytique qui donne lieu à un feedback individualisé et archivable. Il s'agit aussi d'évaluer la satisfaction des étudiants concernant cette nouvelle méthode de notation.

La concordance inter et intra-examineur est meilleure avec une notation assistée mêlant numérisation 3D et grille analytique, cette méthode est fiable et reproductible. Les étudiants sont en majorité satisfaits de ce nouveau feedback archivable. Il serait intéressant d'ajouter une autoévaluation afin que l'étudiant soit acteur principal de sa progression.

TITRE EN ANGLAIS: EVALUATION OF DIGITAL 3D VISUALIZATION TOOL IN THE GRADING OF PRACTICAL WORK OF FIXED PROTHESIS

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : Notation, visualisation 3D, grille analytique, pédagogie, feedback, Glance and Rate.

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR : Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de santé – Département d'Odontologie 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse

Cedex 09

DIRECTEUR DE THESE : Docteur GALIBOURG Antoine