

# Intérêt de l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire : analyse de la littérature scientifique

Niki Taefehnorooz

▶ **To cite this version:**

Niki Taefehnorooz. Intérêt de l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire : analyse de la littérature scientifique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. hal-03298297

**HAL Id: hal-03298297**

**https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298297**

Submitted on 23 Jul 2021

**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.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

**Académie Nancy-Metz**

**Université de Lorraine**

**Faculté d'Odontologie de Lorraine**

Année 2021 N°11587C

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le

Par

**Niki TAEFEHNOROOZ**

**Née le 10 décembre 1995 à Téhéran (Iran)**

# Intérêt de l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire : analyse de la littérature scientifique

Composition du Jury :

Président : Pr Jean Marc MARTRETTE

Membres du Jury : Dr Anne Sophie VAILLANT

Dr Pascale CORNE

Dr Pierre HIRTZ

Directrices de Thèse : Dr Anne-Sophie Vaillant

Co-Directrice de Thèse : Dr Pascale Corne

**Académie Nancy-Metz**

**Université de Lorraine**

**Faculté d'Odontologie de Lorraine**

Année 2021 N°11587C

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le

Par

**Niki TAEFEHNOROOZ**

**Née le 10 décembre 1995 à Téhéran (Iran)**

# Intérêt de l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire : analyse de la littérature scientifique

Composition du Jury :

Président : Pr Jean Marc MARTRETTE

Membres du Jury : Dr Anne Sophie VAILLANT

Dr Pascale CORNE

Dr Pierre HIRTZ

Directrices de Thèse : Dr Anne-Sophie VAILLANT

Co-Directrice de Thèse : Dr Pascale CORNE

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

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

*Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT* *Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE*

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

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

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Département odontologie pédiatrique**<br>**Sous-section 56-01** | Mme | **JAGER Stéphanie** | Maître de conférences * |
| | M. | PREVOST Jacques | Maître de conférences |
| | Mme | HERNANDEZ Magali | Maître de conférences * |
| | M. | HAINAUT Raphaël | Assistant |
| | Mme | HILT Léa | Assistante |
| | Mme | HOMBOURGER Morgane | Assistante |
| **Département orthopédie dento-faciale**<br>**Sous-section 56-01** | M. | **VANDE VANNET Bart** | Professeur des universités * |
| | Mme | SENG Marilyne | Assistante * |
| | Mme | TRAN Maï-Linh | Assistante |
| **Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale**<br>**Sous-section 56-02** | Mme | **CLÉMENT Céline** | Maître de conférences * |
| | M. | BAUDET Alexandre | Enseignant univ. – praticien attaché* |
| | Mme | CAIONE Mariette | Assistante |
| **Département parodontologie**<br>**Sous-section 57-01** | M. | **AMBROSINI Pascal** | Professeur des universités * |
| | Mme | BISSON Catherine | Maître de conférences * |
| | M. | JOSEPH David | Maître de conférences * |
| | M. | LACH Patrick | Assistant |
| | Mme | ROCCHI Léa | Assistante |
| | M. | VEYNACHTER Thomas | Assistant * |
| **Département chirurgie orale**<br>**Sous-section 57-01** | Mme | **GUILLET-THIBAULT Julie** | Maître de conférences * |
| | M. | BRAVETTI Pierre | Maître de conférences |
| | Mme | KICHENBRAND Charlène | Maître de conférences * |
| | Mme | PHULPIN Bérengère | Maître de conférences * |
| | M. | CLERC Sébastien | Assistant* |
| | Mme | DE VERBIZIER Charlotte | Assistante |
| | Mme | PEREIRA Laure | Assistante |
| **Département biologie orale**<br>**Sous-section 57-01** | M. | **YASUKAWA Kazutoyo** | Maître de conférences * |
| | M. | MARTRETTE Jean-Marc | Professeur des universités * |
| | Mme | EGLOFF-JURAS Claire | Maître de conférences * |
| | M. | LOISON-ROBERT Ludwig | Maître de conférences * |
| **Département dentisterie restauratrice, endodontie**<br>**Sous-section 58-01** | M. | **MORTIER Éric** | Professeur des universités * |
| | M. | ENGELS-DEUTSCH Marc | Professeur des universités * |
| | M. | AMORY Christophe | Maître de conférences |
| | M. | BALTHAZARD Rémy | Maître de conférences * |
| | M. | VINCENT Marin | Maître de conférences* |
| | Mme | DAVRIL Jeanne | Assistante * |
| | M. | GIESS Renaud | Assistant * |
| | M. | GRABER Clément | Assistant |
| **Département prothèses**<br>**Sous-section 58-01** | M. | **DE MARCH Pascal** | Maître de conférences |
| | Mme | CORNE Pascale | Maître de conférences * |
| | M. | SCHOUVER Jacques | Maître de conférences |
| | Mme | VAILLANT Anne-Sophie | Maître de conférences * |
| | M. | CIESLAK Steve | Assistant |
| | Mme | GERBER Caroline | Assistante * |
| | Mme | PRINTZ Elodie | Assistante |
| | M. | SYDA Paul-Marie | Assistant |
| | Mme | WILK Sabine | Assistante |
| | M. | HIRTZ Pierre | Enseignant universitaire |
| **Département fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux**<br>**Sous-section 58-01** | Mme | **STRAZIELLE Catherine** | Professeur des universités * |
| | Mme | MOBY (STUTZMANN) Vanessa | Maître de conférences * |
| | M. | SALOMON Jean-Pierre | Maître de conférences |
| | Mme | JANTZEN-OSSOLA Caroline | Assistante associée |

***Souligné*** : ***responsable de département*** * temps plein **Mis à jour le 1er février 2021**

**À notre président de jury de thèse,**

**Professeur Jean-Marc Martrette**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en sciences pharmacologiques

Spécialiste qualifié en médecine bucco-dentaire

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine

Chevalier des Palmes académiques

*Vous nous avez fait l'honneur de présider ce jury de thèse. Nous vous remercions pour vos qualités pédagogiques et humaines ainsi que votre disponibilité durant l'ensemble de nos études. Soyez assuré de notre plus profond respect et notre sincère gratitude.*

**À notre juge et directrice de thèse,**

**Docteur Anne-Sophie Vaillant**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine - Spécialité Sciences des Matériaux

Ancienne interne en odontologie

Maître de Conférences – Praticien Hospitalier

Vice-Doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine

*Nous vous remercions de siéger au jury de cette thèse et d'avoir dirigé ce travail avec patience, rigueur et intérêt. Nous vous sommes reconnaissants pour l'accompagnement et la confiance dont vous nous avez honoré tout au long de cet écrit. Que ce travail soit pour vous la preuve de notre reconnaissance et de notre profond respect.*

**À notre juge et co-directrice de thèse**

**Dr. Pascale Corne**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université de Lorraine - Spécialité Sciences des Matériaux

Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences – Praticien Hospitalier

*Nous vous remercions de siéger au jury de cette thèse et d'avoir co-dirigé ce travail avec confiance et disponibilité. Nous nous souviendrons de votre patience et votre bienveillance à notre égard et des conseils que vous nous avez prodigué. Nous sommes sensibles à l'attention que vous avez bien voulu porter à notre travail. Nous vous prions de trouver ici le témoignage de notre profond respect.*

**À notre juge,**

**Dr. Pierre Hirtz**

Docteur en Chirurgie Dentaire
Enseignant universitaire – Praticien hospitalier

*Nous vous remercions de siéger au jury de cette thèse. Nous nous souviendrons de votre bienveillance et de la qualité de votre enseignement. Merci pour votre dynamisme et votre accompagnement durant nos vacations en prothèse. Soyez assuré de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.*

**À ma Sophie, ma petite sœur,**

Ma petite chérie qui était si désirée, mon petit ange, cette petite merveille qui nous a rejoint en 2005, pour mon plus grand bonheur. Tu es la première que je remercie dans cette thèse puisque tu es ma priorité. On dit souvent qu'avant d'être maman on ne sait pas ce qu'est le véritable amour mais cette phrase elle ne marche pas pour moi puisque dès lors que j'ai appris ta naissance, dès l'instant ou je t'ai vu, je t'ai trouvé magnifique, merveilleuse et j'ai eu envie de te protéger. Ma Sophie, je te remercie pour ta gentillesse, ta tendresse, ton écoute, ton soutien et ton amour. Dix ans nous séparent mais tout le reste nous rapproche. J'ai toujours l'impression que tu es ma petite Sophie pourtant tu grandis et tu deviens une si belle femme, si forte et si mature. Je veux encore assister à milles discours comme celui que tu m'as fait à mon anniversaire, je veux encore milles câlins plein d'amour, milles fous rires et milles je t'aime de ta part. Ma princesse, tu le sais déjà mais tu pourras toujours compter sur moi, je veillerai sur toi aussi longtemps que la vie me le permet, ton combat et le mien, ta victoire est mienne. Je t'aime indéfiniment ma sœur, ma Sophie, la seule, l'unique et la plus belle.

**À mes parents, Shiva et Hamid,**

Je vous remercie sincèrement pour tout ce que vous avez fait pour moi. Nous sommes venus ensembles en France, c'était nous trois ou rien… Quitter sa patrie et ses racines ce n'est pas facile mais vous l'avez fait en grande partie pour moi et pour me permettre d'être une jeune femme libre dans ce si beau pays. Chaque chose que j'accomplis, je le fais pour vous rendre fière et je vous suis éternellement reconnaissante. Ce que je préfère par-dessus tout, c'est venir manger tes délicieux repas maman, boire le super cappuccino maison servis par toi papa, discuter de tout et de rien et reprendre des forces à vos côtés pour affronter la vie. Vous êtes des modèles de bravoure, de réussite, de persévérance et j'en passe… deux grosses têtes pourtant si humbles. Ce petit mot de remerciement décousu est le premier de ma liste et ce long travail est dédié à mes parents, mes meilleurs amis, mes piliers, mon noyau, mon espoir et mon plus grand soutien sans faille. Sans limite et sans condition, je vous aime.

**À mes grands-parents,**

À Baba joon, Maman Assal, Babai et Mamani, ce long travail je l'ai fait en pensant fort à vous, vous m'avez donné tellement d'amour, d'affection, de force malgré notre éloignement géographique. Vous êtes des exemples de réussite et de persévérance. Chaque obstacle de ma vie, chaque difficulté je les ai surmonté en m'inspirant de vous. Je suis immensément fière de vous, vous êtes les héros de votre pays et je vous aimes.

**À Zhila et Rezvan,**

To my two beautiful inside and out aunties, I love you so much, I'm so grateful to have you by my side. You're my back up even if we live far away. I feel so close to you, so close to your vision of the world. You both have such a pure and kind soul, we need more people like you on this earth. Love you.

**À Ramesh, Soheil et Behzad,**

I miss those beautiful moments spent with you in Iran and in the US. You took such good care of me, of Sophie and of Claire. I wish you were here with me, two successful dentists and their handsome son. Love you very much.

**À Parsa,**

To the brother I never had. You're one of a kind Parsa jan. I love you and I miss you very much naughty boy aha.

**À Alexandre,**

À Professeur Begs de ton deuxième nom, merci d'être arrivé dans ma vie au moment de l'écriture de cette thèse, sans toi je n'aurais pas été aussi détendue et positive. Tu n'aimes pas trop les discours mais je tiens à te dire que t'es vraiment mais vraiment quelqu'un. Je l'avoue enfin et je le dirai qu'une fois, tu es très drôle et tu as plus de force que moi. Une bouffée d'oxygène au quotidien, un allié dans les moments difficiles

que j'ai à traverser et un homme franchement incroyable. J'espère qu'on vivra de confinement et d'eau fraîche encore longtemps. Merci pour tout mon amour, merci de me comprendre, de m'écouter, de m'épauler et de me rendre heureuse. Parce que nous deux c'est une évidence, je t'aime.

**À Claire,**

Ma meilleure amie, ma sœur française, quinze ans qu'on se soutient et qu'on avance ensemble. Je pense qu'on peut être fière de nous deux, les petites intellos de 12 ans « Claire et Nickel » n'ont pas lu tous ces classiques de la littérature française pendant les vacances d'été pour rien aha. Le Ying et le Yang, la Blonde et la Brune, Edward et Bella, Bill et Sookie et tant d'autres duos qui nous définissent si bien. Comme le dit le petit traité de vie intérieure : « l'amitié c'est une seule âme résidant en deux corps, l'amitié c'est une sorte d'âme sœur, un être avec qui nous nous comprenons immédiatement, sa présence à nos côtés devient une évidence ». Tu es devenue une sacré femme, un sacré médecin tout en restant ma meilleure amie, mon petit poussin du kayak. J'ai des millions d'anecdotes à raconter. Tous ces beaux voyages, entre interail, la Grèce et la Californie et tous les futurs voyages que l'on va faire ensemble. À nos lendemains de soirées dans le lit avec Pika, à tous les nuggets qu'on a partagé, à toutes les chips au yaourt qu'on a mangé, à notre chute du canoë en Ardèche, à ton auto-shazam si innocent à 8h du matin et à tellement d'autres moments inoubliables. Je pourrais écrire un roman sur nous deux et sur nos aventures. Cela dit, j'espère vraiment être la marraine de tes enfants…ou de ton chat. Je t'aime.

**À Axelle,**

Ma petite bibi, mon petit cœur, je te remercie sincèrement et du fond du cœur pour ton aide, ton soutien sans faille et ta compréhension durant ces mois de galère déjà et puis depuis le début de notre belle amitié. Tu es une amie si précieuse à mes yeux. Ta sensibilité, ta compréhension, ton écoute, ces qualités sont rares et pourtant tu les possèdes toutes. On peut rester des heures et des heures à discuter sans jamais s'ennuyer, on a toujours quelque chose à se dire, une histoire à raconter, un sujet sur lequel débattre et puis aussi quelques critiques à faire « dans le plus graaannd des

caaaalmes ». Un seul regard et on se comprend… être arrivée à ce stade d'amitié , à ce stade de confiance et à ce stade de bienveillance me donne beaucoup de force au quotidien. Merci de m'encourager et de me soutenir au quotidien comme une soeur. On est la meilleure version de nous-même lorsque l'on est ensemble. Mon petit ange, je t'aime.

**À Alice,**

Je suis tellement contente que notre amitié ait perduré depuis la première. Tu es devenue un vrai repère pour moi et j'adore ce trio que l'on forme avec Claire. Inch' un jour on pourra aller à Cuba ensemble et faire nos magnifiques danses si bien exécutées dans ma chambre. Ma petite médecin au si grand cœur, j'adore passer tous ces moments privilégiés à tes côtés, avoir des fous-rires sur tout et surtout sur rien. Parce qu'on sait tous que je suis la quatrième sœur Gaucher et que je connais touuute ta famille et tes cousins germains pas trop germains. Merci d'être si généreuse, gentille, attentionnée et une si belle personne. Merci de me laver mes petites tasses, de me ramener des goûters, de m'offrir des belles fleurs, de me faire à manger et de me faire écouter les oiseaux tu sais où. Merci de rester une amie pour la vie.

**À la team Schlags de Brabois, Menton, Sigis**

À tous mes copains du lycée, Émile, Nico, Clémence et ceux que j'ai rencontré plus tard, Thibaut et Fanny, je souhaite à chacun d'avoir des amis aussi gentils, bienveillants, aimables et sincères que vous. Je suis fière de ce que vous êtes devenus et de ce que vous avez tous accomplis. Vous êtes des petits prodiges et des sacrés copains. J'espère qu'on pourra partir encore et encore ensemble et se ressourcer loin de nos responsabilités et de nos vies bien remplies. Je vous kiffe les petits potes.

**À ma Jo,**

Tu es une de mes plus vieilles amies et une de mes plus précieuses. Merci d'être présente dans ma vie depuis si longtemps. La vraie amitié ce n'est pas d'être inséparable, c'est d'être séparé et que rien ne change. Je t'aime ma Jo.

**À Mathilde,**

À cette amitié si forte qui commence dès le rallye en P2, à cette fille que j'ai trouvé instantanément drôle et bonne ambiance. Ma bibi, je te remercie pour la rédaction de cette thèse, tu l'as commencé avec moi et tu m'as énormément aidé. Je souhaite à chaque futur étudiant de rencontrer son binôme d'étude et partager l'amitié que l'on partage. Ce monde est fou mais tu le rends plus sain et plus simple à supporter. Tu es mon compagnon de galère, celle avec qui j'ai mangé des gâteaux secs debout le premier jour à Thionville, celle avec qui j'ai fait de la cohérence cardiaque en essayant de faire rentrer une prothèse dans la bouche du mauvais patient, celle avec qui j'ai vandalisé une voiture, celle avec qui j'ai failli me faire kidnapper par des albanais aux Pays-Bas et tant d'autres. Quand je suis avec toi je me sens intouchable. Je veux faire le tour du monde à tes côtes, goûter à toutes les spécialités culinaires et puis j'aimerais vieillir avec toi parce que même en maison de retraite on vivrait notre meilleure vie. Je t'aime ma bibi.

**À Julie,**

Mon petit chat, merci pour ton soutien, tes messages spontanés et ta prévenance. Merci de me faire autant rire en soirée, de ramasser des chaises sur les toits de voiture et te poser en plein milieu de la rue au calme, de me trouver un sabre laser au week-end d'intégration, de faire des petites pauses parfaites à mes côtés, de comprendre mon rythme de travail, mon stress, ma fatigue et de prendre soin de moi comme une vraie amie. Merci d'être celle avec qui je peux dormir tranquille dans un lit une place, celle qui m'accompagne lors des promenades avec Charlie et Polnareff, qui surveille la petite Sophie quand elle fait des bêtises, qui m'aide à déménager, à nettoyer et à faire toutes les tâches chiantes de la vie par pure amitié. Cette amitié saine et simple, bienveillante et drôle, sans frivolité et sans excès a beaucoup d'importance pour moi. Je veux pas te perdre malgré la distance et le déménagement dans le French New-York. Khorboonet bekham.

**À Cassandre,**

Ma première amie en dentaire, ma binôme de TP et ma binôme de soirée. Merci d'avoir veillée sur moi comme une grande sœur, de m'avoir défendu et protéger lorsque je n'y arrivais plus. Tu es l'amie qui me donne la joie de vivre, avec qui j'ai pas envie de me plaindre mais juste de profiter, celle avec qui l'alcool devient bon et l'absence de sommeil ne se fait plus ressentir. À ma Cassou qui pleure comme moi quand elle est en colère et avec qui je veux encore m'éclater jusqu'au bout de la nuit.

**À Nour,**

À ma binôme de pédo que j'ai adoré, à toutes tes petites attentions et à ton cœur si pure. Tu es vraiment une personne magnifique ma Nour. Je crois tellement en toi et en ta réussite. J'espère pouvoir te donner des petits conseils de grandes sœurs encore longtemps. Je t'aime ma Nour.

**À Marion,**

Merci d'être si attentionnée et gentille envers nous toutes Marion. À cette unique petit-déjeuner que j'ai pris en tête à tête avec toi sur la terrasse de ma chambre et aux petites nuits passées à tes côtés surtout celle ou je pars en TP à 5h du matin et aux 35 kilomètres à pieds que je vous ai chanté en rentrant du gala. J'espère que notre amitié perdurera.

**À Camille,**

Notre petit white et nos patients du service de pédodontie restent quand même les meilleurs souvenirs de mon stage. On formait une sacré équipe de choc. À Aix-en-Provence et nos 4 jours de pure bonheur passés avec Cassou, à la belle au bois dormant dans les clubs VIP qui danse comme nous toute dans la nuit.

**À Caro,**

À toi ma Caro qui m'a beaucoup appris, je te remercie d'avoir été la meilleure maître de stage. Tu m'as accueilli post-PACES dans ton cabinet pour m'aider à faire mes choix puis on a été ensemble en Tanzanie et j'ai vécu une expérience inoubliable. Tu es la première qui m'a fait confiance et qui m'a confié ses patients et son cabinet. Merci de m'avoir appris à dédramatiser l'endo, à avulser une dent correctement, à tenir un davier, à réaliser des détartrages dignes de ce nom et j'en passe. L'enseignement est une mission noble et difficile et tu l'as réussi à merveille avec moi.

**À Lydie,**

Parce qu'on forme une équipe qui mange des Reese's et qui adoooore le fromage de chèvre. Parce qu'on est toutes les deux sagittaires et que finalement on a beaucoup trop de points en commun. Parce que ça doit rester entre nous hein et que de travailler avec toi c'est vraiment un plaisir. Merci de croire en moi, de me mettre en confiance au travail, de m'encourager et de m'aider.

**À Selen,**

Merci ma Selen pour tous ces messages qui m'ont fait trop de bien au cœur en rentrant de soirée. Notre amitié à commencer d'une manière si unique, on ne se lassera jamais de cette anecdote. Chaque fois que je te vois j'ai l'impression de faire une pause dans le temps et je ne veux plus te quitter. Tu me régales par ta bonté, ton humour et ta joie de vivre.

**À Pop's**

À ma binôme de paro qui m'a fait faire mes premières anesthésies, qui était si douce, gentille et pédagogue avec moi. Ta joie de vivre, ton rire et ton sourire sont si communicatifs. Je t'adore ma Pop's, ne change rien.

**À Cécile et Morgane,**

Deux filles au grand cœur, je suis vraiment contente de vous avoir rencontrée.

**À Vincent Mangel,**

Merci d'avoir été un super patron, à l'écoute et patient. J'ai adoré bossé à tes côtés entourée de bougies Baobab aha

**À Dylan, Alex, Valentine, Boris, Charlotte, Victor, Johanna, Jean et tous les autres**

Mes études n'auraient pas été les même sans vous.

**À tous ceux qui ont fait le déplacement pour cette thèse et qui ont une place privilégiée dans mon cœur, merci.**

# SOMMAIRE


**TABLE DES FIGURES**

**TABLE DES TABLEAUX**

**INTRODUCTION**

**1. DEFINITIONS ET NOTIONS FONDAMENTALES**

1.1. PRESENTATION DE LA PROTHESE IMPLANTAIRE

1.2 REALISATION D'UNE PROTHESE IMPLANTAIRE

1.3 INSERTION DE LA PROTHESE IMPLANTAIRE

**2 MATERIEL ET METHODE DE LA REVUE DE LITTERATURE**

2.1 DEFINITION DES MOTS-CLES

2.2 RESSOURCES SCIENTIFIQUES UTILISEES

2.3 RETRAIT DES DUPLICATAS

2.4 ANALYSE DES RESUMES ET PLANS

2.5 ARBRE DE SELECTION ET D'IDENTIFICATION DES ETUDES INCLUSES DANS LA REVUE DE LITTERATURE SCIENTIFIQUE

**3 RESULTATS**

3.1 DESCRIPTION DE L'ANALYSE

3.2 ANALYSE DES 12 ARTICLES

**4 DISCUSSIONS**

4.1 TEMPS OPERATOIRE DE PRISE D'EMPREINTE

4.2 SATISFACTION DU PATIENT

4.3 PRECISION DE L'EMPREINTE

4.4 TEMPS DE RETOUCHES ET DE REGLAGES DE LA PROTHESE

4.5 SYNTHESE DES PRINCIPAUX PARAMETRES ETUDIES DE CETTE REVUE

**5 CONCLUSION**

## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : morphologie d'un implant (source : Dentsply Sirona, 2018)..... 22
Figure 2 : pilier implantaire (source : Dentsply Sirona)..... 23
Figure 3 : prothèse scellée sur implant (source : Baixe et coll., 2020)..... 23
Figure 4 : prothèse vissée sur implant (source : Baixe et coll., 2020)..... 24
Figure 5 : photo d'un transfert d'empreinte sur implant en position de la deuxième prémolaire supérieure gauche soit dent n°25 et radiographie de contrôle (source : Degorce., 2012)..... 26
Figure 6 : contrôle de la bonne adaptation du porte-empreinte individualisé au niveau des implants en position de la canine et de la prémolaire inférieures droites soit des dents n°43 et 44 (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 27
Figure 7 : mise en place du porte-empreinte avec le matériau d'empreinte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 27
Figure 8 : dévissage des transferts d'implants et retrait du porte-empreinte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 27
Figure 9 : mise en place des transferts sur les implants en position des dents n°43 et 44 (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 28
Figure 10 : prise de l'empreinte en méthode indirecte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 28
Figure 11 : mise en place dans l'empreinte du couple transfert et analogue (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)..... 29
Figure 12 : différents piliers implantaire (source : Dentsply Sirona)..... 29
Figure 13 : a. IOS Hennson obtenus par François Duret en 1985 et sa modélisation / b. IOS Primescan de Dentsply Sirona et sa modélisation en 2019 (source : Fages et Ducret., 2020)..... 31
Figure 14 : caméra optique Cerec Omnicam (source : Dentsply Sirona)..... 31
Figure 15 : prise d'empreinte optique à l'aide de la caméra Cerec Omnicam (source : Dentsply Sirona)..... 31
Figure 16 : logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) (source : Dentsply Sirona)..... 32

Figure 17 : différents protocoles de fabrication CFAO (source : Normand et Petit., 2015) ..... 32
Figure 18 : points de contacts défectueux (source : Hauteville, 2018)..... 34
Figure 19 : résultats obtenus sur Web of Science (source : données personnelles, 2019) ..... 41
Figure 20 : résultats obtenus sur Pubmed (source : données personnelles, 2019) .. 41
Figure 21 : résultats obtenus sur DOSS (source : données personnelles, 2019) ..... 42
Figure 22 : arbre de sélection et d'identification des études incluses dans la revue de la littérature scientifique (source : données personnelles, 2019) ..... 44
Figure 23 : échelle visuelle analogique de la douleur (source : Williamson et Hoggart, 2005) ..... 47
Figure 24 : exemple type de questionnaire PROM's (source : Miguel et coll., 2014) 48
Figure 25 : Pink Esthetic Score ou score esthétique gingival (source : Hollender., 2018) ..... 51
Figure 26 : White Esthetic Score ou score esthétique dentaire (source : Hollender., 2018) ..... 51
Figure 27 : a. empreinte optique en positif sur logiciel et b. empreinte physico-chimique en négatif dans le porte-empreinte (source : a. Dentsply Sirona et b. Jakubowicz-Kohen et coll., 2010)..... 80

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Synthèse des mots clés utilisés sur chaque base de données scientifiques (source : données personnelles, 2019). ..... 39
Tableau 2. Liste des articles utilisés dans l'analyse de la revue de littérature (source : données personnelles, 2019) ..... 43
Tableau 3. Différents types d'articles originaux (d'après source : Goichot et Meyer, 2011) ..... 46
Tableau 4. Synthèse des résultats concernant les paramètres temps des études concernées (en gras, méthode la plus rapide), (source : données personnelles, 2020) ..... 79
Tableau 5. Synthèse des résultats concernant le paramètre de la satisfaction des patients (études in vivo uniquement), (source : données personnelles, 2020) ..... 82
Tableau 6. Synthèse des résultats concernant l'évaluation de la satisfaction des patients des études concernées (source : données personnelles, 2020) ..... 84
Tableau 7. Synthèse des résultats concernant la précision et la justesse de reproduction de la situation en bouche dans l'empreinte des études concernées (source : données personnelles, 2020) ..... 88
Tableau 8. Synthèse des temps de retouches obtenus pour chaque article comparatif qui donne des résultats chiffrés (source : données personnelles, 2020, en gris les temps les plus courts)..... 90
Tableau 9. Synthèse des résultats de la revue de littérature (source : données personnelles, 2020) ..... 92

En odontologie, tous les dispositifs prothétiques sont réalisés sur mesure. Ils requièrent au préalable pour la plupart une prise d'empreinte de la situation en bouche par le chirurgien-dentiste. Deux techniques coexistent. L'empreinte physico-chimique dite « conventionnelle » et, depuis les années 80 et l'avènement des outils informatiques : la Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO). L'acquisition des informations en bouche du patient peut ainsi se faire grâce à une caméra optique. On obtient alors un modèle numérique de travail grâce à l'empreinte optique réalisée. La technologie numérique permet un partage des données précis, rapide et plus simple entre les différents protagonistes afin de réaliser la prothèse.

D'autre part, l'implantologie est une branche de l'odontologie qui consiste à remplacer la racine d'une dent par un implant. Elle fait intervenir plusieurs disciplines : la chirurgie, la prothèse, la parodontologie. Dans ce travail nous nous concentrons sur la réalisation de prothèse fixée unitaire sur implant.

Notre travail repose ainsi sur la problématique suivante : dans le cadre de la réalisation d'une prothèse unitaire sur implant, l'empreinte optique donne-t-elle de meilleurs résultats que l'empreinte physico-chimique ? Cela nous permettra ainsi d'aborder les différents critères d'évaluation utilisés dans la littérature scientifique pour réaliser la comparaison de ces deux types d'empreinte.

Pour répondre à cette problématique, une revue systématique de la littérature scientifique est réalisée. Dans un premier temps, après un petit rappel des notions fondamentales qui vont nous permettre de comprendre l'analyse de la littérature, nous aborderons les matériels et méthode de cette revue qui nous ont permis de sélectionner douze articles internationaux en lien avec cette problématique. Une troisième partie est consacrée à la description et à l'analyse de ces articles. La dernière partie permet de discuter des paramètres principaux décrit dans ces études, de mettre en évidence des biais et des manques, et d'ainsi pouvoir mettre en avant, s'il existe, l'intérêt de l'empreinte optique dans la réalisation d'une restauration prothétique unitaire sur implant.

# 1. Définitions et notions fondamentales

## 1.1. Présentation de la prothèse implantaire

Dans le cas d'un édentement unitaire, une des solutions de réhabilitation est l'insertion chirurgicale d'un implant (figure 1) à la place de la racine absente, suivie par la réalisation d'une restauration prothétique. Ainsi, la restauration prothétique a pour objectif de redonner au patient la fonctionnalité et le résultat esthétique attendu malgré l'absence de sa dent naturelle.

Un implant se représente sous la forme d'une vis, en titane préférentiellement, de forme conique aux dimensions variables.



*Figure 1 : morphologie d'un implant (source : Dentsply Sirona, 2018)*

L'implant est connecté à la prothèse implantaire par l'intermédiaire d'un pilier implantaire (figure 2) sur lequel repose la restauration prothétique.

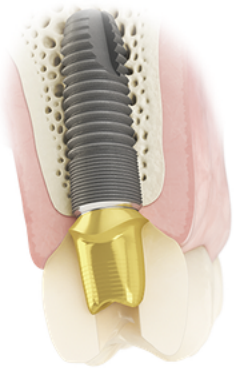


*Figure 2 : pilier implantaire (source : Dentsply Sirona)*

### 1.1.1 Restauration prothétique unitaire sur implant

Il existe deux types de restauration prothétique unitaire sur implant :

- la prothèse implantaire scellée
- la prothèse implantaire transvissée

### 1.1.2 Prothèse implantaire scellée

Ce type de restauration est scellé à l'aide d'un ciment de scellement sur le pilier implantaire, qui lui est vissé ou transvissé à l'implant (figure 3).

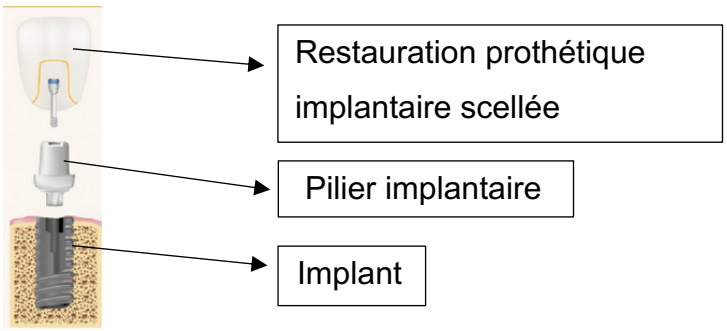



*Figure 3 : prothèse scellée sur implant (source : Baixe et coll., 2020)*

### 1.1.3 Prothèse implantaire vissée

Ce type de restauration est vissé soit directement sur l'implant, soit par l'intermédiaire d'un pilier implantaire ou d'une embase. La prothèse possède alors un puits pour accéder à la vis de fixation (figure 4).

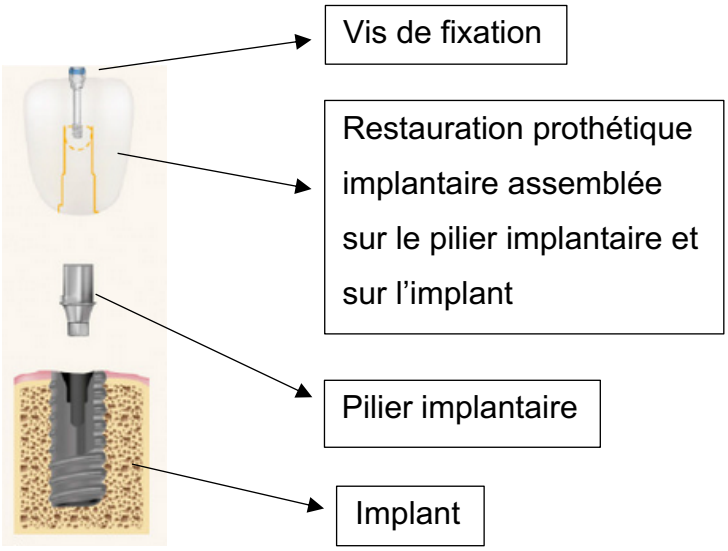



*Figure 4 : prothèse vissée sur implant (source : Baixe et coll., 2020)*

## 1.2 Réalisation d'une prothèse implantaire

La réalisation d'une prothèse implantaire passe par une planification du plan de traitement adapté au patient par le chirurgien-dentiste. Il requiert une étroite collaboration entre le chirurgien-dentiste et le prothésiste dentaire.

La réalisation d'une prothèse sur implant peut être élaborée de plusieurs manières différentes :

- par technique « conventionnelle » avec la réalisation d'une empreinte physico-chimique et le montage de la prothèse en céramique par le prothésiste
- par technique numérique et l'utilisation de la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur)

### 1.2.1 Méthode conventionnelle

- Empreinte physico-chimique sur implant

L'empreinte conventionnelle dite physico-chimique est la technique présentant le plus grand recul clinique.

En Implantologie, on distingue (Degorce, 2002) :

- l'empreinte de l'implant (dite directe implant), qui permet de choisir et personnaliser le pilier implantaire et sa couronne prothétique qui est élaborée directement sur le pilier implantaire. Elle permet l'élaboration des prothèses transvissées.
- l'empreinte du pilier préalablement mis en place sur l'implant qui ne permet la personnalisation que de la couronne. Cette technique est maintenant de moins en moins utilisée car elle présente des risques importants de défauts d'adaptation prothétique.

L'empreinte directe implant qui a pour but de transmettre au laboratoire la position précise de l'implant et les tissus avoisinant nécessite :

- un porte-empreinte
- un matériau d'empreinte : silicone par addition ou polyéther
- un transfert d'empreinte : pièce usinée en métal sélectionné en fonction du diamètre de l'implant, de la technique d'empreinte retenue et du profil d'émergence de l'implant
- un analogue d'implant : réplique exacte de la connectique implantaire.

Il existe deux techniques de prise d'empreinte physico-chimique principalement réalisées en implantologie :

- la technique « pick-up » ou à « ciel ouvert »
- la technique fermée à l'aide d'un « porte-empreinte fermé ».

Dans les deux cas, le transfert doit être parfaitement adapté sur le système anti-rotationnel de l'implant ou sur le pilier afin d'obtenir la position exacte de l'implant sur le modèle de travail. Ainsi, pour la plupart des techniques utilisées, l'opérateur réalise une radiographie de contrôle (figure 5) afin de vérifier la bonne position du transfert.

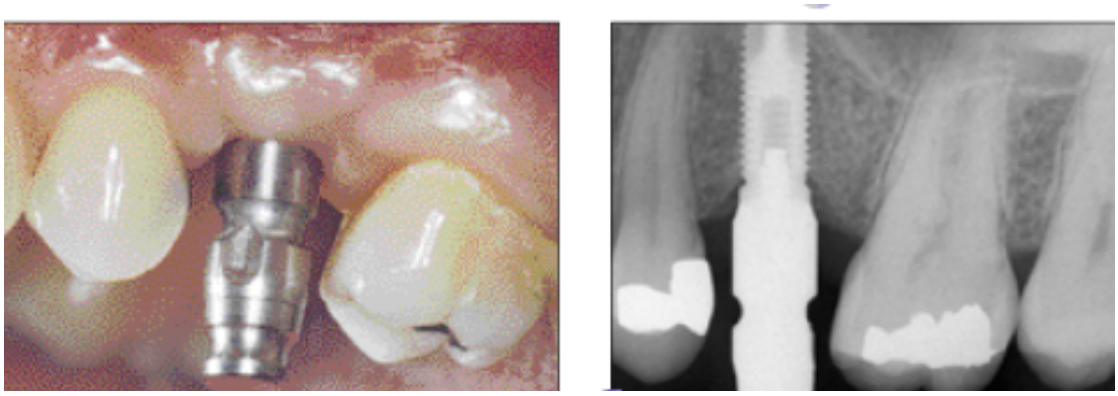


*Figure 5 : photo d'un transfert d'empreinte sur implant en position de la deuxième prémolaire supérieure gauche soit dent n°25 et radiographie de contrôle (source : Degorce., 2012)*

En technique à « ciel ouvert », le praticien utilise un porte-empreinte fenestré ou PEI (porte-empreinte individuel) (figure 6) qui lui permet de dévisser le transfert emprisonné dans l'empreinte. Les bords du porte-empreinte ne doivent pas blesser le patient et les fenêtres ménagées pour le transfert doivent être assez larges pour éviter tout contact avec celui-ci. Le porte-empreinte est enduit d'adhésif correspondant au matériau d'empreinte utilisé puis l'empreinte est réalisée (figure 7). Avant la polymérisation complète du matériau à empreinte, le praticien vérifie que la vis du transfert est complétement dégagée avant la désinsertion du PEI (figure 8). L'analogue est ensuite vissé au transfert dans l'empreinte pour permettre l'élaboration du maître modèle. Le praticien doit alors vérifier leur bonne adaptation sans serrer trop fort afin de ne pas déplacer le transfert dans l'empreinte.

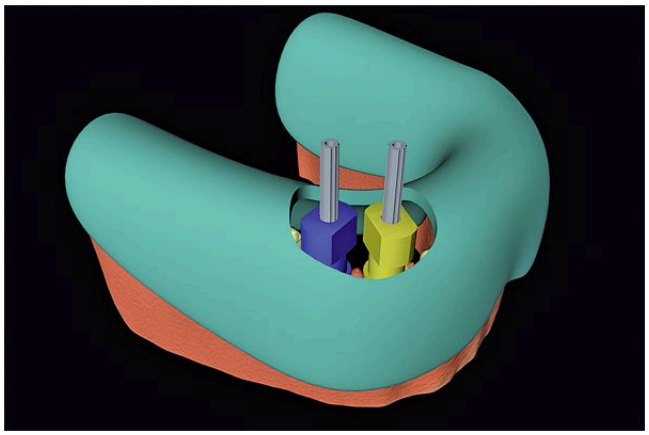


*Figure 6 : contrôle de la bonne adaptation du porte-empreinte individualisé au niveau des implants en position de la canine et de la prémolaire inférieures droites soit des dents n°43 et 44 (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

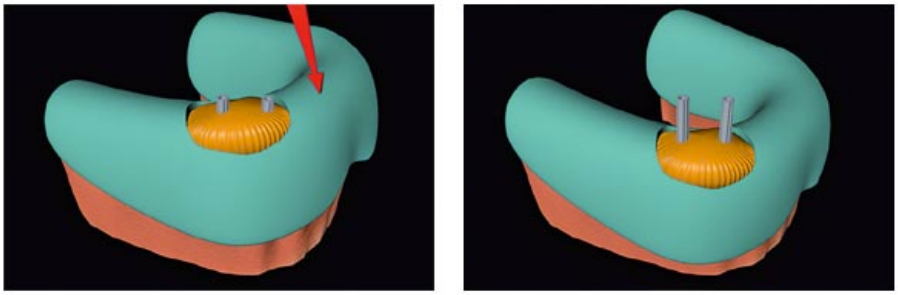


*Figure 7 : mise en place du porte-empreinte avec le matériau d'empreinte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

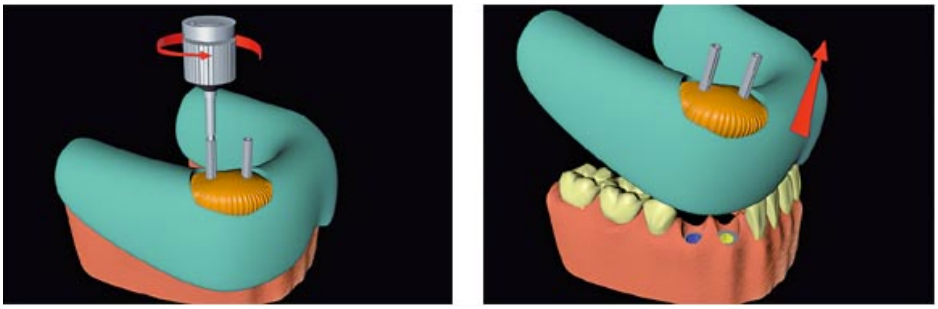


*Figure 8 : dévissage des transferts d'implants et retrait du porte-empreinte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

En technique fermée, le praticien retire l'empreinte en laissant le transfert qui ne se dévisse pas. Il le replace ensuite dans l'empreinte avec son analogue. Cette technique est plus simple de réalisation, elle se rapproche des techniques d'empreintes sur dents naturelles mais est aussi source de plus d'erreur (Degorce, 2002). Le transfert est de forme conique et présente généralement une gorge et un méplat pour aider au repositionnement. Le porte-empreinte utilisé peut être un porte-empreinte du commerce ou un PEI. Le transfert est vissé sur l'implant (figure 9) et l'empreinte est réalisée en double-mélange ou à l'aide d'un matériau monophasé en un seul temps (figure 10). L'empreinte est ensuite désinsérée avec précaution, séchée, désinfectée et examinée par le praticien. Le transfert connecté à l'analogue est replacé dans l'empreinte (figure 11) en prenant garde de ne pas déchirer le matériau.

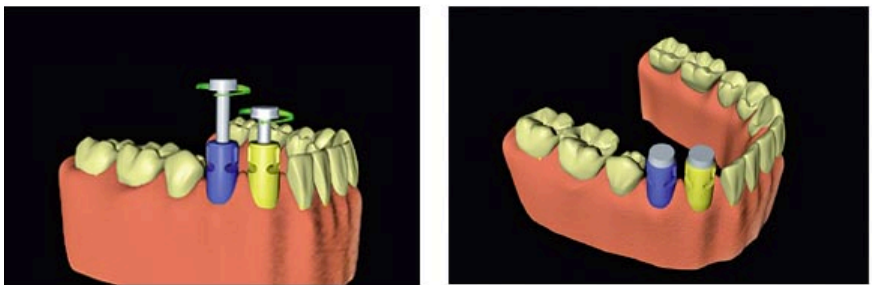


*Figure 9 : mise en place des transferts sur les implants en position des dents n°43 et 44 (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

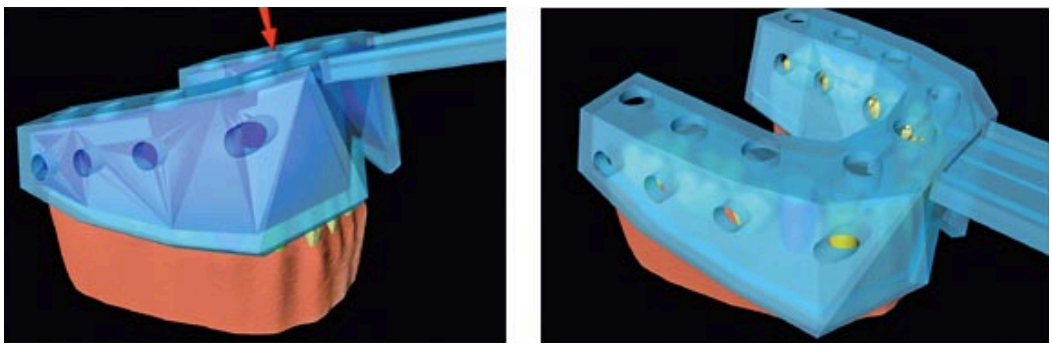


*Figure 10 : prise de l'empreinte en méthode indirecte (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

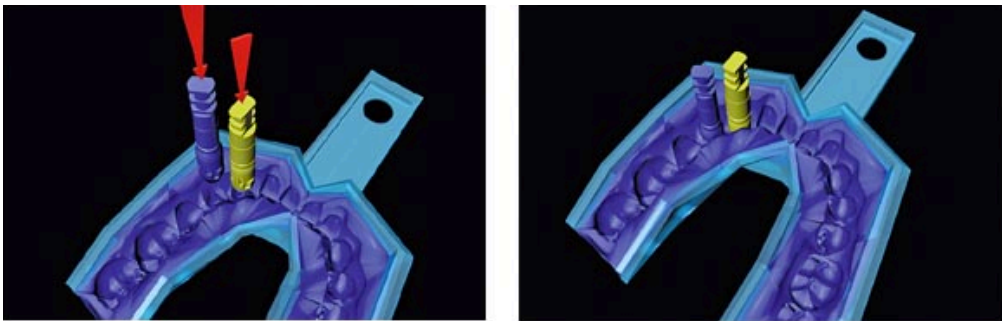


*Figure 11 : mise en place dans l'empreinte du couple transfert et analogue (source : Jakubowicz-Kohen et coll., 2008)*

Le praticien réalise ensuite l'empreinte de l'arcade antagoniste (avec de l'alginate le plus souvent). L'ensemble est envoyé au laboratoire de prothèse pour la coulée des modèles. Le prothésiste dispose ainsi des répliques en plâtre avec analogue d'implants en place pour la confection de la prothèse.

- Réalisation de la restauration prothétique par méthode conventionnelle

À partir des empreintes envoyées par le cabinet, le prothésiste obtient un modèle de travail pour lequel il choisit le pilier implantaire (figure 12) adapté à la situation clinique à l'aide de piliers « catalogues » qui sont des éléments préfabriqués et usinés à grande échelle. Ces piliers se présentent avec une forme standard qui tentent de correspondre à la majorité des situations cliniques. Il peut ensuite les personnaliser quelque peu par soustraction uniquement.

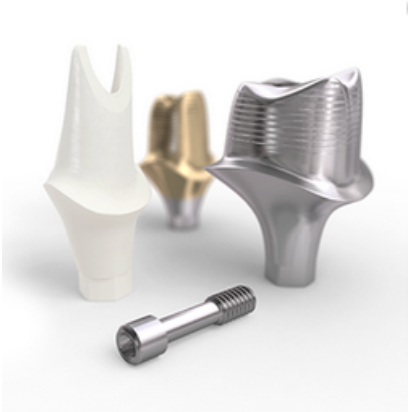


*Figure 12 : différents piliers implantaire (source : Dentsply Sirona)*

Lorsque le pilier est mis en place sur le modèle de travail, le prothésiste passe à la confection de la prothèse. Celle-ci peut être tout en céramique (une chape ou armature en zircone recouverte ou non de céramique cosmétique) ou en céramo-métallique (une chape ou armature métallique recouverte de céramique cosmétique). En méthode conventionnelle, la céramique cosmétique est déposée manuellement par le prothésiste sur l'armature.

### 1.2.2 Technique numérique

À partir de 1985, les premiers systèmes par CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) sont commercialisés en Odontologie : Cerec1™ conçus par Mörman et Brandestini et le système Hennson™ (figure 13) conçus par François Duret (De March et Corne., 2018). Ces premiers systèmes ont un point commun, celui d'enregistrer la situation clinique directement en bouche à l'aide d'un scanner intra-oral (IOS ou *Intra-oral Scanner*) (figure 14). Celui-ci permet ainsi d'obtenir une empreinte numérique en trois dimensions (Josselin Lethuillier et Sébastien Felenc., 2020) (figure 15). Le scanner envoie la lumière sur une surface qui est ensuite réfléchie sur un capteur et se transforme en données numériques puis en image à l'aide du logiciel de numérisation (Fages et Ducret., 2020). L'information est ensuite traitée par le logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO).

En parallèle, du côté des prothésistes le numérique a aussi fait son entrée avec l'élaboration des scanners de tables. Ces dispositifs permettent ainsi de numériser des modèles de travail ou directement des empreintes pour permettre ensuite l'élaboration de prothèses à l'aide du logiciel de conception (figure 16).




*Figure 13 : a. IOS Hennson obtenus par François Duret en 1985 et sa modélisation / b. IOS Primescan de Dentsply Sirona et sa modélisation en 2019 (source : Fages et Ducret., 2020)*




*Figure 14 : caméra optique Cerec Omnicam (source : Dentsply Sirona)*



*Figure 15 : prise d'empreinte optique à l'aide de la caméra Cerec Omnicam (source : Dentsply Sirona)*

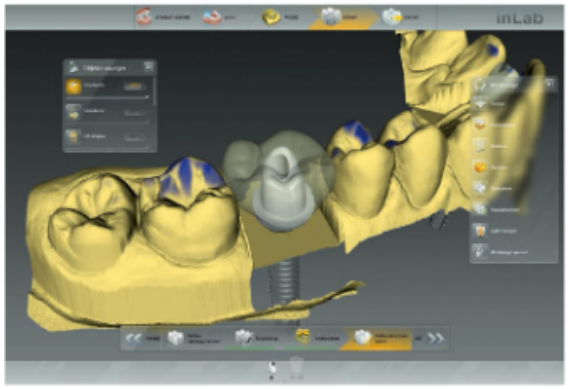



*Figure 16 : logiciel de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) (source : Dentsply Sirona)*

- Description de le CFAO

Les données obtenues couplées à un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO) permettent d'élaborer puis de fabriquer une restauration prothétique personnalisée. Afin de mener à bien le projet de fabrication, une machine-outil dédiée est utilisée, on parle de fabrication assistée par ordinateur ou FAO. L'association de ces deux techniques donne la conception et la fabrication assistée par ordinateur ou CFAO. On distingue alors trois types de CFAO : directe, semi-directe et indirecte en fonction des différents moyens mis en œuvre (figure 17).

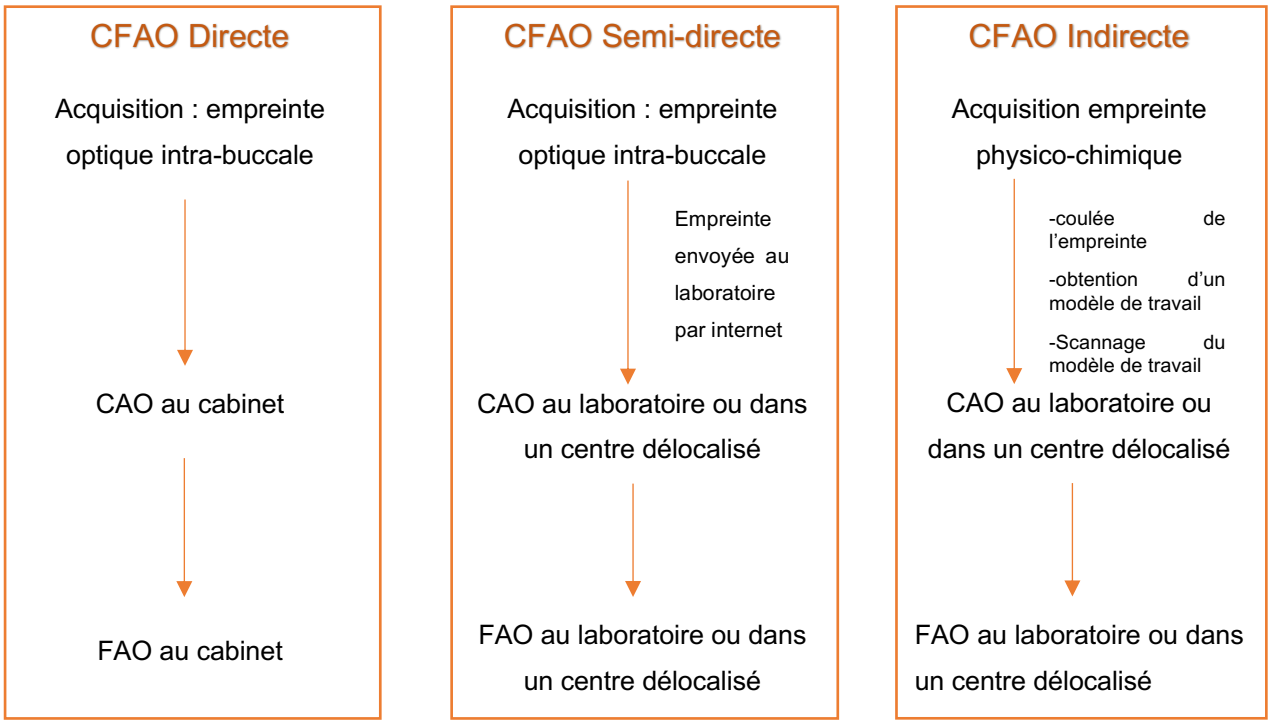



*Figure 17 : différents protocoles de fabrication CFAO (source : Normand et Petit., 2015)*

- CFAO directe et semi-directe

En CFAO directe, l'ensemble de la chaîne numérique est réalisée au cabinet dentaire (Attal et coll., 2015). Le praticien réalise l'enregistrement intra-oral de la zone concernée par la future restauration prothétique. Il obtient ainsi un maître modèle virtuel sur lequel il conçoit la prothèse par CAO. Une fois la prothèse modélisée, la FAO est réalisée directement sur place par le chirurgien-dentiste lui-même.

En CFAO semi-directe, l'acquisition des données se fait par empreinte optique au cabinet dentaire. Cependant, le chirurgien-dentiste transfère ses données numérisées au laboratoire de prothèse par internet à l'aide d'une plateforme d'échange sécurisée. Le prothésiste va ensuite procéder à la CAO) puis à la FAO du pilier personnalisé et de sa restauration prothétique au laboratoire.

- CFAO indirecte

En CFAO indirecte, l'acquisition des données se fait par empreinte physico-chimique réalisée au cabinet dentaire. En effet, le chirurgien-dentiste réalise l'empreinte et l'envoi au laboratoire. Le prothésiste peut soit directement numériser l'empreinte soit couler l'empreinte en plâtre puis numériser le maître modèle physique obtenu. Ainsi, il réalise la modélisation informatique de la prothèse grâce au logiciel CAO. Les étapes successives de fabrication de la prothèse se font alors par FAO par le prothésiste.

## 1.3 Insertion de la prothèse implantaire

Une fois la restauration prothétique réalisée, le praticien procède à l'essayage de la prothèse en passant par la validation de l'esthétique et de la fonction en bouche. Si l'essayage est validé, la prothèse peut être insérée.

### 1.3.1 Contrôle de la fonction

Lors de l'essayage de la prothèse, plusieurs paramètres sont vérifiés par le chirurgien-dentiste.

L'absence de contrainte lors de l'insertion est un des paramètres à prendre en compte. Les points de contacts proximaux (avec les dents adjacentes) sont vérifiés à l'aide de fil dentaire et d'un papier d'occlusion fin afin d'évaluer leur intensité. Il ne doit pas s'agir de surface de contact, mais ils ne doivent pas non plus être légers ou inexistants afin d'éviter les bourrages alimentaires (figure 18).

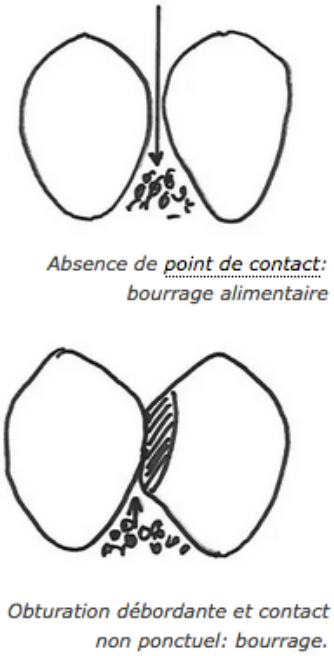



*Figure 18 : points de contacts défectueux (source : Hauteville, 2018)*

L’occlusion statique et dynamique du patient sont également des paramètres à vérifier à l’aide de papier à articuler.

En occlusion statique, les contacts doivent être symétriques et uniformément répartis sur les dents. On parle d’OIM (occlusion d’intercuspidie maximale) ou d’OIM active lorsque le maximum de dents entre en contact et que l’intensité des contractions isométriques est maximale. La distinction se fait avec l’occlusion passive, les dents sont en contacts mais les muscles ne sont pas en contraction intense (Orthlieb et coll., 2016). Le praticien demande alors au patient de serrer ses dents en OIM active et en l’absence de la prothèse, puis il répète cette étape avec la prothèse en place. Il doit retrouver les mêmes points de contacts sur les dents adjacentes.

En occlusion dynamique, le praticien demande au patient de glisser la mandibule d’un côté puis de l’autre (mouvement de diduction) pour vérifier les guidages latéraux et l’absence d’interférences.

Si le chirurgien-dentiste constate que la restauration prothétique nécessite des petites retouches, il les réalise directement au cabinet à l’aide de fraises adaptées puis il polit la céramique à l’aide de fraises à polir de granulométrie décroissante. Ainsi, il obtient une céramique brillante et bien lisse qui permet une meilleure intégration de celle-ci au biotype gingival et facilite l’hygiène bucco-dentaire du patient. En effet, les rugosités et les porosités jouent un rôle important dans la rétention de plaque dentaire (Alexandre Stafin-Zerbib., 2000).

### 1.3.2 Contrôle esthétique

L'esthétique est validée à l'aide de plusieurs critères. Le praticien vérifie :

- La forme de la prothèse (qui comprend le galbe et les lignes de transition de la prothèse)
- L'intégration de la prothèse en fonction de sa colorimétrie
- La présence de sur- ou de sous-contour au niveau de la prothèse

Le patient valide également l'esthétique de la restauration prothétique à l'aide d'un miroir.

### 1.3.3 Insertion

Une fois tous les paramètres prothétiques validés par le chirurgien-dentiste en accord avec le patient, la prothèse peut être scellée ou vissée sur le pilier implantaire.

En prothèse scellée, le pilier est d'abord vissé sur l'implant. Le puit de vis est ensuite obturé à l'aide de PTFE (Polytétrafluoroéthylène) qui permet d'augmenter l'étanchéité de cette zone et de limiter la contamination bactérienne (Bartala, 2015) ou de coton. Puis le ciment de scellement est inséré dans la restauration prothétique. Celle-ci est scellée sur le pilier implantaire et les excès de ciment sont ensuite retirés à l'aide d'une sonde et de fil dentaire. Une radiographie de contrôle est réalisée et permet de confirmer l'absence de ciment de scellement résiduel.

En prothèse transvissée, le pilier est vissé à l'implant avant l'insertion de celle-ci. La prothèse est vissée selon le torque (ou couple de serrage en N/cm, valeur appliquée à la vis lors du serrage) préconisé par le fabricant. Le puits de vis est ensuite obturé à l'aide de PTFE (Polytétrafluoroéthylène) ou de coton. Le PTFE est dissimulé par une fine couche de résine composite qui peut être facilement retiré en cas de réintervention (Assaf et coll., 2015).

Ainsi la confection d'une prothèse implantaire est possible selon plusieurs techniques d'empreinte. C'est pourquoi un travail de recherche bibliographique est mené pour répondre aux questionnements suivants sur la prothèse implantaire unitaire par empreinte optique :

1. Quels sont les critères d'évaluation les plus pertinents en empreinte implantaire conventionnelle et numérique ?
2. Dans le cadre de la réalisation d'une prothèse unitaire sur implant, l'empreinte optique offre-t-elle des résultats comparables, inférieurs ou supérieurs à l'empreinte physico-chimique ?

## 2 Matériel et méthode de la revue de littérature

Une revue de la littérature scientifique a été réalisée à l'aide du protocole PRISMA (Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta-Analyses) afin de synthétiser la recherche selon une méthodologie bien précise. D'après ce protocole, la définition des PICO (population-intervention-comparateur-résultats/critères de jugements ou *outcomes*) permet de clarifier la question que l'on se pose et de formuler les critères clés afin de réaliser la meilleure recherche bibliographique possible dans la littérature scientifique. Les termes PICO de ce travail sont définis après avoir décomposée la problématique, ce qui permet de sélectionner les mots-clés (voir 2.1) les plus adéquats qui sont utilisés pour réaliser la recherche bibliographique.

Nous pouvons analyser ce travail de synthèse ainsi :

- Population : patients présentant un ou plusieurs implants dentaires nécessitant la réalisation d'une ou plusieurs restaurations prothétiques.
- Intervention : empreinte optique
- Comparateur : empreinte physico-chimique
- *Outcomes* ou résultats/critères de jugements : différence d'exactitude et de justesse entre les deux types d'empreintes et comparaison des deux techniques.

Cette recherche se fait sur des bases de données scientifiques et à l'aide de mots clés et d'opérateurs booléens (outil qui permet de combiner les recherches informatiques afin de les expliciter ou de les préciser) correctement sélectionnés.

## 2.1 Définition des mots-clés

Les mots-clés suivants et les opérateurs booléens « or » et « and » sont sélectionnés pour réaliser la recherche bibliographique : « dental impression technique » AND « dental impression materials », « digital impression » OR « intra oral scanning » OR « conventionnal impression » AND « dental crowns » AND « implant » (tableau 1).

*Tableau 1. Synthèse des mots clés utilisés sur chaque base de données scientifiques (source : données personnelles, 2019).*

| Mots clés et opérateurs booléens | | |
|---|---|---|
| **Web Of Science** | **Dentistry and Oral Science Sources (DOSS)** | **PUBMED** |
| Dental impression technique<br>**AND** dental impression materials<br>**AND** dental crowns<br>**AND** Implant | Dental impression technique<br>**AND** dental impression materials<br>**AND** dental crowns<br>**AND** Implant | Dental impression technique<br>**AND** dental impression materials<br>**AND** dental crowns<br>**AND** Implant |
| Digital Impression<br>**OR** Intra oral scanning<br>**OR** conventional impression | Digital Impression<br>**OR** Intra oral scanning<br>**OR** conventional impression | Digital Impression<br>**OR** Intra oral scanning<br>**OR** conventional impression |

## 2.2 Ressources scientifiques utilisées

Les recherches débutent en mars 2019 et se terminent en décembre 2019. Elles sont réalisées sur les bases de données suivantes :

- Web Of Science,
- Dentistry and Oral Sciences sources (DOSS)
- PUBMED.

Seuls les articles datant de 2015 ou plus récents sont sélectionnés pour ne retenir que les articles les plus récents et les plus fiables compte tenu de l'évolution technologique rapide des caméras intra-buccales. Cela permet également de limiter le nombre d'articles analysés.

## 2.3 Retrait des duplicatas

En utilisant les mots-clés sélectionnés, les recherches aboutissent à un total de 510 articles : 183 articles sur Web Of Science (figure 19), 34 articles sur PUBMED (figure 20) et 293 sur DOSS (figure 21).

Pour le retrait des duplicatas, 133 articles sont identifiés et retirés grâce au logiciel Zotero.

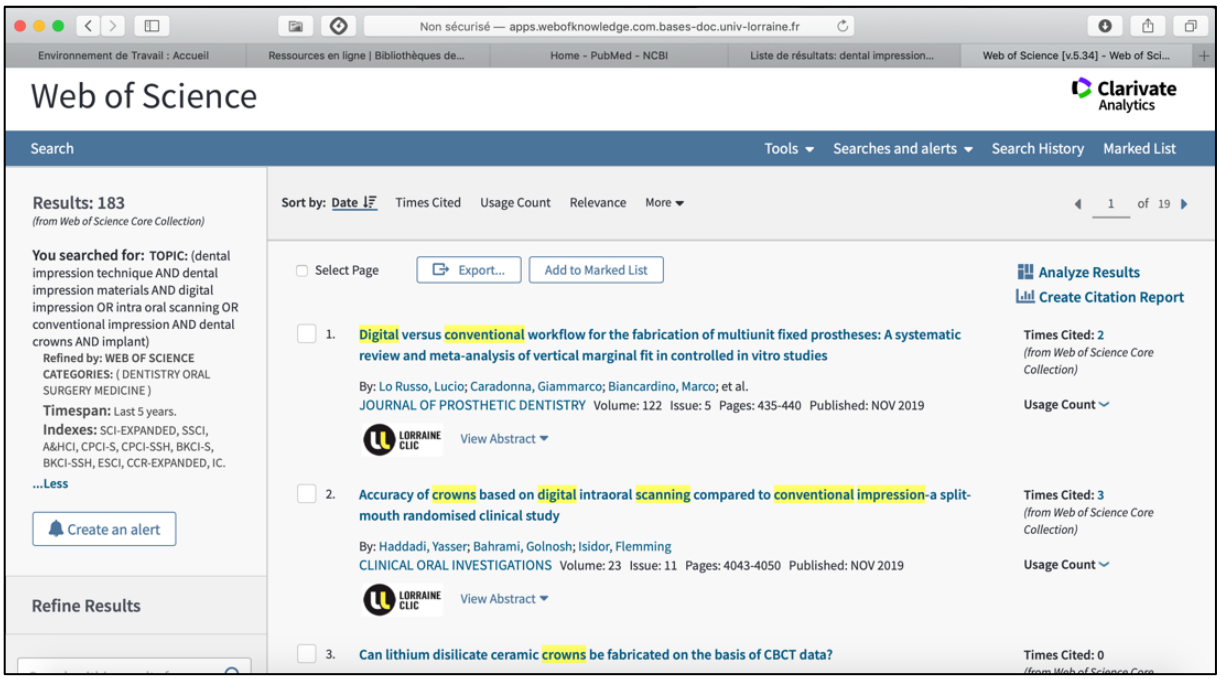



*Figure 19 : résultats obtenus sur Web of Science (source : données personnelles, 2019)*

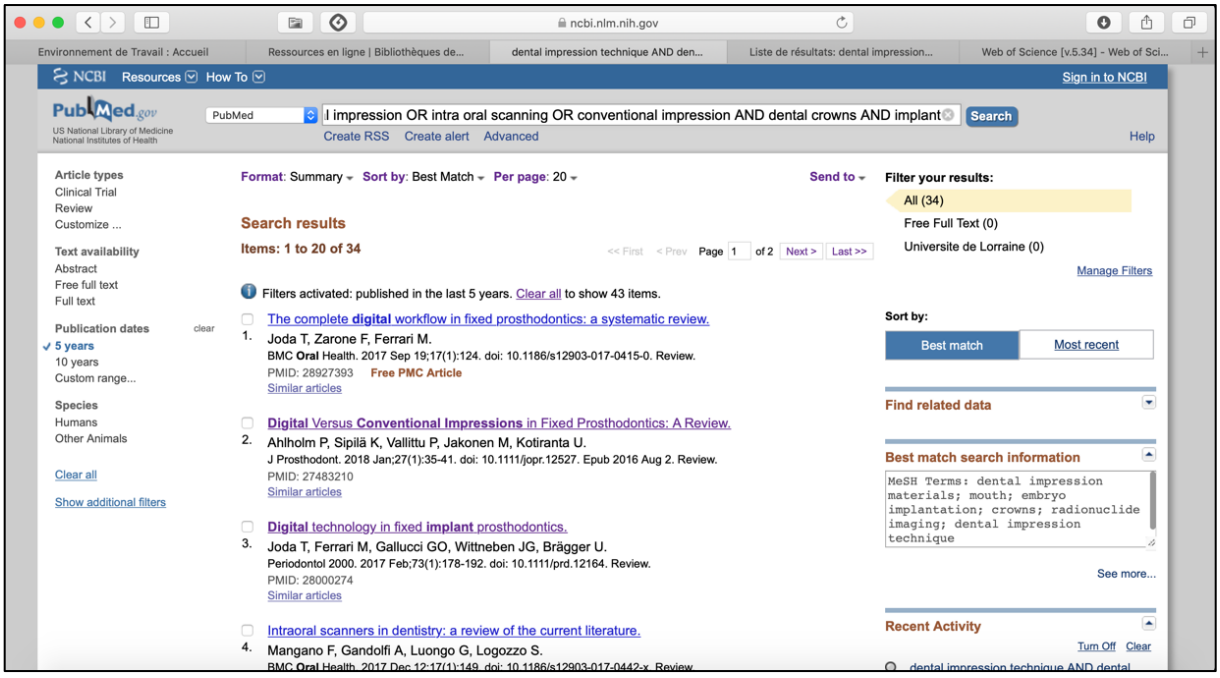



*Figure 20 : résultats obtenus sur Pubmed (source : données personnelles, 2019)*

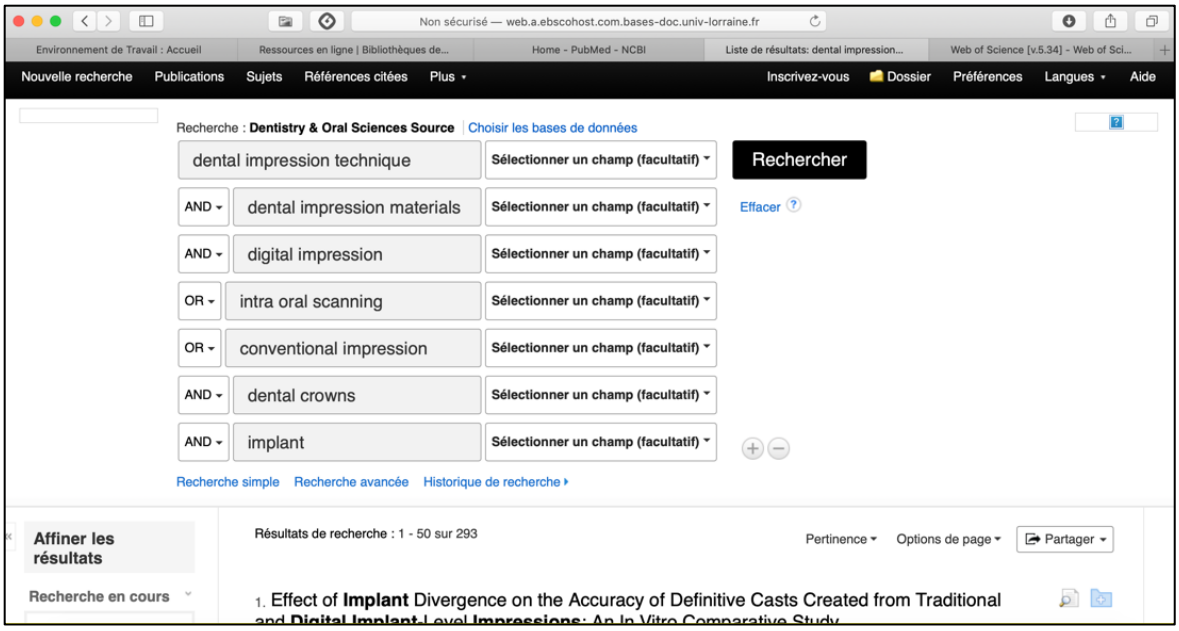



*Figure 21 : résultats obtenus sur DOSS (source : données personnelles, 2019)*

### 2.4 Analyse des résumés et plans

Le résultat des recherches aboutit à 510 articles. Après le retrait des duplicatas, l'étude est réalisée sur 377 articles par deux lecteurs qui se répartissent le travail. Les articles plus complexes sont analysés en commun.

Un premier tri est réalisé sur les titres, en retirant les articles qui ne sont pas en langue anglaise et ceux qui ne traitent pas de la prise d'empreinte. Les revues systématiques sont mises à part, s'agissant d'articles de synthèse, elles ne peuvent pas être traitées comme les autres. La bibliographie de ces revues est analysée afin de vérifier la concordance avec ce travail de recherche.

Un second tri des 115 articles restant est fait sur les résumés des articles. Quatre articles sont retirés puisqu'ils traitent d'empreintes prothétiques réalisées sur des patients édentés en vue de la fabrication de prothèses amovibles supra-implantaires et non de la fabrication de prothèses unitaires supra-implantaires. Sur les 21 articles restants, 9 articles comportent des données redondantes (comportant des objectifs, des résultats et une conclusion similaire mais des auteurs différents), ces articles ne sont donc pas utilisés. Le tri aboutit également à 3 études in vitro qui sont conservées afin de les comparer aux autres articles et de voir si les mêmes paramètres sont étudiés. Ainsi, 12 articles sont finalement sélectionnés pour l'analyse (tableau 2).

*Tableau 2. Liste des articles utilisés dans l'analyse de la revue de littérature (source : données personnelles, 2019)*

| Numéro de l'article | Titre de l'article |
|---|---|
| 1. | Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. **A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques**. Journal of Prosthodontics. avr 2019;28(4):e902-8. |
| 2. | Joda T, Katsoulis J, Brägger U. **Clinical Fitting and Adjustment Time for Implant-Supported Crowns Comparing Digital and Conventional Workflows.** Clinical Implant Dentistry & Related Research. oct 2016;18(5):946-54. |
| 3. | Schepke U, Meijer HJA, Kerdijk W, Cune MS. **Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference.** Journal of Prosthetic Dentistry. sept 2015;114(3):403-406.e1. |
| 4. | Marghalani A, Weber H-P, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. **Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy.** Journal of Prosthetic Dentistry. avr 2018;119(4):574-9. |
| 5. | Di Fiore A, Vigolo P, Graiff L, Stellini E. **Digital vs Conventional Workflow for Screw-Retained Single-Implant Crowns: A Comparison of Key Considerations.** International Journal of Prosthodontics. 11 déc 2018;31(6):577-9. |
| 6. | Jiang X, Lin Y, Cui HY, Di P. **Immediate loading of multiple splinted implants via complete digital workflow: A pilot clinical study with 1-year follow-up.** Clinical Implant Dentistry & Related Research. juin 2019;21(3):446-53. |
| 7. | Delize V, Bouhy A, Lambert F, Lamy M. **Intrasubject comparison of digital vs. conventional workflow for screw-retained single-implant crowns: Prosthodontic and patient-centered outcomes.** Clinical Oral Implants Research. sept 2019;30(9):892-902. |
| 8. | Mühlemann S, Greter EA, Park J-M, Hämmerle CHF, Thoma DS. **Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns: A within-subject comparison.** Clin Oral Implants Res. sept 2018;29(9):931-6. |
| 9. | Rattanapanich P, Aunmeungtong W, Chaijareenont P, Khongkhunthian P. **Comparative Study Between an Immediate Loading Protocol Using the Digital Workflow and a Conventional Protocol for Dental Implant Treatment: A Randomized Clinical Trial.** J Clin Med. 7 mai 2019;8(5). |
| 10. | Ferrini F, Sannino G, Chiola C, Capparé P, Gastaldi G, Gherlone EF. **Influence of Intra-Oral Scanner (I.O.S.) on The Marginal Accuracy of CAD/CAM Single Crowns.** Int J Environ Res Public Health. 14 2019;16(4). |
| 11. | Pan S, Guo D, Zhou Y, Jung RE, Hämmerle CHF, Mühlemann S. **Time efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement: A double-blind self-controlled clinical trial.** Clinical Oral Implants Research. juill 2019;30(7):617-26. |
| 12. | Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. **Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial.** Clinical Oral Implants Research. oct 2017;28(10):1318-23. |

## 2.5 Arbre de sélection et d'identification des études incluses dans la revue de littérature scientifique

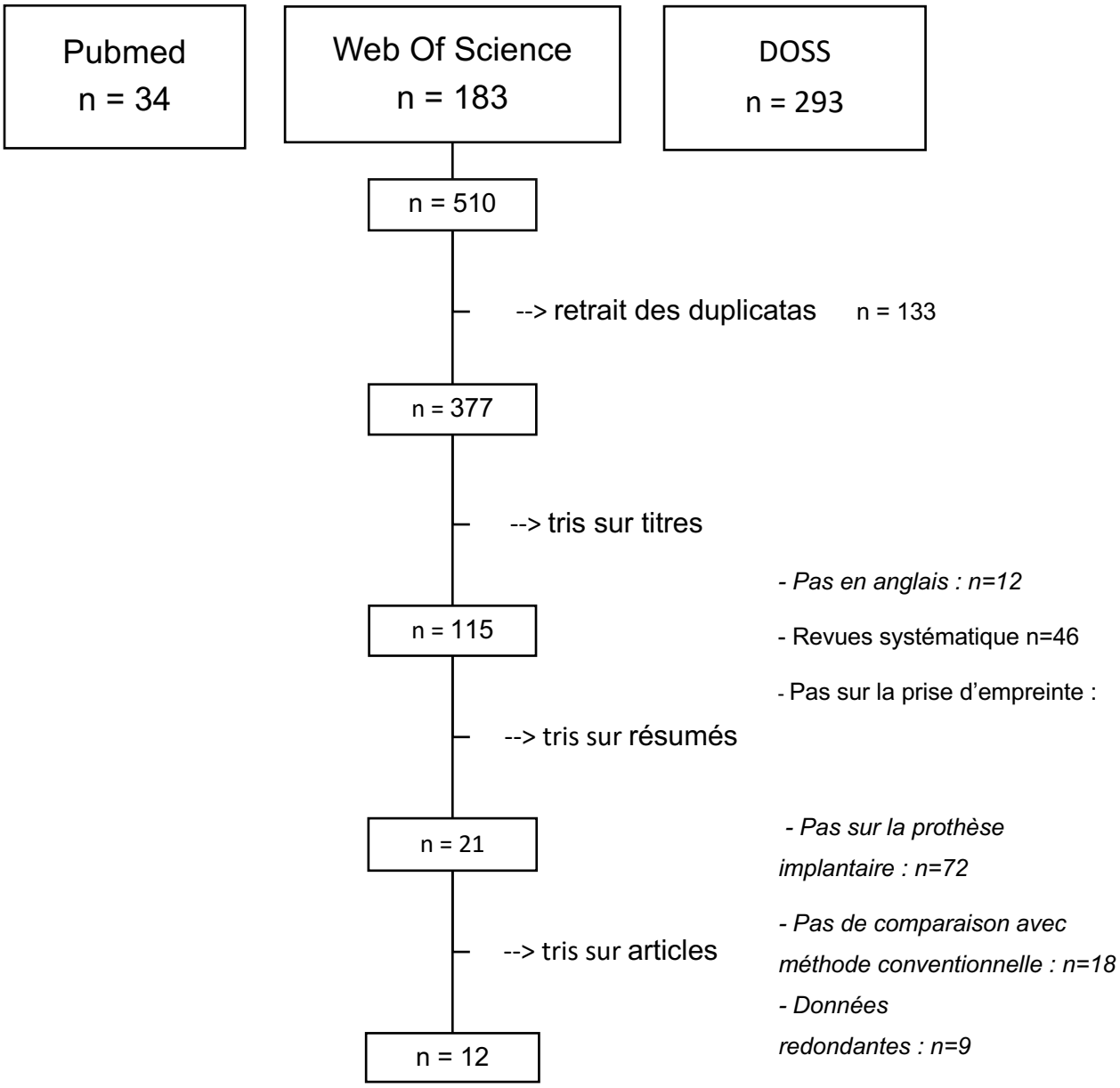



*Figure 22 : arbre de sélection et d'identification des études incluses dans la revue de la littérature scientifique (source : données personnelles, 2019)*

# 3 Résultats

À la suite de la sélection des douze articles, une analyse structurée et systématique est réalisée selon une méthodologie précise.

## 3.1 Description de l'analyse

Pour chaque article, l'objectif de l'étude est donné ainsi que les critères d'inclusions et d'exclusions. Afin de compléter cette analyse, le type de prothèse, le modèle d'implant, l'échantillon de participants sélectionnées et la taille de l'échantillon sont énoncés.

Le type d'article est aussi décrit (article original, revue de la littérature, méta-analyse, article préliminaire, article didactique, lettre à la rédaction). Tous les articles sélectionnés pour ce travail font partie de la catégorie « articles originaux ». Ce type d'articles est écrit autour d'une hypothèse de travail qui est ensuite affirmée ou infirmée selon une méthodologie précise. En effet, un article original est présenté autour des règles IMRAD :

- Introduction
- Méthodes
- Résultats
- Discussion

Les articles choisis sont donc tous présentés sous cette forme. De plus, il existe plusieurs types d'articles originaux, présentés dans le tableau ci-dessous :

*Tableau 3. Différents types d'articles originaux (d'après source : Goichot et Meyer, 2011)*

| Type d'article original | Objectif | Schéma expérimental |
|---|---|---|
| **Essai thérapeutique** | Évaluer l'efficacité d'un traitement | Essai comparatif randomisé si possible en double insu |
| **Test diagnostic** | Démontrer la viabilité et la fiabilité d'un test | Comparaison d'un nouveau test à un test de référence |
| **Recherche d'association et facteurs de risque** | Déterminer si un facteur est responsable d'un évènement | Étude de cohorte ou étude cas-témoin |
| **Étude pronostique** | Étudier le devenir des malades | Étude de cohorte |
| **Étude descriptive** | Caractériser une population | Transversale ou série de cas |

La conclusion de ces études à partir des résultats obtenus et les biais éventuels sont énoncés. En effet, pour chaque article, les auteurs arrivent à un résultat à partir des paramètres étudiés et à partir d'une méthode de mesure et de tests statistiques spécifiques.

### 3.1.1 Description des scores et questionnaires étudiés

Les résultats des études sont établis selon des scores et questionnaires types : score ASA, questionnaires PROM's etc… qui nécessitent de plus amples explications.

- Score ASA

Certaines études font référence au score ASA (American Society of Anesthesiologists) qui qualifie l'état de santé d'un patient et qui est utilisé depuis plus de 60 ans (ASA House of delegates Executive Committee, 2019).Il permet de connaître les risques de morbidité et de mortalité du patient en préopératoire. Il distingue 6 classes :

- ASA I : patient en bonne santé
- ASA II : patient avec maladie traitée, bien compensée
- ASA III : patient avec une atteinte sévère d'un système, qui limite l'activité
- ASA IV : patient avec affection invalidante, mettant en danger la vie du patient
- ASA V : patient moribond, qui ne survivrait pas plus de 24 heures à sa maladie
- ASA VI : patient en état de mort cérébral dont on prélève les organes pour une greffe

À de nombreuses reprises, les études citent l'échelle visuelle analogique ou EVA (Williamson et Hoggart, 2005) qui permet initialement de mesurer l'intensité de la douleur sur une échelle de 0 à 10 ou de 0 à 100. Pour ces études, il permet de recueillir le ressenti du patient ou de l'opérateur en utilisant le même principe que pour évaluer la douleur. Plus le participant à l'étude est satisfait plus le score est important (figure 23)

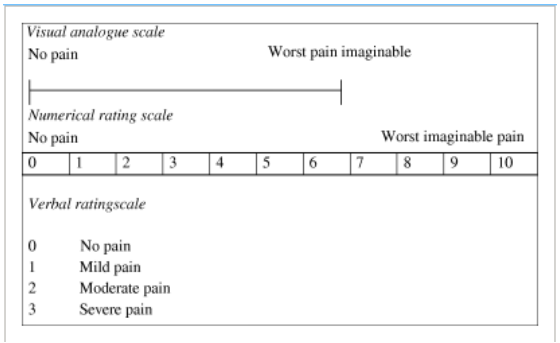



*Figure 23 : échelle visuelle analogique de la douleur (source : Williamson et Hoggart, 2005)*

- Questionnaire PROMs

Un autre type de questionnaire d'évaluation est également utilisé dans l'article 7 de cette revue de littérature : PROMs (*Patient reported outcome measures*). Ce type de questionnaire peut être traduit en français par « questionnaires d'évaluation réalisés pour les patients sur les résultats des soins et sur leur impact sur la vie globale (*quality of life* , Qol) , sur leur qualité de vie » (*Health related* Qol , HRQoL) (René AMALBERTI, 2018). Ce type de questionnaire permet de connaître en détail le vécu des soins et les symptômes des patients lors d'une étude clinique (Graham, 2016). Cela permet de modifier la stratégie thérapeutique de l'étude par la suite ou la relation médecin-patient (figure 24).

| OHIP-14 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| In the last six months | Never | Hardly ever | Occasionally | Fairly often | Very often |
| 1) Have you had trouble pronouncing any words because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 2) Have you felt that your sense of taste has worsened because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 3) Have you had painful aching in your mouth? | | | | | |
| 4) Have you found it uncomfortable to eat any foods because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 5) Have you been worried by dental problems? | | | | | |
| 6) Have you felt tense because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 7) Has your diet been unsatisfactory because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 8) Have you had to interrupt meals because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 9) Have you found it difficult to relax because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 10) Have you been a bit embarrassed because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 11) Have you been a bit irritable with other people because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 12) Have you had difficulty doing your usual jobs because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 13) Have you felt that life in general was less satisfying because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |
| 14) Have you been totally unable to function because of problems with your teeth, mouth or dentures? | | | | | |

*Figure 24 : exemple type de questionnaire PROM's (source : Miguel et coll., 2014)*

- Évaluation de l'esthétique

Certains articles évaluent l'esthétisme des restaurations prothétiques. Pour cela, un indice d'évaluation esthétique des tissus péri-implantaires ainsi que de la prothèse établi par Belser et coll., 2009 est largement utilisé dans ces études. De cet indice, découle deux sous-indices le *Pink Esthetic Score* ou PES pour évaluer les tissus mous autour de l'implant et le *White Esthetic Score* ou WES pour évaluer la restauration prothétique sur implant. Il existe cinq critères par sous-indice, chaque critère est noté par 0, 1 ou 2 points.

Pour le *Pink Esthetic Score* (figure 25) :

- critère 1 : la papille mésiale est présente de façon complète (2 points), partielle (1 point) ou alors absente (0 point)
- critère 2 : la papille distale est présente de façon complète (2 points), partielle (1 point) ou alors absente (0 point)
- critère 3 : la courbure de la muqueuse vestibulaire en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différente (2 points), faiblement différente (1 point), très différente (0 point)
- critère 4 : le niveau de la muqueuse vestibulaire en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différent (2 points) faiblement différent (1 point), très différent (0 point)
- critère 5 : la convexité radiculaire et la couleur et texture des tissus gingivaux en comparaison avec une dent controlatérale de référence ne sont pas différentes (2 points), faiblement différentes (1 point), très différentes (0 point)

Pour le *White Esthetic Score* (figure 26) :

- critère 1 : la forme de la dent prothétique en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différente (2 points), faiblement différente (1 point), très différente (0 point)
- critère 2 : le volume périphérique de la dent prothétique en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différent (2 points), faiblement différent (1 point), très différent (0 point)
- critère 3 : la couleur de la dent prothétique (teinte et saturation) en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différente (2 points), faiblement différente (1 point), très différente (0 point)
- critère 4 : l'état de surface (ou texture de surface) de la dent prothétique en comparaison avec une dent controlatérale de référence n'est pas différent (2 points), faiblement différent (1 point), très différent (0 point)
- critère 5 : la translucidité et les caractérisations de la dent prothétique en comparaison avec une dent controlatérale de référence ne sont pas différentes (2 points), faiblement différentes (1 point), très différentes (0 point)

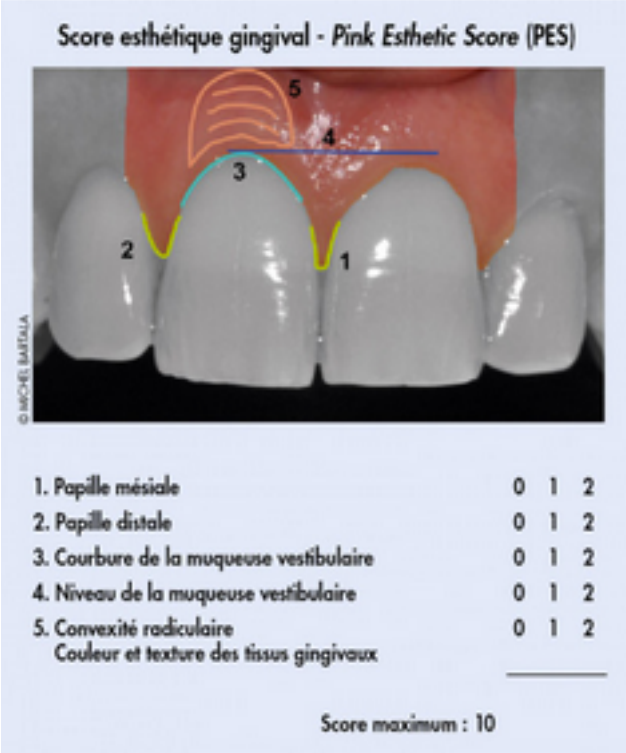



*Figure 25 : Pink Esthetic Score ou score esthétique gingival (source : Hollender., 2018)*

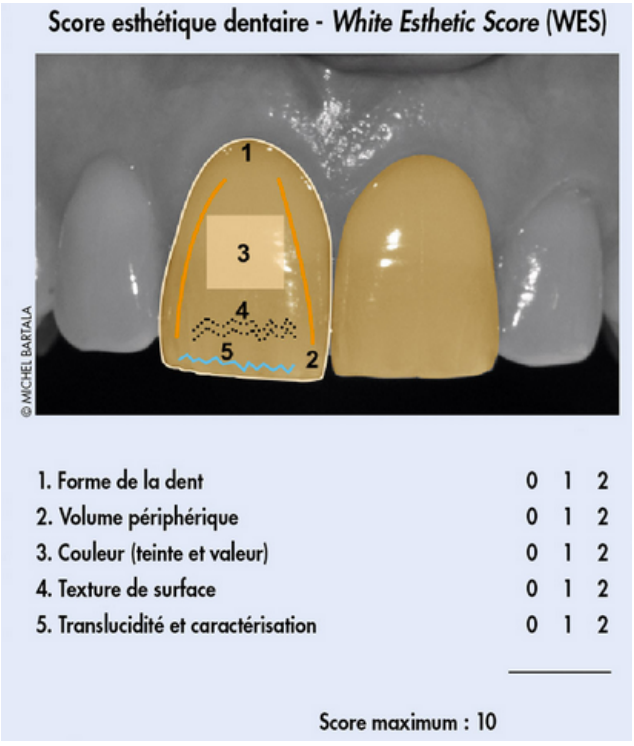



*Figure 26 : White Esthetic Score ou score esthétique dentaire (source : Hollender., 2018)*

- Évaluation de l'occlusion et des contacts proximaux

Des critères d'évaluation des points de contacts proximaux et de l'occlusion sont décrits par Syrek et coll., 2010. En effet, certains auteurs des études sélectionnées reprennent deux des trois différents critères décris pour qualifier l'occlusion et la qualité des points de contacts des restaurations prothétiques. Ces critères sont :

- pour évaluer l'occlusion de la prothèse :
    - critère 1 : occlusion jugée cliniquement excellente, occlusion équilibrée avec les dents antagonistes et adjacentes, pas de supra ou d'infra-occlusion
    - critère 2 : occlusion jugée cliniquement bonne, en occlusion avec les dents antagonistes et adjacentes mais pas d'occlusion équilibrée, pas de supra ou d'infra-occlusion
    - critère 3 : occlusion jugée cliniquement insatisfaisante, la prothèse n'est pas en occlusion (infra-occlusion)
    - critère 4 : occlusion jugée cliniquement mauvaise, la prothèse est la seule en occlusion (supra-occlusion)

- Pour évaluer les points de contact de la prothèse :
    - critère 1 : points de contact jugés cliniquement excellent, points de contacts normaux, le fil dentaire est passé aisément
    - critère 2 : points de contact jugés cliniquement bon, points de contact légèrement serrés mais le fil dentaire est quand même inséré
    - critère 3 : points de contact jugés cliniquement insatisfaisant, points de contact trop serrés, le fil dentaire ne peut pas être inséré ou points de contact léger provoquant des bourrages alimentaires
    - critère 4 : points de contact jugés cliniquement mauvais, absence de points de contact, papille inter-dentaires abîmées ou prothèse ne pouvant pas être insérée

## 3.2 Analyse des 12 articles

| **Article 1**<br>**A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques (Alsharbaty et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer la précision d'une empreinte optique réalisée avec la caméra Trios™ (3Shape™) en comparaison à deux empreintes réalisées en méthode conventionnelle (technique directe et indirecte). |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement multiple postérieur réhabilité par des implants<br>- Implants posés avec angle de divergence de 20° au maximum et/ou profondeurs de sondage péri-implantaire de 3 mm au maximum<br>- Implants de 3,8 à 4,8 mm de diamètre<br>- Implants venant du même fabricant (Implatium internal connection ; Dentium™)<br>- Consentement éclairé signé |
| **Critères d'exclusion** | Non satisfaction aux critères d'inclusion |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 36 participants |
| **Modèle d'implant** | Implant du fabricant Implatium internal connection, Dentium |
| **Type d'étude** | Article original : étude pronostique |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation de la justesse et de la précision des empreintes réalisées.<br>Cette évaluation se fait par le calcul :<br>- du déplacement rotationnel Δ θ qui représente la différence d'angulation des analogues dans l'empreinte comparée à l'angulation des implants sur les modèles de travail (calculé en degré).<br>- du déplacement linéaire Δ r qui est la différence entre la position des analogues dans l'empreinte comparée à la position des implants sur les modèles de travail (en mm).<br>- de la distance entre les deux implants Δ D (en mm). |
| **Technique**<br>**+ matériel utilisé** | Dans cette étude, 3 techniques d'empreintes sont réalisées pour chaque participant : une empreinte optique et deux empreintes conventionnelles.<br>Groupes « empreinte physico-chimique » : réalisation de 72 modèles de travail en plâtre après réalisation des empreintes conventionnelles (méthode directe et méthode indirecte) à l'aide d'un élastomère. Ces deux empreintes sont réalisées avec des transferts de hauteurs différentes :<br>- un transfert de 4mm de diamètre et de 17mm de hauteur (Pick-up Copings Dentium™) pour la méthode directe<br>- un transfert de 4mm de diamètre et de 11mm de hauteur (Transfer Copings, Dentium™) pour la méthode indirecte<br>Groupe « numérique » : obtention de 28 fichiers STL (36 fichiers prévues au départ mais 8 fichiers numériques ont été détruits et ces 8 participants ont quitté l'étude en cours) par empreinte optique avec la caméra Trios™. |

| Article 1<br>**A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques (Alsharbaty et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Utilisation d'une machine de mesure des coordonnées ou CMM (Coordinate Measuring Machine, Dea Global Hexagon Metrology) pour les empreintes conventionnelles.<br>- Mesures réalisées grâce aux fichiers STL et d'un logiciel d'évaluation 3D des empreintes optiques.<br>- Un même examinateur effectue toutes les lectures à l'aveugle.<br>- Réalisation des 3 mesures sur chaque modèle et obtention d'une moyenne des 3 mesures effectuées. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les résultats obtenus à l'aide d'un tableau.<br>Les opérateurs utilisent le logiciel SPSS v24 (IBM Corp™) pour réaliser l'analyse statistique. |
| **Résultats obtenus** | Le calcul du déplacement angulaire Δ θ a démontré que l'empreinte physico-chimique en directe est plus précise que l'empreinte en indirecte et que l'empreinte optique (la différence est significative).<br>Le calcul du déplacement linéaire Δ r a démontré que la méthode en directe est plus précise que les deux autres méthodes (la différence est significative).<br>Concernant le respect de la distance entre les deux implants soit ΔD, l'empreinte en méthode directe est la plus précise (la différence est significative). |
| **Conclusion** | L'empreinte optique est moins précise que les empreintes conventionnelles. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | - Seules 28 empreintes optiques sont sauvegardées (échantillon de plus petite taille que pour l'empreinte physico-chimique.<br>- Le scanner utilise la superposition d'image 3D obtenus en enregistrant une même zone avec des angles de prise différentes. Cette méthode de superposition d'images peut donc être la source d'erreurs.<br>- Lors d'une prise d'empreinte optique : si le scan body est mal inséré, il peut endommager les tissus mous donc l'empreinte sera moins précise. |

| Article 2<br>**Clinical Fitting and Adjustment Time for Implant-Supported Crowns Comparing Digital and Conventional Workflows (Joda et coll., 2016)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Étudier et comparer les résultats d'une restauration prothétique sur implant qui est réalisée soit par technique conventionnelle, soit par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement unitaire postérieur réhabilité par un implant<br>- Présence de dents adjacentes et antagonistes |
| **Critères d'exclusion** | Non satisfaction aux critères d'inclusion |
| **Type de prothèse** | Réalisation de 2 prothèses implantaires scellées, par participant :<br>- une prothèse en zircone réalisée par empreinte optique et par CFAO semi-directe<br>- une prothèse céramo-métallique réalisée à partir d'une empreinte physico-chimique en technique directe |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 20 participants : âge moyen 55,4 ans (de 34,7 à 72,8 ans) dont 47,4% de femmes |
| **Modèle d'implant** | Implant Tissue Level RN/WN, Straumann™ AG, Basel, Switzerland |
| **Type d'étude** | Article original : étude pronostique |
| **Paramètres étudiés** | - Évaluation de la bonne adaptation de l'ensemble pilier-restauration prothétique sur chaque modèle de travail.<br>- Calcul du nombre de paires de restauration prothétique adaptées aux deux modèles de travail.<br>- Calcul du temps de réglage de l'occlusion pour chaque prothèse. |
| **Technique + matériel utilisé** | Réalisation de 2 types d'empreintes pour chaque participant (40 modèles de travail obtenus, divisés en 2 groupes) :<br>groupe test (n=20) : enregistrement des deux arcades par empreinte optique avec la caméra intra-oral iOS iTero™. Production des modèles de travail en polyuréthane à l'aide d'un logiciel iTero Modeling puis fabrication du pilier personnalisé et de la prothèse en zircone par CFAO semi-directe.<br>groupe contrôle (n=20) : prise d'une empreinte physico-chimique en méthode directe à l'aide de polyéther et coulées des modèles de travail en plâtre puis réalisation des prothèses céramo-métalliques.<br>Toutes les prothèses sont réalisées par le même prothésiste et les étapes cliniques par une équipe dentiste/assistant(e) dentaire expérimentée. |

| Article 2<br>Clinical Fitting and Adjustment Time for Implant-Supported Crowns Comparing Digital and Conventional Workflows (Joda et coll., 2016) | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Essayage des 20 prothèses en zircone du groupe test sur les modèles en plâtre du groupe contrôle et essayage des 20 prothèses céramo-métalliques du groupe contrôle sur les modèles de travail en polyuréthane du groupe test.<br>- Enregistrement du temps nécessaire pour chaque étape clinique de correction.<br>- Vérification des contacts inter-proximaux à l'aide de fil dentaire.<br>- Correction de l'occlusion avec des fraises diamantées puis polissage.<br>- Contrôle de l'occlusion avec du papier articulé (épaisseur non précisée). |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les résultats à l'aide de diagrammes en boîte et du test statistique de Wilcoxon.<br>Les opérateurs utilisent le logiciel Software R (R-foundation™) pour réaliser l'analyse statistique. |
| **Résultats obtenus** | Toutes les prothèses implantaires ont été réalisées en deux séances.<br>Seul 15% des restaurations prothétiques soit trois paires de restauration prothétiques sont insérées sur les deux modèles de travail avec succès. Les 85% restant ne s'insèrent que sur un des deux modèles de travail.<br>Le temps moyen total de retouche des prothèses réalisées par empreinte optique (2,2 minutes) est inférieur à celui des prothèses réalisées par empreinte physico-chimique (6 minutes). |
| **Conclusion** | Les résultats montrent qu'il existe une différence significative entre les 2 types d'empreintes au niveau du temps d'ajustement des prothèses : les corrections occlusales et inter-proximales ne sont pas nécessaires ou moins nombreuses pour les restaurations prothétiques réalisées par empreinte optique et par technique CFAO. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Cette conclusion est uniquement valable pour les prothèses implantaires en zircone réalisées par empreinte optique et par CFAO semi-directe.<br>De plus, il existe une différence entre les deux matériaux de restaurations finaux (zircone et céramo-métal) ce qui peut constituer un biais. |

| Article 3<br>**Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference (Schepke et coll., 2015)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer le ressenti des patients et les temps opératoires de prise d'empreinte lors de la réalisation d'une empreinte physico-chimique et d'une empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement unitaire postérieur (une prémolaire manquante) réhabilité par un implant<br>- Consentement éclairé signé |
| **Critères d'exclusion** | - Édentement en mésial ou en distal du site implantaire<br>- Traitement orthodontique en cours lors de la prise d'empreinte<br>- Bruxisme sévère<br>- Maladie parodontale aigue<br>- Antécédent d'échec implantaire<br>- Réflexe nauséeux important<br>- Mauvais état de santé (score ASA à 3 ou >)<br>- Antécédent de radiothérapie au niveau de la tête ou du cou<br>- Douleur chronique au niveau de la face<br>- Âgé de moins de 18 ans lors de l'inclusion dans l'étude<br>- Maladie psychologique |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 50 participants : âge moyen 47,7 ans dont 66% de femmes |
| **Modèle d'implant** | Implant unitaire (Astra OsseoSpeed TX 3.5x, de 9,11 ou 13 mm de longueur, Dentsply™) |
| **Type d'étude** | Article original : étude pronostique |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation du temps opératoire nécessaire pour réaliser chaque empreinte.<br>Mesure de la satisfaction du patient lors de chaque empreinte à l'aide d'un questionnaire (questions types : vous sentez-vous à bout de souffle lors de l'empreinte ? Appréhendez-vous de recommencer l'empreinte si elle est ratée ? Ressentez-vous de l'inconfort ? Quelle empreinte préférez-vous ?). |
| **Technique +matériel utilisé** | Deux types d'empreintes sont réalisées pour chaque participant et par le même opérateur. L'ordre de prise d'empreinte est randomisé.<br>Réalisation d'une empreinte optique à l'aide du scanner Cerec™ (Omnicam, Sirona™).<br>Réalisation d'une empreinte physico-chimique en technique directe à l'aide de polyether (Impregum™, 3M™ ESPE). Puis réalisation d'une empreinte de l'arcade antagoniste et d'un mordu occlusal. |

| **Article 3**<br>**Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference (Schepke et coll., 2015)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Mesure du temps avec un chronomètre<br>- Mise en place d'un questionnaire de satisfaction pour chaque participant en utilisant une EVA (de 0 à 100) |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs utilisent plusieurs tests statistiques (t test, test de Wilcoxon) afin de comparer les résultats. |
| **Résultats obtenus** | - Le temps moyen nécessaire pour réaliser l'empreinte optique (6 minutes et 39 secondes) est deux fois moins important que le temps nécessaire pour réaliser l'empreinte physico-chimique 12 minutes et 13 secondes).<br>- La majorité des participants ont ressenti plus d'inconfort lors de la prise d'empreinte physico-chimique. De plus, ils se sont sentis essoufflés et paralysés lors de l'empreinte et ils ont appréhendé de devoir recommencer l'empreinte (en cas d'erreurs).<br>- Les participants ont préféré l'empreinte réalisée en mandibulaire plutôt qu'au maxillaire lors de l'empreinte physico-chimique.<br>- Sur les cinquante participants, 41 d'entre eux (soit 82 %) ont préféré l'empreinte optique, 5 participants (soit 10%) n'ont aucune préférence et 4 participants (8%) ont préféré la méthode conventionnelle de prise d'empreinte. |
| **Conclusion** | - L'empreinte optique est plus rapide à réaliser.<br>- 82% des participants préfèrent la prise d'empreinte optique (sensation d'essoufflement diminuée).<br>- La majorité des participants appréhendent de recommencer l'empreinte physico-chimique et se sentent paralysés durant la prise du matériau. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Cette étude ne permet pas de généraliser ses résultats puisqu'ils concernent uniquement les patients qui nécessitent la pause d'un implant afin de remplacer une prémolaire.<br>De plus, l'utilisation de questionnaire type EVA n'est pas encore validé pour mesurer la satisfaction des patients. |

| Article 4<br>**Digital versus conventional implant for partially edentulous arches : An evaluation of accuracy (Marghalani et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer la précision de deux empreintes optiques sur implant qui sont réalisées à l'aide de deux caméras optiques différentes et les comparer à une empreinte physico-chimique. |
| **Critères d'inclusion** | Utilisation de modèles de travail spécifiquement réalisés pour l'étude : une arcade mandibulaire partiellement édentée sur laquelle sont implantés 2 analogues d'implants en secteur postérieur. |
| **Critères d'exclusion** | Pas de critères d'exclusion car les modèles sont spécifiquement réalisés pour l'étude. |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | Pas de participant (étude réalisée sur 60 modèles en plâtre) |
| **Modèle d'implant** | - Deux types d'analogues d'implants sont utilisés (Replace select implant analogs RP™ ; Nobel Biocare™ et Tissue level implant analogs RN™ ; Straumann™). |
| **Type d'étude** | Article original : étude in vitro |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation de la technique d'empreinte la plus précise, en fonction de l'analogue d'implant choisi (Straumann™ ou Nobel Biocare™), entre l'empreinte par méthode conventionnelle et les deux empreintes optiques. |
| **Technique + matériel utilisé** | Soixante modèles en plâtre sont répartis en 6 groupes (n=10) :<br>- les deux premiers groupes sont obtenus par empreinte physico-chimique en technique directe à l'aide de polyéther. Obtention d'un groupe « SC » pour « Straumann empreinte physico-chimique » et d'un groupe « NC » pour « Nobel Biocare empreinte physico-chimique ». Ces deux modèles de travail sont ensuite numérisés afin de comparer les résultats aux autres groupes.<br>- les deux groupes suivants sont obtenus par numérisation des modèles en plâtre à l'aide de la caméra optique Cerec Omnicam™. Obtention d'un groupe « NO » pour « Nobel Biocare caméra Omnicam » et d'un groupe « SO » pour « Straumann caméra Omnicam ».<br>- les deux derniers groupes sont obtenus par numérisation des modèles de travail à l'aide de la caméra optique True Definition™. Obtention d'un groupe « ST » pour « Straumann caméra True definition » et d'un groupe « NT » pour « Nobel Biocare caméra True Definition ». |

| Article 4<br>**Digital versus conventional implant for partially edentulous arches : An evaluation of accuracy (Marghalani et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | Utilisation du logiciel statistique Geomagic pour superposer les fichiers STL des différents groupes obtenus et calculer les écarts-types pour chaque groupe. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs utilisent le logiciel IBM SPSS Statistic pour réaliser l'analyse statistique.<br>Les opérateurs utilisent la superposition des fichiers STL et des tableaux pour comparer les résultats. |
| **Résultats obtenus** | Pour les groupes porteurs d'un implant Nobel Biocare™ : le groupe NT possède les empreintes les plus précises (15,6 +/- 6 µm) et le groupe NC comporte le plus d'erreurs (39 +/- 18 µm).<br>Pour les groupes porteurs d'un implant Straumann™ : le groupe ST possède les empreintes les plus précises (17 +/- 5 µm) et le groupe SO comporte le plus d'erreurs (26 +/- 15 µm).<br>Lors de la comparaison entre les deux implants Nobel Biocare™ et Straumann™ :<br>- en méthode de prise d'empreinte physico-chimique, l'empreinte du système Straumann™ est plus précise que l'empreinte du système Nobel Biocare™<br>- avec la caméra Omnicam™, l'empreinte du système Nobel Biocare™ est plus précise<br>- avec la caméra True Definition™, l'empreinte du système Nobel Biocare™ est plus précise |
| **Conclusion** | Les trois techniques d'empreinte utilisées dans cette étude sont acceptables.<br>Quand les trois techniques sont comparées en utilisant le modèle de travail porteur de l'analogue d'implant NobelBiocare™ :<br>- l'empreinte la plus précise est réalisée avec la caméra True Definition™<br>- l'empreinte la moins précise est réalisée par méthode conventionnelle<br>Quand les trois techniques sont comparées en utilisant le modèle de travail porteur de l'analogue d'implant Straumann™ :<br>- l'empreinte la plus précise est réalisée avec la caméra True Definition™<br>- l'empreinte la moins précise est réalisée avec la caméra Omnicam™ |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | L'étude est réalisée in vitro (absence de salive, de mobilité du patient, de mobilité des tissus etc…).<br>La caméra True Definition™ requiert un poudrage de la zone avant l'enregistrement (contrairement à la caméra Omnicam™) ce qui peut être une source d'erreur si le poudrage n'est pas correctement réalisé.<br>La numérisation des empreintes conventionnelles (afin d'obtenir des fichiers comparables aux fichiers d'empreintes optiques) peut également être une source d'erreur supplémentaire. |

| Article 5<br>**Digital vs Conventional Workflow for Screw-Retained Single-Implant Crowns : A comparison of key considerations (Di Fiore et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer le ressenti du patient et le temps opératoire nécessaire à la réalisation d'une restauration prothétique transvissée sur implant qui est réalisée soit par technique conventionnelle, soit par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement unitaire postérieure réhabilité par un implant<br>- Consentement éclairé signé |
| **Critères d'exclusion** | Non satisfaction aux critères d'inclusions |
| **Type de prothèse** | - Pas de précision sur le type de prothèse réalisée.<br>- Réalisation de 5 prothèses par CFAO directe et de 5 prothèses par technique conventionnelle. |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 10 participants |
| **Modèle d'implant** | Pas de précision sur le type d'implant utilisé |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation du temps opératoire nécessaire pour chaque technique d'empreinte avec division de ce temps en 3 :<br>1. le temps de préparation<br>2. la prise d'empreinte<br>3. la reprise d'empreinte en cas d'erreur et de corrections nécessaires<br>Évaluation du temps de réglage occlusal et inter-proximal nécessaire pour chaque prothèse.<br>Évaluation du ressenti du patient par EVA (de 0 à 100) pour chaque prothèse. |
| **Technique +matériel utilisé** | Deux prothèses implantaires transvissées sont réalisées pour chaque participant selon deux techniques d'empreintes différentes :<br>- une empreinte optique est réalisée à l'aide de la caméra Cerec Omnicam™ (Sirona™). Le pilier implantaire en titane est utilisé comme *scanbody*. L'arcade antagoniste ainsi que l'occlusion sont enregistrées.<br>- une empreinte physico-chimique est réalisée en méthode directe à l'aide de polyéther (Impregum™, 3M ESPE™). L'empreinte de l'arcade antagoniste est réalisée ainsi qu'un mordu occlusal. |

| Article 5<br>**Digital vs Conventional Workflow for Screw-Retained Single-Implant Crowns : A Comparison of Key Considerations (Di Fiore et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Mesure du temps opératoire nécessaire pour la réalisation de chaque empreinte à l'aide d'un chronomètre<br>- Vérification des points de contacts proximaux à l'aide de fil dentaire<br>- Vérification de l'occlusion à l'aide de papier articulé<br>- Questionnaire de satisfaction avec EVA (de 0 à 100) et estimation personnelle du résultat esthétique de la prothèse |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les temps opératoires obtenus dans 2 tableaux distincts.<br>Les opérateurs comparent les résultats du questionnaire de satisfaction à l'aide des tests de Wilcoxon. |
| **Résultats obtenus** | D'après les résultats du questionnaire de satisfaction, l'empreinte optique est préférée par les participants.<br>Le score moyen de l'évaluation esthétique de la prothèse par les participants est de 73 pour celles réalisées par technique numérique et de 69 pour celles réalisées par technique conventionnelle.<br>Le temps opératoire moyen total est de 16,21 minutes pour l'empreinte optique.<br>Le temps opératoire moyen total est de 28,28 minutes pour l'empreinte physico-chimique .<br>Le temps de retouches moyen est de 118,1 secondes pour les prothèses réalisées par méthode numérique.<br>Le temps de retouches moyen est de 181,5 secondes pour les prothèses réalisées par méthode conventionnelle. |
| **Conclusion** | - La prise d'empreinte optique est plus rapide que la prise d'empreinte physico-chimique.<br>- Le temps de préparation du patient est équivalent entre les deux techniques.<br>- Pour l'adaptation occlusale et proximale, la prothèse réalisée par technique numérique est plus adaptée et nécessite donc moins de corrections au moment de la pose.<br>- Les patients ont globalement préféré l'empreinte optique en termes de confort.<br>- On n'observe pas de différence esthétique significative entre les deux types de prothèse réalisée. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Cet article ne propose pas de discussion. |

| Article 6<br>**Immediate loading of multiple splinted implants via complete digital workflow : A pilot clinical study with 1-year follow up (Jiang et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer la faisabilité, la précision et les résultats cliniques à court terme de prothèses implantaires transitoires plurales misent en fonction immédiatement et dont la prothèse est réalisée soit par technique conventionnelle, soit par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement multiple postérieur, en mandibulaire, réhabilité par des implants<br>- Épaisseur et hauteur de crête alvéolaire suffisantes<br>- Couple de serrage de 20N.cm à la pose<br>- Consentement éclairé signé<br>- Pas d'antécédents médicaux contre-indiquant la pose d'implant<br>- Les fumeurs ne sont pas exclus de l'étude<br>- Les patients nécessitant une greffe osseuse ne sont pas exclus de l'étude |
| **Critères d'exclusion** | - Édentement antérieure maxillaire<br>- Manque de largeur de crête alvéolaire ou manque de tissus kératinisés<br>- Implant dont le couple de serrage n'atteint pas 20N.cm à la pose de l'implant |
| **Type de prothèse** | Réalisation d'une prothèse transitoire en résine en vue de réaliser une prothèse d'usage en zircone (4 mois après la cicatrisation osseuse) pour chaque participant. |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 31 participants : âge moyen de 50,77 +/- 12,80 ans dont 16 femmes et 15 hommes. |
| **Modèle d'implant** | Pas de précision sur le type d'implant. |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | - Comparaison de la position du transfert (sur un logiciel 3D) après empreinte optique et conventionnelle<br>-Taux de survie des implants (le taux de survie est défini par le pourcentage d'implants qui survivent jusqu'à la fin de l'étude et qui sont considérés comme fonctionnels)<br>- Évaluation du temps opératoire nécessaire pour réaliser l'empreinte optique et du temps nécessaire à la conception de la restauration par CFAO semi-directe<br>- Évaluation du temps passé au fauteuil pour réaliser les réglages prothétiques<br>- Évaluation clinique du niveau d'os marginal présent le jour de la pose de l'implant puis à 4 mois et à 1 an |
| **Technique +matériel utilisés** | Le jour de la chirurgie implantaire, une empreinte optique est réalisée à l'aide d'une caméra optique Trios™ (3Shape™) et de *scanbodies*.<br>Les données enregistrées sont transférées au laboratoire de prothèse et les prothèses sont réalisées par CFAO semi-directe.<br>Puis 4 mois après la chirurgie implantaire et la mise en fonction des bridges provisoires, une empreinte physico-chimique (technique directe) est réalisée pour usiner le bridge d'usage en zircone. Les opérateurs procèdent alors à la numérisation de l'empreinte physico-chimique par un scanner de laboratoire (D800™, 3Shape™). |

| Article 6<br>**Immediate loading of multiple splinted implants via complete digital workflow : A pilot clinical study with 1-year follow up (Jiang et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Superposition de tous les fichiers STL (des empreintes réalisées post-chirurgie implantaire et des empreintes réalisées 4 mois après la chirurgie) et calcul des écarts de précision 3D entre les empreintes.<br>- Pas de précision sur l'évaluation du temps de prise de l'empreinte optique, de la conception par CFAO et du temps passé au fauteuil pour les réglages prothétiques.<br>- Prise de radiographies rétro-alvéolaire pour mesurer le niveau osseux le jour de la pose de l'implant puis à 4 mois et à 1 an.<br>- Contrôle de l'occlusion avec du papier articulé. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les résultats à l'aide des tests de Wilcoxon et du logiciel Geomagic Qualify™ (3D Systems™) |
| **Résultats obtenus** | La différence de précision entre l'empreinte optique versus l'empreinte physico-chimique est de 27,43+/-13,47 µm.<br>Le taux de survie des implants à 1 an est de 100%.<br>La durée de prise d'empreinte optique est de 17,90 +/- 2,77 minutes en bouche.<br>Les temps de conception CAO puis de l'usinage FAO sont respectivement de 33,24 +/- 7,18 minutes et de 36,06 +/- 5,83 minutes.<br>La durée de réglage du bridge provisoire au fauteuil et son insertion est de 14,65 +/- 4,64 minutes.<br>Le niveau d'os marginal est de -1,58 +/- 0,40 mm à 4 mois et de -1,69 +/- 0,38 mm à 1 an comparé au jour de la pose de l'implant. |
| **Conclusion** | - Il n'y a pas de différence significative de précision entre l'empreinte optique et l'empreinte physico-chimique.<br>- Cette étude montre que les deux techniques de prise d'empreinte nécessitent un temps opératoire et une main d'œuvre importantes et elles risquent surtout de contaminer le site implantaire au moment de l'empreinte.<br>- Le niveau d'os marginal reste plutôt stable radiologiquement.<br>- Dans cette étude, les deux techniques d'empreintes sont plutôt comparables. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Cette étude comporte des biais puisqu'il n'y a pas de groupe contrôle.<br>La radio translucidité des prothèses empêche de visualiser leur bonne adaptation au niveau des piliers implantaires. De plus, l'élasticité élevée de la résine des prothèses contribue à leur mauvaise adaptation sur les piliers lors du serrage de la vis. |

| **Article 7**<br>**Intrasubject comparison of digital vs conventional workflow for screw-retained single-implant crowns : Prosthodontic and patient-centered outcomes (Delize et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer et comparer les résultats prothétiques et le ressenti des patients dont la restauration prothétique transvissée en céramique sur implant est réalisée soit par technique conventionnelle, soit par technique numérique. |
| **Critères d'inclusion** | - Non-fumeur<br>- En bonne santé (ASA I)<br>- Édentement unitaire postérieur réhabilité par un implant<br>- Âge supérieure à 18 ans<br>- Site implantaire cicatrisé depuis 12 semaines au moins<br>- Présence de dents antagonistes<br>- Absence de diastème avec au moins un contact en mésial |
| **Critères d'exclusion** | Participant exclu de l'étude s'il est impossible de réaliser une prothèse implantaire transvissée à cause de la position de l'implant |
| **Type de prothèse** | Réalisation d'une prothèse monolithique en zircone par CFAO semi-directe.<br>Réalisation d'une prothèse en zircone stratifiée de céramique par technique conventionnelle. |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 31 participants : âge moyen de 47,5 +/- 10,4 ans dont 21 femmes et 10 hommes |
| **Modèle d'implant** | Implant Bone-Level (V3 *or* C1, MIS Implants Technologies™, Barlev Industrial Park) |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | - Évaluation de la préférence et du ressenti du participant par un questionnaire type « *patient-reported-outcome-measures* » ou PROMs et à l'aide d'une EVA (de 1 à 10).<br>- Évaluation de l'adaptation prothétique (points de contacts, occlusion) et du résultat esthétique des prothèses réalisées. |
| **Technique +matériel utilisé** | Réalisation d'une empreinte optique puis d'une empreinte physico-chimique lors de la même séance et pour chaque participant à l'étude :<br>- technique numérique (groupe test) **:** les empreintes optiques sont réalisées à l'aide de la caméra Trios2 ™ (3Shape™).<br>- technique conventionnelle (groupe contrôle) : les empreintes sont réalisées en méthode indirecte à l'aide d'un silicone (Imprint 4 impression materials™, 3M™). Le modèle de travail est ensuite scanné. |

| Article 7<br>**Intrasubject comparison of digital vs conventional workflow for screw-retained single-implant crowns : prosthodontic and patient-centered outcomes (Delize et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Une EVA est utilisée pour obtenir le ressenti des patients après chaque empreinte. Ce ressenti est évalué lors des deux rendez-vous.<br>- Les points de contacts proximaux sont vérifiés à l'aide de fil dentaire en utilisant les critères décrits par Syrek et coll., 2010.<br>- L'occlusion statique et l'occlusion dynamique sont évaluées à l'aide de papier articulé (40µm) en utilisant les critères décrits par Syrek et coll., 2010.<br>- Évaluation du WES selon Belser et coll., 2009 par les opérateurs et les participants (à l'aide d'une EVA pour ces derniers). |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les résultats obtenus à l'aide de tableaux et de diagrammes.<br>L'analyse statistique est réalisée avec le logiciel SAS v9.4 et les diagrammes sont réalisés avec le logiciel R v3.5. |
| **Résultats obtenus** | - 96,8% (échec d''insertion de la prothèse chez un participant) des restaurations prothétiques du groupe test sony™ réalisées avec succès (les prothèses sont insérées avec succès en 2 séances cliniques) contre 100.0% des restaurations prothétiques du groupe contrôle.<br>- L'analyse de l'occlusion montre des résultats comparables entre les deux groupes avec 90.0% des prothèses qui possèdent une occlusion excellente ou une bonne occlusion selon les critères de Syrek et coll.<br>- Les points de contacts sont bons ou excellents à plus de 80,0%.<br>- Le ressenti et le confort du patient sont supérieurs dans le groupe test.<br>- Le WES global soit le score esthétique est plus élevé pour le groupe contrôle. |
| **Conclusion** | - Les deux techniques ont permis la réalisation de prothèses implantaires transvissées en deux rendez-vous.<br>- Les deux prothèses sont prophétiquement satisfaisantes (points de contacts et occlusion satisfaisants).<br>- D'un point de vue esthétique, la méthode conventionnelle montre de meilleurs résultats.<br>- Au niveau de la prise d'empreinte, les patients ont préféré l'empreinte optique. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Les mesures réalisées dans cette étude sont subjectives, les paramètres sont toujours évalués dans le même ordre : empreinte optique puis empreinte physico-chimique.<br>L'étude n'a pas été randomisée ou réalisée en double-aveugle, les opérateurs ont pu différencier les deux types de prothèses implantaires réalisées au moment des analyses. |

| Article 8<br>**Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns : A within-subject comparison (Mühlemann et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer la précision de la position des analogues d'implant sur des modèles de travail qui sont réalisées soit par technique conventionnelle, soit par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Édentement unitaire postérieur réhabilité par un implant<br>- Âge supérieure à 18 ans<br>- Indice de plaque et indice de saignement gingival inférieures à 25 %<br>- Pas de maladie parodontale<br>- Présence de dents antagonistes et adjacentes saines ou porteuses de restaurations prothétiques correctes<br>- Consentement éclairé signé |
| **Critères d'exclusion** | Non satisfaction aux critères d'inclusion |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 5 participants : âge moyen de 51,4 ans (allant de 24 à 68 ans) |
| **Modèle d'implant** | Pas de précision sur le type d'implant |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation de la précision moyenne de l'empreinte par analyse du bon alignement du scan body (zone d'intérêt) avec la dent adjacente (position de référence) pour chaque empreinte. |
| **Technique + matériel utilisé** | Un praticien expérimenté réalise toutes les empreintes.<br>Chaque implant est scanné par 3 caméras optiques différentes :<br>- iTero Cadent™ : groupe dit « ITE »<br>- Lava True Definition™ : groupe dit « LTD »<br>- Trios 3Shape™ : groupe dit «TRI »<br>Un groupe contrôle désigné par « CON » pour empreinte physico-chimique : l'empreinte physico-chimique est réalisée en technique indirecte à l'aide de polyéther. |

| Article 8<br>**Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns : A within-subject comparison (Mühlemann et coll., 2018)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | Toutes les empreintes (y compris les empreintes conventionnelles) sont enregistrées sous format STL.<br>Les dents adjacentes servent de référence afin de savoir si l'alignement des dents en bouche est correctement enregistré par les empreintes.<br>Les différentes empreintes sont superposées afin de caractériser les différences, à l'aide du logiciel Geomagic™. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les résultats en utilisant Excel et réalisent l'analyse statistique à l'aide du logiciel R™ (R Foundation for Stastistical Computing™). |
| **Résultats obtenus** | L'empreinte réalisée avec la caméra iTero™ est la plus précise suivie de l'empreinte réalisée avec le scanner Trios et enfin l'empreinte enregistrée par le scanner True definition™ :<br>- mesure de l'alignement obtenu du groupe ITE : 57,2 +/- 32,6 µm<br>- mesure de l'alignement obtenu du groupe TRI : 88,6 +/- 46,0 µm<br>- mesure de l'alignement obtenu du groupe LTD : 176,7 +/- 120,4 µm<br>La différence est significative concernant la position de l'implant par rapport à la dent adjacente sur les empreintes réalisées avec la caméra Trios™ par rapport aux empreintes réalisées avec la caméra True definition™.<br>L'empreinte physico-chimique est significativement plus précise que les empreintes optiques (32,7 +/- 11,6 µm). |
| **Conclusion** | L'empreinte physico-chimique permet un enregistrement plus précis de la position de l'implant. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Les biais peuvent être dû aux étapes réalisées manuellement : le scan body et l'analogue de l'implant sont positionnés par les opérateurs pour l'empreinte optique.<br>La précision de l'empreinte physico-chimique peut également s'expliquer par l'utilisation de l'analogue d'implant coulé directement dans le modèle de travail en plâtre.<br>Le faible nombre de participants ne permet pas de généraliser l'étude au plus grand nombre. |

| Article 9<br><br>**Comparative study between an Immediate Loading Protocol Using the Digital Worflow and a Conventional Protocol for Dental Implant Treatment : A Randomized Clinical Trial (Rattanapanich et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer le taux de survie d'un implant, son niveau d'os marginal et la satisfaction du patient sur une prothèse implantaire mis en fonction immédiatement dont la prothèse est réalisée soit par technique conventionnelle, soit par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Âge supérieur à 20 ans<br>- Édentement postérieur unitaire réhabilité par un implant<br>- Site implantaire scicatrisé depuis 4 mois<br>- Dents antagonistes et adjacentes présentes et en occlusion<br>- Pas de contre-indication à l'intervention chirurgicale<br>- Non-fumeurs ou moins de 10cig/jour au cours des 5 dernières années<br>- Bonne hygiène bucco-dentaire<br>- Consentement éclairé signé<br>- Possibilité pour le participant de se libérer pour au moins 6-7 rendez-vous.<br>- Pas de pathologies des tissus durs ou mous et état bucco-dentaire sain<br>- Tissus mous sains et muqueuse kératinisée épaisse (4 mm au moins)<br>- Os péri-implantaire présent en quantité suffisante (au moins 6 mm de largeur et 12 mm d'épaisseur) permettant d'éviter les greffes osseuses |
| **Critères d'exclusion** | - Malade et susceptible d'abandonner l'étude en cours<br>- Prise d'antibiotiques ou de stéroïdes<br>- Troubles de la coagulation ou un taux insuffisant de globules blancs<br>- VIH<br>- Risque hémorragique élevé (ASA)<br>- Fumeur de plus de 10 cig/jour ou participant alcoolique<br>- Antécédents de radiothérapie au niveau de la mâchoire ou du cou<br>- Femmes enceintes<br>- Hygiène bucco-dentaire insuffisante<br>- Absence de compliance |
| **Type de prothèse** | Réalisation d'une prothèse transitoire par CFAO semi-directe avec mise en fonction immédiate de l'implant.<br>Réalisation d'une prothèse en zircone par technique conventionnelle. |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 50 participants : âge moyen de 50,38 ans dont 38 femmes et 12 hommes. |
| **Modèle d'implant** | Implant unitaire Bone-Level (NDI, PW Plus™) diamètre 4,2 mm et longueur10 mm |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | - Évaluation du succès implantaire après 12 mois de cicatrisation baséé sur les critères de la conférence de Pisa de 2007 : implant fonctionnel, absence de douleurs ou de sensibilités, absence de mobilité de l'implant, perte osseuse inférieure à 2 mm à la suite de la pose d'implant (évaluation radiographique), absence d'exsudat.<br>- Évaluation radiographique de la quantité osseuse péri-implantaire à 3, 6 et 12 mois.<br>- Évaluation de la satisfaction du patient, concernant les restaurations prothétiques, le jour de la pose et 12 mois après la pose de l'implant. |
| **Technique +matériel utilisé** | - Groupe ILD (Immediate Loading using Digital group) 25 participants : réalisation de l'empreinte optique avec la caméra Cerec Omnicam. Réalisation de la prothèse par technique CFAO semi-directe et mise en charge immédiate de l'implant.<br>- Groupe CL (Conventional Loading group) 25 participants : réalisation d'une empreinte physico-chimique sur les 25 autres participants après une période de cicatrisation (3 mois) du site implantaire. |

| Article 9<br><br>**Comparative study between an Immediate Loading Protocol Using the Digital Worflow and a Conventional Protocol for Dental Implant Treatment : A Randomized Clinical Trial (Rattanapanich et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - La stabilité de l'implant est mesurée dans les deux groupes ILD et CL. Cette mesure permet de connaitre la stabilité de l'implant (cette valeur est mesurée en ISQ qui signifie Quotient de Stabilité de l'Implant à l'aide d'une sonde et d'une échelle allant de 1 à 100, les valeurs inférieures à 60 ISQ montrent une stabilité critique de l'implant).<br><br>- Le niveau osseux marginal est comparé entre chaque groupe à l'aide d'un mordu occlusal et d'une radiographie rétro-alvéolaire réalisée avec un angulateur. La première radiographie rétroalvéolaire est réalisée à la pose de l'implant pour le groupe ILD. Les radiographies de l'implant du groupe CL servent de référence lors de la comparaison.<br><br>- Un questionnaire comportant 11 questions (avec une EVA allant de 0 à 100) est proposé à 12 mois en post-opératoire pour déterminer la satisfaction de chaque participant. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les valeurs du quotient de stabilité ISQ sont comparées à l'aide d'un tableau.<br><br>Le niveau osseux des deux groupes est comparé à l'aide de graphique.<br><br>Les opérateurs utilisent des tableaux pour comparer les résultats des questionnaires de satisfaction. |
| **Résultats obtenus** | Le quotient de stabilité implantaire est en moyenne de 78,26 +/- 4,09 dans le groupe ILD et de 73,74+/- 5,14 dans le groupe CL. L'implant est donc plutôt stable dans les deux groupes.<br><br>Le niveau osseux marginal n'est pas significativement différent entre les deux groupes.<br><br>Concernant le questionnaire de satisfaction des patients, la première question donne des résultats statistiquement différents entre les 2 groupes. Le groupe CL préfère attendre 3 mois de cicatrisation avant de recevoir la prothèse puisqu'ils angoissent à l'idée de mâcher sur une zone non cicatrisée.<br><br>Concernant les résultats des 10 autres questions, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes mais le détail des questions n'a pas été donné. |
| **Conclusion** | - Le succès prothétique de cette étude est de 100% pour les deux groupes (pas d'échec prothétique, ni de complications en post-opératoires).<br><br>- Le niveau d'os marginal reste plutôt stable.<br><br>- La réalisation de l'empreinte optique et la mise en fonction immédiate de l'implant n'ont pas d'influence sur le niveau d'os marginal.<br><br>- Pas de différence significative quant à la satisfaction du patient entre les 2 groupes (prix, prononciation, nettoyage de la prothèse et les attentes du patient), sauf pour la première question au sujet de la mise en charge immédiate de l'implant, puisque les patients redoutent de mastiquer sur la prothèse alors que l'implant vient tout juste d'être posé. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Dans cette étude, le niveau osseux marginal est contrôlée sur une année uniquement. Des études similaires font suivre leur patient sur plus de 5 ans (Engelhardt et coll., 2015). |

| Article 10<br>**Influence of Intra-Oral Scanner (I.O.S) on The Marginal Accuracy of CAD/CAM Single Crowns (Ferrini et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer la qualité de reproduction de la limite cervicale d'un pilier prothétique d'implant par empreinte optique à l'aide de 8 scanners différents. |
| **Critères d'inclusion** | Utilisation de modèles de travail spécifiquement réalisés pour l'étude : arcade maxillaire avec édentement postérieur unitaire compensé par un implant et son pilier prothétique |
| **Critères d'exclusion** | Pas de critères d'exclusion car les modèles sont spécifiquement réalisés pour l'étude |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | Pas de participant à l'étude (étude réalisée sur 72 modèles) |
| **Modèle d'implant** | Pas de précision sur le type d'implant |
| **Type d'étude** | Article original : étude in vitro |
| **Paramètres étudiés** | Évaluation de la précision de l'empreinte optique pour enregistrer les limites marginales du pilier prothétique (le but étant de réaliser la future restauration prothétique unitaire à partir de cette empreinte du pilier implantaire) |
| **Technique +matériel utilisé** | Le modèle de travail est scanné par 8 caméras différentes :<br>- Cerec Omnicam™ (Dentsply Sirona™)<br>- CS3500™ (Carestream Dental™)<br>- CS3600™ (Carestream Dental™)<br>- True Definition Scanner™ (3M™)<br>- DWIO™ (Dental Wings™)<br>- PlanScan™ (Planmeca Oy™)<br>- 3D PROGRESS™ Plus (MHT™)<br>- Trios 3™ (3Shape™)<br>Les opérateurs réalisent neuf empreintes avec chaque caméra. Ils obtiennent ainsi 72 empreintes et donc 72 modèles de travail. Il réalise ensuite 72 chapes en zircone par CFAO. L'adaptation des chapes aux modèles est analysée 8 fois (en mésial, distal, palatin/linqual et vestibulaire et quatres points d'analyses intermédiaires de ceux susmentionnés) à l'aide d'un microscope électronique à balayage. Les opérateurs effectuent trois lectures de chaque analyse. |

| Article 10<br>**Influence of Intra-Oral Scanner (I.O.S) on The Marginal Accuracy of CAD/CAM Single Crowns (Ferrini et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | Les opérateurs évaluent l'adaptation des 72 chapes en zircone sur les modèles de travail au niveau des limites marginales. Cette évaluation est réalisée à l'aide d'un microscope électronique à balayage (qui permet d'obtenir 576 points d'analyse).<br>À partir de ces points d'analyse, l'opérateur obtient une valeur moyenne en µm, un écart-type (SD) et une valeur médiane pour chaque scanner. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs réalisent les comparaisons à l'aide d'un tableau, de tests statistiques et d'un logiciel statistique SPSS 14.<br>Les opérateurs comparent les 8 caméras optiques à l'aide d'un diagramme en boîte |
| **Résultats obtenus** | L'analyse au microscope permet d'obtenir :<br>- une valeur moyenne totale de 53,45 µm pour l'adaptation des chapes au niveau des limites marginales (SD 30,52, Médiane 50)<br>- pour la caméra PlanScan™, la valeur moyenne est de 40,04 µm (SD 18,90, Médiane 38,50)<br>- pour la caméra 3D PROGRESS™ Plus, la valeur moyenne est de 40,20 µm (SD 21,91, Médiane 37,50)<br>- pour la caméra True Definition™, la valeur moyenne est de 40,82 µm (SD 26,19, Médiane 39)<br>- pour la caméra CS3500™, la valeur moyenne est de 54,82 µm (SD 28,86, Médiane 52)<br>- pour la caméra CS360™, la valeur moyenne est de 59,67 µm (SD 28,72, Médiane 55)<br>- pour la caméra Cerec Omnicam™, la valeur moyenne est de 61,57 61,57µm (SD 38,59, Médiane 52)<br>- pour la caméra optique DWIO™, la valeur moyenne est de 62,49 µm (SD 31,54, médiane 58)<br>- pour la caméra optique Trios 3™, la valeur moyenne est de 67,95 µm (SD 30,41, Médiane 63). |
| **Conclusion** | Cette étude montre que les caméras optiques les plus performantes sont les caméras PlanScan™, 3D PROGRESS™ Plus et True Definition™ sans différence significative. Une différence significative existe entre ces trois caméras et les cinq autres caméras de l'étude.<br>Cette étude montre toutefois que les caméras optiques étudiées permettent un enregistrement précis de la situation en bouche. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | D'après l'étude, l'alliage (Co-Cr) utilisé pour imiter un pilier implantaire sur le modèle de travail n'est pas le matériau idéal pour réaliser une empreinte optique mais l'étude ne donne pas plus de précision à ce sujet.<br>L'étude est réalisée in vitro (absence de salive, de mobilité du patient, de mobilité des tissus etc…). |

| Article 11<br>**Time Efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement : A double-blind self-controlled clinical trial (Pan et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Évaluer le temps opératoire et le temps de conception au laboratoire d'une prothèse sur implant mis en fonction immédiatement dont la prothèse est réalisée soit par empreinte physico-chimique, soir par empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | - Âge supérieur à 18 ans<br>- Édentement unitaire postérieur encastré réhabilité par un implant<br>- Site implantaire cicatrisé depuis au moins 3 mois<br>- Os présent en quantité suffisante ; minimum 10 mm de hauteur et 6 mm de largeur<br>- Espace prothétique suffisant (hauteur de 5 mm, distance mésio-distale de 6 mm)<br>- Participant disposé à recevoir un implant |
| **Critères d'exclusion** | - Contre-indications locales ou systémiques à la pose d'implant<br>- Participant fumeur de plus de 10 cigarettes par jour<br>- Nécessité de greffe osseuse ou d'un traitement parodontal |
| **Type de prothèse** | Réalisation de deux prothèses implantaires monolithiques en zircone par participant :<br>- une prothèse fabriquée par CFAO semi-directe<br>- une prothèse fabriquée par CFAO indirecte |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 40 participants : âge moyen de 45,1 ans dont 21 femmes et 19 hommes. |
| **Modèle d'implant** | Deux types d'implant : un groupe avec un implant *Bone level* (Straumann Bone Level™, Institut Straumann™ AG) et un groupe avec un implant *Tissue level* (Straumann Tissue Level™, Institut Straumann™ AG) |
| **Type d'étude** | Article original : étude pronostique |
| **Paramètres étudiés** | - Évaluation du temps opératoire nécessaire à la réalisation des empreintes<br>- Évaluation du temps de fabrication au laboratoire (temps de travail du prothésiste)<br>- Évaluation de l'adaptation des prothèses : vérification des points de contacts proximaux, de l'occlusion et du temps nécessaire à l'insertion de la prothèse<br>- Évaluation du ressenti de chaque participant concernant l'esthétique et le confort de la prothèse |
| **Technique +matériel utilisé** | Les deux techniques d'empreintes sont réalisées pour chaque participant :<br>Groupe test « Model-free digital workflow » : l'empreinte est réalisée par la caméra Trios™ (3Shape™), le jour de la pose de l'implant et le scan body est vissé manuellement sur l'implant. L'empreinte de l'arcade antagoniste et le mordu ont été réalisés à l'examen clinique initial. Pour le groupe digital workflow, les données des empreintes sont transférées numériquement sur le logiciel de CAO (3Shape Designer™, 3Shape™ A/S) et les prothèses sont réalisées par CFAO semi-directe.<br>Groupe contrôle « model-based hybrid workflow » : réalisation des empreintes conventionnelles en méthode indirecte 3 mois après la pose de l'implant. Les empreintes sont coulées en plâtre. Ainsi Les modèles et l'occlusion sont numérisés par le scanner de laboratoire (3Shape™ D2000, 3Shape™ A/S) et les prothèses sont réalisées par CFAO indirecte. |

| Article 11<br>**Time Efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement : A double-blind self-controlled clinical trial (Pan et coll., 2019)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | - Les temps sont mesurés à l'aide d'un chronomètre (LOEASE) par un investigateur indépendant qui est informé du protocole avant le début de l'étude.<br>- Les points de contacts proximaux sont évalués à l'aide de fil dentaire et l'occlusion avec du papier à articuler. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les opérateurs comparent les données à l'aide de tableaux Excel et réalisent l'analyse statistique avec le logiciel SPSS™ (IBM SPSS Statistics v22, IBM™ Corps) |
| **Résultats obtenus** | Le temps total passé au fauteuil inclut le temps de prise d'empreinte et la pose de la prothèse :<br>- groupe test : 23,2 min<br>- groupe contrôle : 25,7 min<br>Le temps de réalisation de l'empreinte optique est plus rapide. Il est de 10,9 min en moyenne, comparée à l'empreinte physico-chimique qui est de 14,3 min en moyenne.<br>Le temps de conception au laboratoire est plus rapide pour l'empreinte optique :<br>- groupe test : 13,6 min<br>- groupe contrôle : 29,9 min<br>Un réglage occlusal a été nécessaire pour 34 prothèses du groupe test contre 27 du groupe contrôle.<br>Un réglage des points de contact interproximaux est nécessaire pour 28 prothèses du groupe test contre 15 du groupe contrôle.<br>Six prothèses implantaires du groupe test et 5 prothèses implantaire du groupe contrôle n'ont pas pu être posées sans passer par une étape supplémentaire de corrections (au laboratoire de prothèses).<br>Douze prothèses du groupe contrôle ont pu être insérées sans corrections occlusales ou interproximales contre seulement 4 du groupe test.<br>Il n'existe pas de différence significative entre les deux groupes concernant le temps d'insertion des prothèses au fauteuil. |
| **Conclusion** | Cette étude montre que les temps cliniques et de laboratoires sont plus courts pour la méthode de prise d'empreinte par caméra optique.<br>La qualité des prothèses implantaires est similaire pour les deux méthodes de travail. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Le temps de prise d'empreinte du groupe test inclut les deux premiers rendez-vous et pas uniquement la prise d'empreinte.<br>Les résultats de cette étude ne sont valables que pour les implants de la marque Straumann™.<br>Dans cette étude, les étapes de finition de la fabrication de la prothèse ne sont pas inclues dans le temps de laboratoire (compter environ 20,4 minutes). |

| **Article 12:**<br>**Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions : a randomized controlled trial (Joda et coll., 2017)** | |
|---|---|
| **Objectif de travail** | Analyser le temps opératoire nécessaire, les difficultés rencontrées et la préférence de l'opérateur lors de la réalisation d'une empreinte physico-chimique et d'une empreinte optique. |
| **Critères d'inclusion** | Dans cette étude, 100 opérateurs sont sélectionnés selon leur expérience clinique :<br>- 50 étudiants sans aucune expérience clinique<br>- 50 dentistes "qualifiés" travaillant en libéral ou à la faculté dentaire avec au minimum 1 an d'expérience clinique |
| **Critères d'exclusion** | Non satisfaction aux critères d'inclusions |
| **Type de prothèse** | Pas de prothèse réalisée |
| **Donnés et taille de l'échantillon** | 100 opérateurs sont sélectionnés : âge moyen 31, 4 ans dont 46 % de femmes et 54% d'hommes |
| **Modèle d'implant** | Implant unitaire bone-level (Straumann™ BL RC, Institut Straumann AG, Basel, Switzerland) |
| **Type d'étude** | Article original |
| **Paramètres étudiés** | - Évaluation du temps opératoire de chaque empreinte<br>- Évaluation du temps supplémentaire pour corriger les erreurs sur chaque empreinte<br>- Évaluation du ressenti de l'opérateur à l'aide d'un questionnaire et d'une EVA : préférence et difficultés rencontrés |
| **Technique +matériel utilisé** | Les participants ont d'abord visionné une vidéo explicative des deux techniques d'empreinte avant de les réaliser.<br>Pour l'empreinte optique : réalisation de l'empreinte avec le scanner intra oral Trios™ Pod System (3Shape™). Les opérateurs enregistrent la position de l'implant et au minimum les deux dents adjacentes (en mésial et distal).<br>Pour l'empreinte physico-chimique **:** réalisation de l'empreinte par technique directe à l'aide d'un matériau polyéther. |

| **Article 12:**<br>**Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions : a randomized controlled trial (Joda et coll., 2017)** | |
|---|---|
| **Méthode de mesure et de comparaison** | Le temps est mesuré par un seul observateur.<br>Le temps opératoire mesuré pour l'empreinte optique comprend : la préparation du logiciel du scanner intra oral, l'insertion du scan body, le temps d'enregistrement de l'empreinte et le retrait du scan body.<br>Le temps opératoire mesuré pour l'empreinte physico-chimique comprend : l'insertion du transfert sur l'implant, la préparation du porte-empreinte, la prise d'empreinte avec préparation du matériel d'empreinte, la désinsertion de l'empreinte.<br>L'évaluation de la difficulté entre les deux techniques se fait à l'aide d'une échelle EVA (de 0 à 100).<br>L'évaluation de l'efficacité et de la préférence entre les deux techniques se fait à l'aide d'un questionnaire à trois réponses possibles. |
| **Test statistiques et schéma de comparaison** | Les évaluateurs comparent les résultats obtenus à l'aide de diagrammes et réalisent l'analyse statistique avec le logiciel R v3.2.2. |
| **Résultats obtenus** | Le temps total de travail chez les étudiants est de :<br>- 5,01 min (+/-1,56) avec le scanner intra oral<br>- 12,03 min (+/-2,00) pour l'empreinte physico-chimique<br>Le temps total de travail pour les chirurgiens-dentistes est de :<br>- 4,43 min (+/-1,34) avec le scanner intra oral<br>- 10,09 min (+/-1,15) pour l'empreinte physico-chimique<br>Sur l'EVA, le niveau de difficulté pour la caméra intra orale est de :<br>- 70,3 (+/- 23,6) chez les étudiants<br>- 74,8 (+/- 21,4) pour les chirurgiens-dentistes<br>Sur l'EVA, le niveau de difficulté pour l'empreinte physico-chimique est de :<br>- 45,5 (+/- 21,8) pour les étudiants<br>- 69,9 (+/- 22,5) chez les chirurgiens-dentistes. |
| **Conclusion** | Il existe une différence significative au niveau du temps de travail entre les deux techniques : l'empreinte optique est plus rapide à réaliser.<br>88% des étudiants et 64 % des dentistes trouvent la caméra intra-orale plus efficace que l'empreinte physico-chimique.<br>76 % des étudiants et 26 % des dentistes préfèrent la technique de prise d'empreinte optique. |
| **Biais selon les auteurs de l'étude** | Le manque d'expérience des étudiants en empreinte physico-chimique explique en partie leur préférence pour l'empreinte optique contrairement aux praticiens.<br>L'étude suppose que l'empreinte optique est mieux réalisée grâce à la vidéo de présentation du scanner et du logiciel utilisé.<br>L'étude est réalisée in vitro (absence de salive, de mobilité du patient, de mobilité des tissus etc…). |

# 4 Discussions

Les principaux paramètres étudiés dans ces articles vont être présentés, comparés puis discutés.

Tout d'abord, nous allons analyser le temps opératoire de prise d'empreinte puis la satisfaction du patient, la précision et la justesse de reproduction de la situation en bouche dans l'empreinte et enfin le temps de retouches et de réglages de la prothèse.

Pour rappel, les articles de cette analyse sont numérotés comme suit :

- l'article **1** de **Alsharbaty et coll.** datant de **2019**
- l'article **2** de **Joda et coll.** datant de **2016**
- l'article **3** de **Schepke et coll.** datant de **2015**
- l'article **4** de **Marghalani et coll.** datant de **2018**
- l'article **5** de **Di Fiore et coll.** datant de **2018**
- l'article **6** de **Jiang et coll.** datant de **2019**
- l'article **7** de **Delize et coll.** datant de **2019**
- l'article **8** de **Mühlemann et coll.** datant de **2018**
- l'article **9** de **Rattanapanich et coll.** datant de **2019**
- l'article **10** de **Ferrini et coll.** datant de **2019**
- l'article **11** de **Pan et coll.** datant de **2019**
- l'article **12** de **Joda et coll.** datant de **2017**

### 4.1 Temps opératoire de prise d'empreinte

Le temps opératoire des empreintes physico-chimiques comprend la somme du temps de préparation du matériau à empreinte, de l'insertion du porte-empreinte, du temps de prise du matériau en bouche ainsi que la prise d'empreinte de l'arcade antagoniste et du mordu occlusal si nécessaire.

Le temps opératoire des empreintes optiques correspond à la somme du temps de démarrage du logiciel de la caméra optique, du poudrage de la zone à enregistrer si besoin, de l'enregistrement des tissus mous et de la zone à restaurer ainsi que des dents antagonistes et de l'occlusion.

Dans cette analyse, sur les cinq articles (l'article 3 de Schepke et coll., l'article 5 de Di Fiore et coll., l'article 6 de Jiang et coll., l'article 11 de Pan et coll. et l'article 12 de Joda et coll.) qui étudient ce paramètre (tableau 4), quatre articles concluent que l'empreinte optique est plus rapide (entre 4 minutes et 43 secondes pour le plus rapide et 16 minutes et 21 secondes pour le moins rapide) que l'empreinte physico-chimique (entre 10 minutes et 09 secondes et 28 minutes et 28 secondes). Seul l'article 6 (Jiang et coll., 2019) n'arrive pas à cette conclusion puisque les auteurs calculent uniquement le temps de prise de l'empreinte optique qui est de 17 minutes et 90 secondes (+/- 2,77 minutes) sans donner le résultat du temps opératoire nécessaire à la prise d'empreinte physico-chimique.

*Tableau 4. Synthèse des résultats concernant les paramètres temps des études concernées (en gras, méthode la plus rapide), (source : données personnelles, 2020)*

| | Article 3 | Article 5 | Article 6 | | Article 11 | Article 12 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Temps opératoire empreinte optique** | **6 min 39 sec** | **16 min 21 sec** | 17,90 +/- 2,77 min | | **10,9 min** | Pour les étudiants : **5,01 min** | Pour les dentistes : **4,43 min** |
| **Temps opératoire empreinte physico-chimique** | 12 min 13 sec | 28 min 28 sec | / | | 14,3 min | Pour les étudiants : 12,03 min | Pour les dentistes : 10,09 min |
| **Temps au laboratoire méthode numérique** | / | / | CAO : 32,24 +/- 7,18 min | FAO : 36,06 +/- 5,83 min | 13,6 min | / | |
| **Temps au laboratoire méthode conventionnelle** | / | / | / | | 29,9 min | / | |
| **Temps de retouches prothèses méthode numérique** | / | 118,1 sec | 14,65 +/- 4,64 min | | 12,3 min | / | |
| **Temps de retouches prothèses méthode conventionnelle** | / | 181,5 sec | / | | 11,4 min | / | |

D'après ces résultats, l'empreinte optique semble offrir un gain de temps à l'opérateur. En effet, pour l'enregistrement de l'arcade concernée, de l'arcade antagoniste et de l'occlusion, le chirurgien-dentiste réalise l'empreinte sans avoir à préparer un matériau entre chaque enregistrement, ni avoir à attendre la prise du matériau. De plus, il peut observer l'enregistrement en temps réel et obtient un modèle positif (voir figure 27 a.) et non une empreinte en négatif (voir figure 27 b.) ce qui facilite la mise en évidence des défauts et permet d'effectuer les corrections immédiatement (De Oliveira et coll., 2020).

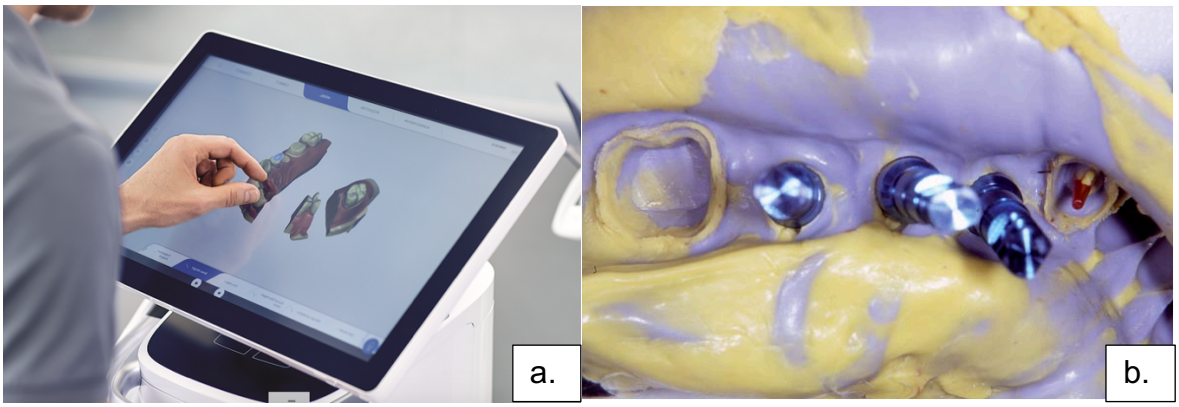



*Figure 27 : a. empreinte optique en positif sur logiciel et b. empreinte physico-chimique en négatif dans le porte-empreinte (source : a. Dentsply Sirona et b. Jakubowicz-Kohen et coll., 2010)*

De plus, les empreintes physico-chimiques nécessitent de réaliser trois empreintes différentes pour avoir toutes les informations nécessaires (l'empreinte de l'arcade concernée, de l'arcade antagoniste et le mordu occlusal si nécessaire). La préparation du matériau à empreinte, son temps de prise ainsi que la désinfection des empreintes augmentent le temps opératoire de prise d'empreinte. En cas d'erreur, l'empreinte physico-chimique doit être recommencée en intégralité (Di Fiore et coll., 2018) contrairement à l'empreinte optique qui peut être corriger immédiatement, et ce, sans recommencer tout l'enregistrement. Comme dit précédemment, certaines erreurs en empreinte physico-chimique sont mises en évidence après la coulée en plâtre des empreintes (l'empreinte en négatif devient un modèle positif) ce qui nécessite de recommencer les empreintes et de faire potentiellement revenir le patient au cabinet.

En méthode numérique, les scanners et les logiciels utilisés peuvent être différents (caméra de la marque Cerec Omnicam™ pour l'article 3 de Schepke et caméra de la marque 3Shape™ pour l'article 6 de Jiang et coll.) ce qui peut aboutir à des temps d'enregistrement hétéroclites (entre 4,43 minutes et 16,21 minutes rapportées dans l'étude de Ferrini et coll.). Par ailleurs, l'évolution des systèmes n'a de cesse de réduire les temps d'enregistrement. En 2019, la technologie des scanners Trios™ (3Shape™) a été entièrement revue. La Trios™ 4, qui succède à la Trios™ 3, possède une technologie appelée Trios *Patient Specific Motion* qui permet d'enregistrer l'occlusion statique et dynamique à partir des mouvements mandibulaires ce qui permet d'ajuster les restaurations prothétiques en dynamique. Elle possède également une nouvelle technologie appelée Intelligence Artificielle (ou IA) qui supprime les tissus mous

enregistrés en excès lors de l'empreinte et simplifie ainsi la prise d'empreinte puisque cette technologie réalise les corrections automatiquement.

Cependant, la réalisation d'une empreinte optique passerait également par une connaissance assidue du logiciel de travail utilisé (Joda et coll., 2017). L'expérience de l'opérateur permet ainsi de diminuer le temps de prise d'empreinte (Son et coll., 2019). En effet, le démarrage du logiciel, la prise en main du scanner et les corrections à réaliser avec le logiciel sont comptabilisés dans le temps de prise d'empreinte. Une connaissance assidue du système est donc un gain de temps potentiel pour l'opérateur.

### 4.2 Satisfaction du patient

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), la satisfaction est l'acte par lequel on accorde à quelqu'un ce qu'il demande (HAS., 2012). Ainsi, la satisfaction est mesurée à l'aide d'enquêtes fondées sur des critères issus des expériences des patients et constitue un indicateur important permettant de mesurer la qualité des soins.

Sur les six études (l'article 3 de Schepke et coll., l'article 5 de Di Fiore et coll., l'article 7 de Delize et coll., l'article 9 de Rattapanich et coll., l'article 11 de Pan et coll. et l'article 12 de Joda et coll.) qui analysent la satisfaction du patient (tableau 5) et sa préférence entre les deux types d'empreintes, trois études concluent que l'empreinte optique est préférée par le patient comparé à l'empreinte physico-chimique. L'article 9 (Rattanapanich et coll., 2019) conclut qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux techniques d'empreintes concernant la satisfaction du patient et l'article 11 (Pan et coll., 2019) ne donne pas de résultat pour ce paramètre.

*Tableau 5. Synthèse des résultats concernant le paramètre de la satisfaction des patients (études in vivo uniquement), (source : données personnelles, 2020)*

| | Article 3 | Article 5 | Article 7 | Article 9 | Article 12 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de participants** | 50 | 10 | 31 | 50 | Étude in vitro<br>100 opérateurs participent à l'étude<br>76% des étudiants et 26% des dentistes ont préféré la technique de prise d'empreinte optique |
| **Moyenne d'âge des participants** | 47,7 ans | Pas précisée | 47,4 ans | 50,38 ans | |
| **Ratio homme/femme** | 17 hommes<br>33 femmes | Pas précisé | 10 hommes<br>21 femmes | 12 hommes<br>38 femmes | |
| **Méthode double-aveugle** | Non | Non | Oui | Non | |
| **Conclusion** | Empreinte optique préférée par les patients | Empreinte optique préférée par les patients | Empreinte optique préférée par les patients | Pas de différence significative | |

L'article 12 (Joda et coll., 2017) est une étude réalisée in vitro qui analyse la satisfaction des 100 opérateurs et non de patients à qui on fait les empreintes. Ce cas particulier d'enquête de la satisfaction discute du ressenti lors de la prise d'empreinte physico-chimique comparée à la manipulation de la caméra intra-orale. Ainsi, la caméra optique est préférée par 76 % des étudiants et par 26 % des chirurgiens-dentistes. Pour cet article, les résultats peuvent s'expliquer par le manque d'expérience des étudiants en empreinte physico-chimique et une prise en main plus facile de la caméra intra-orale notamment grâce à la vidéo explicative diffusée aux opérateurs avant de commencer l'empreinte et l'absence d'appréhension quant à l'utilisation du logiciel pour empreinte optique. De plus, le pourcentage de dentistes qui préfèrent l'empreinte optique dans cette étude (26 %) coïncide avec la proportion des dentistes qui possèdent déjà un scanner dans leur cabinet. Cette nouvelle technologie semble être plus facilement acceptée par les étudiants et poser des difficultés aux dentistes expérimentés qui semblent plus hésitants face à la nouveauté. En effet, il est possible de classer les dentistes qui s'équipent en nouvelle technologie et en technologie numérique en trois catégories (van der Zande et coll., 2013) : investisseurs précoces, investisseurs tardifs et non intéressés. Les dentistes espèrent

un meilleur rendement au cabinet grâce à la technologie numérique mais le prix à l'achat et l'appréhension de pouvoir se servir de ces appareils constituent un frein à l'investissement dans ces technologies.

Concernant le critère de satisfaction des patients, plus le nombre de participants à l'étude est important (10 à 50 participants) plus l'empreinte optique convient aux patients (tableau 6). En termes de confort, l'empreinte par scanner intra-oral semble beaucoup moins intrusive. L'encombrement de la caméra en bouche et la rapidité de l'enregistrement peuvent être d'autres paramètres contribuant au confort du patient. Cependant, seules les caméras Cerec™ et Trios™ sont étudiées pour ce paramètre. D'un point de vue statistique, ces résultats ne nous permettent donc pas de les généraliser à toutes les caméras intra-orales.

Les études 3, 5 et 7 (Schepke et coll., Di Fiore et coll., Delize et coll.) s'accordent à dire que lors de la prise d'empreinte physico-chimique, les participants rapportent une sensation d'étouffement, de gêne et d'inconfort dans la majorité des cas (tableau 6) indépendant du matériau d'empreinte utilisé.

*Tableau 6. Synthèse des résultats concernant l'évaluation de la satisfaction des patients des études concernées (source : données personnelles, 2020)*

| | Article 3 | Article 5 | Article 7 |
|---|---|---|---|
| **Matériau utilisé pour l'empreinte physico-chimique** | Polyéther | Polyéther | Silicone haute et basse viscosité |
| **Nombre de participants** | 50 participants | 10 participants | 31 participants |
| **Matériau utilisé pour l'empreinte optique** | Scanner Cerec™ (Omnicam, Sirona™) | Scanner Cerec™ (Omnicam, Sirona™) | Scanner Trios™ (seconde génération, 3Shape™) |
| **Questions posées aux participants** | *sensation d'essoufflement<br>*sensation d'inconfort<br>*appréhension de recommencer l'empreinte | *ressenti du patient<br>*sensation d'inconfort | *préférence du patient<br>*sensation d'inconfort |
| **Méthode d'évaluation de la satisfaction** | EVA | EVA | EVA |
| **Préférence** | Empreinte optique > Empreinte physico-chimique | Empreinte optique > Empreinte physico-chimique | Empreinte optique > Empreinte physico-chimique |
| **Résultats** | *L'empreinte physico-chimique gêne le patient<br>*Le patient appréhende de recommencer l'empreinte physico-chimique | *l'empreinte physico-chimique gêne le patient<br>*L'empreinte optique est plus appréciée par les patients | *L'empreinte optique est plus appréciée par les patients |

Un biais à soulever est que la majorité des articles évaluant la satisfaction du patient utilisent des questionnaires et une échelle visuelle analogique. En effet, ce type de questionnaire ne semble pas adapté à une analyse statistique correcte de la satisfaction du patient puisqu'il est principalement utilisé pour évaluer la douleur du patient (réglette de 10 cm, équipée d'un curseur que le patient déplace selon l'intensité de la douleur) (Denis, 2013). Il semble plus adapté de recueillir la satisfaction des

participants à l'aide des PROM's (*patient reported outcomes measures*) comme discuté dans l'article de Rosen et coll., 2016. Ces questionnaires permettent d'évaluer la satisfaction du patient durant l'opération, après l'opération, les douleurs ressenties et la gestion de la douleur (voir 3.1.1. Questionnaire PROMs). L'analyse de ces questionnaires permet d'avoir un rapport détaillé des points faibles et des points forts de chaque technique ainsi que des améliorations à apporter (diminuer la sensation d'essoufflement, de nausée et d'inconfort en empreinte physico-chimique et supprimer l'appréhension du participant lors d'une nouvelle prise d'empreinte physico-chimique en cas de correction) afin de satisfaire davantage le patient.

On peut également noter que la majorité des études (l'article 3 de Schepke et coll., l'article 5 de Di Fiore et coll., l'article 7 de Delize et coll., et l'article 12 de Joda et coll.) qui utilisent un questionnaire de satisfaction et une EVA, comme l'étude de Schepke et coll., ne le mettent pas systématiquement à disposition pour les lecteurs. Il est donc impossible de connaître le détail des questions posées aux participants et d'en connaître la trame directrice, de prendre connaissance de toutes les critiques exprimées par les participants en empreinte physico-chimique et de connaître les points forts notés par les participants lors de la prise d'empreinte optique. Ce manque d'information est un biais à prendre en compte puisqu'il ne permet pas de connaître précisément les éléments à améliorer en empreinte physico-chimique (prise d'empreinte la moins appréciée par les participants) afin de rendre l'expérience plus confortable pour le patient.

### 4.3 Précision de l'empreinte

La précision est un terme utilisé dans le langage courant qui correspond scientifiquement à l'exactitude. La précision d'une empreinte est un paramètre important à analyser, il permet d'évaluer la performance d'une empreinte et sa capacité à permettre, par la suite, la réalisation d'une restauration prothétique qui s'ajuste parfaitement à la situation clinique concernée. On parle alors d'adaptation marginale de la prothèse.

La précision prend en compte deux critères (Owandy, 2020) :

- la justesse : la mesure du taux de déviation entre les dimensions réelles de l'objet et la mesure de l'empreinte. Cette valeur est donnée en microns.
- la fidélité : la mesure des différences entre les résultats obtenus à partir des mesures répétées d'un même objet avec le même système d'empreinte. Cette valeur est donnée en microns.

Dans le cas d'une empreinte d'une arcade partielle, l'adaptation marginale est acceptable en dessous de 120 µm (Owandy, 2020). Cependant, il n'existe pas réellement de point de référence ni de normalisation des mesures dans ce domaine.

Cette analyse met en évidence des valeurs de précision toutes inférieures à 120 µm sauf pour l'article 8 (Mühlemann et coll.) qui donne une valeur de précision égale à 176,7 µm pour l'empreinte avec la caméra True Definition™. L'article 1 (Alsharbaty et coll.), ainsi que l'article 8 s'accordent ainsi à dire que l'empreinte physico-chimique est plus précise que l'empreinte optique. L'article 4 (Marghalani et coll., 2018), met en évidence que la précision de l'empreinte dépend du système implantaire exploité. L'article 10 (Ferrini et coll., 2019) montre que l'empreinte optique est suffisamment précise (précision moyenne de 53,45 µm) mais sans comparaison avec l'empreinte physico-chimique. Enfin l'article 6 (Jiang et coll., 2019) conclut que les deux types d'empreintes sont précises. Ainsi, l'empreinte physico-chimique semble plus précise pour la majorité des articles (tableau 7) avec des valeurs de précision moins divergentes qu'en empreinte optique. Cependant, la précision de l'empreinte optique semble convenir aux restaurations prothétiques unitaires sur implant. De manière générale, les études tendent à dire que l'empreinte optique est une bonne alternative

à l'empreinte physico-chimique (Rutkūnas et coll., 2017) en prothèse fixée unitaire sur implant et en prothèse fixée plurale de petite étendue (Ahlholm et coll., 2018). Pour les restaurations arcade complète, l'empreinte physico-chimique semble plus précise. Les auteurs précisent qu'en prothèse implantaire plurale de petite mais surtout de grande étendue, la zone à restaurer est plus importante ce qui semble multiplier les erreurs potentielles. L'accumulation d'images numériques assemblées lors de l'enregistrement et lors du traitement numérique de ces données peut provoquer des déformations et ainsi diminuer la précision de l'empreinte optique (Ahlholm et coll., 2018).

*Tableau 7. Synthèse des résultats concernant la précision et la justesse de reproduction de la situation en bouche dans l'empreinte des études concernées (source : données personnelles, 2020)*

| | Article 1 | Article 4 | Article 6 | Article 8 | Article 10 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de participants** | 36 | Pas de participants : 60 modèles en plâtre | 31 | 5 | Pas de participants : 72 modèles de travail |
| **Méthodologie utilisée** | Mesure des erreurs de distances et d'angulation entre les implants sur les modèles obtenus | Évaluation 3D des fichiers numériques | Évaluation 3D des fichiers numériques | Évaluation 3D des fichiers numériques | Évaluation de l'adaptation de moules en Zircone sur les modèles de travail |
| **Caméra optique** | Trios™ (3shape™) | Cerec™ Omnicam (Denstply Sirona™) + True Definition™ (3M™) | Trios ™ (3Shape™) | iTero Cadent™ + Lava True Definition™ + Trios™ | - Omnicam ™ (Dentsply, Sirona™) - CS3500 ™ (Carestream Dental™) - CS3600™ (Carestream Dental™) - True Definition™ Scanner (3M™) - DWIO™ (Dental Wings™) - PlanScan™ (Planmeca Oy™) - 3D PROGRESS Plus ™ (MHT™) - Trios™ 3 (3Shape™) |
| **Technique d'empreinte physico-chimique et matériau d'empreinte** | Technique directe et indirecte + Élastomère | Technique directe + Polyéther | Technique directe | Technique indirecte + Élastomère | / |
| **Résultats** | Empreinte physico-chimique plus précise que l'empreinte optique | Précision de l'empreinte dépend du système implantaire utilisé | Empreinte optique et empreinte physico-chimique précises | Empreinte physico-chimique plus précise que l'empreinte optique | Pas de comparaison entre les deux méthodes |

Ces résultats mettent également en évidence qu'il n'existe pas une seule et même méthode systématique de comparaison des deux empreintes (tableau 7) en termes de précision. L'article 1 (Alsharbaty et coll., 2019) réalise la comparaison grâce à une machine de mesure CMM et des fichiers STL alors que l'article 4 (Marghalani et coll., 2018) et l'article 8 (Mühlemann et coll., 2018) utilisent le logiciel Geomagic™ pour comparer les fichiers numériques en 3D (tableau 7). Ces méthodes de mesure de la précision apparaissent toutes acceptables mais une seule et même méthode de mesure permettrait d'obtenir des résultats plus unanimes et facilement comparables.. Une revue systématique de la littérature (M. Alikhasi et coll., 2017) en prothèse implantaire plurale (deux implants posés en postérieure et empreintes d'une hémi-arcade) démontre l'impossibilité de conclure à une supériorité de précision entre les deux méthodes de prise d'empreinte. Sur les dix articles analysés, les auteurs observent une faible homogénéité entre les différents protocoles de calcul de la précision des études concernées. À l'instar de notre revue, les scanner intra-oraux utilisés sont tous différents (Lava C.O.S ™, iTero™, True Definition™, Cerec Omnicam™) tout comme les méthodes de prise d'empreinte physico-chimique (directe ou indirecte) et les matériaux à empreinte (polyéther, silicone, etc). De plus, huit études sont menées in vitro et deux études sont menées in vivo ce qui modifient aussi les conditions de prise d'empreinte et influencent la précision finale des empreintes. Des études complémentaires sont donc nécessaires pour mieux comparer ces deux techniques d'empreinte sur ce point.

### 4.4 Temps de retouches et de réglages de la prothèse

Comme vu en 1.3, des réglages prothétiques peuvent être nécessaires avant l'insertion de la prothèse en bouche. Pour les articles 2, 5, 6, 9 et 11 (article de Joda et coll., article de Di Fiore et coll., article de Jiang et coll., article de Rattapanich et coll. et article Pan et coll.) qui observent le temps de retouche et de réglages de la prothèse (tableau 8), trois concluent (article 2, 5 et 11) que ce temps est inférieur pour l'empreinte optique comparée à l'empreinte physico-chimique ; tandis que l'article 11 (Pan et coll., 2019) obtient un temps de réglage occlusal inférieur pour la prothèse réalisée par méthode conventionnelle. L'article 6 (Joda et coll., 2018) décrit uniquement les résultats en méthode numérique ce qui ne permet pas de les comparer à la méthode conventionnelle. L'article 9 (Rattanapanich et coll., 2019) affirme qu'il n'y a pas de différence significative concernant le temps de réglages de la prothèse mais il ne donne pas de résultats chiffrées.

*Tableau 8. Synthèse des temps de retouches obtenus pour chaque article comparatif qui donne des résultats chiffrés (source : données personnelles, 2020, en gris les temps les plus courts)*

| | Article 2 | Article 5 | Article 6 | Article 11 |
|---|---|---|---|---|
| **Temps de retouches prothèse méthode numérique** | 2,2 min | 1,58 min | 14,65 min +/- 4,64 min | 12,3 min |
| **Temps de retouches prothèse méthode conventionnelle** | 6 min | 3,15 min | / | 11,4 min |

Les résultats chiffrés des articles de cette revue (tableau 8) sont discutables car chaque retouche prothétique nécessaires lors de l'étape d'insertion est subjective puisqu'elle est fonction du participant et de l'expérience du praticien. En effet, les retouches occlusales sont constatées et réalisées par des opérateurs qui ne suivent pas un barème précis et commun pour chaque réglage et les études ne sont pas menées en double aveugle (les opérateurs connaissent la technique de fabrication des prothèses qu'ils retouchent). Il ne semble donc pas possible d'étendre ces résultats obtenus à la population générale de par la subjectivité de ces données.

En prothèse conventionnelle, la prise du plâtre utilisé pour couler les modèles de travail, se fait par une réaction chimique de cristallisation (Meng et coll., 2010) avec une augmentation de température et une expansion de prise. Les erreurs au niveau de l'ajustement occlusal et interproximal des prothèses peuvent être en partie expliquées par ce phénomène (temps de retouches à l'insertion augmenté) mais ce phénomène est mieux maîtrisé qu'auparavant. De plus, en technique conventionnelle, les prothésistes ont également leur rôle à jouer (comme vu en 1.2.1.) dans la réalisation de la restauration prothétiques définitive ce qui influence le travail prothétique final en fonction du niveau d'expérience et de la technique de travail de chacun.

De plus, l'article 11 (seul article dont le temps de retouches à l'insertion des prothèses conventionnelles est inférieur au temps de retouches des prothèses réalisées par méthode numérique) réalise l'étude sur 40 participants alors que l'article 2 réalise l'étude sur 20 participants et l'article 5 sur 10 participants donc en termes de puissance statistique l'article 11 possède un échantillon plus représentatif de la population générale. Ce paramètre nécessite d'être analysé sur un échantillon plus important (n=100) de participants afin de pouvoir généraliser les résultats.

Par ailleurs, d'après l'article 11 (Pan et coll., 2019), en prothèse implantaire, les retouches peuvent dépendre du type d'implant posé. La prothèse sur implant « *bone-level* » (implant juxta-osseux, enfouis) semble nécessiter des retouches supplémentaires causées par des interférences avec les tissus péri-implantaires. L'implant « *tissue-level* » (implant trans-muqueux, non enfouis), est situé entre 0,5 mm et 1 mm ou au même niveau de la gencive marginale ce qui facilite l'insertion prothétique et contribue à diminuer le nombre de retouches lors de l'insertion. L'étude de Chew et coll., 2017 compare également les techniques d'empreintes en fonction du type d'implant posé (« *bone-level* » ou « *tissue-level* ») et conclut que la restauration prothétique finale et son adaptation marginale dépendraient de la technique d'empreinte réalisée mais également du type d'implant posé.

D'après cette analyse, l'empreinte optique et la CFAO semble diminuer le temps de retouches des restaurations prothétiques lorsqu'il s'agit de restauration prothétique unitaire sur implant mais des recherches supplémentaires sont nécessaires avec des

études réalisées en double-aveugle, sur un plus grand échantillon de participant afin de compléter les données actuelles.

### 4.5 Synthèse des principaux paramètres étudiés de cette revue

La synthèse des paramètres étudiés est présentée dans le tableau 9.

*Tableau 9. Synthèse des résultats de la revue de littérature (source : données personnelles, 2020)*

| Type d'empreinte / Paramètres étudiés | Empreinte physico-chimique | Empreinte optique |
|---|---|---|
| Le temps de prise d'empreinte | **Plus rapide** pour **aucun** article sur les **5** | **Plus rapide** pour **4** articles sur les **5** |
| La satisfaction du patient | **Plus satisfait** pour **aucun** article sur les **6** | **Plus satisfait** pour **3** articles sur les **6** |
| La précision et la justesse de reproduction de la situation en bouche | **Plus précis** pour **2** articles sur les **5** | **Plus précis** pour **aucun** article sur les **5** |
| Le temps de retouches et de réglages de la prothèse | **Plus rapide** pour **1** article sur les **5** | **Plus rapide** pour **3** articles sur les **5** |

D'après ces résultats, l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire est plus rapide à réaliser et satisfait davantage les participants aux études.

L'empreinte optique convient aux restaurations prothétiques implantaires unitaires ou de petite étendue en termes de précision. Cependant, l'empreinte physico-chimique est plus précise lorsqu'il s'agit des restaurations implantaires plurales ou d'empreintes arcade complète.

Concernant la restauration prothétique finale, la méthode numérique semble apporter un gain de temps à l'opérateur lors de l'étape d'insertion en diminuant le nombre de

retouches. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de compléter les données de cette revue et limiter l'influence des différents biais énoncés.

Il est nécessaire de mettre en place un protocole de recherche qui puisse reprendre comme critère principal la qualité de vie des participants à l'aide de questionnaires adaptés et comme critères secondaires l'homogénéisation des résultats sur les retouches prothétiques lors de l'étape d'insertion, la précision de l'empreinte et la pérennité de la prothèse par exemple.

## Conclusion

L'objectif de ce travail d'analyse de la littérature scientifique est de comparer deux techniques d'empreinte en prothèse implantaire unitaire : l'empreinte physico-chimique et l'empreinte optique par scanner intra-oral. Les douze articles sélectionnés ont permis d'étudier le temps opératoire de prise d'empreinte, la satisfaction des participants, la précision de l'empreinte et le temps de retouches et de réglages de la prothèse.

L'empreinte optique comporte ainsi de nombreux avantages en prothèse implantaire unitaire et de petite étendue. Elle réduit le temps opératoire, facilite les acquisitions, diminue l'inconfort du patient en supprimant la sensation d'étouffement et de nausée. L'empreinte optique semble être une bonne alternative à l'empreinte physico-chimique en termes de précision. Elle diminue également le nombre de retouches occlusales et interproximales nécessaires lors de l'étape d'insertion de la prothèse. Cependant, des pistes d'améliorations sont à envisager afin de compléter les données de cette revue de la littérature scientifique. En effet, ce travail d'analyse a permis de mettre en évidence des biais et des manques dans les études scientifiques actuelles. L'évaluation de la satisfaction du patient à l'aide d'EVA, l'hétérogénéité des caméra optiques et des logiciels associés, le faible nombre de participants dans certaines études, des méthodes différentes d'évaluation de la précision des empreintes, l'absence d'étude menée en double-aveugle entre autres, montrent que des études complémentaires sont nécessaires.

La mise en place d'un protocole de recherche clinique serait souhaitable afin de compléter les informations de cette revue. Celui-ci analyserait plus particulièrement la satisfaction du patient, dimension incontournable à prendre en compte dans la qualité des soins prodigués. Certains critères secondaires pourraient également être analysés comme le temps de retouches occlusales et inter-proximales des prothèses. Ce protocole de recherche permettrait de compléter les données actuelles de la science et d'aboutir à la mise en place d'une étude clinique au sein du secteur de soins du CHRU de Nancy.

**BIBLIOGRAPHIES**


1. Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, Hasanzade M. Three-Dimensional Accuracy of Digital Impression versus Conventional Method: Effect of Implant Angulation and Connection Type. Int J Dent. 2018; 2018: 3761750.

2. Alsharbaty MHM, Alikhasi M, Zarrati S, Shamshiri AR. A Clinical Comparative Study of 3-Dimensional Accuracy between Digital and Conventional Implant Impression Techniques. J Prosthodont. 2019; 28(4): e902-8.

3. Assaf A, Dada K, Pariente L, Toussaint L, Daas M. La connectique prothèse-implant : un choix réfléchi pour une esthétique optimisée et stable. Réal clin. 2015 ; 26(3) : 219-30.

4. Attal JP, Lebon N, Tapie L. La chaîne numérique en CFAO dentaire en prothèse conjointe : structuration de la chaîne de production. Réal clin. 2015 ; 26(4) : 263-73.

5. Bartala M. Prothèse implantoportée unitaire et édentement unitaire postérieur : facteurs de succès prothétiques. Réal clin. 2015 ; 26(1) : 47-59.

6. Belser UC, Grütter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D. Outcome Evaluation of Early Placed Maxillary Anterior Single-Tooth Implants Using Objective Esthetic Criteria: A Cross-Sectional, Retrospective Study in 45 Patients With a 2- to 4-Year Follow-Up Using Pink and White Esthetic Scores. J Periodontol. 2009; 80(1): 140-51.

7. Chew AA, Esguerra RJ, Teoh KH, Wong KM, Ng SD, Tan KB. Three-Dimensional Accuracy of Digital Implant Impressions: Effects of Different Scanners and Implant Level. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017; 32(1): 70-80.

8. Degorce T. L'empreinte en prothèse fixe implantaire. Stratégie prothétique. 2002 ; 2(3) : 191.

9. Delize V, Bouhy A, Lambert F, Lamy M. Intrasubject comparison of digital vs. conventional workflow for screw-retained single-implant crowns: Prosthodontic and patient-centered outcomes. Clin Oral Implants Res. 2019; 30(9): 892-902

10. Denis F. Douleur et urgences odontologiques en psychiatrie. Inf dent. 2013 ; (6) : 29-33.

11. Di Fiore A, Vigolo P, Graiff L, Stellini E. Digital vs Conventional Workflow for Screw-Retained Single-Implant Crowns: A Comparison of Key Considerations. Int J Prosthodont. 2018; 31(6): 577-9.

12. Engelhardt S, Papacosta P, Rathe F, Özen J, Jansen JA, Junker R. Annual failure rates and marginal bone-level changes of immediate compared to conventional loading of dental implants. A systematic review of the literature and meta-analysis. Clin Oral Implants Res. 2015; 26(6): 671-87.

13. Fages M, Ducret M. L'empreinte optique… en toute simplicité. Biomatér dent clin. 2020 ; 5(1) : 70-77.

14. Ferrini F, Sannino G, Chiola C, Capparé P, Gastaldi G, Gherlone EF. Influence of Intra-Oral Scanner (I.O.S.) on The Marginal Accuracy of CAD/CAM Single Crowns. Int J Environ Res Public Health. 2019; 16(4): 544.

15. Graham B. Defining and Measuring Patient Satisfaction. J Hand Surg. 2016; 41(9): 929-31.

16. Jiang X, Lin Y, Cui HY, Di P. Immediate loading of multiple splinted implants via complete digital workflow: A pilot clinical study with 1-year follow-up. Clin Implant Dent Relat Res. 2019; 21(3): 446-53.

17. Joda T, Katsoulis J, Brägger U. Clinical Fitting and Adjustment Time for Implant-Supported Crowns Comparing Digital and Conventional Workflows. Clin Implant Dent Relat Res. 2016; 18(5): 946-54.

18. Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. Clin Oral Implants Res. 2017; 28(10): 1318-23.

19. Lethuillier J, Felenc S. Les empreintes en prothèse implanto-portée : du physique au numérique. Inf dent. 2020 ; 31(2) : 162-173.

20. March PD, Corne P. Limites et réalités de l'empreinte optique en 2018. Stratégie prothétique. 2018 ; 18(4) : 321-32.

21. Marghalani A, Weber HP, Finkelman M, Kudara Y, El Rafie K, Papaspyridakos P. Digital versus conventional implant impressions for partially edentulous arches: An evaluation of accuracy. J Prosthet Dent. 2018; 119(4): 574-9.

22. Meng JC, Nagy WW, Wirth CG, Buschang PH. The effect of equilibrating mounted dental stone casts on the occlusal harmony of cast metal complete crowns. J Prosthet Dent. 2010; 104(2): 122-32.

23. Moura RV, Kojima AN, Saraceni CHC, Bassolli L, Balducci I, Özcan M, et coll. Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital Impression Techniques for Implant Restorations. J Prosthodont. 2019; 28(2): e530-5.

24. Mühlemann S, Greter EA, Park JM, Hämmerle CHF, Thoma DS. Precision of digital implant models compared to conventional implant models for posterior single implant crowns: A within-subject comparison. Clin Oral Implants Res. 2018; 29(9): 931-6.

25. Oliveira NRC, Pigozzo MN, Sesma N, Laganá DC. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis. Clin Oral Implants Res. 2020; 31(8): 669-86.

26. Orthlieb JD, Ré JP, Jeany M, Giraudeau A. Articulation temporo-mandibulaire, occlusion et bruxisme. Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale. 2016 ; 117(4) : 207-11.

27. Pan S, Guo D, Zhou Y, Jung RE, Hämmerle CHF, Mühlemann S. Time efficiency and quality of outcomes in a model-free digital workflow using digital impression immediately after implant placement: A double-blind self-controlled clinical trial. Clin Oral Implants Res. 2019; 30(7): 617-26.

28. Rattanapanich P, Aunmeungtong W, Chaijareenont P, Khongkhunthian P. Comparative Study Between an Immediate Loading Protocol Using the Digital Workflow and a Conventional Protocol for Dental Implant Treatment: A Randomized Clinical Trial. J Clin Med. 2019; 8(5): 622.

29. Rosen EB, Donoff RB, Riedy CA. U.S. Dental School Deans' Views on the Value of Patient-Reported Outcome Measures in Dentistry. J Dent Educ. 2016; 80(6): 721-5.

30. Rutkūnas V, Gečiauskaitė A, Jegelevičius D, Vaitiekūnas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. Eur J Oral Implantol. 2017; 10(1): 101-20.

31. Schepke U, Meijer HJA, Kerdijk W, Cune MS. Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. J Prosthet Dent. 2015; 114(3): 403-406.e1.

32. Son K, Lee WS, Lee -B. Prediction of the learning curves of 2 dental CAD software programs. J Prosthet Dent. 2019; 121(1): 95-100.

33. Stafin-Zerbib A, Armand S, Carcuac O, Couret H, Toulouse E. Colonisation bactérienne et matériau céramique. Synergie prothétique. 2000 ; 2(3) : 215-25.

34. Van der Zande MM, Gorter RC, Wismeijer D. Dental practitioners and a digital future: an initial exploration of barriers and incentives to adopting digital technologies. Br Dent J. 2013; 215(11): E21-E21.

35. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. J Prosthodont [Internet]. 2018 [cité 12 mars 2019]; 27(1): 35-41. Disponible sur: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jopr.12527

36. Alikhasi M, Allsharbaty Mhm, Moharrami M. Digital Implant Impression Technique Accuracy: A Systematic Review [Internet]. Implant Dent; 2017 [cité 18 sept 2020]; 26(6): 929-35. Disponible sur: https://journals.lww.com/implantdent/Fulltext/2017/12000/Digital_Implant_Impression_Technique_Accuracy__A.22.aspx

37. Amalberti R. La révolution des PROMS, de PREMS... et de la santé [Internet]. 2018 [cité 31 mars 2020]. Disponible sur : http://www.prevention-medicale.org/Actualites-et-revues-de-presse/Toutes-les-actualites/proms-prems-sante

38. SFAR (Société Française d'Anesthésie et de Réanimation). ASA Physical Status Classification System [Internet]. 2019 [cité 13 sept 2020]. Disponible sur: https://sfar.org/scores/asa.php

39. HAS (Haute Autorité de Santé). Rapport Expérience Patient - avril 2011 [Internet]. 2012 [cité 13 déc 2020]. Disponible sur : https://www.has-sante.fr/jcms/c_1055814/fr/rapport-experience-patient-avril-2011

40. Hauteville A. L'importance du point de contact entre deux dents. [Internet]. 2018 [cité 6 oct 2020]. Disponible sur : https://conseildentaire.com/limportance-du-point-de-contact-entre-deux-dents/

41. Owandy Radiology. L'empreinte optique en odontologie [Internet]. 2020 [cité 12 nov 2020]. Disponible sur : https://www.owandy.fr/empreinte-optique-en-odontologie/

42. Syrek A, Reich G, Ranftl D, Klein C, Cerny B, Brodesser J. Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. J Dent [Internet]. 2010 [cité 28 mars 2020]; 38(7): 553-9. Disponible sur: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571210000795

43. Williamson A, Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. J Clin Nurs [Internet]. 2005 [cité 13 sept 2020]; 14(7): 798-804. Disponible sur: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2702.2005.01121.

# Table des matières


**INTRODUCTION** 21

**1. DEFINITIONS ET NOTIONS FONDAMENTALES** 22

1.1. PRESENTATION DE LA PROTHESE IMPLANTAIRE 22

1.1.1 Restauration prothétique unitaire sur implant 23

1.1.2 Prothèse implantaire scellée 23

1.1.3 Prothèse implantaire vissée 24

1.2 REALISATION D'UNE PROTHESE IMPLANTAIRE 24

1.2.1 Méthode conventionnelle 25

1.2.2 Technique numérique 30

1.3 INSERTION DE LA PROTHESE IMPLANTAIRE 34

1.3.1 Contrôle de la fonction 34

1.3.2 Contrôle esthétique 36

1.3.3 Insertion 36

**2 MATERIEL ET METHODE DE LA REVUE DE LITTERATURE** 38

2.1 DEFINITION DES MOTS-CLES 39

2.2 RESSOURCES SCIENTIFIQUES UTILISEES 40

2.3 RETRAIT DES DUPLICATAS 40

2.4 ANALYSE DES RESUMES ET PLANS 42

2.5 ARBRE DE SELECTION ET D'IDENTIFICATION DES ETUDES INCLUSES DANS LA REVUE DE LITTERATURE SCIENTIFIQUE 44

**3 RESULTATS** 45

3.1 DESCRIPTION DE L'ANALYSE 45

3.1.1 Description des scores et questionnaires étudiés 47

3.2 ANALYSE DES 12 ARTICLES 53

**4 DISCUSSIONS** 77

4.1 TEMPS OPERATOIRE DE PRISE D'EMPREINTE 78

4.2 SATISFACTION DU PATIENT 81

4.3 PRECISION DE L'EMPREINTE 86

4.4 TEMPS DE RETOUCHES ET DE REGLAGES DE LA PROTHESE 90

4.5 SYNTHESE DES PRINCIPAUX PARAMETRES ETUDIES DE CETTE REVUE 92

**5 CONCLUSION 94**

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Vu la demande du doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine sur le rapport du jury :

| | |
|---|---|
| Président : | J.M. MARTRETTE – Professeur des universités |
| Membre du jury : | A.S. VAILLANT – Maître de conférences des universités (Co-directrice de thèse) |
| Membre du jury : | P. CORNE – Maître de conférences des universités (Co-directrice de thèse) |
| Membre du jury : | P. HIRTZ – Enseignant universitaire |

le président de l'université de Lorraine autorise

**Madame Niki TAEFEHNOROOZ**

née à TÉHÉRAN (Iran) le 10 décembre 1995,

à soutenir et imprimer sa thèse en vue d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire intitulée :

**« INTÉRÊT DE L'EMPREINTE OPTIQUE EN PROTHÈSE IMPLANTAIRE UNITAIRE : ANALYSE DE LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE »**

Nancy, le 1er février 2021

N° autorisation : 11587c

Le président de l'université de Lorraine

Université de Lorraine – Le Président

**P. MUTZENHARDT**

**TAEFEHNOROOZ Niki – Intérêt de l'empreinte optique en prothèse implantaire unitaire : revue de la littérature scientifique**

Nancy 2021 : 105 pages, 27 figures, 9 tableaux, 43 références

Th : Chir.-Dent. : Nancy 2021

**Mots-clefs :**

- CFAO
- méthode conventionnelle
- prothèse fixée
- implant
- étude clinique

**Résumé** :

Deux techniques sont principalement employées pour réaliser une couronne implanto-portée : la méthode conventionnelle avec la prise d'empreintes physico-chimiques et la conception et fabrication assistée par ordinateur avec des empreintes optiques. Une revue de littérature est réalisée au sujet de la comparaison entre les méthodes susnommées à l'aide de douze articles sélectionnés dans la littérature scientifique. Des tableaux synthétiques des différents paramètres étudiés et des moyens de mesure de ces articles permettent de mettre en lumière tous les critères pouvant être utilisés pour comparer les résultats de ces deux méthodes de réalisation d'empreintes. Les douze articles de la revue permettent ainsi d'étudier le temps opératoire de prise d'empreinte, la satisfaction des participants, la précision de l'empreinte et le temps de retouches et de réglages de la prothèse. Ainsi, ces quatres paramètres sont discutés afin de répondre à la problématique de ce travail. Le but de cette thèse est à visée descriptive et analytique et permet d'élaborer par la suite un protocole de recherche afin de compléter les données actuelles de la science et d'aboutir à la mise en place d'une étude clinique au sein du secteur de soins du CHRU de Nancy.

**Jury :**

Président : Pr Jean-Marc MARTRETTE

Membres : Dr Anne-Sophie VAILLANT, Dr Pascale CORNE, Dr Pierre HIRTZ

Directrice de thèse : Dr Anne-Sophie VAILLANT

Co-directrice de thèse : Dr Pascale CORNE

**Adresse de l'auteur :** Niki Taefehnorooz

50 cours Léopold

54000 Nancy