



HAL
open science

La prothèse amovible partielle à châssis métallique à l'ère du numérique : état des lieux

Eloïse Guignard

► **To cite this version:**

Eloïse Guignard. La prothèse amovible partielle à châssis métallique à l'ère du numérique : état des lieux. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04679202

HAL Id: dumas-04679202

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04679202v1>

Submitted on 27 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

NANTES UNIVERSITE
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2024

**LA PROTHESE AMOVIBLE PARTIELLE A
CHASSIS METALLIQUE A L'ERE DU
NUMERIQUE : ETAT DES LIEUX**

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

GUIGNARD Eloïse

Le 17/06/2024 devant le jury ci-dessous :

Président du jury : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ
Assesseur : Madame le Docteur Pauline BLERY

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Samuel SERISIER
Co-directrice de thèse : Madame le Docteur Roselyne CLOUET

 Nantes Université	Présidente Pr. BERNAULT Carine
 Pôle Santé UFR Odontologie	Doyen Pr. SOUEIDAN Assem
	Vice-Doyens Pr GAUDIN Alexis (1 ^{er} vice-doyen) Pr LE GUEHENNEC Laurent (Pédagogie) Pr LESCLOUS Philippe (Recherche)

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers (x11)	
ALLIOT-LICHT Brigitte AMOURIQ Yves CHAUX Anne-Gaëlle GAUDIN Alexis LABOUX Olivier LE GUEHENNEC Laurent	LESCLOUS Philippe LOPEZ Serena PEREZ Fabienne SOUEIDAN Assem WEISS Pierre

Professeur des Universités (x1)
BOULER Jean-Michel

Maitre de conférences (x1)
VINATIER Claire

Professeur Emérite (x1)
GIUMELLI Bernard

Enseignants Associés (x3)	
GUIHO Romain (Professeur Associé) LOLAH Aoula (MCU Associé)	AMICHIA ALLOH Yomin Cécile (Assistante Associée)

Maitres de conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers (x20)	Chef de Clinique des Universités - Assistant des Hôpitaux des (x14)
AMADOR DEL VALLE Gilles ARMENGOL Valérie BLERY Pauline BODIC François CLOITRE Alexandra DAJEAN-TRUTAUD Sylvie ENKEL Bénédicte HASCOET Emilie HOORNAERT Alain HOUCHMAND-CUNY Madline JORDANA Fabienne MAITRE Yoann NIVET Marc-Henri PRUD'HOMME Tony RENARD Emmanuelle RENAUDIN Stéphane RETHORE Gildas SERISIER Samuel STRUILLLOU Xavier VERNER Christian	BECHINA Camille BLEU Oriane CETINKAYA Volkan EVRARD Lucas HEMMING Cécile IBN ATTYA Zakarie LEROY Camille LIEPPE Thibault LUCAS Juliette MORCEL Marion PREVOT Diane QUEMARD Valentin QUINSAT Victoire Eugenie REMAUD Thomas

Praticiens Hospitaliers Universitaires	
CLOUET Roselyne	

Praticiens Hospitaliers	
DUPAS Cécile	HYON Isabelle

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

À Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Docteur de Nantes Université, habilité à diriger les recherches
Département de Prothèses
Chef du Service d’Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

- NANTES -

*Pour m’avoir fait l’honneur d’accepter la présidence de ce jury.
Veuillez trouver ici l’expression de ma gratitude et de mon profond respect.*

À Monsieur le Docteur Samuel SERISIER

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Docteur de Nantes Université, habilité à diriger des recherches
Département de Biologie Orale

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail.
Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.*

À Madame le Docteur Roselyne CLOUET

Praticien Hospitalier Universitaire
Département de Prothèses

- NANTES -

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail et pour m'avoir accompagnée.

Pour la qualité de vos enseignements et de vos conseils durant les vacations cliniques.

Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

À Madame le Docteur Pauline BLERY

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Docteur de Nantes Université
Département de Prothèse

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur de siéger dans ce jury.
Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.*

Table des matières

1. INTRODUCTION	10
1.1 Définitions	12
1.2 Objectifs.....	12
1.3 Hypothèses.....	12
2. MATERIEL ET METHODE	13
2.1 Hypothèses.....	13
2.2 Stratégie et modalités de recherche	14
2.3 Sélection des articles et critères d'éligibilité	14
2.4 Extraction des données	15
2.5 Evaluation qualitative	15
3. RESULTATS.....	16
3.1 Sélection des études.....	16
3.2 Tableau de synthèse des études incluses.....	17
3.3 Analyse descriptive des études incluses	27
3.3.1 Confort et satisfaction concernant l'empreinte.....	27
3.3.2 Confort et satisfaction concernant la fabrication.....	28
3.3.3 Précision et ajustement concernant l'empreinte	29
3.3.4 Précision et ajustement concernant la fabrication	30
3.3.5 Temps concernant l'empreinte.....	33
3.3.6 Temps concernant la fabrication.....	34
3.3.7 Coût concernant l'empreinte	34
3.3.8 Coût concernant la fabrication.....	35
3.4 Etude du niveau de preuve des articles inclus	36
4. DISCUSSION.....	37
4.1 Confort et satisfaction concernant l'empreinte.....	37
4.2 Confort et satisfaction concernant la fabrication	38
4.3 Précision et ajustement concernant l'empreinte	39
4.4 Précision et ajustement concernant la fabrication.....	40
4.5 Temps concernant l'empreinte.....	41
4.6 Temps concernant la fabrication	41
4.7 Coût concernant l'empreinte.....	42
4.8 Coût concernant la fabrication.....	42
5. CONCLUSION	43
6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	44
7. RESUME DES TABLEAUX ET FIGURES.....	49

Liste des abréviations

CAD-CAM : computer-aided design – computer-aided manufacturing

CFAO : conception et fabrication assistées par ordinateur

CAO : conception assistée par ordinateur

FAO : fabrication assistée par ordinateur

EOS : extraoral scanner

FDM : fused deposition modeling

IOS : intraoral scanner

LWT : lost wax technique

PEEK : polyétheréthercétone

PVS : polyvinylesiloxane

PR : prototypage rapide

RPD : removable partial denture

SLA : stéréolithographie

SLM : selective laser melting

SLS : selective laser sintering

STL : standard tessellation language

1. INTRODUCTION

La prise d'empreinte en vue de réaliser des prothèses amovibles partielles à châssis métallique a longtemps été réalisée uniquement avec la méthode dite conventionnelle, c'est-à-dire l'insertion d'un porte-empreinte chargé d'un matériau à empreinte (le plus souvent des hydrocolloïdes ou des élastomères) dans la cavité buccale du patient. L'empreinte est envoyée au laboratoire de prothèses où elle est ensuite coulée pour obtenir un modèle d'étude ou un maître-modèle, selon qu'elle est anatomique (primaire) ou anatomo-fonctionnelle (secondaire) (1). Dans ce cadre, la fabrication des prothèses amovibles partielles à châssis métallique débute par la conception du châssis sur le maître-modèle issu de l'empreinte anatomo-fonctionnelle suivi de la technique dite « de cire perdue » afin de couler l'armature métallique (2,3).

Une autre méthode d'empreinte dite mixte ou combinée se substitue de plus en plus à la méthode conventionnelle. Cela implique d'enregistrer une empreinte de manière conventionnelle et de l'envoyer au laboratoire de prothèses où elle sera numérisée et traitée par flux numérique pour sa fabrication (4).

Depuis quelques temps, de nouvelles possibilités de réalisation ont émergées, parmi lesquelles l'empreinte optique (ou numérique).

La prise d'empreinte numérique nécessite l'utilisation d'un scanner intra-oral pour enregistrer des images de chaque zone balayée et l'aide d'un logiciel de triangulation pour créer un modèle numérique en 3D (5). La conception et fabrication du châssis sont désormais dites « assistées par ordinateur » car réalisées directement sur le modèle numérique au laboratoire.

Les méthodes de fabrication numériques sont multiples, on distingue les techniques soustractives et les techniques additives (6,7) (**Tableau 1, Figure 1**).

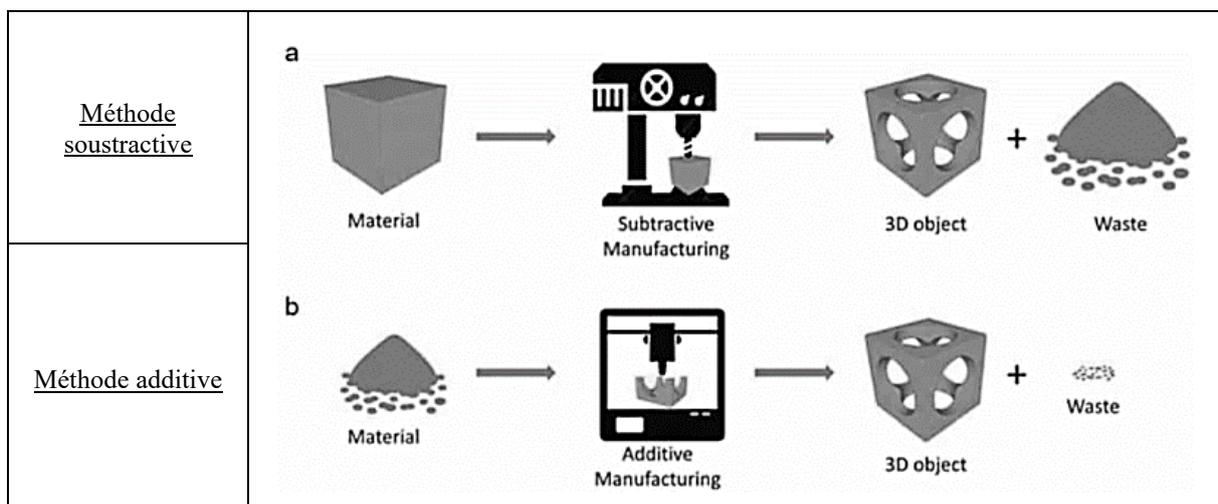
Les nouveaux équipements numériques semblent présenter de nombreux avantages. Ils sont déjà largement utilisés en prothèse conjointe ou en prothèse implanto-portée (8). Pourtant, ils semblent aussi présenter des limites (9).

On retrouve encore peu d'études dans la littérature s'intéressant spécifiquement à l'utilisation du flux numérique pour la réalisation de prothèses amovibles partielles (10,11).

TABLEAU 1 : les méthodes de fabrication numériques (sources : <https://formlabs.com> et <https://www.fabrication-additive.fr>)

La fabrication soustractive	La fabrication additive
<p>Elle regroupe les procédés de fabrication qui retirent de la matière d'une pièce plus grande : découpe, forage, perçage, meulage. Cela implique la suppression de matière d'une partie de l'objet initial pour le mettre en forme et créer un nouvel objet.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Usinage CNC (Computer Numerical Control) : travaux de découpe en trois dimensions avec un seul ensemble de commandes préprogrammées. → Electroérosion (EDM) : utilise des décharges de courant pour façonner l'objet. → Découpe laser → Découpe par jet d'eau 	<p>Elle regroupe les procédés qui fabriquent des objets en ajoutant du matériau, chaque couche se liant à la précédente jusqu'à réalisation complète d'une pièce. La fabrication additive est aussi désignée par les termes d'impression 3D ou de prototypage rapide.</p> <ul style="list-style-type: none"> → Stéréolithographie (SLA) : transforme une résine liquide en plastique durci par un processus de photopolymérisation. → Frittage sélectif par laser (SLS) : utilise un laser de forte puissance pour fondre et fusionner des particules de poudre de polymère. → Dépôt de fil fondu (FDM) : utilise un filament thermoplastique qui est fondu et déposé couche par couche sur la zone de fabrication. → Fusion sélective par laser (SLM) ou frittage direct par laser du métal (DMLS) : utilise un laser de forte puissance pour fondre et fusionner des particules de poudre métallique (principe du SLS appliqué aux métaux). → Fusion par faisceau d'électrons (EBM) : utilise un faisceau d'électrons pour chauffer des particules métalliques et les fusionner (principe du SLM).

FIGURE 1 : les méthodes de fabrication numériques (source : <https://www.rapiddirect.com>)



1.1 Définitions

Quelques définitions sont nécessaires à la bonne compréhension de ce travail (8) :

- La justesse : elle est définie par le biais de mesure (ou erreur systématique) entre l'objet de référence et l'objet cible.
- La précision : elle est définie par la reproductibilité (ou erreur aléatoire) entre les objets lorsque le processus est répété.
- L'exactitude : c'est la combinaison de la justesse et de la précision.

Attention : certains articles utilisent parfois le terme de précision pour désigner l'exactitude.

1.2 Objectifs

L'objectif de cette revue de la littérature était d'effectuer un état des lieux de l'utilisation du flux numérique lors des procédés d'enregistrement de la situation clinique ainsi que ceux de conception et de fabrication des prothèses amovibles partielles à châssis métallique afin de pouvoir juger de sa pertinence d'un point de vue du confort, de la précision, du temps clinique ou de laboratoire et du coût des équipements.

1.3 Hypothèses

Les hypothèses étaient les suivantes :

- 1- Les techniques conventionnelles de prise d'empreintes et les techniques numériques de **prise d'empreintes** aboutissent à la production de prothèses dentaires amovibles à châssis métallique avec une durée clinique, un confort pour le patient, un coût et un ajustement identiques.
- 2- Les techniques conventionnelles de fabrication et les techniques numériques **de fabrication** aboutissent à la production de prothèses dentaires amovibles à châssis métallique avec une durée clinique et de laboratoire, un confort pour le patient, un coût et un ajustement identiques.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1 Hypothèses

La méthode « Population, Intervention, Comparaison, Outcome » ou « PICO » a été utilisée pour formuler les questions suivantes :

- **Q1** : Le choix de la technique d’empreinte, scanner intra-oral ou méthode conventionnelle, influe-t-elle sur le confort et/ou la satisfaction des patients ?
- **Q2** : Le choix de la technique de fabrication, CFAO ou conventionnelle, influe-t-elle sur le confort et/ou la satisfaction des patients ?
- **Q3** : Les empreintes numériques sont-elles plus précises que les empreintes conventionnelles en termes d’ajustement et de précision ?
- **Q4** : Les méthodes de fabrication numériques sont-elles plus précises que les méthodes conventionnelles en termes d’ajustement et de précision ?
- **Q5** : Les empreintes numériques nécessitent-elles moins de temps de réalisation par le praticien que les empreintes conventionnelles ?
- **Q6** : Les méthodes de fabrication numériques nécessitent-elles moins de temps de réalisation par le technicien prothésiste que les méthodes de fabrication conventionnelles ?
- **Q7** : L’empreinte numérique est-elle moins coûteuse que l’empreinte conventionnelle ?
- **Q8** : Les méthodes de fabrication numériques sont-elles moins coûteuses que les méthodes de fabrication conventionnelles ?

2.2 Stratégie et modalités de recherche

La base de données MEDLINE/PubMed a été utilisée pour effectuer une recherche électronique d'articles publiés jusqu'en août 2023, sans restriction de date ni de langue. La base de données Google Scholar a également été interrogée mais n'a donné que des doublons. Des recherches manuelles supplémentaires ont été effectuées afin d'élargir la liste des articles conservés.

Pour la base de données MEDLINE/PubMed, 2 équations de recherches ont été utilisées :

EQUATION N°1

((Partial denture[MeSH Terms]) OR (partial denture) OR (removable partial denture) OR (RPD framework)) AND ((impression) OR (dental impression technique[MeSH Terms]) OR (dental impression technique) OR (digital impression) OR (optical impression)) AND ((intraoral scan) OR (scanning) OR (CAD CAM[MeSH Terms]) OR (CAD CAM) OR (stereolithography)))

EQUATION N°2

((Partial denture[MeSH Terms]) OR (partial denture) OR (removable partial denture) OR (RPD framework)) AND ((impression) OR (dental impression technique[MeSH Terms]) OR (dental impression technique) OR (digital impression) OR (optical impression) OR (intraoral scan) OR (scanning) OR (CAD CAM[MeSH Terms]) OR (CAD CAM) OR (stereolithography)) NOT (implant) NOT (complete) NOT (fixed) NOT (crown))

2.3 Sélection des articles et critères d'éligibilité

La sélection des articles a été réalisée selon les étapes décrites dans la méthodologie PRISMA 2020 (**Figure 2**).

Cette recherche a permis d'identifier tous les articles concernant les prothèses amovibles partielles à châssis métallique dans lesquels les auteurs ont comparé les techniques d'empreinte conventionnelles avec les empreintes numériques et les articles où les auteurs ont comparé les techniques conventionnelles de fabrication avec les techniques assistées par ordinateur.

Les articles ont été sélectionnés sur la base des critères d'inclusion suivants :

- aucune restriction sur le type d'article,
- comparaison des techniques conventionnelles et numériques (concernant soit l'empreinte, soit la fabrication, soit les deux)
- concernant uniquement la réhabilitation prothétique de l'édenté partiel par méthode amovible
- concernant au moins un critère identifié dans les hypothèses

Les articles portant sur la prothèse amovible complète, la prothèse conjointe, la prothèse implanto-portée, la prothèse maxillo-faciale ou l'orthodontie ont été exclus.

TABLEAU 2 : critères d'inclusion et d'exclusion

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Tout type d'article (revue de la littérature, essai clinique, étude prospective comparative, étude <i>in vitro</i> , rapport de cas...)	Articles concernant un autre domaine que la prothèse adjointe (orthodontie, implantologie, prothèse complète, prothèse conjointe ou prothèse maxillo-faciale)
Articles concernant l'édentement partiel	
Articles concernant une réhabilitation prothétique adjointe à armature métallique	Articles ne comportant pas de question sur l'empreinte numérique ou la CFAO
Articles comportant au moins une question portant sur l'empreinte numérique ou la CFAO	

2.4 Extraction des données

L'extraction et la synthèse des données ont été réalisées à l'aide d'un tableur (Excel, MICROSFOT).

Les informations suivantes ont été relevées et consignées pour analyse :

- auteurs
- année de publication
- pays
- typologie de l'étude
- outils numériques utilisés
- variables évaluées
- principaux résultats

2.5 Evaluation qualitative

Cette revue de la littérature présente des limites que l'on doit mettre en évidence. Pour cela, nous avons réalisé une étude du niveau de preuve des articles inclus à l'aide de l'échelle ROBIN-I-tool (*Risk Of Bias In Non-randomised Studies - of Interventions*) (**Tableau 12**).

Les informations suivantes ont été prises en compte :

- type d'étude et degré de preuve
- présence ou absence d'une analyse statistique
- présence ou absence d'un groupe contrôle
- nombre de patients inclus

Ces critères ont permis de classer les articles en niveau de preuve élevé, intermédiaire ou faible.

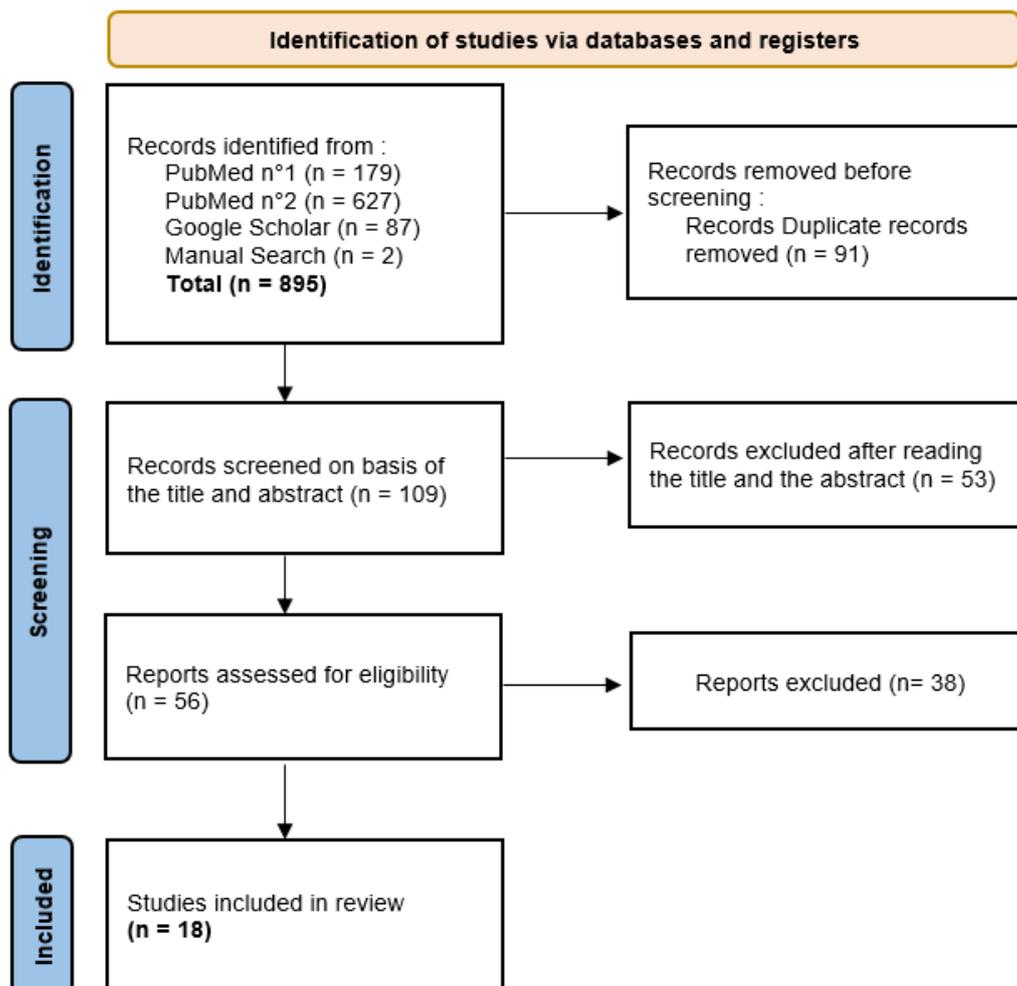
3. RESULTATS

3.1 Sélection des études

Les recherches ont permis d'identifier 895 articles, dont 91 doublons et 748 exclus après lecture des titres et/ou résumés. Les textes des 56 articles éligibles ont été lus dans leur intégralité pour sélectionner ceux qui correspondaient aux critères d'inclusion et d'exclusion (**Tableau 2**). D'après ces critères, 38 articles ont été exclus. Finalement, 5 revues de la littérature, 5 rapports de cas cliniques, 7 études expérimentales (4 études cliniques *in vitro* et 3 études prospectives comparatives) et 1 essai clinique randomisé ont été inclus.

Le flux de recherche bibliographique est présenté à la **Figure 2**, et les caractéristiques des études incluses, les principaux paramètres et les résultats sont présentés dans le **Tableau 3**.

FIGURE 2 : Diagramme de flux PRISMA (source : PRISMA-statement.org)



3.2 Tableau de synthèse des études incluses

TABLEAU 3 : caractéristiques des études incluses et principaux résultats

N°	AUTEUR, ANNEE, PAYS	TYPE D'ETUDE	INCLUSION	MATERIEL	PROTOCOLE / EVALUATION	PRINCIPAUX RESULTATS	PARAMETRE EVALUE
(12)	Williams et al. 2006 Royaume-Uni	Rapport de cas clinique	1 participant Classe I de Kennedy	Scanner extra-oral : -Comet 250, Steinbichler Optotechnik GmbH Logiciel : -FreeForm SensAble Technologies Inc. Imprimante : -SLM Realizer 2, MCP- HEK, SLM Tech Center	Application clinique de la réalisation d'une prothèse numérique par SLM : -Empreinte conventionnelle + coulée du modèle de référence -Scan + envoi au laboratoire + conception -Fabrication SLM en CoCr + finitions + essayage sur le modèle et sur le patient	* L'ajustement est jugé subjectivement excellent. L'armature RPD-SLM est comparable en termes de précision, de qualité d'ajustement et de fonction à celles produites par les méthodes existantes couramment utilisées en dentisterie. * Les coûts actuels (2006) de l'utilisation CAD/CAM sont élevés : coût du logiciel FreeForm et d'un bras Phantom environ 30 000 \$. Un scanner approprié environ 25 000 \$. Cependant, la majorité du coût réside dans cet investissement initial, et ces coûts sont susceptibles de diminuer avec le développement technique ultérieur. Produire un modèle numérisé avec une surface prend environ 5 à 15 minutes de temps opérateur et 1 heure de temps machine. Le temps nécessaire pour le scan est comparable à une empreinte classique. Le temps de conception virtuelle est d'environ 40 minutes mais avec la pratique et les évolutions cela va diminuer. Les machines SLM sont coûteuses et les coûts de fabrication sont facturés environ 269\$ pour un lot de 6 cadres différents, plus le coût de l'alliage. * Nécessaire d'affiner et de développer les logiciels et les machines dans ce domaine. L'armature a montré une précision au moins comparable aux techniques conventionnelles, elle est en tout cas satisfaisante pour une application clinique.	Q4 Q5 Q6 Q8

(13)	Kattadiyil et al. 2014 Etats-Unis	Rapport de cas clinique	1 participant Classe III de Kennedy	Scanner intra-oral : -Cadent iTero, Align Technology Logiciel : -SensAble System	-Scan de l'arcade maxillaire, mandibulaire et de l'occlusion -Total de 81 scans pour un temps total de 17 minutes -Fichier envoyé au laboratoire -Réalisation d'un modèle en polyuréthane -Conception de l'armature -Impression 3D sur le modèle -Essayage pour confirmer l'adaptation -Coulée en alliage CoCr avec la méthode conventionnelle -Evaluation de l'adaptation avec une pâte indicatrice de pression (Pressure Indicator Paste, Henry Schein).	<ul style="list-style-type: none"> * La CFAO simplifie les procédures de traitement et réduit le temps et les rendez-vous, mais l'acquisition minutieuse des données et l'exécution précise des procédures cliniques sont essentielles à la réussite. * L'armature présente une excellente adéquation en globalité et vis-à-vis des tissus mous, et ne nécessite aucune modification. * La réaction du patient à la prothèse numérique a été favorable. * Avantage de pouvoir modifier l'empreinte à tout moment. * Communication améliorée entre le laboratoire et le praticien. * Coût comparable entre le numérique et le conventionnel mais investissement plus important au départ. * Alternative efficace et cliniquement acceptable. * Dans ce cas, l'armature est adaptée avec précision et utilisée par le patient. 	Q1 Q3 Q5 Q7
(10)	Lang et Tulunoglu 2014 Etats-Unis	Revue de la littérature	9 articles	Non applicable	Etudes évaluant la qualité d'ajustement des prothèses amovibles partielles réalisées par CFAO et leur niveau de preuve.	<ul style="list-style-type: none"> * C'est acceptable voire très bien dans certains cas mais il n'y a pas assez de preuves. * Ajustement amélioré, une réduction du temps de fabrication, moins de travail requis et moins de sources d'erreur, mais il n'existe aucune étude clinique pour étayer ces affirmations. * Le coût et le temps initial requis pour apprendre à concevoir à l'aide du logiciel constituaient les inconvénients du système. * Les coûts d'investissement associés aux systèmes CAO/FAO (scanner, dispositif haptique, logiciel) sont élevés. L'investissement initial sera rentable si les avantages annoncés s'avèrent avérés. * Un meilleur ajustement conduisant à moins réfection de prothèses, une efficacité en termes de temps conduisant à une diminution du temps de travail et des coûts pourraient dépasser les coûts d'investissement. Cependant, il n'existe aucune preuve pour étayer ces affirmations. 	Q6 Q8

(14)	Mansour et al. 2016 Etats-Unis	Rapport de cas clinique	2 participants Classe III.1 de Kennedy	Scanner intra-oral : -LAVA COS, 3M ESPE	Pour les 2 patients : -Interrogatoire + examen clinique + plan de traitement -Conception + préparation des taquets occlusaux -Empreinte numérique des deux arcades + occlusion -Envoi au laboratoire + réalisation d'un modèle SLA (stéréolithographie/modélisation additive) + coulée d'un châssis CoCr en méthode conventionnelle -Essayage (modèle + patient) + réglages des contacts + finalisation et livraison.	* L'ajustement des armatures est très satisfaisant. * Aucun ajustement n'a été nécessaire. * Les patients sont immédiatement satisfaits. * Bonne capacité des systèmes de prise d'empreinte numérique à réaliser des empreintes précises sans pression sur les tissus mous.	Q3 Q4
(11)	Lee et al. 2017 Corée du Sud	Etude prospective comparative	10 participants Classe I, II et III de Kennedy.	Scanner extra-oral : -Activity 101, Smartoptics Logiciel : -FreeForm, Sensable Imprimante : -ProJet DP 3000, 3D Systems	-Empreinte fonctionnelle conventionnelle + coulée -Scan du modèle de référence -Envoi au laboratoire au format STL + conception -Fabrication par prototypage rapide d'un modèle SLA en résine + coulée conventionnelle. -Fabrication de répliques : silicone + scan + analyse avec un stéréomicroscope et un logiciel permettant la section des répliques pour effectuer plusieurs mesures.	* La méthode numérique permet plusieurs avantages : détermination du chemin d'insertion, visualisation des contre-dépouilles. Les données sont stockées et peuvent être réutilisées si besoin. Le temps total de fabrication de la prothèse est considérablement réduit et plusieurs modèles peuvent être fabriqués en un court laps de temps. * Pas de différence significative de la précision selon la classification de Kennedy et selon les composants (crochets etc.) * Cliniquement acceptable mais pas de comparaison avec la prothèse conventionnelle. * Les RPD numériques fabriqués à l'aide du numérique varient en termes de précision d'ajustement. Dans l'analyse des écarts sous l'appui du cingulum, la précision de la périphérie était supérieure à celle du centre. * Les prothèses partielles amovibles fabriquées à partir de modèles générés numériquement présentent une précision clinique acceptable.	Q4 Q6
(15)	Ye et al. 2017 Chine	Etude prospective comparative	15 patients : -8 en classe I de Kennedy -3 en classe II de Kennedy -3 en classe III de Kennedy	Scanner extra-oral : -3Shape D800 Logiciel : -Dental System 3Shape Imprimante : -SLM RP (M270, EOS)	Réalisation de deux empreintes conventionnelles en silicone + coulée des modèles : -GC : conception et fabrication avec la technique conventionnelle (LWT) -G1 : scan du modèle de référence + conception + fabrication SLM en CoCr	* Les armatures par technique SLM répondent aux exigences cliniques : rétention et stabilité satisfaisante, sans rotation indésirable. * Les méthodes de fabrication numérique présentent l'avantage d'un meilleur ajustement, d'une période de production plus courte et de moins de travail.	Q2 Q4 Q6

			<p>-1 en classe IV de Kennedy</p> <p>-6 édentements maxillaires et 9 mandibulaires</p>		<p>Les patients reçoivent une prothèse SLM et une prothèse conventionnelle.</p> <p>-Evaluation par inspection visuelle</p> <p>-Réalisation d'un test de pression avec injection d'un silicone entre la prothèse et l'armature. Analyse au stéréomicroscope, mesures de l'épaisseur de silicone, puis comparaison entre les méthodes.</p>	<p>* Ecart légèrement plus grand entre le modèle et la prothèse pour les cas avec techniques PR mais il n'y a pas de différence significative entre la précision des armatures conventionnelles et numériques. Des améliorations devraient être faites à l'avenir pour encore plus de précision.</p> <p>* Les techniques numériques peuvent être utilisées avec des résultats satisfaisant pour l'application clinique.</p>	
(16)	Almufleh et al. 2018 Canada	Essai clinique randomisé (pilote)	<p>12 participants Classes I, II, III et IV de Kennedy</p>	<p>Scanner extra-oral : -3Series, Dental Wings Logiciel : -3Shape CAD Points Imprimante : -PM100 Dental, Phenix Systems -PM100T Dental, Phenix Systems</p>	<p>-Empreinte conventionnelle puis coulée du modèle de référence</p> <p>-GC : technique conventionnelle à partir du modèle de référence</p> <p>-G1 : scan du modèle de référence puis conception et fabrication numérique d'une prothèse en CoCr par frittage au laser.</p> <p>Comparaison de la satisfaction à court terme :</p> <p>-Port d'une prothèse tirée au sort pendant 30 jours avec suivi et évaluation à 1 semaine, 2 semaines et 4 semaines.</p> <p>-Echange de prothèse et suivi de la même procédure.</p> <p>-Evaluation de leur satisfaction par un questionnaire en 9 items sous forme d'EVA (0-100) concernant leur satisfaction générale, la facilité de nettoyage, la capacité de parler, le confort, l'esthétique, la stabilité, la capacité à mastiquer, l'efficacité masticatoire et l'état buccal.</p> <p>-Prise en compte de la préférence de prothèse du patient lors de l'évaluation finale et prise en compte des plaintes et des compliments lors de la période de suivi.</p>	<p>* La précision supérieure des technologies de frittage au laser peut réduire les erreurs de traitement manuel, augmentant ainsi la qualité des prothèses tout en réduisant les coûts de fabrication et en rendant le traitement accessible à une plus grande partie de la population.</p> <p>* Les participants étaient significativement plus satisfaits des prothèses frittées au laser que des prothèses coulées en ce qui concerne la satisfaction générale, la capacité de parler, la capacité de nettoyer, le confort, la capacité de mastication, l'efficacité masticatoire et l'état buccal (P < 0,05). Les patients étaient globalement plus satisfaits par le frittage laser que la conventionnelle sauf pour l'esthétique qui n'est pas significative. Moins de plaintes et plus de compliments.</p> <p>*À la fin de l'étude, 5 participants préféraient le RPD fritté au laser, 1 préférait le RPD moulé et 3 n'avaient aucune préférence.</p> <p>* Le coût initial élevé de la machine de frittage laser et le logiciel nécessaire en plus du temps et l'expertise nécessaire pour apprendre cette technologie sont quelques-unes des limitations. Essai plus long et avec plus de participants est recommandé.</p> <p>* L'utilisation de la technologie de frittage laser CAD-CAM dans la fabrication de prothèses partielles amovibles peut conduire à de meilleurs résultats en termes de satisfaction des patients à court terme. La conclusion de cette étude pilote doit être confirmée par un essai contrôlé randomisé plus vaste.</p> <p>* Ajustement précis et meilleure rétention des prothèses frittées au laser.</p>	<p>Q2</p> <p>Q4</p> <p>Q6</p> <p>Q8</p>

(17)	Arafa 2018 Arabie Saoudite	Revue de la littérature	12 articles	NA	Articles évaluant la qualité de l'ajustement des prothèses réalisées par CFAO et prototypage rapide.	<ul style="list-style-type: none"> * De plus en plus utilisé, de nouveaux logiciels mieux adaptés sortent, améliorent la qualité d'ajustement et réduisent le temps de travail en laboratoire. * L'ajustement varie de satisfaisant à excellent pour les armatures fabriquées par les nouvelles technologies CFAO. * Permettent la réduction du temps de fabrication, l'amélioration des problèmes d'assurance qualité, un ajustement amélioré. * Malgré le manque d'essais cliniques fournissant des preuves solides, les preuves disponibles soutiennent l'affirmation d'un bon ajustement des RPD fabriqués par les nouvelles technologies utilisant la CAO/FAO. * Plus la qualité d'ajustement des RPD est élevée, plus les prothèses sont confortables et fonctionnelles. * L'utilisation de techniques informatisées peut réduire le temps de fabrication en laboratoire, rendant les prothèses disponibles plus rapidement pour les patients que les techniques conventionnelles. 	Q2 Q4 Q6
(18)	Arnold et al. 2018 Allemagne	Etude clinique <i>in vitro</i>	5 groupes de 3 modèles (n=15) Classe III.2 de Kennedy	Scanner intra-oral : -D900 3Shape Logiciel : -3Shape Dental Designer -3Shape Dental Shaper Imprimante 3D : ProJet DP 3000, 3DSystems -CNC Construction Mlab, Concept laser, GmbH Fraiseuse : -Organical Multi, R+K CAD-CAM Technology GmbH&Co. -Organical D7C, R+K CAD-CAM Technology GmbH&Co.	-Modèle de référence maxillaire dupliqué en 3 modèles pour chaque groupe. -Empreinte numérique convertie en fichier STL -GC : méthode conventionnelle LWT, en CoCr -G1 : PR indirect (impression par injection de cire + coulée standard), en CoCr -G2 : PR direct (fusion sélective au laser), en CoCr -G3 : fraisage indirect (fraisage de cire + coulée standard), en CoCr -G4 : fraisage direct (fraisage de résine), en PEEK -Première évaluation des armatures selon leur conception et leur stabilité. -Analyse par microscopie optique de la précision et de l'ajustement de chaque crochet sur le modèle de référence (n=12 crochets par groupe).	<ul style="list-style-type: none"> * Les techniques CAD-CAM permettent de fabriquer avec précision des prothèses amovibles partielles avec un crochet bien ajusté. * Par rapport à la méthode LWT, le processus de fraisage direct CAD-CAM a montré un ajustement significativement meilleur. * Les prothèses produites par PR présentaient les écarts les plus importants (moins adaptées) et des irrégularités d'ajustement. * Tous les RPD fabriqués à l'aide de techniques incluant des procédures de coulée ont révélé des divergences horizontales plus importantes que les divergences verticales en raison d'une plus grande distorsion. * Les RPD indirectement fraisés (117 ± 34 mm horizontal et 45 ± 21 mm vertical) et les RPD directement fraisés (43 ± 23 mm horizontal et 38 ± 21 mm vertical) ont montré un ajustement significativement meilleur (P < 0,05) que les RPD LWT fabriqués de manière conventionnelle (133 ± 59 mm horizontalement ; 73 ± 25 mm verticalement). 	Q4

						* Le pire ajustement a été trouvé pour les RPD fabriqués par prototypage rapide indirect (323 ± 188 mm horizontal et 112 ± 60 mm vertical) ou par prototypage rapide direct (365 ± 205 mm horizontal et 363 ± 133 mm vertical).	
(8)	Hayama et al. 2018 Japon	Etude clinique <i>in vitro</i>	2 modèles mandibulaires partiellement édentés utilisés plusieurs fois (n=20) : -classe I de Kennedy -classe III de Kennedy	Scanner intra-oral : -Trophy Solutions Carestream Health → avec grande tête (plage de balayage : 16 mm 12 mm) → avec petite tête (plage de balayage : 12 mm 9 mm) Scanner extraoral : -ARCTICA Auto Scan Comparateur : -Outil de modélisation 3D Geomagic Studio 2014, 3D Systems	Les deux modèles sont scannés 5 fois avec un scanner extra-oral et convertis au format STL pour constituer les modèles de références. Pour la méthode conventionnelle : -empreinte alginate + coulée du modèle + conversion fichier STL via un scanner extra-oral. Pour la méthode numérique : -empreinte via un scanner intra-oral + conversion fichier STL. Une analyse des écarts est réalisée grâce à un logiciel de modélisation qui superpose les modèles 3D. La justesse et la précision font l'objet d'une analyse statistique.	* Les empreintes numériques étaient plus justes (54-108 mm), mais moins précises (100-121 mm) que les empreintes conventionnelles (justesse 122-157 mm, précision 52-119 mm). * La grande tête de scanner intra-oral a montré une meilleure justesse et une meilleure précision que la petite tête. Elle a nécessité moins d'images scannées en moyenne que la petite tête ($p < 0,05$). * La précision des empreintes numériques pour une crête partiellement édentée est supérieure aux empreintes conventionnelles en termes de justesse, mais inférieure aux empreintes conventionnelles en termes de précision. * La précision peut être améliorée en augmentant la taille de la tête de balayage. * La CFAO présente une approche simplifiée et une fabrication plus rapide. * Cliniquement acceptable pour toutes les méthodes.	Q3
(19)	Hu et al. 2019 Chine	Rapport de cas clinique	1 participant Classe I de Kennedy	Scanner intra-oral : -TRIOS 3Shape Logiciel : -3Shape Dental System Imprimante 3D : -EOSINT M 280, EOS	-Examen clinique + plan de traitement -Empreinte numérique des deux arcades + occlusion -Total de 655 scans pour un temps de 6 minutes. -Envoi au laboratoire au format STL -Fabrication de l'armature en titane par impression 3D en fusion sélective laser -Essayage sur SLA imprimée + finitions + polissage -Suivi à 1 semaine et 1 mois	* L'armature s'adapte correctement sur le modèle en résine et cliniquement dans la bouche du patient. * L'occlusion a été ajustée lors des suivis. Aucune gêne, sensibilité ou basculement n'a été constatée durant ces suivis. * Le patient était satisfait du châssis maxillaire terminé. * Moins d'erreurs, un meilleur confort et une meilleure efficacité des empreintes numériques * Un ajustement acceptable et des résultats cliniques satisfaisants ont été démontrés. * La numérisation intra-orale et impression 3D pour la fabrication d'une armature métallique constituent une alternative utile aux techniques conventionnelles.	Q1 Q2 Q3 Q4 Q5 Q6 Q7 Q8

						<ul style="list-style-type: none"> * La CFAO pourrait aider à obtenir un meilleur soutien et une meilleure rétention * La CFAO est plus efficace car elle permet d'économiser des matériaux, du temps et des efforts et possibilité d'une production en série. * Haut niveau de précision, reproductibilité précise * Moins de temps au fauteuil * Moins de temps de fabrication au laboratoire : 15 minutes pour une armature métallique, gain de temps de production de 60-70%. * Coût initial élevé 	
(20)	Soltanzadeh et al. 2019 Etats-Unis	Etude clinique <i>in vitro</i>	4 groupes de 10 modèles (n=40) en classe III.1 de Kennedy.	<p>Scanner intra-oral : -TRIOS 3 3Shape Scanner de laboratoire : -3SD900 3Shape</p> <p>Logiciels : -3Shape Temporary Partial Design -Preform Software</p> <p>Imprimante 3D : -Form2 Formlabs</p>	<p>Un modèle maxillaire est coulé en plâtre et scanné pour servir de référence aux 4 groupes :</p> <p>-G1 fabrication à la cire perdue à partir du modèle en plâtre : PVS + moulage + conception conventionnelle + coulée conventionnelle. -G2 fabrication par impression 3D : IOS + fichier STL + conception numérique + impression 3D. -G3 fabrication par impression 3D à partir du modèle en plâtre : PVS + moulage + conception numérique + impression 3D. -G4 fabrication à la cire perdue à partir d'un modèle imprimé en résine : IOS + impression modèle en résine + conception conventionnelle + coulée conventionnelle.</p> <p>Les armatures sont fabriquées en alliage CoCr. Toutes les armatures finales sont scannées et comparées numériquement par superposition STL avec le fichier du modèle de référence. Des mesures sont réalisées sur 25 zones pour réaliser une cartographie couleur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Il n'y a pas de différence significative entre les empreintes numériques et les empreintes conventionnelles, elles sont comparables. * La méthode d'enregistrement des données (IOS ou empreinte classique) ne semble pas affecter la précision de l'ajustement. * Les moulages en résine sont moins précis que les moulages en plâtre. * Les écarts sont significativement moindres avec les méthodes de fabrication conventionnelles par rapport aux groupes d'impression 3D. * Les prothèses coulées conventionnelles ont un meilleur ajustement et une plus grande précision. Au contraire les prothèses imprimées en 3D ont montré l'adaptation la plus médiocre. * Le groupe 4 montre des contacts excessifs. * Il n'y a pas de différences significatives entre les armatures d'une même méthode (I/IV et II/III). * Une grande précision d'ajustement (<50µm d'écart) a été observée pour toutes les méthodes au niveau des zones d'appuis (taquets occlusaux) et les plaques bases. * Toutes les méthodes ont révélé un ajustement cliniquement acceptable (50-311µm). * La méthode SLM améliore les propriétés des armatures CoCr et améliore la résistance à la distorsion. * Le coût et le temps sont réduits. * Les données numériques sont facilement stockées et accessibles. 	<p>Q3</p> <p>Q4</p> <p>Q5</p> <p>Q6</p> <p>Q7</p> <p>Q8</p>

(4)	Tregerman et al. 2019 Etats-Unis	Etude prospective comparative	9 participants : -4 en classe I de Kennedy -3 en classe II de Kennedy -2 en classe III de Kennedy	Scanner intra-oral : -3Shape TRIOS III Scanner de laboratoire : -D800 3Shape Logiciel : -3Shape Dental System 2016 Premium.	Chaque participant reçoit 3 prothèses en alliage CoCr (1 pour chaque méthode) (n=27) : -Technique analogique : empreinte PVS, coulée du modèle, conception au laboratoire, LWT. -Technique combinée : empreinte PVS, coulée du modèle, scan extraoral du modèle, conception numérique, fabrication par SLM. -Technique numérique : empreinte IOS, conception numérique, fabrication par SLM. Evaluation : enquête oui/non portant sur 7 paramètres concernant l'armature.	* La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode analogique (p<0,001). * La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode combinée (p<0,001). * La méthode analogique est significativement meilleure que la méthode combinée (p=0,008). * Aucune différence de précision entre les classifications de Kennedy. * Les empreintes numériques ont une justesse, une précision et une qualité similaire ou supérieure aux techniques conventionnelles, et une qualité prothétique supérieure aux techniques conventionnelles. * Les scanners intra-oraux ont un meilleur succès clinique et une meilleure précision. * Correction des erreurs facilitée *La technique SLM produit des armatures cliniquement acceptable. Les armatures CoCr ont une meilleure microstructure et de meilleures propriétés mécaniques que les armatures coulées ou fraisées. * 7 participants sur 9 ont choisi la prothèse numérique.	Q3 Q4
(21)	Carneiro Pereira et al. 2020 Brésil	Revue de la littérature	7 articles	Non applicable	Comparaison entre le scanner intra-oral et extra-oral Comparaison entre le scanner intra-oral et l'empreinte conventionnelle. Comparaison entre les armatures numériques et conventionnelles	* Les empreintes numériques sont meilleures que les empreintes conventionnelles en termes de justesse mais pas en termes de précision. * Les armatures coulées de manière conventionnelle sont plus précises que les armatures imprimées. * La fabrication numérique des armatures est suffisamment précise pour être cliniquement acceptable. * La méthode de fabrication numérique présente un ajustement clinique significativement meilleur que la méthode conventionnelle, elle-même meilleure que la méthode combinée. * Les crochets fabriqués par CFAO sont mieux adaptés que les crochets coulés conventionnels.	Q3 Q4 Q5 Q6

(22)	Nishiyama et al. 2020 Japon	Rapport de cas clinique	2 participants : -1 participant en classe III de Kennedy -1 participant en classe I de Kennedy.	Scanner intra-oral : -TRIOS2 3Shape Scanner de laboratoire : -Dental System D-810 Logiciel : -Dental System D810, 3Shape -Freeform, 3D SYSTEMS Imprimante : -D30, Rapidshape	Fabrication de tous les éléments d'une prothèse avec une armature en PEEK (armature, dents, base, crochets) puis assemblage à l'aide d'un matériau adhésif. Patient 1 : méthode numérique -empreinte IOS -conversion en fichier STL et conception par CAO -fabrication des éléments par FAO Patient 2 : méthode combinée -empreinte conventionnelle -scan du modèle d'étude -conversion en fichier STL et conception par CAO -fabrication des éléments par FAO Ici, pas de comparaison des méthodes, juste une évaluation de la satisfaction des patients. Evaluation sous forme d'un questionnaire portant sur 7 critères à 3 et 12 mois : -satisfaction générale -confort -stabilité -capacité de mastication -capacité à parler -esthétique -facilité de nettoyage	* Séance plus confortable pour le patient grâce à l'utilisation du scanner intra-oral. * Simplification de fabrication et économie de matériaux. * Les prothèses ont été délivrées avec succès sans aucune complications ou fracture dans les 6 mois suivants. * Scores de satisfaction améliorés par rapport à l'ancienne prothèse.	Q1 Q2 Q5
(23)	Pordeus et al. 2020 Brésil	Revue de la littérature	15 articles	Non applicable	Non applicable	* Les armatures CAD CAM sont acceptables. * Les cadres générés par technique indirecte sont similaires ou supérieurs à ceux réalisés avec la technique conventionnelle. * Les cadres générés par techniques directe (SLM) semblent plus précis (polissage facilité, peu d'ajustement) mais il faut plus d'études (non significatif) * Coût de fabrication plus élevé pour la technique SLM. * Processus plus long et nécessite plus de retouches pour la technique indirecte. * Les scanners intra-oraux sont une solution viable, donnent des résultats très précis et rapides, permettent de faire des modifications sur le logiciel plus facilement.	Q3 Q4 Q6 Q8

						<p>* L'utilisation de la technologie CAD-CAM pour la fabrication d'armatures RPD peut être une alternative viable.</p> <p>* Les données indiquent un ajustement et une amélioration esthétique similaires par rapport à la technique conventionnelle.</p>	
(9)	AlRumaih 2021 Arabie Saoudite	Revue de la littérature	33 articles	Non applicable	<p>Comparaison de 3 méthodes :</p> <ul style="list-style-type: none"> -analogique -combinée -numérique <p>Comparaison des matériaux utilisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cobalt-Chrome -Titane -PEEK 	<p>* L'IOS est une option viable pour réduire les visites cliniques et le temps de travail de laboratoire et global.</p> <p>* L'IOS soulage l'anxiété des patients et améliorer le confort, améliore le stockage des données.</p> <p>* Coût financier initial élevé.</p> <p>* Prothèse bien adaptée, ajustements minimes, réaction favorable des patients.</p> <p>* Meilleur ajustement et meilleure rétention avec l'empreinte numérique.</p> <p>* La méthode entièrement numérique montre des résultats supérieurs ou comparables à la méthode conventionnelle.</p>	<p>Q1</p> <p>Q2</p> <p>Q3</p> <p>Q4</p> <p>Q5</p> <p>Q7</p>
(24)	Peng et al. 2022 Chine	Etude clinique <i>in vitro</i>	18 modèles Classe II.2 de Kennedy	<p>Scanner extra-oral :</p> <ul style="list-style-type: none"> -3Shape D900 <p>Logiciel :</p> <ul style="list-style-type: none"> -3Shape Dental System <p>Imprimante :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mlab Cusing, Concept Laser <p>Logiciel d'analyse :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Geomagic Control X 2017 	<p>Analyse des armatures en CoCr ou titane (Ti-6Al-4V) fabriquées par SLM :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Scan du modèle de référence -Fichier STL -GC : fabrication de 6 armatures par PR indirect (impression d'un modèle en résine + coulée conventionnelle), en CoCr -G1 : fabrication de 6 armatures par SLM en CoCr -G2 : fabrication de 6 armatures par SLM en titane <p>Les cadres obtenus sont scannés et comparés à l'aide d'un logiciel de superposition.</p>	<p>* La technique additive SLM est plus précise car permet de reproduire les contre-dépouilles.</p> <p>* Les armatures fabriquées par SLM sont plus précises que la technique conventionnelle de coulée.</p> <p>* Le cobalt-chrome et le titane présentent des résultats acceptables et précis.</p> <p>* Les cadres RPD fabriqués par SLM présentaient la plus grande précision parmi les groupes.</p> <p>* Dans les groupes fabriqués par SLM, aucune différence statistique n'a été trouvée entre le CoCr et le Ti-6Al-4V.</p>	<p>Q4</p> <p>Q6</p>

3.3 Analyse descriptive des études incluses

Le détail des réponses aux questions posées est présenté comme suit :

3.3.1 Confort et satisfaction concernant l’empreinte

La question Q1 a été évaluée dans 4 études (**Tableau 4**). Les données n’ont montré **aucune différence statistiquement significative** entre les techniques d’empreintes (balayage numérique ou empreinte conventionnelle) : l’hypothèse 1 est acceptée.

TABLEAU 4 : confort et satisfaction concernant l’empreinte (Q1)

N° article	Résultats	
(9)	Le scanner intra-oral est une option viable pour réduire les visites cliniques, réduire le travail en laboratoire, soulager l'anxiété des patients et améliorer leur confort Le scanner intra-oral réduit l'inconfort des patients, améliore le stockage des données et réduit le temps de travail global	Numérique > conventionnelle
(22)	Aucune complications dans les 6 mois suivant la pose de la prothèse Séance plus confortable pour le patient	Numérique > conventionnelle
(13)	Réaction favorable du patient à la prothèse numérique	Numérique satisfaisant
(19)	Meilleur confort et meilleure efficacité des empreintes numériques	Numérique satisfaisant

* : *significatif*

3.3.2 Confort et satisfaction concernant la fabrication

La question Q2 a été évaluée dans 6 études (**Tableau 5**). Les données ont montré une **différence statistiquement significative** pour 1 article : l'hypothèse 2 est rejetée, la fabrication numérique est plus confortable que la fabrication conventionnelle.

Seule la technique de fabrication additive du frittage sélectif au LASER (SLS) montre une différence statistique : les patients sont significativement plus satisfaits avec une prothèse amovible partielle à châssis métallique réalisée par méthode de frittage sélectif au LASER qu'avec la méthode conventionnelle de coulée à la cire perdue (LWT), sauf pour le critère esthétique qui n'est pas significatif (16).

TABLEAU 5 : confort et satisfaction concernant la fabrication (Q2)

N° article	Résultats	
(9)	Bonne adaptation de la prothèse, ajustements minimes et réaction favorable des patients	Numérique > conventionnelle
(22)	Les prothèses ont été délivrées avec succès aux patients Aucune complication dans les 6 mois suivant la pose de la prothèse	Numérique > conventionnelle
(19)	Occlusion ajustée lors des suivis. Pas de gêne, sensibilité ou basculement constaté au cours du suivi Le patient est satisfait du châssis maxillaire terminé	Numérique satisfaisant
(17)	Plus la qualité d'ajustement des prothèses amovibles partielles est élevée, plus les prothèses sont confortables L'utilisation de techniques numériques réduit le temps de fabrication, rendant les prothèses disponibles plus rapidement pour les patients que les techniques conventionnelles	Numérique > conventionnelle
(15)	Les armatures par technique SLM répondent aux exigences cliniques : rétention satisfaisante, stabilité satisfaisante, sans rotation indésirable	Numérique (SLM) > conventionnelle
(16)	Les patients sont significativement plus satisfaits des prothèses frittées au laser que des prothèses coulées en ce qui concerne la satisfaction générale, la capacité de parler, la capacité de nettoyer, le confort, la capacité de mastication, l'efficacité de mastication, et l'état buccal ($p < 0,05$) Les patients sont plus satisfaits par le frittage laser que la méthode conventionnelle sauf pour l'esthétique (non significatif) ; moins de plaintes et plus de compliments concernant le frittage laser Finalement, 5 personnes préfèrent la prothèse amovible partielle frittée au laser, 1 personne préfère la prothèse amovible partielle coulée et 3 personnes n'ont pas de préférence L'utilisation de la technologie de frittage laser CAD-CAM dans la fabrication de prothèses partielles amovibles peut conduire à de meilleurs résultats en termes de satisfaction des patients à court terme	Numérique (SLS) > conventionnelle *

* : *significatif*

3.3.3 Précision et ajustement concernant l’empreinte

La question Q3 a été évaluée dans 9 articles (**Tableau 6**). Les données ont montré une **différence statistiquement significative** pour 3 études : l’hypothèse 1 est rejetée. Cependant les résultats sont hétérogènes.

Les résultats statistiquement significatifs montrent que :

- les empreintes numériques sont significativement meilleures en termes d’exactitude par rapport aux empreintes analogiques, elles-mêmes significativement meilleures que les empreintes combinées (conventionnelle + scanner en laboratoire).
- les empreintes numériques sont supérieures en termes de justesse mais inférieures en termes de précision. Les empreintes numériques sont donc significativement plus justes mais moins reproductibles que les empreintes conventionnelles.

Les autres articles n’ont pas montré de différence significative mais semblent s’accorder pour dire que les prothèses obtenues avec les méthodes d’empreintes numériques sont suffisamment précises pour être cliniquement satisfaisantes en termes de précision et d’ajustement.

TABLEAU 6 : précision et ajustement concernant l’empreinte (Q3)

N° article	Résultats	
(21)	Les empreintes numériques sont supérieures aux empreintes conventionnelles en termes de justesse mais inférieures en termes de précision.	Numérique > conventionnelle * /justesse Numérique < conventionnelle * /précision
(9)	Meilleur ajustement et meilleure rétention avec l’empreinte numérique La méthode entièrement numérique montre des résultats supérieurs ou comparables à la méthode conventionnelle	Numérique ≥ conventionnelle
(4)	La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode analogique (p < 0,001) en termes d’exactitude La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode combinée (p < 0,001) en termes d’exactitude La méthode analogique est significativement meilleure que la méthode combinée (p < 0,05) en termes d’exactitude Aucune différence de précision entre les classifications d’édentement Les empreintes numériques ont une justesse, une précision et une qualité similaire ou supérieure aux techniques conventionnelles Les scanners intra-oraux ont un meilleur succès clinique et une meilleure précision 7 participants sur 9 ont choisi la prothèse numérique	Numérique ≥ conventionnelle > combinée *
(20)	Les empreintes numériques sont comparables aux empreintes conventionnelles La méthode d’enregistrement des données (scanner intra-oral ou empreinte physique) ne semble pas affecter la précision de l’ajustement Les moulages en résine sont moins précis que les moulages en plâtre	Numérique = conventionnelle

(8)	La précision du scanner intra-oral peut être altérée par la salive Les empreintes numériques pour une crête partiellement édentée sont plus justes (54-108mm), mais moins précises (100-121mm) que les empreintes conventionnelles (justesse : 122-157 mm, précision : 52-119mm)	Numérique > conventionnelle * /justesse Numérique < conventionnelle * /précision
(13)	Excellente adéquation de la prothèse avec les tissus mous, ne nécessite aucune modification	Numérique satisfaisant
(14)	Bonne capacité des systèmes d’empreinte numérique à réaliser des empreintes précises sans pression sur les tissus mous Aucun ajustement nécessaire	Numérique satisfaisant
(19)	Haut niveau de précision, reproductibilité précise Moins d’erreurs et plus d’efficacité des empreintes numériques La prothèse s’adapte correctement sur le modèle en résine et dans la bouche du patient Aucune gêne, sensibilité ou basculement n’est constaté au cours du suivi	Numérique satisfaisant
(23)	Les scanners intra-oraux sont une solution viable, ils donnent des résultats très précis et rapides	Numérique satisfaisant

* : *significatif*

3.3.4 Précision et ajustement concernant la fabrication

La question Q4 a été évaluée dans 14 articles (**Tableau 7**). Les données ont montré une **différence statistiquement significative** pour 4 articles : l’hypothèse 2 est rejetée. Cependant, les résultats sont hétérogènes.

Les résultats statistiquement significatifs montrent que :

- les méthodes de fabrication numériques sont significativement meilleures en termes d’exactitude que les méthodes de fabrication conventionnelles, elles-mêmes significativement meilleures que les méthodes de fabrication combinées.
- les prothèses obtenues par fraisage direct et indirect sont mieux ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.
- les prothèses obtenues par technique de fusion sélective au LASER (SLM) sont mieux ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.
- les prothèses obtenues par prototypage rapide direct et indirect sont moins bien ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.

Les autres articles n’ont pas montré de différence significative mais semblent s’accorder pour dire que les prothèses obtenues avec les méthodes numériques sont suffisamment précises pour être cliniquement satisfaisantes en termes de précision, d’ajustement et de rétention.

TABLEAU 7 : précision et ajustement concernant la fabrication (Q4)

N° article	Résultats	
(21)	<p>La méthode de fabrication numérique présente un ajustement clinique significativement meilleur que la méthode conventionnelle, elle-même meilleure que la méthode combinée</p> <p>Les crochets fabriqués par CFAO sont mieux adaptés que les crochets coulés conventionnels</p> <p>Les armatures coulées de manière conventionnelle sont plus précises que les armatures imprimées</p> <p>La fabrication numérique des armatures est suffisamment précise pour être cliniquement acceptable</p>	<p>Numérique > conventionnelle > combinée *</p> <p>Numérique (satisfaisant) < conventionnelle</p>
(9)	<p>Bonne adaptation de la prothèse, ajustements minimes</p> <p>La méthode entièrement numérique montre des résultats supérieurs ou comparables à la méthode conventionnelle</p>	<p>Numérique \geq conventionnelle</p>
(4)	<p>La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode analogique ($p < 0,001$) en termes d'exactitude</p> <p>La méthode numérique est significativement meilleure que la méthode combinée ($p < 0,001$) en termes d'exactitude</p> <p>La méthode analogique est significativement meilleure que la méthode combinée ($p < 0,05$) en termes d'exactitude</p> <p>Aucune différence de précision entre les classifications d'édentement</p> <p>La technique SLM produit des armatures cliniquement acceptable</p> <p>Les méthodes numériques ont une qualité prothétique supérieure aux techniques conventionnelles</p> <p>Les armatures CoCr fabriquées numériquement ont une meilleure microstructure et de meilleures propriétés mécaniques que les armatures coulées ou fraisées</p>	<p>Numérique > conventionnelle > combinée *</p>
(20)	<p>Les prothèses coulées conventionnelles ont un meilleur ajustement et une plus grande précision que les prothèses imprimées</p> <p>La méthode SLM améliore les propriétés des armatures CoCr et améliore la résistance à la distorsion</p> <p>Il n'y a pas de différences significatives entre les armatures d'une même méthode (I/IV et II/III)</p> <p>Toutes les méthodes ont révélé un ajustement cliniquement acceptable (50-311 μm)</p> <p>Une grande précision (< 50 μm d'écart) a été observée pour toutes les méthodes pour les zones d'appuis et les plaques bases.</p> <p>Le groupe 4 montre des contacts excessifs</p>	<p>Numérique (satisfaisant) < conventionnelle</p>
(14)	<p>L'ajustement des armatures par méthode additive indirecte est très satisfaisant</p> <p>Aucun ajustement n'a été nécessaire</p>	<p>Numérique satisfaisant</p>
(19)	<p>Haut niveau de précision, reproductibilité précise</p> <p>La CFAO aide à obtenir un meilleur soutien et une meilleure rétention</p> <p>L'armature s'adapte correctement sur le modèle en résine et dans la bouche du patient</p> <p>Aucune gêne, sensibilité ou basculement n'a été constaté au cours du suivi.</p> <p>L'occlusion a été ajustée lors des suivis à une semaine et un mois</p> <p>Ajustement acceptable et des résultats cliniques satisfaisants</p>	<p>Numérique satisfaisant</p>
(18)	<p>Les techniques CFAO permettent de fabriquer avec précision des prothèses amovibles partielles bien ajustées avec un crochet</p> <p>Les prothèses amovibles partielles indirectement fraisées (117 \pm 34 mm horizontal et 45 \pm 21 mm vertical) et les prothèses directement fraisées (43 \pm 23 mm horizontal et 38 \pm 21 mm vertical) ont montré un ajustement significativement meilleur ($P < 0,05$) que les prothèses fabriquées de manière conventionnelle (LWT) (133 \pm 59 mm horizontalement ; 73 \pm 25 mm verticalement)</p> <p>Le pire ajustement a été trouvé pour les prothèses fabriquées par prototypage rapide indirect (323 \pm 188 mm horizontal et 112 \pm 60 mm vertical) ou par prototypage rapide direct (365 \pm 205 mm horizontal et 363 \pm 133 mm vertical)</p> <p>Les prothèses produites par prototypage rapide présentent les écarts les plus importants et des irrégularités d'ajustement</p>	<p>Numérique (fraisage direct et indirect) > conventionnelle > numérique (prototypage direct et indirect) *</p>

	Toutes les prothèses fabriquées à l'aide de techniques incluant des procédures de coulée ont révélé des divergences horizontales plus importantes que les divergences verticales (plus grande distorsion)	
(23)	<p>Les armatures numériques sont acceptables</p> <p>Les cadres générés par technique indirecte sont similaires à la technique conventionnelle</p> <p>Les cadres générés par technique directe en SLM sont plus précis (polissage facilité, peu d'ajustement) mais ce n'est pas significatif.</p> <p>La technique indirecte nécessite plus de retouches</p> <p>Les prothèses réalisées avec la technologie CFAO sont similaires ou supérieures à celles réalisées avec la technique conventionnelle</p> <p>L'utilisation de la technologie CFAO pour la fabrication de châssis métalliques est une alternative viable</p> <p>Ajustement et esthétique similaires entre la méthode numérique et conventionnelle</p> <p>Le logiciel utilisé et le niveau d'expérience de l'opérateur influencent la qualité des structures RPD</p>	<p>Numérique (indirecte) = conventionnelle</p> <p>Numérique (SLM) > conventionnelle</p>
(24)	<p>La technique additive, dont la technique SLM, est plus précise car elle permet de reproduire les contre-dépouilles</p> <p>Les armatures fabriquées par SLM sont plus précises que la technique conventionnelle de coulée</p> <p>Les armatures fabriquées par SLM présentent la plus grande précision parmi les groupes</p>	Numérique (SLM) > conventionnelle *
(17)	<p>L'ajustement est meilleur avec les techniques numériques</p> <p>L'ajustement varie de satisfaisant à excellent pour les armatures fabriquées par les nouvelles technologies CFAO</p> <p>Les logiciels, de plus en plus sophistiqués, permettent d'améliorer la qualité d'ajustement</p> <p>Plus la qualité d'ajustement des prothèses est élevée, plus les prothèses sont confortables et fonctionnelles</p> <p>Malgré le manque d'essais clinique, les preuves disponibles soutiennent l'affirmation d'un bon ajustement des prothèses fabriquées par les technologies CFAO.</p>	Numérique > conventionnelle
(15)	<p>Les méthodes de fabrication numérique présentent l'avantage d'un meilleur ajustement</p> <p>Il n'y a pas de différence significative entre la précision des armatures conventionnelles et numériques.</p> <p>Ecart légèrement plus grand entre le modèle et la prothèse pour les cas avec techniques de prototypage rapide</p> <p>Les armatures par technique SLM répondent aux exigences cliniques : rétention satisfaisante, stabilité satisfaisante, pas de rotation indésirable</p> <p>Les techniques numériques peuvent être utilisées avec des résultats satisfaisants pour l'application clinique</p>	<p>Numérique (SLM) ≥ conventionnelle</p> <p>Numérique (prototypage rapide) < conventionnelle</p>
(11)	<p>Pas de différence significative de la précision selon la classification de Kennedy et selon les composants (crochets, base etc.)</p> <p>Non significatif mais cliniquement acceptable</p> <p>Les prothèses amovibles partielles fabriquées à l'aide du numérique varient en termes de précision et d'ajustement. Dans l'analyse des écarts sous l'appui du cingulum, la précision de la périphérie est supérieure à celle du centre</p> <p>Les prothèses amovibles partielles fabriquées à partir de modèles générés numériquement présentent une précision clinique acceptable</p>	Numérique satisfaisant
(16)	<p>La précision supérieure des technologies de frittage au laser peut réduire les erreurs de traitement manuel, augmentant ainsi la qualité des prothèses</p> <p>Ajustement précis et meilleure rétention des prothèses frittées au laser</p>	Numérique (SLS) > conventionnelle
(12)	<p>L'ajustement de la prothèse est jugé subjectivement excellent.</p> <p>L'armature fabriquée par SLM est comparable en termes de précision, de qualité d'ajustement et de fonction à celles produites par les méthodes couramment utilisées en dentisterie</p> <p>L'armature a montré une précision au moins comparable aux techniques conventionnelles, elle est satisfaisante pour une application clinique</p>	Numérique (SLM) = conventionnelle

* : *significatif*

3.3.5 Temps concernant l’empreinte

La question Q5 a été évaluée dans 7 articles (**Tableau 8**). Les données n’ont montré **aucune différence statistiquement significative** entre les temps de prise d’empreintes : l’hypothèse 1 est acceptée, les temps de prise d’empreinte (numérique ou conventionnelle) sont comparables.

TABLEAU 8 : temps concernant l’empreinte (Q5)

N° article	Résultats	
(21)	La méthode numérique est plus rapide	Numérique < conventionnelle
(9)	Le scanner intra-oral est une option viable pour réduire les visites cliniques, soulager l’anxiété des patients et améliorer le confort Le scanner intra-oral améliore le stockage des données et réduit le temps de travail global Le temps de scan pour les 2 arcades est estimé entre 3,5 et 17 minutes	Numérique < conventionnelle
(22)	Gain de temps avec la méthode numérique	Numérique < conventionnelle
(20)	Le temps est réduit par rapport à la méthode conventionnelle Les données numériques sont facilement stockées et accessibles	Numérique < conventionnelle
(13)	Total de 81 scans pour un temps total de 17 minutes Simplification des procédures et réduction du temps de rendez-vous mais une acquisition minutieuse des données et une exécution précise des procédures sont essentielles à la réussite Avantage de pouvoir modifier l’empreinte à tout moment sans devoir la refaire Communication améliorée entre le praticien et le laboratoire Simplification de la procédure	Numérique < conventionnelle
(19)	Total de 655 scans pour un temps total de 6 minutes Moins de temps au fauteuil Nécessité d’une formation à la technique avant une utilisation optimale	Numérique < conventionnelle
(12)	Le temps nécessaire pour le scan est comparable à une empreinte classique	Numérique = conventionnelle

* : *significatif*

3.3.6 Temps concernant la fabrication

La question Q6 a été évaluée dans 11 articles (**Tableau 9**). Les données n'ont montré **aucune différence statistiquement significative** entre les méthodes : l'hypothèse 2 est acceptée, les temps de fabrication de la prothèse (numérique ou conventionnelle) sont comparables.

TABLEAU 9 : temps concernant la fabrication (Q6)

N° article	Résultats	
(21)	La méthode numérique est plus rapide	Numérique < conventionnelle
(20)	Le temps est réduit par rapport à la méthode conventionnelle Les données numériques sont facilement stockées et accessibles	Numérique < conventionnelle
(19)	Moins de temps de fabrication au laboratoire : 15 minutes pour une armature métallique, c'est un gain de temps de production de 60-70% Nécessité d'une formation à la technique avant une utilisation optimale La CFAO est plus efficace car elle permet d'économiser du temps et des efforts et elle permet une production en série	Numérique < conventionnelle
(23)	Le processus est plus long pour la technique indirecte que la technique directe (SLM) et il nécessite plus de retouches	Numérique direct (SLM) < numérique indirect
(24)	Facilité de mise en œuvre, facilité d'utilisation et rapidité d'utilisation	Numérique < conventionnelle
(17)	Réduction du temps de travail en laboratoire (conception) grâce à des logiciels de plus en plus performants Réduction du temps de fabrication Disponibilité plus rapide pour les patients	Numérique < conventionnelle
(15)	Les méthodes de fabrication numériques ont l'avantage d'avoir une période de production plus courte et nécessite moins de temps de travail	Numérique < conventionnelle
(10)	Réduction du temps de fabrication, moins de travail requis et moins de source d'erreur Comme pour la plupart des nouveaux processus, une fois la courbe d'apprentissage atteinte, le temps et l'efficacité du système s'améliorent	Numérique < conventionnelle
(11)	Les données sont stockées et peuvent être réutilisées facilement Le temps total de réalisation de la prothèse est considérablement réduit et plusieurs modèles peuvent être fabriqués en un court laps de temps	Numérique < conventionnelle
(16)	Méthode numérique permet un gain de temps lors de la fabrication	Numérique < conventionnelle
(12)	Produire un modèle numérisé prend environ 5 à 15 minutes de temps opérateur et 1 heure de temps machine Le temps de conception virtuelle est d'environ 40 minutes mais avec la pratique et les évolutions cela tend à diminuer	Numérique ≤ conventionnelle

* : *significatif*

3.3.7 Coût concernant l'empreinte

La question Q7 a été évaluée dans 4 articles (**Tableau 10**). Les données n'ont montré **aucune différence statistiquement significative** entre les méthodes : l'hypothèse 1 est acceptée. Les coûts sont comparables entre les méthodes d'empreintes numériques et d'empreintes conventionnelles.

TABLEAU 10 : coût concernant l’empreinte (Q7)

N° article	Résultats	
(9)	Coût initial élevé	Numérique > conventionnelle
(20)	Le coût est réduit par rapport aux techniques conventionnelles	Numérique < conventionnelle
(13)	Coût comparable entre le numérique et le conventionnel mais investissement plus important au départ	Numérique = conventionnelle Sauf coût initial : numérique > conventionnelle
(19)	Coût initial élevé	Numérique > conventionnelle

* : *significatif*

3.3.8 Coût concernant la fabrication

La question Q8 a été évaluée dans 6 articles (**Tableau 11**). Les données n’ont donné **aucune différence statistiquement significative** entre les méthodes de fabrication : l’hypothèse 2 est acceptée, les coûts sont comparables entre les méthodes de fabrication (numérique ou conventionnelle).

TABLEAU 11 : coût concernant la fabrication (Q8)

N° article	Résultats	
(20)	Le coût est réduit par rapport aux techniques conventionnelles	Numérique < conventionnelle
(19)	Coût initial élevé La CFAO permet d’économiser des matériaux avec la production de prothèses en série dans un même laps de temps et à partir du même matériau	Coût initial : numérique > conventionnelle Mais économie de matériaux avec le numérique
(23)	Coût de fabrication plus élevé pour la technique SLM par rapport aux techniques indirectes et conventionnelles	Numérique (SLM) > numérique (indirecte) et conventionnelle
(10)	Le coût et le temps initial requis pour apprendre à concevoir à l’aide du logiciel constituent les inconvénients du système Le coûts d’investissement associé aux système CFAO (scanner, dispositif haptique, logiciel etc.) sont élevés L’investissement initial sera rentable si les avantages annoncés sont avérés (un meilleur ajustement entraînant moins de séances de retouches, un gain de temps entraînant des séances plus courtes et la possibilité de mettre plus de rendez-vous permettent de rentabiliser le coût d’investissement	Coût initial : numérique > conventionnelle Mais possibilité de rentabiliser l’investissement
(16)	La technologie de frittage au laser permet de diminuer les coûts de fabrication Le coût initial élevé de la machine de frittage laser et le logiciel nécessaire en plus du temps et de l’expertise nécessaire pour apprendre cette technologie sont quelques-unes des limitations	Numérique (SLS) < conventionnelle Coût initial : numérique (SLS) > conventionnelle
(12)	Les coûts de la CFAO sont élevés : coût du logiciel et des machines environ 30 000 \$; un scanner de laboratoire environ 25 000 \$ La majorité du coût réside dans cet investissement initial, ces coûts sont susceptibles de diminuer avec le développement technique ultérieur Les machines SLM sont coûteuses et les coûts de fabrication sont facturés environ 269\$ pour un lot de 6 cadres, plus le coût de l’alliage Nécessaire d’affiner et de développer les logiciels et les machines dans ce domaine	Numérique > conventionnelle

* : *significatif*

3.4 Etude du niveau de preuve des articles inclus

Cette revue présente des limites que l'on doit mettre en évidence. Les articles ont été classés selon un niveau de preuve élevé, intermédiaire ou faible.

Certains articles sont de faible niveau de preuve ou ne proposent pas de comparaison entre une méthode de conception et fabrication à l'aide du flux numérique et un contrôle, pouvant être issu de la méthode conventionnelle (11–14,19,22).

Les conditions, parfois cliniques parfois *in vitro*, ne permettent pas toujours une comparaison des protocoles et des méthodes d'évaluation. De plus, le nombre de participants inclus est souvent trop faible.

Dans cette revue, les études montrant des résultats significatifs sont des études avec un niveau de preuve intermédiaire ou élevé.

TABLEAU 12 : niveau de preuve des études incluses (*Robins-I tool*)

	Niveau de preuve		
	Elevé	Intermédiaire	Faible
<i>Williams et al.</i>			X
<i>Kattadiyil et al.</i>			X
<i>Lang et Tulunoglu</i>	X		
<i>Mansour et al.</i>			X
<i>Lee et al.</i>		X	
<i>Ye et al.</i>		X	
<i>Almufleh et al.</i>	X		
<i>Arafa</i>	X		
<i>Arnold et al.</i>	X		
<i>Hayama et al.</i>	X		
<i>Hu et al.</i>			X
<i>Soltanzadeh et al.</i>	X		
<i>Tregerman et al.</i>		X	
<i>Carneiro P. et al.</i>	X		
<i>Nishiyama et al.</i>			X
<i>Pordeus et al.</i>	X		
<i>AlRumaih</i>	X		
<i>Peng et al.</i>	X		

4. DISCUSSION

Cette revue de la littérature comprend 18 articles scientifiques comparant l’empreinte numérique et l’empreinte conventionnelle et/ou la technique de fabrication numérique et la technique de fabrication conventionnelle dans le cadre de la prothèse amovible partielle à châssis métallique. Ces études abordent le confort et la satisfaction du patient, la précision et l’adaptation cliniques de la prothèse, le temps clinique et/ou le coût global de ces techniques.

Les procédures et les méthodes d’évaluation différaient selon les études, ce qui explique la variabilité des résultats.

L’hypothèse nulle a été rejetée pour :

- Le confort et la satisfaction concernant la fabrication des prothèses : les patients semblent plus satisfaits par les prothèses amovibles partielles à châssis métallique réalisées avec l’utilisation du flux numérique
- La précision et l’ajustement concernant l’empreinte : les empreintes numériques sont plus précises
- La précision et l’ajustement concernant la fabrication : les résultats obtenus n’ont pas permis de conclure dans un sens ou dans l’autre.

L’hypothèse nulle est validée puisqu’il n’y a pas de différence claire entre les méthodes pour les autres critères :

- Le confort et la satisfaction concernant les empreintes
- Le temps concernant les empreintes
- Le temps concernant la fabrication
- Le coût concernant les empreintes
- Le coût concernant la fabrication

4.1 Confort et satisfaction concernant l’empreinte

En ce qui concerne le confort du patient, les données ont montré que la technique d’empreinte numérique était plus confortable que l’empreinte conventionnelle. Les résultats étaient concordants mais non significatifs.

L’utilisation du scanner intra-oral simplifie la procédure d’enregistrement des empreintes et permet de réduire le temps passé au cabinet.

Le scanner intra-oral permet également de mieux gérer certains cas cliniques complexes tels qu’une limitation de l’ouverture buccale, un réflexe nauséux important, des lèvres toniques, une langue active ou puissante, une obstruction nasale, etc. Elle facilite également la prise en charge de patients anxieux, ayant une attention restreinte ou des troubles du comportement (25–27).

Le scanner intra-oral peut être perçu de manière moins anxiogène par sa forme et moins invasif que les porte-empreintes utilisés en méthode conventionnelle. Les patients semblent mieux tolérer la prise d'empreinte numérique, ils se sentent plus à l'aise et leur confort est amélioré (1,28).

Le scanner intra-oral et le logiciel associé offrent la possibilité de faire un enregistrement zone par zone, en prenant le temps qu'il faut pour avoir une empreinte de qualité, quelle que soit la difficulté ; mais également de modifier une zone erronée en supprimant et réenregistrant la zone (13,29).

Cette méthode présente aussi l'avantage de pouvoir contrôler l'humidité (13) en aspirant la salive pendant l'empreinte et en séchant les surfaces pour faciliter l'enregistrement.

De plus, la technique numérique permet de pallier les inconvénients de la technique conventionnelle qui implique l'utilisation de matériaux invasifs et les problèmes associés : irritation des muqueuses, haut-le-cœur, inconfort (30).

Toutefois, certains patients peuvent être gênés par le poudrage du milieu buccal, parfois nécessaire pour uniformiser la réflexion de la lumière des surfaces à enregistrer et ainsi éviter les reflets des éléments métalliques (31).

4.2 Confort et satisfaction concernant la fabrication

Les données ont montré que la technique de fabrication numérique était plus satisfaisante et confortable pour les patients que les prothèses réalisées par fabrication conventionnelle. Les résultats étaient concordants mais non significatifs. Seuls Almufleh et al. (16) ont montré une différence significative en faveur de la technique additive du frittage sélectif au LASER.

Certains articles mentionnent une forme de satisfaction par l'utilisation de la prothèse immédiatement après sa fabrication (17) sans nécessité de retouches et sans complications lors des suivis (9,19,22).

Des études ont tenté de substituer l'alliage cobalt-chrome par d'autres matériaux comme le titane ou le PEEK et les résultats étaient satisfaisants. C'est un avantage de pouvoir choisir le matériau, notamment pour les patients allergiques à certaines substances.

De plus, dans les études utilisant le PEEK les patients étaient plus satisfaits du confort et de l'esthétique (32,33) mais les armatures étaient plus poreuses, entraînaient plus de rétention de plaque et étaient donc moins faciles à nettoyer (34).

4.3 Précision et ajustement concernant l’empreinte

Les données ont montré que la précision de l’empreinte numérique était significativement supérieure aux méthodes d’empreintes conventionnelles et combinées. Les empreintes numériques sont significativement supérieures en termes de justesse mais inférieures en termes de précision. D’autres articles indiquent que les empreintes numériques sont suffisamment précises pour être cliniquement satisfaisantes.

Les empreintes numériques permettent d’éviter différentes sources d’erreurs que l’on rencontre avec les empreintes conventionnelles : rapport poudre-eau incorrect, stockage inadéquat, déformation de l’empreinte lors du transport (35,36) mais aussi des erreurs de coulée au laboratoire (37).

Le nombre d’étapes explique la perte de précision : c’est pourquoi la méthode combinée est la moins bonne car elle accumule les erreurs depuis la prise d’empreinte en passant par la coulée du modèle et jusqu’à la numérisation du moulage (4,38).

L’empreinte numérique est cependant soumise à différentes variables qui peuvent affecter sa précision. En effet, la compétence de l’opérateur, les performances de l’équipement numérique, l’environnement de numérisation et les procédures de numérisation ont une influence sur la qualité de l’empreinte (8). Une acquisition minutieuse et une exécution précise des procédures cliniques sont essentielles à la réussite (13), même s’il existe une courbe d’apprentissage pour obtenir une utilisation optimale du scanner intra-oral (39).

La position du scanner intra-oral pendant la numérisation et le nombre d’images numérisées affectent aussi la précision. Plusieurs études montrent qu’une grande tête de balayage est plus précise car le scanner requiert moins d’images à enregistrer. Avec la petite tête de balayage, il y a plus de biais de tremblements, l’opérateur est moins stable, il faut donc enregistrer plus d’images pour avoir un scan complet et la précision est moins bonne (8,40). Il faut trouver la taille idéale pour avoir une bonne précision tout en restant confortable pour le patient.

Les scanners intra-oraux sont précis mais des améliorations peuvent encore être apportées. En effet, les scanners ont des difficultés à enregistrer les tissus mobiles et les muqueuses de grandes étendues, en particulier les extensions distales retrouvées dans les classes d’édentement I et II de Kennedy (30,38,41–43) et cela peut affecter l’ajustement de la prothèse. Des études montrent que la salive ou la poudre anti-reflet peuvent aussi altérer la précision du scanner intra-oral (31,38).

La méthode numérique a un avantage sur la méthode conventionnelle : à l’aide du logiciel associé, elle permet de corriger immédiatement toute zone déficiente par un balayage supplémentaire, la précision est améliorée sans avoir besoin de refaire entièrement l’empreinte (29).

La technique numérique montre déjà de bons résultats dans d'autres domaines mais aussi en prothèse partielle où les résultats sont satisfaisants (44–47). Des améliorations sont nécessaires pour faciliter la prise d'empreinte des tissus mous et des recherches cliniques doivent être menées pour valider l'utilisation des techniques numériques en prothèse amovible (14).

4.4 Précision et ajustement concernant la fabrication

Les résultats sont hétérogènes, certains articles montrent que les méthodes de fabrication numériques sont meilleures que les méthodes de fabrication conventionnelles alors que d'autres montrent l'inverse. Les résultats ne sont pas concordants même si certains sont significatifs.

Cela peut s'expliquer par le fait que chaque étude a utilisé une méthode d'évaluation différente et n'a pas suivi le même protocole (étapes, techniques et matériaux différents). Plusieurs techniques d'évaluation sont décrites dans la littérature : superposition 3D des fichiers STL et analyse des mesures (parfois avec cartographie couleur), inspection visuelle, analyse au microscope optique, analyse au stéréomicroscope, section 3D des répliques numériques, pâte indicatrice de pression (8,11,13,15,18,20,24).

Les techniques soustractives de fabrication ne permettent pas la réalisation de prothèses complexes. Elles ont de bons résultats mais présentent un risque de rupture ou de déformation et ne reproduisent pas fidèlement les contre-dépouilles (48). Les techniques additives de fabrication sont jugées plus précises car elles permettent de mieux reproduire les contre-dépouilles (48,49). Selon l'étude de Soltanzadeh et al. les prothèses en alliages CoCr fabriquées par SLM (technique additive) ont une homogénéité microstructurale supérieure et sont plus résistantes à la distorsion. Cette méthode améliore les propriétés mécaniques (20).

La précision des prothèses vient aussi de la performance des logiciels de conception et de l'expérience de l'opérateur (50). L'utilisation des logiciels de conception par ordinateur permet un niveau de précision micrométrique et permet de visualiser l'armature en coupes 3D. Les méthodes CFAO permettent de déterminer l'axe d'insertion avec précision et reconnaissent les contre-dépouilles (48,49).

Du point de vue des matériaux, les prothèses avec une armatures en PEEK semblent avoir une meilleure adaptation que les alliages CoCr. Le PEEK est prometteur mais il faut plus d'études car il pose encore problème lors du polissage et pour ajuster la capacité de rétention (32,33). Le cobalt-chrome et le titane présentent également des résultats précis et acceptables cliniquement (34).

La CFAO est largement acceptée pour la fabrication d'autres types de prothèses, il faut plus d'études pour mener à la démocratisation de cette technique dans le cas de la prothèse amovible partielle (51,52).

4.5 Temps concernant l’empreinte

Pour la durée de la prise d’empreinte, les données ont montré que l’empreinte numérique est plus rapide que l’empreinte conventionnelle. Les résultats sont concordants mais non significatifs.

La procédure numérique simplifie la communication entre le laboratoire et le praticien, par exemple par des échanges sur la conception avant envoi définitif. Les fichiers peuvent être envoyés très rapidement et les données sont facilement accessibles (28). En cas d’erreur ou d’imprécision, des modifications peuvent être apportées par petites zones, c’est aussi un gain de temps par rapport à la technique conventionnelle qui oblige le praticien à refaire entièrement l’empreinte (29,31).

La méthode numérique nécessite un temps d’apprentissage avant de la maîtriser complètement mais une fois cette compétence acquise, le gain de temps est considérable. Avec l’évolution des technologies, le temps d’enregistrement est de plus en plus court, sans perte de précision de l’empreinte (39,53).

Par exemple, les études de Kattadiyil et al. et Hu et al. montrent une nette évolution du temps d’enregistrement : on note 81 scans en 17 minutes en 2014 contre 655 scans en 6 minutes en 2017 (13,19). Williams et al. indiquent que le temps d’enregistrement est comparable entre les méthodes numériques et conventionnelles. Cependant l’étude date de 2006 et il faut prendre en compte les récentes innovations (12).

4.6 Temps concernant la fabrication

Pour la durée de la fabrication, les données ont montré que les méthodes numériques sont plus rapides. Les résultats sont concordants mais non significatifs.

Le développement du prototypage rapide a permis la production de prothèses en CFAO avec une réduction du temps de fabrication par une réduction du nombre d’étapes et une simplification des procédures (54). Les machines utilisées pour la fabrication assistée par ordinateur nécessitent une formation avant une utilisation optimale, mais une fois la courbe d’apprentissage atteinte le gain de temps est considérable (50). Les méthodes numériques permettent aussi une production en série ce qui économise du temps (48,49).

L’utilisation de logiciels adaptés et la disponibilité des données permettent un gain de temps sur la conception des prothèses (50).

Les techniques additives par SLM permettent de se passer de l’étape de stéréolithographie, qui est consommatrice de temps et de matériaux, cela permet encore de diminuer le temps de laboratoire (48,54).

4.7 Coût concernant l’empreinte

Les résultats concernant le coût de l’empreinte sont hétérogènes et non significatifs. Il est difficile d’évaluer le coût précis de chaque méthode. Les résultats concordent pour dire que l’investissement initial en numérique est plus important.

Le coût est donc un frein à l’utilisation des techniques d’empreintes numériques (39). En effet, un scanner intra-oral coûte actuellement entre 15 000 et 30 000 €, sans compter la licence, la maintenance et les mises à jour, parfois payantes. L’efficacité de la prise d’empreinte s’améliorant avec le temps, le coût semble rentabilisé après quelques temps d’utilisation (36,41).

4.8 Coût concernant la fabrication

Les coûts concernant les outils de fabrication sont également difficiles à estimer. Les résultats sont hétérogènes et non significatifs. Les articles s’accordent pour dire que l’investissement initial pour la fabrication numérique est élevé.

Les techniques additives permettent par exemple de rentabiliser une partie de cet investissement par une économie de matériaux, une production en séries ou par le retrait de l’étape de stéréolithographie (48,49,54). De plus, l’équipement utilisé est durable dans le temps et semble s’user lentement comparé aux techniques soustractives (55,56).

Les techniques soustractives utilisent des techniques de fraisage et seraient donc plus intéressantes économiquement pour la fabrication de prothèses en PEEK ou pour une utilisation indirecte en fraisant la cire avant d’utiliser la technique conventionnelle de coulée (LWT) ; ainsi le fraisage serait moins abrasif pour les instruments (57).

Les techniques soustractives entraînent beaucoup de perte de matériaux lors de la fabrication des prothèses, c’est un inconvénient pour le coût de production mais aussi pour l’environnement (48).

Les coûts sont susceptibles de diminuer avec le développement ultérieur de ces technologies (49,51).

5. CONCLUSION

Sur la base des résultats de cette revue de la littérature, les conclusions suivantes ont été tirées :

1. Les prothèses amovibles partielles fabriquées par méthode SLS sont plus confortables pour les patients que les prothèses amovibles partielles réalisées de manière conventionnelle.
2. Les empreintes numériques sont supérieures aux empreintes conventionnelles en termes de justesse mais pas en termes de précision.
3. La méthode d'empreinte numérique est supérieure en termes d'ajustement à la méthode conventionnelle, elle-même supérieure à la méthode combinée (empreinte conventionnelle scannée au laboratoire de prothèses dentaires).
4. La méthode de fabrication numérique est supérieure en termes d'ajustement à la méthode de fabrication conventionnelle, elle-même supérieure à la méthode de fabrication combinée.
5. Les prothèses obtenues par fraisage direct et indirect sont mieux ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.
Les prothèses obtenues par prototypage rapide direct et indirect sont moins bien ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.
6. Les prothèses obtenues par technique de fusion sélective au LASER (SLM) sont mieux ajustées que celles obtenues par méthode conventionnelle.

Les autres données n'ont pas permis de conclure significativement. Des études mieux conçues portant sur un échantillon plus grand doivent être menées pour évaluer ces différents paramètres à moyen et long terme en reproduisant des conditions cliniques réelles autant que possible.

Les articles semblent néanmoins considérer que les méthodes numériques sont suffisamment précises pour être cliniquement acceptables dans la pratique quotidienne.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Gjelvold B, Chrcanovic BR, Korduner E, Collin-Bagewitz I, Kisch J. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. *Journal of Prosthodontics*. juin 2016;25(4):282-7.
2. Venkatesh KV, Nandini VV. Direct Metal Laser Sintering: A Digitised Metal Casting Technology. *J Indian Prosthodont Soc*. déc 2013;13(4):389-92.
3. Koutsoukis T, Zinelis S, Eliades G, Al-Wazzan K, Rifaiy MA, Al Jabbari YS. Selective Laser Melting Technique of Co-Cr Dental Alloys: A Review of Structure and Properties and Comparative Analysis with Other Available Techniques. *Journal of Prosthodontics*. juin 2015;24(4):303-12.
4. Tregerman I, Renne W, Kelly A, Wilson D. Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *J Prosthet Dent*. oct 2019;122(4):390-5.
5. Punj A, Bompolaki D, Garaicoa J. Dental Impression Materials and Techniques. *Dental Clinics of North America*. oct 2017;61(4):779-96.
6. Kessler A, Hickel R, Reymus M. 3D Printing in Dentistry—State of the Art. *Operative Dentistry*. 1 janv 2020;45(1):30-40.
7. Sulaiman TA. Materials in digital dentistry—A review. *J Esthet Restor Dent*. mars 2020;32(2):171-81.
8. Hayama H, Fueki K, Wadachi J, Wakabayashi N. Trueness and precision of digital impressions obtained using an intraoral scanner with different head size in the partially edentulous mandible. *Journal of Prosthodontic Research*. juill 2018;62(3):347-52.
9. AlRumaih HS. Clinical Applications of Intraoral Scanning in Removable Prosthodontics: A Literature Review. *Journal of Prosthodontics*. déc 2021;30(9):747-62.
10. Lang LA, Tulunoglu I. A Critically Appraised Topic Review of Computer-Aided Design/Computer-Aided Machining of Removable Partial Denture Frameworks. *Dental Clinics of North America*. janv 2014;58(1):247-55.
11. Lee JW, Park JM, Park EJ, Heo SJ, Koak JY, Kim SK. Accuracy of a digital removable partial denture fabricated by casting a rapid prototyped pattern: A clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. oct 2017;118(4):468-74.
12. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. août 2006;96(2):96-9.
13. Kattadiyil MT, Mursic Z, AlRumaih H, Goodacre CJ. Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication. *J Prosthet Dent*. sept 2014;112(3):444-8.

14. Mansour M, Sanchez E, Machado C. The Use of Digital Impressions to Fabricate Tooth-Supported Partial Removable Dental Prostheses: A Clinical Report: Digital Impressions. *Journal of Prosthodontics*. août 2016;25(6):495-7.
15. Ye H, Ning J, Li M, Niu L, Yang J, Sun Y, et al. Preliminary Clinical Application of Removable Partial Denture Frameworks Fabricated Using Computer-Aided Design and Rapid Prototyping Techniques. *Int J Prosthodont*. juill 2017;30(4):348-53.
16. Almufleh B, Emami E, Alageel O, de Melo F, Seng F, Caron E, et al. Patient satisfaction with laser-sintered removable partial dentures: A crossover pilot clinical trial. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. avr 2018;119(4):560-567.e1.
17. Arafa KAO. Assessment of the fit of removable partial denture fabricated by computer-aided designing/computer aided manufacturing technology. *SMJ*. janv 2018;39(1):17-22.
18. Arnold C, Hey J, Schweyen R, Setz JM. Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. avr 2018;119(4):586-92.
19. Hu F, Pei Z, Wen Y. Using Intraoral Scanning Technology for Three-Dimensional Printing of Kennedy Class I Removable Partial Denture Metal Framework: A Clinical Report: 3D Printing Metal Framework. *Journal of Prosthodontics*. févr 2019;28(2):e473-6.
20. Soltanzadeh P, Suprono MS, Kattadiyil MT, Goodacre C, Gregorius W. An In Vitro Investigation of Accuracy and Fit of Conventional and CAD/CAM Removable Partial Denture Frameworks. *Journal of Prosthodontics*. juin 2019;28(5):547-55.
21. Carneiro Pereira AL, Bezerra De Medeiros AK, De Sousa Santos K, Oliveira De Almeida É, Seabra Barbosa GA, Da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. févr 2021;125(2):241-8.
22. Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. *Journal of Prosthodontic Research*. janv 2020;64(1):98-103.
23. Pordeus MD, Santiago Junior JF, Venante HS, Bringel da Costa RM, Chappuis Chocano AP, Porto VC. Computer-aided technology for fabricating removable partial denture frameworks: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. sept 2022;128(3):331-40.
24. Peng PW, Hsu CY, Huang HY, Chao JC, Lee WF. Trueness of removable partial denture frameworks additively manufactured with selective laser melting. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. janv 2022;127(1):122-7.
25. Kim JE, Kim NH, Shim JS. Fabrication of a complete, removable dental prosthesis from a digital intraoral impression for a patient with an excessively tight reconstructed lip after oral cancer treatment: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. févr 2017;117(2):205-8.
26. Millet C, Virard F, Lienhart G, Ducret M. Digital prosthodontic management of a young patient with Papillon-Lefèvre syndrome: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. avr 2020;123(4):548-52.

27. Wu J, Li Y, Zhang Y. Use of intraoral scanning and 3-dimensional printing in the fabrication of a removable partial denture for a patient with limited mouth opening. *The Journal of the American Dental Association*. mai 2017;148(5):338-41.
28. Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, Bilir H. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*. déc 2014;14(1):10.
29. Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Invest*. juill 2014;18(6):1687-94.
30. Wilk BL. Intraoral Digital Impressioning for Dental Implant Restorations Versus Traditional Implant Impression Techniques. *Compend Contin Educ Dent*. 2015;36(7):529-30, 532-3.
31. Bandiaky ON, Le Bars P, Gaudin A, Hardouin JB, Cheraud-Carpentier M, Mbodj EB, et al. Comparative assessment of complete-coverage, fixed tooth-supported prostheses fabricated from digital scans or conventional impressions: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. janv 2022;127(1):71-9.
32. Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *Journal of Prosthodontic Research*. janv 2016;60(1):12-9.
33. Harb IE, Abdel-Khalek EA, Hegazy SA. CAD/CAM Constructed Poly(etheretherketone) (PEEK) Framework of Kennedy Class I Removable Partial Denture: A Clinical Report: CAD/CAM PEEK RPD Framework. *Journal of Prosthodontics*. févr 2019;28(2):e595-8.
34. Hahnel S, Wieser A, Lang R, Rosentritt M. Biofilm formation on the surface of modern implant abutment materials. *Clinical Oral Implants Res*. nov 2015;26(11):1297-301.
35. Johnson GH, Mancl LA, Schwedhelm ER, Verhoef DR, Lepe X. Clinical trial investigating success rates for polyether and vinyl polysiloxane impressions made with full-arch and dual-arch plastic trays. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. janv 2010;103(1):13-22.
36. Christensen GJ. Impression Materials for Complete and Partial Denture Prosthodontics. *Dental Clinics of North America*. 1 avr 1984;28(2):223-37.
37. Eggbeer D, Bibb R, Williams R. The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks. *Proc Inst Mech Eng H*. 1 mars 2005;219(3):195-202.
38. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*. juin 2015;24(4):313-21.
39. Róth I, Czigola A, Joós-Kovács GL, Dalos M, Hermann P, Borbély J. Learning curve of digital intraoral scanning – an in vivo study. *BMC Oral Health*. déc 2020;20(1):287.
40. Rasaie V, Abduo J, Hashemi S. Accuracy of Intraoral Scanners for Recording the Denture Bearing Areas: A Systematic Review. *Journal of Prosthodontics*. juill 2021;30(6):520-39.

41. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*. déc 2017;17(1):149.
42. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Digital intraoral scanning technique for edentulous jaws. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mai 2018;119(5):733-5.
43. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Development of complete dentures based on digital intraoral impressions—Case report. *Journal of Prosthodontic Research*. janv 2018;62(1):116-20.
44. De Paula Silveira AC, Chaves SB, Hilgert LA, Ribeiro APD. Marginal and internal fit of CAD-CAM-fabricated composite resin and ceramic crowns scanned by 2 intraoral cameras. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mars 2017;117(3):386-92.
45. Brawek PK, Wolfart S, Endres L, Kirsten A, Reich S. The clinical accuracy of single crowns exclusively fabricated by digital workflow—the comparison of two systems. *Clin Oral Invest*. déc 2013;17(9):2119-25.
46. Lee SJ, Betensky RA, Gianneschi GE, Gallucci GO. Accuracy of digital versus conventional implant impressions. *Clinical Oral Implants Res*. juin 2015;26(6):715-9.
47. Papaspyridakos P, Gallucci GO, Chen C, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clinical Oral Implants Res*. avr 2016;27(4):465-72.
48. Braian M, Jönsson D, Kevci M, Wennerberg A. Geometrical accuracy of metallic objects produced with additive or subtractive manufacturing: A comparative in vitro study. *Dental Materials*. juill 2018;34(7):978-93.
49. Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dental Materials*. janv 2012;28(1):3-12.
50. Son K, Lee WS, Lee KB. Prediction of the learning curves of 2 dental CAD software programs. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. janv 2019;121(1):95-100.
51. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. juin 2013;109(6):361-6.
52. Infante L, Yilmaz B, McGlumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mai 2014;111(5):351-5.
53. Nayar S, Mahadevan R. A Paradigm shift in the concept for making dental impressions. *J Pharm Bioall Sci*. 2015;7(5):213.
54. Williams RJ, Bibb R, Rafik T. A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. janv 2004;91(1):85-8.
55. Roperto RC, Carneiro Lopes F, Porto TS, Teich S, Rizzante FAP, Gutmacher Z, et al. CAD/CAM diamond tool wear. *Quintessence International*. 19 oct 2018;49(10):781-6.

56. Lebon N, Tapie L, Vennat E, Mawussi B. Influence of CAD/CAM tool and material on tool wear and roughness of dental prostheses after milling. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. août 2015;114(2):236-47.
57. Chavali R, Nejat AH, Lawson NC. Machinability of CAD-CAM materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. août 2017;118(2):194-9.

7. RESUME DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX :

Tableau 1 : les méthodes de fabrication numériques

Tableau 2 : critères d'inclusion et d'exclusion

Tableau 3 : caractéristiques des études incluses et principaux résultats

Tableau 4 : confort et satisfaction concernant l'empreinte

Tableau 5 : confort et satisfaction concernant la fabrication

Tableau 6 : précision et ajustement concernant l'empreinte

Tableau 7 : précision et ajustement concernant la fabrication

Tableau 8 : temps concernant l'empreinte

Tableau 9 : temps concernant la fabrication

Tableau 10 : coût concernant l'empreinte

Tableau 11 : coût concernant la fabrication

Tableau 12 : niveau de preuve des études incluses

FIGURES :

Figure 1 : les méthodes de fabrication numériques

Figure 2 : diagramme de flux PRISMA

NANTES UNIVERSITÉ
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Vu le Doyen,

Pr Assem SOUEIDAN

GUIGNARD (Eloïse). – La prothèse amovible partielle à châssis métallique à l'ère du numérique : état des lieux. – 52f. ; tabl. ; 57réf. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2024)

RESUME

Enoncé du problème : Les techniques numériques (empreinte, conception et fabrication) évoluent et leur utilisation augmente progressivement dans la pratique des chirurgiens dentistes. Nous nous sommes demandés si une prothèse amovible partielle à châssis métallique réalisée via le flux numérique était semblable à une prothèse amovible partielle à châssis métallique réalisée avec la méthode dite conventionnelle.

But : L'objectif de ce travail était de mener un état des lieux des intérêts et des limites du flux numérique dans le cadre de la réalisation de prothèses amovibles partielles à châssis métallique. Nous nous sommes donc intéressés à son utilisation lors de la prise d'empreinte mais également lors de la conception et de la fabrication. Nous avons évalué sa pertinence d'un point de vue du confort du patient, de la précision et de l'ajustage de la prothèse, du temps passé au cabinet et au laboratoire mais également de son coût.

Matériel et méthode : Une recherche a été effectuée dans la base de données MEDLINE/PubMed et la méthodologie PRISMA a permis d'inclure 18 articles dans cette revue de la littérature.

Résultats : Au total, les articles sélectionnés ont montré des résultats significatifs en faveur des techniques numériques pour les critères d'ajustement et de confort des prothèses suite à la fabrication numérique. Les critères de confort concernant la prise d'empreinte, du coût de l'équipement et du temps passé au cabinet ou au laboratoire n'ont pas montré de différences statistiquement significatives.

Conclusion : Les techniques numériques semblent être une bonne alternative aux techniques conventionnelles mais il serait intéressant que davantage d'études avec des méthodologies robustes soient conduites sur ce sujet.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Odontologie – Prothèse Dentaire

MOTS CLES MESH

Prothèse amovible partielle (PAP) / Removable partial denture (RPD)

Technique de prise d'empreinte / Dental impression technique

Scanner intraoral / Intraoral scanner

Conception assistée par ordinateur – Fabrication assistée par ordinateur (CAO-FAO) / Computer-aided design – Computer-aided manufacturing (CAD-CAM)

JURY

Président : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : Madame le Docteur Pauline BLERY

Directeur : Monsieur le Docteur Samuel SERISIER

Co-directeur : Madame le Docteur Roselyne CLOUET