



**HAL**  
open science

# Technique d'injection de composite : quels résultats obtenus à court, moyen et long terme ? Revue systématique de la littérature

Manon Vincent

## ► To cite this version:

Manon Vincent. Technique d'injection de composite : quels résultats obtenus à court, moyen et long terme ? Revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04528758

**HAL Id: dumas-04528758**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04528758>**

Submitted on 2 Apr 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.

**U.F.R. D'ODONTOLOGIE**

Année 2024

Thèse n°28

THESE POUR L'OBTENTION DU  
**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE  
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par VINCENT, Manon

Né(e) le 7 avril 1998 à Les Abymes (Guadeloupe)

Le 28 Mars 2024

**TECHNIQUE D'INJECTION DE COMPOSITE**  
**QUELS RESULTATS OBTENUS A COURT, MOYEN ET LONG TERME ?**  
**REVUE SYSTEMATIQUE DE LA LITTERATURE**

Sous la direction de : Olivia KERouredan

Membres du jury :

M DEVILLARD Raphaël  
Mme KERouredan Olivia  
Mme VENENCIE Aurore  
Mme AUSSEL Audrey

Professeur des Universités  
Maître de conférences des Universités  
Chefs de Clinique Universitaires- Assistant des Hôpitaux  
Maître de conférences des Universités

Président  
Directrice  
Rapporteur  
Assesseur

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

08/01/2024

**Président** M. LEWIS Dean  
**Directeur de Collège des Sciences de la Santé** M. PELLEGRIN Jean-Luc

## **COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES**

**Directrice** Mme BERTRAND Caroline 58-01  
**Directeur Adjoint à la Pédagogie** M. DELBOS Yves 56-01  
**Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche** M. CATROS Sylvain 57-01  
**Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales** M. SEDARAT Cyril 57-01

### **ENSEIGNANTS DE L'UFR**

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITES**

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M.	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean- Christophe	FRICAIN	Chirurgie orale	57-01

#### **MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES**

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie orale	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean- Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Hélène	FRON-CHABOUIS	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02

M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

#### **PRATICIENS HOSPITALIER-UNIVERSITAIRE**

Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01

#### **AUTRES ENSEIGNANTS**

M.	Maxime	BOITEAUD	CDD 2e degré Santé publique	56-02
----	--------	----------	-----------------------------	-------

#### **CCU-AH (Chefs de Clinique Universitaires - Assistant des Hôpitaux)**

M.	Adrien	AMELINE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Rémi	BAGNARIOL	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Mathieu	DELOLME	Parodontologie	57-01
M.	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Joran	GARDIN	Parodontologie	57-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
M.	Jean-Benoit	HOCKE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Sarah	KAWCHAGIE	Prothèse Dentaire	58-01
Mme	Claire	LAFOURCADE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Adrien	LARAN	Prothèse dentaire	57-01
M.	Clément	LEBRET	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Imane	RAMDANI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Ana	RIBEIRO MAGALHES	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Mathilde	SAINT-JEAN	Biologie Orale	57-01
Mme	Aurore	VENENCIE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

# REMERCIEMENTS

## A notre Président de thèse

Madame le Professeur Raphaël DEVILLARD

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Section Odontologie Conservatrice et Endodontie – 58-01

*Je vous remercie tout d'abord de l'honneur que vous me faites d'accepter de présider ce jury. Merci pour l'enseignement de qualité que vous dispensez au sein de l'UFR. Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon plus grand respect.*

## A notre Directeur de thèse

Madame le Docteur Olivia KEROUREDAN

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Odontologie Conservatrice et Endodontie – 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté de diriger ce travail. Je tiens plus particulièrement à vous remercier pour la bienveillance, la sympathie et la pédagogie dont vous avez fait preuve à mon égard, lors des travaux pratiques ainsi qu'à l'hôpital. Votre confiance en mes capacités m'a motivé à viser l'excellence. Vous êtes un modèle.*

## A notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Aurore VENENCIE

Chefs de Clinique Universitaires- Assistant des Hôpitaux

Section Odontologie Conservatrice et Endodontie – 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté ce rôle de rapporteur. Je suis honorée de l'intérêt que vous portez à mon travail et vous témoigne un profond respect et toute ma reconnaissance.*

A notre Assesseur

Madame le Docteur Audrey AUSSEL

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Sciences anatomiques et physiologiques 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury. Votre passion, votre gentillesse, votre patience et votre bienveillance durant ces années hospitalières ont fait de vous une réelle inspiration. C'est un honneur de vous avoir dans ce jury de thèse.*

*A ma famille,*

*À Papa et Maman,* les premiers mots sont pour vous, car sans vous rien de tout ça n'aurait été possible. Merci d'avoir toujours cru en moi et de m'avoir soutenue. Merci pour tout, pour tout ce que vous avez fait et tout ce que vous continuerez de faire. Je vous aime.

(PS : ne t'inquiète pas Papa, ton bateau arrive !)

*À ma grand-mère,* tout ça c'est pour toi Mamie, pour que tu sois fière. Merci pour tout l'amour que tu m'apportes. Bisous Mamie !

*À mes frères,* j'espère que vous êtes fière de votre petite sœur...

*À Lizoute,* à toi la petite sœur que je n'ai jamais eue. pour cette complicité. Les études supérieures ne sont jamais faciles, alors accroche-toi !

*À Tatie Lodie et Tatie Linda,* merci d'avoir été là. J'ai un peu les larmes aux yeux en écrivant ça... Une petite soirée burrata pour fêter ça?

*À Tatie Ismène,* merci tatie pour tout ton oreille attentive, tes conseils et tes super anecdotes. Merci pour tes bons petits plats. Merci de t'occuper de moi.

*À Sohan,* le meilleur amoureux du monde <3...

*À mes autres oncles, tantes, cousins, cousines,* à la famille unie que nous sommes !

***A mes amis,***

*À **Mathou**, à toi mon coloc. Merci d'avoir été là toutes ces années, merci d'avoir été là quand ça n'allait pas, merci pour ton soutien et tes encouragements. J'espère te revoir bientôt pour des couchers de soleil à la plage.*

*À **Marie**, à mon binôme. Merci d'avoir formé avec moi cette équipe de choc ! Je suis tellement reconnaissante d'avoir partagé ces années avec le petit bout de femme que tu es. Je te souhaite d'être heureuse !*

*À **Héléa**, merci pour toute ces séances de sport acharnées et cette dernière année d'hôpital que tu as rendu plus belle.*

*À **Camille et Sofiane**, même si nous n'avons plus contact, vous avez quand même marqué positivement mes années de dentaire, alors merci.*

*A toute l'équipe de **Spident**, à vous qui rendez la vie en cabinet si agréable. Merci pour tout ! Merci chef d'être aussi patient et bienveillant.*

# **TECHNIQUE D'INJECTION DE COMPOSITE**

**Quels résultats obtenus à court, moyen et long terme ?**

**Revue systématique de la littérature**

# TABLE DES MATIERES

<b><u>TABLE DES ABRÉVIATIONS.....</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>TABLE DES FIGURES.....</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>TABLE DES TABLEAUX .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>INTRODUCTION.....</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b>I. CONCEPTS ACTUELS EN DENTISTERIE RESTAURATRICE .....</b>	<b>14</b>
I.1. PRINCIPE DE PRESERVATION TISSULAIRE.....	14
I.2. DENTISTERIE MINIMALEMENT INVASIVE .....	14
I.3. GRADIENT THERAPEUTIQUE.....	15
<b>II. RESTAURATIONS DIRECTES VERSUS RESTAURATIONS INDIRECTES .....</b>	<b>16</b>
II.1. GENERALITES SUR LES RESTAURATIONS DIRECTES ET INDIRECTES.....	16
II.2. INDICATIONS / CONTRE-INDICATIONS.....	17
II.3. AVANTAGES / LIMITES .....	19
<b>III. LA DENTISTERIE RESTAURATRICE DIRECTE GUIDEE : VERS DES PROCEDURES SIMPLIFIEES ET REPRODUCTIBLES .....</b>	<b>22</b>
III.1. LA CLE PALATINE .....	22
III.2. LA STAMP TECHNIQUE.....	24
III.3. GUIDE DE RECONSTRUCTION.....	26
III.4. LA TECHNIQUE D'INJECTION DE COMPOSITE.....	28
<b>IV. OBJECTIF DE L'ETUDE .....</b>	<b>37</b>
<b><u>MATERIEL ET METHODES.....</u></b>	<b><u>38</u></b>
<b>I. QUESTION CIBLEE.....</b>	<b>38</b>
<b>II. CRITERES DE SELECTION.....</b>	<b>38</b>
<b>III. STRATEGIES DE RECHERCHE .....</b>	<b>38</b>
<b>IV. METHODE D'ANALYSE ET EXTRACTION DES DONNEES .....</b>	<b>40</b>

V. SCIENCE MAPPING ANALYSIS.....	41
VI. EVALUATION DE LA QUALITE ET DU RISQUE DE BIAIS DES ETUDES .....	41
<b><u>RESULTATS</u></b> .....	<b>43</b>
I. REVUE SYSTEMATIQUE SUIVANT LES RECOMMANDATIONS PRISMA .....	43
II. ANALYSE BIBLIOMETRIQUE .....	45
III. SYNTHESE DES DONNEES .....	46
IV. ÉVALUATION DE LA QUALITE DES ETUDES .....	51
<b><u>DISCUSSION</u></b> .....	<b>52</b>
<b><u>CONCLUSION</u></b> .....	<b>57</b>
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b> .....	<b>58</b>

# TABLE DES ABRÉVIATIONS

DSD : Digital Smile Design

GUI : G-ænial Universal Injectable<sup>®</sup>

GUF : G-ænial Universal Flo<sup>®</sup>

FSC : Full coverage Silane Coating (recouvrement totale au silane)

DVO: Dimension Verticale d'Occlusion

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

PICO : Population, Intervention, Comparaison, Outcomes

VPS : Vinyl Polysiloxane

PE : Porte-empreinte

CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur

FDI : Fédération Dentaire Internationale

# TABLE DES FIGURES

<i>Figure 1: Le gradient thérapeutique (d'après Tirlet et Attal, 2009) <sup>5</sup></i>	16
<i>Figure 2: Les différents types de restauration indirecte<sup>9</sup></i>	17
<i>Figure 3: Clé Palatine<sup>34</sup></i>	24
<i>Figure 4: Matrice occlusale sur microbrush<sup>37</sup></i>	25
<i>Figure 5: Isomoulage</i>	27
<i>Figure 6: Guide de reconstruction</i>	27
<i>Figure 7 : Gouttière en silicone transparent<sup>54</sup></i>	31
<i>Figure 8: Les puits d'injections <sup>51</sup></i>	31
<i>Figure 9: Mise en place d'une digue plurale</i>	32
<i>Figure 10: Mise en place d'une digue ouverte / Split dam</i>	32
<i>Figure 11: Injection du composite fluide à travers le puit d'injection</i>	34
<i>Figure 12: Élimination des excès<sup>50</sup></i>	34
<i>Figure 13: Finition et polissage<sup>55</sup></i>	34
<i>Figure 14: Tableau des propriétés physiques et mécaniques des composites fluides nanohybrides<sup>40</sup></i>	36
<i>Figure 15: Diagramme de flux PRISMA</i>	44
<i>Figure 16: Analyse de la cartographie scientifique</i>	45

# TABLE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Indications des restaurations dentaires directes et indirectes<sup>13</sup></i>	19
<i>Tableau 2: Résumé des avantages et limites des techniques de restaurations directes et indirectes</i>	21
<i>Tableau 3: Critères d'inclusion et d'exclusion utilisés pour la revue systématique de littérature</i>	38
<i>Tableau 4: Stratégie de recherche sur la base du système de rapport PICO</i>	39
<i>Tableau 5: Caractéristiques principales des articles retenues pour cette revue O/N, Y a-t-il eu préparation dentaire ? Oui/ Non ; S/NS, Satisfaisant/ Non satisfaisant ; VPS, Vinyl polysiloxane ; PE, Porte- empreinte ; PEI, Porte empreinte individuel ;</i>	50
<i>Tableau 6: Évaluation de la qualité des études retenues avec l'outil d'évaluation JBI Critical Appraisal Tool</i>	51

# INTRODUCTION

## I. Concepts actuels en dentisterie restauratrice

Afin de prendre en compte le potentiel de réparation voire de régénération de l'organe dentaire, différents concepts axés sur la prévention, la dentisterie minimalement invasive et le gradient thérapeutique ont progressivement permis une modification profonde des pratiques visant la préservation tissulaire maximale et le maintien de la vitalité pulpaire.

### I.1. Principe de préservation tissulaire

Ce principe de préservation tissulaire est connu de longue date. En fonction des moyens et des techniques disponibles, le chirurgien-dentiste doit toujours tenter de préserver le plus possible les dents et tissus dentaires de ses patients afin d'assurer et de maintenir à long terme la fonction orale.<sup>1</sup>

Autrefois, la prothèse conjointe et l'odontologie restauratrice consistaient en la préparation de formes rétentives, lesquelles ne pouvaient être obtenues qu'aux dépens des tissus dentaires sains et allant même jusqu'à l'indication de traitement endodontique en cas de scellement de faux moignons métalliques.<sup>1</sup>

Aujourd'hui, le développement et l'amélioration des techniques de collage ont permis de faire évoluer considérablement le principe de l'économie tissulaire, permettant des préparations plus conservatrices et le maintien de la vitalité pulpaire.<sup>1</sup>

Ainsi, le principe « d'extension pour la prévention » développé par Black a évolué aujourd'hui en dentisterie minimalement invasive suivant un gradient thérapeutique allant des soins les plus conservateurs aux soins les plus invasifs.

### I.2. Dentisterie minimalement invasive

L'intervention dite *a minima* en odontologie conservatrice est souvent synonyme de « micro-dentisterie », d'aides optiques, de thérapeutiques minimalement invasives et d'instrumentations spécifiques.<sup>2</sup>

La dentisterie micro-invasive regroupe un ensemble de techniques opératoires ayant comme dénominateur commun, l'économie tissulaire. Le noyau de cette préservation repose sur :

- Le contrôle du risque carieux, en retardant le plus possible la première restauration par la prévention, le diagnostic précoce et les techniques de reminéralisation de la carie débutante ;
- Une exérèse chirurgicale à *minima* des tissus lésés, par curetage complet des tissus cariés au niveau de l'émail et de la dentine en périphérie de la cavité, en conservant la dentine altérée en regard de la pulpe. De cette manière, on assure une haute valeur d'adhésion et une étanchéité de notre restauration tout en évitant une effraction pulpaire ;
- La réparation plutôt que le remplacement des restaurations défectueuses.<sup>3</sup>

En dentisterie restauratrice, cela implique, quand la situation clinique le permet, une approche sans tenon et sans couronne afin de favoriser les techniques modernes de collage.

Les nouveaux outils de préparation tissulaire doivent permettre une intervention chirurgicale minimale en conservant, autant que possible, les structures fonctionnelles de la dent, telles que les crêtes marginales, mais également une éviction sélective de la dentine infectée sans léser la couche de dentine affectée, susceptible d'être reminéralisée.

L'utilisation des restaurations collées permettent une préparation moins invasive des dents dans un souci d'économie tissulaire, de renforcement des structures résiduelles et de réintervention. En effet bien que les taux d'échec à 15 ans entre prothèses scellées et collées soient voisins (25-30 %), la différence majeure est dans le type d'échec : 10 % des restaurations collées ne peuvent être remplacées contre plus de 60 % des restaurations scellées.<sup>4</sup>

### I.3. Gradient thérapeutique

Le gradient thérapeutique permet au praticien de choisir son traitement parmi un vaste arsenal thérapeutique, en privilégiant la solution la moins mutilante, tout en répondant à la demande esthétique du patient. Ce concept développé en 2009 par Tirlet et Attal, s'inscrit parfaitement dans le concept de dentisterie minimalement invasive (Figure 1).<sup>5</sup>

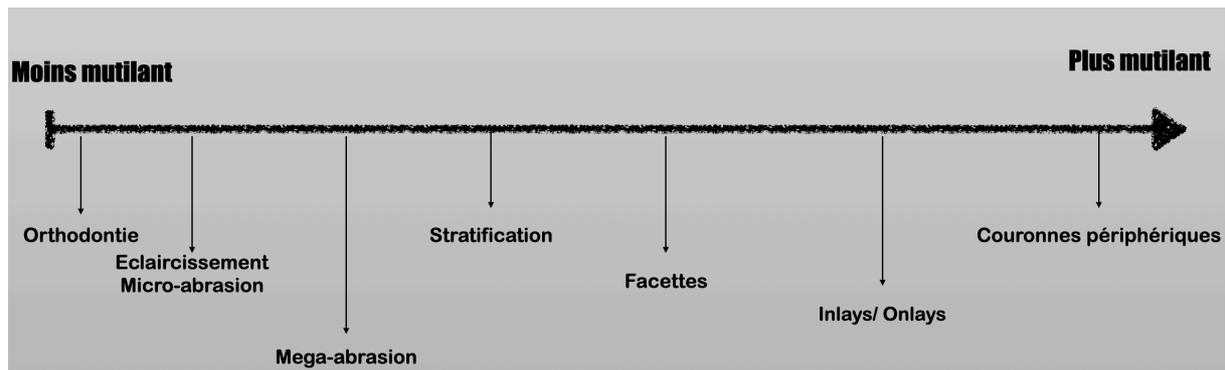


Figure 1: Le gradient thérapeutique (d'après Tirlet et Attal, 2009) <sup>5</sup>

Ce classement, de la thérapeutique la moins invasive à la plus invasive, concernait initialement les restaurations esthétiques du secteur antérieur. Elle a été progressivement étendue à l'ensemble de l'odontologie restauratrice. Aujourd'hui, un traitement ne peut être considéré comme une réussite thérapeutique que s'il respecte ces valeurs de préservation tissulaire. <sup>5</sup>

## II. Restaurations directes *versus* restaurations indirectes

### II.1. Généralités sur les restaurations directes et indirectes

L'évolution des techniques et biomatériaux dans le domaine de la dentisterie adhésive est venue offrir de nouvelles options thérapeutiques aux chirurgiens-dentistes, respectant le gradient thérapeutique et applicables au quotidien grâce à la mise en place d'arbres décisionnels et de protocoles opératoires reproductibles.

Face à une situation clinique mettant en évidence une perte tissulaire plus ou moins importante, le praticien doit quotidiennement faire le choix de réaliser une restauration soit directe, soit indirecte.

La technique directe est une technique de choix pour la restauration dentaire, puisque permettant le respect maximal des principes d'économie tissulaire. Elle permet à l'opérateur de reconstituer la partie manquante de la dent en plaçant un biomatériau en phase plastique dans la cavité aménagée suivi de sa polymérisation *in situ*.<sup>6</sup> Elle peut être réalisée au fauteuil en une seule séance. Les restaurations en composite se doivent de respecter certains critères. Le point de contact doit être optimal et l'occlusion fonctionnelle. En cas de dent vitale, la restauration doit permettre le maintien ou la restauration de la santé pulpaire. En antérieur, plus particulièrement, deux critères majeurs sont à respecter : l'intégration de la forme et la

correspondance de la couleur. Créer une forme optimale, à main levée, aussi esthétique que fonctionnelle reste à ce jour un vrai challenge pour l'omnipraticien.

La technique indirecte, quant à elle, nécessite une étape en laboratoire ou d'usinage pour la confection d'une pièce prothétique qui sera ensuite assemblée par collage ou scellement. Initialement, ces pièces prothétiques étaient fabriquées en or mais de nouveaux matériaux esthétiques sont apparus comme les matériaux en résine composite et les céramiques. Les restaurations indirectes permettent de restaurer une perte de substance dentaire de moyenne à grande étendue.<sup>7</sup> Cette technique nécessite deux séances au fauteuil. En antérieur, les restaurations indirectes partielles sont majoritairement représentées par les facettes. En postérieur, différentes dénominations existent selon les faces concernées et le recouvrement cuspidien, incluant les « veneerlays », « table-tops », « inlays », « onlays » et « overlays » (Figure 2).<sup>8</sup>

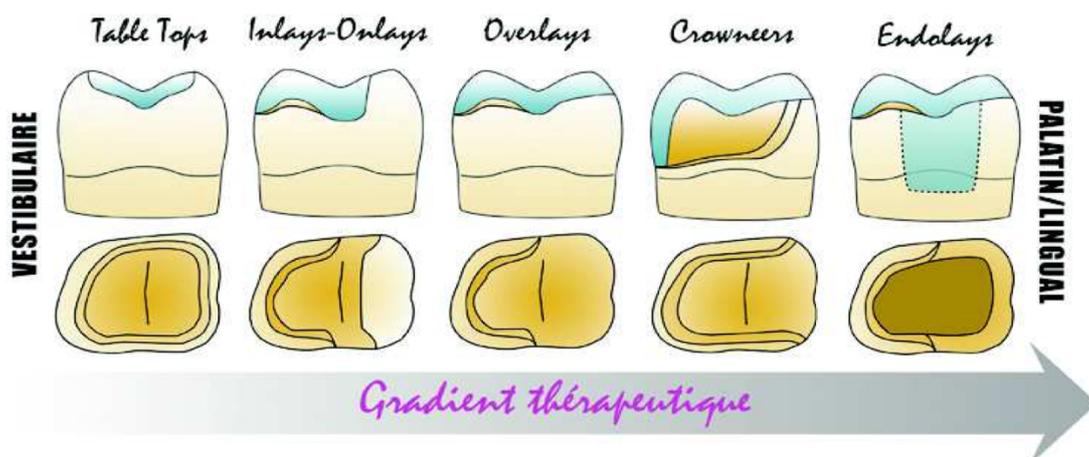


Figure 2: Les différents types de restauration indirecte<sup>9</sup>

## II.2. Indications / contre-indications

Dans les années 1990 et début des années 2000, des auteurs comme Dietschi et Spreafico<sup>10</sup>, Magne<sup>11</sup>, ou encore Lasfargues<sup>12</sup> ont permis de poser les indications des restaurations directes et indirectes.

La principale indication dépend du volume de la perte de substance. Moins il y a de tissus résiduels et plus on s'orientera vers une restauration indirecte.

En cas de grande perte de substance, faire appel à une restauration indirecte permet :

- une meilleure gestion de l'anatomie occlusale et de l'occlusion ;
- une meilleure gestion des profils d'émergence et des points de contact ;
- une limitation des phénomènes de contraction de prise ;
- une meilleure résistance aux contraintes occlusales en cas de recouvrement cuspidien ;
- une gestion de l'esthétique plus satisfaisante.

En 2016, Opdam et Magne ont développé une approche différente du classique « *direct versus indirect* ». <sup>13</sup> Les progrès du collage et les avantages biologiques et biomécaniques de la préservation tissulaire permettent de revoir les critères de choix en prenant en compte :

- le volume de tissus dentaires

De nombreuses études attestent d'un lien étroit entre perte de substance et résistance mécanique de la dent. La présence ou non de pont d'émail, de crête marginale, la localisation maxillaire ou mandibulaire de la dent et le type de dent sont des éléments déterminants. <sup>10,14,15</sup>

- le stress de polymérisation

Plus le volume de matériau nécessaire à la restauration d'une cavité est important, plus la contraction de prise du composite sera élevée, ce qui peut entraîner une décohésion entre la couche hybride et la dentine, entraînant des sensibilités post-opératoires, des fêlures, fractures ou caries secondaires. <sup>16-18</sup>

- la limite cervicale

Les restaurations directes nécessitent une épaisseur d'émail minimale de 1 mm contre 0,5 mm pour les restaurations indirectes. Plus la limite cervicale est profonde, plus l'épaisseur d'émail diminue. <sup>19,20</sup>

- les objectifs fonctionnels

La réalisation de points de contacts fonctionnels, d'une forme anatomique, ou une réhabilitation totale nécessitent des compétences accrues, l'utilisation de matériel adapté et l'application d'un protocole rigoureux. La réalisation des pièces prothétiques au laboratoire peut simplifier la réussite clinique.

Basées sur la prise en compte de ces critères, les nouvelles indications proposées sont présentées dans le Tableau 1.

<b>RESTAURATIONS DIRECTES</b>	<b>RESTAURATIONS INDIRECTES</b>
Techniques minimalement invasives requises (patients à risque carieux élevé et jeunes patients)	Patients à risque carieux faible
Cavités minimales	Cavités étendues
Traitement peu onéreux désiré	Traitement onéreux
Restauration unitaire	Réhabilitation sectorielle ou globale, pour des restaurations étendues (permet une phase de prévisualisation du projet prothétique / meilleure gestion de l'occlusion et de la dimension verticale d'occlusion)
Praticien compétent en restauration directe	Forme anatomique et esthétique optimale  Restauration directe jugée trop complexe par le praticien

Tableau 1: Indications des restaurations dentaires directes et indirectes<sup>13</sup>

### II.3. Avantages / limites

Bien que les propriétés des résines composites se soient montrées limitées lors de leur apparition dans les années 70, elles ont été constamment améliorées jusqu'à nos jours. Ainsi, leurs propriétés physiques et esthétiques permettent désormais d'atteindre des résultats immédiats et qualitatifs. Les techniques contemporaines de stratification de composite permettent de réhabiliter la fonction et l'esthétique de façon satisfaisante, tout en étant peu invasives. Ces procédures offrent aussi l'avantage d'être plus rapides et moins coûteuses que les réhabilitations indirectes en céramique.<sup>21</sup>

La manipulation de la résine composite présente, néanmoins des inconvénients non négligeables. La restauration en composite suppose le respect d'un protocole qui peut s'avérer chronophage pour le praticien et sa manipulation nécessite des compétences techniques pour obtenir une morphologie occlusale, harmonieuse et fonctionnelle avec les dents antagonistes.<sup>22</sup>

Le module d'élasticité d'un composite peut être jusqu'à 80% plus faible que celui de l'émail (10 à 20 GPa pour un microhybride contre 80 GPa pour l'émail), ne permettant pas la restauration des propriétés mécaniques originelles de la dent.<sup>23</sup> Différentes études montrent également que la plaque dentaire adhère moins à la céramique qu'aux autres substrats tels que le composite.<sup>24</sup> De plus, la couleur des résines dépend beaucoup de la qualité des finitions et du polissage, contrairement aux céramiques. Cependant, cela peut être entretenu grâce à une maintenance régulière.<sup>25,26</sup>

Les restaurations indirectes, quant à elles, peuvent être en céramique ou en composite. La céramique est un matériau biocompatible qui présente une résistance chimique, une résistance à l'usure et un coefficient d'expansion thermique proche de ceux de l'émail, ce qui en fait le matériau de choix pour les restaurations indirectes collées. De plus, l'adhésion de la plaque dentaire y est réduite.<sup>27,28</sup> Les restaurations adhésives indirectes sont beaucoup plus économes en tissu que les couronnes périphériques traditionnelles. En revanche, elles sont légèrement plus mutilantes que les restaurations par technique directe et nécessitent plusieurs séances au fauteuil.<sup>5</sup> Les céramiques utilisées en odontologie sont des matériaux bio-inertes (inertie chimique, électrique et thermique), ce qui leur confère une grande stabilité et une bonne biocompatibilité vis-à-vis du complexe pulpo-dentinaire.<sup>24</sup> L'une des limites importantes des restaurations indirectes en céramique reste néanmoins l'impossibilité de réparation. Une fois collée ou scellée, la pièce en céramique ne peut être retravaillée en bouche. Cependant un composite peut-être ajouté afin de réparer des éclats de céramique manquant, nous ramenant aux limites des restaurations directes.<sup>29</sup>

Les matériaux composites utilisés en restauration indirecte existent, quant à eux, sous 2 formes : pâteuse, nécessitant une fabrication artisanale de la pièce prothétique ; en bloc, avec lequel la pièce prothétique est usinée par procédé CFAO. La réalisation artisanale d'une pièce prothétique en composite se fait de manière similaire à une stratification de composite en bouche. Néanmoins le recours à un procédé de polymérisation en laboratoire permet d'éviter les effets de la contraction de prise sur les tissus dentaires et le joint collé.<sup>30</sup> Les composites CFAO indirects sont constitués de monomères de di-méthacrylate avec des charges inorganiques incorporées (entre 65 et 88%) permettant une radio-opacité, une fluorescence, une résistance à la flexion de 130-200 MPa et un module d'élasticité de 8-20GPa. Les restaurations indirectes en composite permettent une agréable sensation à la mastication, une bonne résistance à la rupture, une usure moindre de l'antagoniste et une bonne stabilité des bords.<sup>31</sup>

Plusieurs paramètres sont à prendre en compte quant au choix d'une fabrication artisanale ou usinée. Dans un environnement occlusal défavorable, le choix du bloc usinable sera préférable pour une meilleure absorption des contraintes. L'épaisseur minimal obtenue à partir d'un bloc usiné se situe entre 1 et 1,5mm contre 2 à 2,5 mm pour un composite pâteux.<sup>32</sup> Le surplomb interproximal supérieur à 1,5 à 2 mm nécessite une résistance mécanique supérieur et donc un bloc usinable.<sup>33</sup>

Chaque technique présente des avantages et des limites à prendre en considération dans la prise de décision thérapeutique (Tableau 2).

	<b>AVANTAGES</b>	<b>LIMITES</b>
<b>TECHNIQUE DIRECTE</b>	Esthétique grâce aux nouvelles résines composites	Opérateur dépendant
	Très conservatrice	Propriété mécanique limitée
	Gain de temps	Dépôt de plaque
	Plus économique pour le patient	Stabilité de la couleur
	Doux pour les dents antagonistes	Maintenance fréquente
<b>TECHNIQUE INDIRECTE</b>	Hautement esthétique	Procédure longue
	Biocompatibilité	Réparation plus complexe (céramique)
	Restitue sa solidité originelle de la couronne	Plus onéreux
	Résultat à long terme	Moins conservatrice

Tableau 2: Résumé des avantages et limites des techniques de restaurations directes et indirectes<sup>34</sup>

### **III. La dentisterie restauratrice directe guidée : vers des procédures simplifiées et reproductibles**

Afin de tendre vers des résultats prévisibles et reproductibles, de nombreuses techniques ont été développées dans le domaine de l'Odontologie afin de « guider » le praticien dans la réalisation des protocoles opératoires.<sup>35,36</sup>

En dentisterie restauratrice, ces techniques guidées visent à faciliter la réalisation des restaurations en technique directe, rendant ainsi les résultats moins opérateur-dépendants, tout en répondant aux impératifs d'économie tissulaire et permettant une réhabilitation esthétique et fonctionnelle satisfaisante. Parmi elles, peuvent être citées : la clé palatine, la stamp technique, le guide de reconstruction et la technique d'injection de composite.

#### III.1. La clé palatine

##### III.1.1. Définition

La réalisation d'une clé palatine permet un confort et un gain de temps quant à l'incrémentation des composites lors des étapes de stratification composite. Cette clé en silicone correspond à l'enregistrement de la face palatine idéale de la future restauration. Elle doit être réalisée dans un silicone suffisamment rigide pour éviter les déformations et s'étendre aux dents adjacentes pour une bonne stabilisation.<sup>37</sup>

##### III.1.2. Intérêts

La clé palatine sert à :

- Établir la longueur, l'épaisseur et le contour incisal de la dent
- Intégrer la restauration dans l'occlusion et la fonction du patient
- Fixer le profil et le positionnement lingual, facilitant ainsi la perception tridimensionnelle de l'anatomie de la dent et donc, le placement et l'épaisseur correct des différentes masses de composites
- Réaliser un bord libre transparent/opalescent de longueur adéquate
- Réduire les excès palatins
- Obtenir dans les cas complexes, une fonction optimale dans l'harmonie du nouveau sourire (proportion par rapport aux autres dents, ligne du sourire, alignement...)<sup>37</sup>

### III.1.3. Protocole

#### 1<sup>e</sup> Étape : Analyse pré-opératoire

- Analyse de la forme
- Choix de la teinte
- Observation des caractérisations

#### 2<sup>e</sup> Étape : Élaboration du guide de reconstruction

La clé palatine consiste en un moulage en silicone de la face palatine des dents à restaurer (Figure 3) qui peut être fait, soit :

- Sur un wax-up
- Sur les précédentes restaurations à remplacer
- Sur un mock-up direct en bouche : avec du composite sans adhésion, avec la forme et la longueur souhaitée. <sup>37</sup>



*Figure 3: Clé palatine*

#### 3<sup>e</sup> Étape : Préparation de la dent

- Élimination de l'ancienne restauration
- Nettoyage/polissage
- Réalisation d'un chanfrein vestibulaire
- Pose du champ opératoire

#### 4<sup>e</sup> Étape : Reconstitution de la dent

- Réalisation du mur palatin avec masse émail
- Apport de la masse dentine par petits apports et flash de polymérisation avec un composite microchargé en veillant à laisser 0,5-1 mm d'épaisseur sous le bord incisal

- Réalisation des caractérisations et effets
- Apport de la masse émail vestibulaire
- Finition et polissage

## III.2. La stamp technique

### III.2.1. Définition

La stamp technique est une méthode de restauration en composite ayant vu le jour en 2013.<sup>38</sup> Le principe est le suivant : la surface occlusale d'une dent cariée doit être enregistrée avant toute préparation de celle-ci à l'aide d'un isomoulage. Celui-ci est ensuite appliqué à la surface du composite de restauration avant sa photopolymérisation pour lui imposer la morphologie occlusale originelle de la dent. L'isomoulage peut être réalisé à l'aide de composite fluide ou de silicone rigide. Cette technique ne peut donc être réalisée que lorsque l'anatomie de la surface occlusale n'est pas affectée.<sup>38</sup>

### III.2.2. Intérêts

La réalisation d'une restauration composite en technique directe implique plusieurs étapes qui prennent du temps, et nécessite en outre d'excellentes compétences d'opérateur pour obtenir un excellent résultat esthétique et fonctionnel. C'est la raison principale qui justifie l'utilisation de la stamp technique, comme technique alternative de placement pour les restaurations composites. Elle permet d'obtenir un aspect esthétique identique à l'état initial de la dent et de limiter les retouches occlusales.<sup>39</sup>

### III.2.3. Protocole

#### **1<sup>ère</sup> Étape : Préparation de la dent**

- Anesthésie
- Nettoyage/polissage
- Choix de la teinte
- Pose du champ opératoire

## **2<sup>e</sup> Étape : Élaboration de la matrice occlusale**

- Isolation de la face occlusale avec de la vaseline et de la glycérine à l'aide d'une microbrush et séchage pour éliminer les excès.
- Découpe de l'extrémité de la microbrush : elle servira de manche pour la matrice occlusale
- Dépose du composite flow ou du silicone sur la surface occlusale. Deux possibilités : soit la microbrush est noyée directement dans le composite flow pour effectuer la polymérisation, soit on effectue une première polymérisation du composite flow pour le figer, on ajoute du composite flow en noyant la microbrush puis on termine par la polymérisation. La deuxième solution est préférable car elle permet d'éviter que l'extrémité de la microbrush fausse l'empreinte occlusale (Figure 4).



*Figure 4: Matrice occlusale sur microbrush*

## **3<sup>e</sup> Étape : Excavation de la lésion carieuse**

## **4<sup>e</sup> Étape : Procédure de collage en fonction du système choisi**

## **5<sup>e</sup> Étape : Restauration de la dent**

- Apport de la masse dentine par petits apports et flash de polymérisation avec un composite microchargé en veillant à laisser 2mm d'épaisseur sous la face occlusale.
- Apport de la masse émail

- Mise en place de la feuille de téflon sur toute la surface occlusale. Possibilité d'utiliser du film alimentaire étirable (facultatif si matrice en silicone)
- Pose de la matrice occlusale et légère pression sur la face occlusale
- Retrait délicat de la matrice et de la feuille de téflon
- Éliminer les excès de composite à la sonde et polymérisation

### **6<sup>e</sup> Étape : Finition**

- Dépose du champ
- Polissage
- Test de l'occlusion et retouche si nécessaire<sup>40</sup>

## III.3. Guide de reconstruction

### III.3.1. Définition

La guide de reconstitution est une méthode de restauration en composite dont le principe consiste en la réalisation d'une réplique des faces occlusales des dents antagonistes afin de permettre un ajustage occlusal au cours de la réalisation de la restauration sans dépose de la digue.

### III.3.2. Intérêts

La technique du guide de reconstruction permet :

- D'obtenir une restauration anatomique et fonctionnelle plus précise qu'à main levée ;
- De faciliter la mise en œuvre du matériau ;
- De réduire le temps dédié aux retouches occlusales, souvent inconfortable pour le patient et fastidieux pour le praticien.<sup>41</sup>

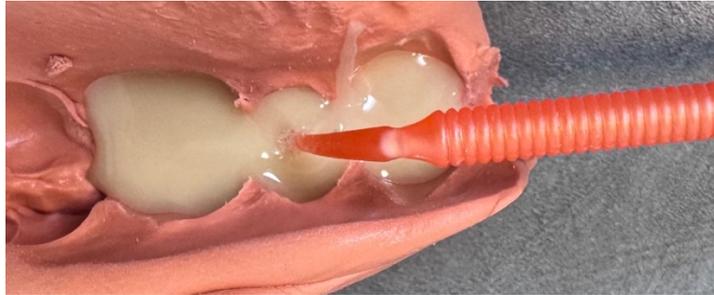
### III.3.3. Protocole

#### **1<sup>e</sup> Étape : Analyse pré-opératoire**

- Analyse de la forme
- Choix de la teinte
- Observation des caractérisations

## 2<sup>e</sup> Étape : Élaboration du guide de reconstruction

Enregistrement de l'anatomie occlusale des dents antagonistes par réalisation d'un isomoulage (Figure 5) en silicone où sera ensuite coulée de la résine Bis-Acryl au niveau des faces occlusales des dents antagonistes du mordru réalisé afin d'obtenir un guide reconstruction (Figure 6).



*Figure 5: Élaboration du guide de reconstruction à l'aide de l'isomoulage*



*Figure 6: Mise en place du guide de reconstruction*

## 3<sup>e</sup> Étape : Reconstitution de la dent

- Mise en place de la digue
- Nettoyage des surfaces dentaires
- Protocole adhésif
- Mise en place de la matrice
- Reconstitution par apport de composites en commençant par la crête marginale
- Ajustage de la crête marginale grâce au guide de reconstruction en occlusion statique
- Poursuite de la restauration avec retouches occlusales à chaque étape
- Finition et Polissage<sup>41</sup>

### III.4. La technique d'injection de composite

#### III.4.1. Définition

La technique d'injection de composite est dite directe/indirecte. Elle combine la restauration directe au fauteuil avec l'utilisation d'une étape de laboratoire. Le prothésiste réalisera une gouttière transparente sur le modèle du wax-up de la restauration finale. C'est une étape qui peut également être réalisée en cabinet avec le matériel adapté. Cette gouttière permet de retranscrire le wax-up en restauration composite directement dans la cavité buccale.<sup>42,43</sup>

À mi-chemin entre technique directe et indirecte, les solutions par injection de résine composite offrent une nouvelle approche qui semble combiner les avantages de chacune. En effet, il existe aujourd'hui des résines composites, fluides, chargées, résistantes mécaniquement avec de bonnes propriétés optiques dédiées à ces applications.

#### III.4.2. Intérêts et indications

Terry Douglas est le précurseur de la technique de composite injecté. En 2012 et en 2014, il la décrit comme une technique transitoire, réversible et sans préparation dentaire mais également utilisable pour la réalisation de couronnes en composite sur des dents temporaires à la suite de traumatismes ou de lésions carieuses.<sup>1-2</sup>

Le composite en technique injectée permet de réaliser des réhabilitations esthétiques semi-directes, à coût modéré, sans préparation des dents avec des résultats prédictibles, non opérateur-dépendants.

Les principales indications de la technique d'injection de composite au niveau du secteur antérieur sont les suivantes<sup>46</sup> :

- Dyschromies,
- Dymorphies (dents conoïdes, fermeture de diastèmes ou de triangles noirs),
- Altérations : fractures, usures.

Mais cette technique peut s'étendre dans les cas suivants également<sup>47-49</sup> :

- Provisoire sur implant lors de la mise en place précoce,
- Enfant polycarié,
- Gestion des tissus mous après gingivectomie/maturation gingivale de façon transitoire,
- Gestion des espaces avant traitement orthodontique et remodelage post orthodontique,

- Modification des schémas d'occlusion (guidage antérieur et désocclusion postérieure) avant les restaurations définitives,
- Temporisation à long terme au cours d'une réhabilitation globale,
- Moyen de communication patient-praticien-prothésiste.

Il existe certaines contre-indications à l'utilisation de cette technique<sup>46</sup> :

- L'absence d'émail qui est le garant d'un bon collage,
- L'existence de parafonctions (ex. onychophagie),
- Classe 3 avec fonction incisive inversée,
- Malpositions importantes nécessitant un traitement orthodontique.

Pour le secteur postérieur, la technique de composite injectée peut être utilisée lors de remontées de dimension verticale d'occlusion dans les cas d'usure.<sup>50,51</sup>

### III.4.3. Protocole

#### **1<sup>ère</sup> Étape : Recueillir les différents éléments cliniques**

- Réalisation de photos intra et extra-orales avec et sans filtres polarisants
- Choix de la teinte, analyse des caractéristiques internes, reliefs et état de surface.

Il est possible de réaliser une analyse virtuelle et d'utiliser le Digital Smile Design (DSD) afin de planifier numériquement le projet prothétique.<sup>52</sup> Cela peut également servir de moyen de communication avec le laboratoire et le patient.

#### **2<sup>e</sup> Étape : Empreinte**

- Empreintes physiques prises préférentiellement en silicone avec et sans déflexion gingivale ou empreintes optiques.

Une empreinte servira pour le modèle de travail et l'autre pour que le prothésiste puisse visualiser le profil gingival naturel.

### **3<sup>e</sup> Étape: Wax up et Mock-up**

Le prothésiste réalisera, à partir de ces empreintes, une modélisation par cire ajoutée ou un projet digital.

Un mock-up peut être réalisé afin de valider les fonctions occlusales ainsi que tous les paramètres esthétiques avec le patient :

- La longueur des dents
- La position et angulation du milieu interincisif
- L'angle interincisif
- Le grand axe des dents
- la forme des dents <sup>53</sup>

### **4<sup>e</sup> Étape : Réalisation de la clé d'injection**

Une fois le projet validé par le praticien et le patient, le prothésiste ou le praticien réalise une clé d'injection en silicone (Figure 7). Cette gouttière doit être transparente afin de permettre la visualisation de l'injection et permettre la photopolymérisation au travers. Elle doit être suffisamment précise pour reproduire parfaitement le projet validé au préalable. L'injection se fait à travers de petits trous percés en regard des zones où le composite sera injecté.

Elles peuvent être confectionnées de 3 manières :

- En direct, avec du silicone transparent appliqué directement sur le modèle grâce à un porte-empreinte non perforé rigide. Le modèle sera préalablement immergé 7 min dans de l'eau savonneuse. Pour limiter l'apparition de bulles la gouttière peut être placée dans un récipient sous pression de 2 bars.<sup>54</sup>
- Au laboratoire de manière indirecte, on imprime des clés en résine transparente. Elles doivent présenter un espacement de 1 mm par rapport au Wax up afin d'injecter le silicone transparent. Dans ce cas, les modèles sont couverts d'une fine couche de glycérine.<sup>55</sup>
- Un isomoulage peut également être thermoformé avec une plaque spécifique, moitié souple moitié rigide, sur le wax-up numérique imprimé ou sur un duplicata du modèle physique porteur des céroplasties.<sup>56</sup>



*Figure 7 : Gouttière en silicone transparent<sup>55</sup>*

Pour plus de précision, deux perforations peuvent être réalisées à l'aide d'embout d'aiguilles. Une perforation servira à l'injection et l'autre à l'élimination des excès (Figure 8).



*Figure 8 : Les puits d'injection de composite<sup>55</sup>*

Une gouttière épaisse permet de limiter les excès dûs à une erreur de positionnement. Le silicone devrait faire 6 mm d'épaisseur minimum. La gouttière doit être suffisamment souple pour s'insérer correctement en bouche et suffisamment rigide pour ne pas subir de déformations.<sup>57</sup> Elle est généralement réalisée en vinyl polysiloxane transparent.

## 5<sup>e</sup> Étape : Le champ opératoire

La digue peut être positionnée de manière plurale (Figure 9) ou alors de manière partielle ou ouverte (Split dam) (Figure 10). Elle doit permettre un repositionnement précis de la gouttière en silicone.



*Figure 9: Mise en place d'une digue plurale*



*Figure 10: Mise en place d'une digue ouverte / Split dam*

## 6<sup>e</sup> Étape : La préparation dentaire

- Élimination des anciennes restaurations
- Nettoyage/ Polissage
- Mise en place d'un cordonnet de déflexion gingival
- 2 options de préparation en fonction de l'étiologie : no prep (sans aucune préparation) et prep-less (uniquement une ligne simple et étroite en cervical afin d'améliorer la finition).

## 7<sup>e</sup> Étape : Préparation au collage<sup>58 53 52</sup>

Les étapes de préparation sont les suivantes :

- Léger polissage ou alors un micro-sablage à l'oxyde d'alumine 50 microns

- Mordançage à l'acide orthophosphorique 37% pendant 30 sec
- Rinçage abondant
- Séchage sans dessécher
- Application d'adhésif universel activement pendant 20sec
- Séchage pour éliminer les excès
- Photopolymérisation 20 sec

## **8<sup>e</sup> Étape : Injection composite et polymérisation**

La procédure d'injection peut se faire selon deux techniques :

1. Soit l'injection est réalisée d'un bloc sectoriel de 3 ou 4 dents, avec ensuite la séparation des points de contact à l'aide de fraises à bouts fins et de strips interdentaires métalliques. C'est possible dans 3 cas :
  - Les restaurations de dents non contiguës
  - Afin de solidariser les dents restaurées
  - Le maintien de diastèmes existants
  
2. Soit l'injection se fait alternativement une dent sur deux avec protection des dents adjacentes à l'aide de ruban de téflon, en deux étapes après élimination des excès, dans le but de créer des points de contacts proximaux (Figure 11).

Dans ce cas précis, et pour une restauration de dents contiguës, l'idéal est de réaliser 2 gouttières. En cas de gouttières thermoformées, l'une d'entre elle sera réalisée en enlevant la cire d'une dent sur deux ; ce sera la première gouttière utilisée. L'avantage est que l'élimination des excès sera facilitée.

Lors de l'injection, la seringue doit être insérée au plus proche de la limite cervicale et constamment être en contact avec le matériau pour éviter les bulles. La seringue remontera passivement sous la pression du composite.

Le développement des lampes de polymérisation ultra puissante permet désormais de polymériser même à travers ces clés d'iso moulage.<sup>59</sup> Trois phases de polymérisation de 20 sec par face seront nécessaires, une avec la clé en place puis une sans et la dernière avec la mise en place de glycérine. Chaque composite possède une épaisseur maximale de polymérisation, à vérifier avant utilisation.<sup>43 53</sup>



*Figure 11: Injection du composite fluide à travers le puits<sup>43</sup>*

### **9<sup>e</sup> Étape : Éliminations excès et polissage**

L'élimination des excès se fera à la lame de bistouri 12 (Figure 12) et à la fraise flamme en intrasulculaire. Pour éviter de perdre les détails reproduits lors de l'injection, la finition sera réalisée uniquement à l'aide de fraises et d'instruments de faible granulométrie (Figure 13), de cupules en silicone et de pâte dédiée.<sup>53 58</sup>



*Figure 12: Élimination des excès*



*Figure 13: Finition et polissage*

### III.4.4. Matériaux utilisés

En 1996 apparaissent les composites fluides. Leurs propriétés d'étalement et d'adaptation aux parois cavitaires ainsi que leur manque de propriétés mécaniques et le retrait de polymérisation important ne permettent qu'une utilisation restreinte. Les indications cliniques sont les suivantes : comblement de microcavités et mise en place d'un substitut dentinaire.

Des composites fluides de "nouvelle génération" ont depuis été développés. La taille, la distribution, la liaison des charges avec la matrice et la quantité de particules incorporées ont été améliorés. Ces composites fluides sont aujourd'hui des alternatives aux composites conventionnels.<sup>60</sup>

La technique du composite injectable fait appel à une résine composite fluide nanohybride extrêmement chargée.<sup>46</sup>

Le matériau doit répondre à un cahier des charges précis :<sup>43</sup>

- Avoir une facilité d'extrusion, et donc une bonne thixotropie,
- Avoir de bonnes propriétés mécaniques, en particulier la résistance à la flexion liée à son module d'élasticité,
- Avoir de bonnes propriétés optiques,
- Avoir de bonnes propriétés esthétiques et exister dans plusieurs teintes et notamment des teintes émail.

La présence de charges dans un composite permet d'améliorer la résistance à la compression, traction, flexion et à l'usure, et diminuer le retrait de polymérisation, le coefficient de dilatation thermique, l'absorption hydrique et la solubilité hydrique.

L'apport de la nanotechnologie a permis d'obtenir des charges avec une taille plus petite et une concentration plus importante. Ainsi la dispersion homogène des charges avec un espacement réduit entre celles-ci a permis d'améliorer les propriétés physiques, mécaniques, optiques de ces matériaux mais aussi leur aptitude au polissage. Ces nanoparticules de charges sont ajoutées aux résines composites soit individuellement soit sous forme de nanoclusters.<sup>60,61</sup>

Le G-ænial Universal Injectable® (GUI) semble aujourd'hui répondre à ce cahier des charges (taux de charges 69% en poids). Il est une amélioration du G-ænial Universal Flo® (GUF).

Ce composite contient des charges de beryum ultrafines et utilise une nouvelle technologie FSC (recouvrement totale au silane) qui permet d'améliorer le couplage entre les charges et la matrice. En effet le traitement chimique des charges permet une mouillabilité adéquate de la

surface de la charge par le monomère ainsi une dispersion améliorée et une liaison stable et plus forte entre la charge et la résine.

Ses propriétés principales sont les suivantes :

- Facilité d'extrusion
- Résistance à la flexion et à l'usure semblable aux composites conventionnels
- Thixotropie élevée
- Disponible en 16 teintes, opaques et émaillés.<sup>62</sup>

D'autres fabricants ont eux aussi développé des résines pouvant répondre à ce cahier des charges (Figure 14).

Matériaux (Fabricants)	Résistance à la flexion (MPa)	Module d'élasticité (GPa)	Profondeur de polymérisation (mm)	Conservation de l'état de surface après 12 000 cycles (%)	Stress à la polymérisation (mm)
<b>Dernière génération de composites Flow</b>					
G-aenial Universal Flo (GC)	167	7,9	2,0	65	1,3
Beautiful Flow Plus (Shofu)	118	7,1	1,9	9	1,5
Clearfil Majesty ES Flow Low (Kuraray)	142	7,4	2,4	67	1,4
GrandioSO Heavy Flow (Voco)	126	10,1	1,8	2	1,7
G-aenial universal Injectable (GC)	173	7,9	2,5	95	1,3

Figure 14: Tableau des propriétés physiques et mécaniques des composites fluides nanohybrides<sup>43</sup>

La technique d'injection de composites offre donc de nombreux avantages pour produire des restaurations esthétiques et fonctionnelles dans le respect de l'économie tissulaire. Toutefois, il est nécessaire de s'intéresser à la pérennité de ces restaurations.

## **IV. Objectif de l'étude**

Aujourd'hui, la solution par injection de résine composite constitue une nouvelle approche thérapeutique qui semble combiner les avantages des techniques directes et indirectes. Elle peut être utilisée en restauration définitive ou même transitoire, en cas d'augmentation de DVO, de fractures dentaires ou d'usures dentaires.

Néanmoins, à ce jour, peu d'informations sont disponibles au sujet de la pérennité de ces traitements, que ce soit à court, moyen et long terme.

Dans le cadre de ce travail, nous avons émis l'hypothèse que les restaurations en résine composite réalisées grâce à la technique injectée permettraient, en prenant en considération les propriétés esthétiques et mécaniques (en particulier les colorations, l'état de surface, l'herméticité du joint, la résistance à l'usure et à la fracture) l'obtention de résultats post-opératoires satisfaisants et stables dans le temps.

L'objectif principal de ce travail était ainsi de recenser, à l'aide d'une revue systématique de la littérature, les résultats post-opératoires obtenus à court, moyen et long terme chez les patients traités par la technique d'injection de composite dans le cadre d'une procédure restauratrice.

# MATERIEL ET METHODES

Cette revue de littérature a été menée selon le plan, les critères et les principes du *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)<sup>63</sup> et la méthode PICO (Population, Intervention, Comparaison, Outcomes)<sup>64</sup> afin de définir la stratégie de recherche.

## I. Question ciblée

La question suivante a été posée : « *La technique de restauration par injection de composite permet-elle l'obtention d'un résultat esthétique et fonctionnel durable ?* »

## II. Critères de sélection

Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été répertoriés dans le Tableau 3.

CRITÈRES D'INCLUSION	CRITÈRES D'EXCLUSION
<ul style="list-style-type: none"><li>- Articles écrits en français ou anglais.</li><li>- Articles parus entre le 1<sup>er</sup> janvier 2012 et le 31 décembre 2023.</li><li>- Articles traitant de la technique d'injection de composite dans le contexte de procédures restauratrices en technique directe.</li><li>- Études <i>in vivo</i>, <i>case reports</i> et <i>case series</i></li><li>- Études impliquant une évaluation du résultat post-opératoire immédiat et/ou à court et/ou moyen et/ou long termes.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Articles rédigés dans des langues autres que le français et l'anglais</li><li>- Articles parus avant janvier 2012</li><li>- Les articles traitant de l'utilisation de la technique d'injection de composite dans le cas de remplacement de dents absentes</li><li>- Les études <i>in vitro</i> et <i>ex vivo</i></li><li>- Les revues de la littérature et méta-analyses</li><li>- Les études avec un suivi total de moins de 6 mois.</li></ul>

Tableau 3: Critères d'inclusion et d'exclusion utilisés pour la revue systématique de littérature

## III. Stratégie de recherche

La stratégie de recherche employée était basée sur le système PICO (Tableau 4). Une recherche exhaustive informatique des articles en anglais et en français a été menée sur la base de données Medline par l'intermédiaire des moteurs de recherche Pubmed et Scopus. Les recherches ont été réalisées jusqu'à décembre 2023.

CATEGORIE	
<b>POPULATION</b>	Patients présentant une indication de restauration directe par technique injectée de composite (ex. anomalie de forme, défaut d'alignement, lésion carieuse, usure dentaire, ...)
<b>INTERVENTION</b>	Restauration par technique injectée de composite
<b>COMPARAISON</b>	Contrôle J0
<b>RESULTATS</b>	Résultats post-opératoires esthétiques et fonctionnels
<b>COMBINAISON DE MOTS-CLES</b>	<p>PubMed : ((injectable[Text Word]) OR (injection[Text Word])) AND ((composite[Text Word]) OR (resin[Text Word])) AND ((moulding[Text Word]) OR ("mold technique"[Text Word]) OR ("silicon index"[Text Word]) OR ("transparent silicon"[Text Word]) OR ("wax up"[Text Word]) OR (digital[Text Word]) OR (workflow[Text Word]) OR ("computer aided"[Text Word]))</p> <p>Scopus: (TITLE-ABS-KEY ( injectable ) OR TITLE-ABS-KEY ( injection )) AND (TITLE-ABS-KEY ( composite ) OR TITLE-ABS-KEY ( resin )) AND (TITLE-ABS-KEY ( moulding ) OR TITLE-ABS-KEY ( "mold technique" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "silicon index" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "transparent silicon" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "wax up" ) OR TITLE-ABS-KEY ( digital ) OR TITLE-ABS-KEY ( workflow ) OR TITLE-ABS-KEY ( "computer aided" )) AND PUBYEAR &gt; 2011 AND PUBYEAR &lt; 2024 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DENT" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) )</p>
<b>LANGUE</b>	English and French
<b>BASES DE DONNEES ELECTRONIQUES</b>	MEDLINE/PubMed, Scopus

Tableau 4: Stratégie de recherche sur la base du système de rapport PICO

Les recherches ont été effectuées grâce à un algorithme de recherche comprenant les mots clés articulés à l'aide des opérateurs booléens selon la formule suivante :

**MEDLINE/PubMed :** ((injectable[Text Word]) OR (injection[Text Word])) AND ((composite[Text Word]) OR (resin[Text Word])) AND ((moulding[Text Word]) OR ("mold technique"[Text Word]) OR ("silicon index"[Text Word]) OR ("transparent silicon"[Text Word]) OR ("wax up"[Text Word]) OR (digital[Text Word]) OR (workflow[Text Word]) OR ("computer aided"[Text Word]))

**Scopus :** (TITLE-ABS-KEY ( injectable ) OR TITLE-ABS-KEY ( injection )) AND (TITLE-ABS-KEY ( composite ) OR TITLE-ABS-KEY ( resin )) AND (TITLE-ABS-KEY ( moulding ) OR TITLE-ABS-KEY ( "mold technique" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "silicon index" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "transparent silicon" ) OR TITLE-ABS-KEY ( "wax up" ) OR TITLE-ABS-KEY ( digital ) OR TITLE-ABS-KEY ( workflow ) OR TITLE-ABS-KEY ( "computer aided" )) AND PUBYEAR > 2011 AND PUBYEAR < 2024 AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) AND ( LIMIT-TO ( SUBJAREA , "DENT" ) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE , "ar" ) )

Les recherches ont été relancées juste avant les analyses finales afin d'extraire les études les plus récentes susceptibles d'être incluses.

#### **IV. Méthode d'analyse et extraction des données**

Toutes les références ont été importées dans une base de données Zotero. Après avoir éliminé les doublons, les références ont été exportées vers un fichier Excel (Excel 2007, Microsoft©, CA, USA) pour effectuer les phases de criblage. Les articles ont été sélectionnés par deux évaluateurs (MV et OK) travaillant indépendamment. La sélection a été effectuée en deux phases, en fonction des critères d'inclusion et d'exclusion : (1) la sélection du titre/résumé, (2) la sélection du texte intégral. Les deux listes de références sélectionnées ont ensuite été comparées et tous les désaccords ont été résolus par discussion ou, s'ils étaient persistants, par un troisième examinateur. Les critères d'exclusion prioritaires étaient les suivants : (1) lors de la sélection des titres/résumés, articles sans rapport avec la technique d'injection de composite pour un usage en dentisterie restauratrice, les revues de littérature ou méta-analyses, les études *in vitro* ou *ex vivo*, l'utilisation de la technique d'injection de composite pour le remplacement de dents absentes ; et (2) lors de l'examen du texte intégral, absence d'outil d'évaluation, pas de groupe contrôle ou comparaison à J0.

Pour les études éligibles qui correspondaient aux critères d'inclusion, le texte intégral a été sélectionné pour extraire les données par deux examinateurs à l'aide du formulaire d'extraction de données et a été résumé sous forme de tableaux d'extraction Excel. Les données ont été extraites du texte, des tableaux et des graphiques. Les renseignements d'extraction comprenaient les éléments suivants : auteur, année de publication, type d'étude, durée de suivi, étiologie/diagnostic, stratégie thérapeutique, confection de la gouttière, préparation dentaire,

matériau utilisé, critère d'évaluation, résultat immédiat, résultat à moins de 3 ans, entre 3 et 5 ans et à plus de 5 ans, ainsi que les renseignements requis pour évaluer la qualité de l'étude et le risque de biais. Tout désaccord entre les évaluateurs a été résolu par une discussion avec le troisième examinateur.

## **V. Science mapping analysis**

L'analyse de la cartographie des domaines scientifiques a été effectuée à partir de la liste des articles inclus en utilisant le réseau de co-occurrence de mots-clés sur VOSviewer (free software, version 1.6.18, Centre for Science and Technology Studies, Leiden University, Leiden, Pays-Bas, 2022). L'analyse réseau des mots-clés a été générée à partir de la matrice des articles récupérés<sup>65</sup> (valeur seuil à 4). La matrice termes-articles a permis de mesurer les similitudes de documents entre les *clusters* de thématiques.

## **VI. Évaluation de la qualité et du risque de biais des études**

La qualité méthodologique et le risque de biais des études incluses ont été évalués par deux évaluateurs indépendants, grâce à l'outil d'évaluation JBI Critical Appraisal Tool<sup>66</sup> en se basant sur les critères suivants : (1) Caractéristiques démographiques du patient, (2) Histoire du patient, (3) État clinique initial du patient, (4) Tests diagnostiques et méthodes, (5) Intervention(s) ou procédure(s) thérapeutique(s), (6) État clinique post-interventionnel, (7) Événement indésirables/imprévus, (8) Leçons tirées.

Le risque de biais a été évalué et présenté à l'aide de l'outil Robvis pour les études cliniques, en répondant aux questions suivantes : (1) Les caractéristiques démographiques du patient ont-elles été clairement décrites ? , (2) L'histoire du patient a-t-elle été clairement décrite et présentée de manière chronologique ? , (3) L'état clinique initial du patient a-t-il été clairement décrit ? , (4) Les tests diagnostiques ou les méthodes ainsi que les résultats ont-ils été clairement décrits ? , (5) La/les intervention(s) ou procédure(s) thérapeutiques ont-elles été clairement décrites ? , (6) L'état clinique post-interventionnel a-t-il été clairement décrit ? , (7) Des événements indésirables (préjudices) ou imprévus ont-ils été identifiés et décrits ? , (8) Le cas clinique fournit-il un message à retenir ?

Deux examinateurs (MV et OK) ont participé à l'évaluation du risque de biais et de la qualité de l'étude. Lorsqu'aucun consensus n'était atteint, les divergences étaient résolues par un troisième examinateur.

# RESULTATS

## **I. Revue systématique suivant les recommandations PRISMA**

Après application des critères d'inclusion et d'exclusion, 203 articles ont été sélectionnés dans un premier temps. La recherche à l'aide du modèle PICO a fait ressortir 132 articles de MEDLINE/PubMed et 71 de Scopus, publiés entre janvier 2012 et décembre 2023. Après la suppression des doublons et l'analyse préliminaire des résumés, 26 articles ont été sélectionnés pour l'analyse et l'évaluation du texte intégral, après quoi 15 articles ont été exclus et 11 articles ont été inclus dans la revue.

Un diagramme détaille l'intégralité de la recherche effectuée (Figure 15).

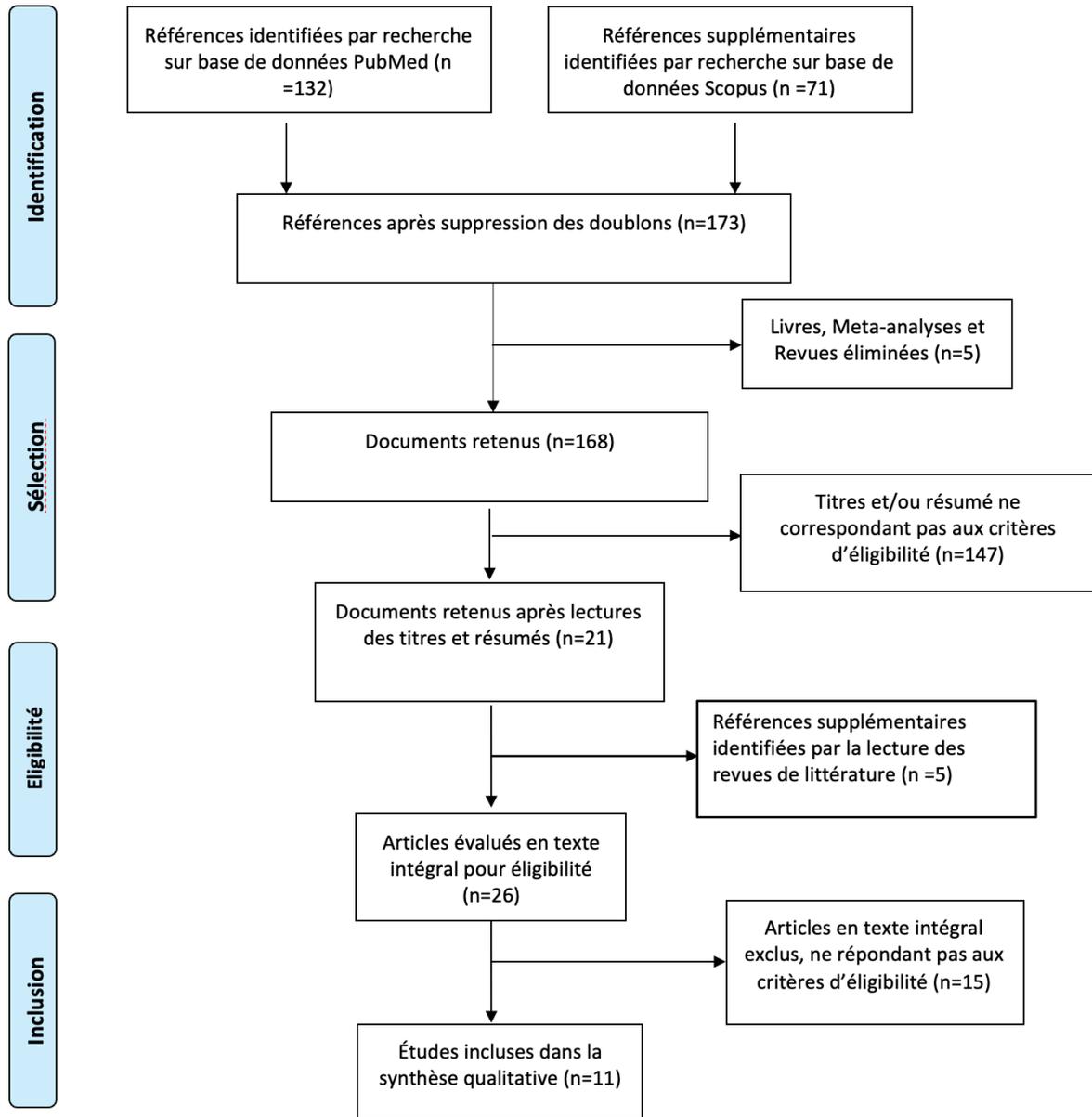


Figure 15: Diagramme de flux PRISMA

## II. Analyse bibliométrique

Une cartographie scientifique a été utilisée pour représenter les relations spatiales entre les mots-clés (Figure 16). Des cercles de différentes tailles et couleurs représentent les mots-clés. Chaque couleur est liée à un groupe thématique et les lignes matérialisent les liens entre eux. Chaque mot clé a un cercle dont la taille est proportionnelle à son poids, qui augmente avec le poids de chaque mot.<sup>67</sup>

Les mots-clés prédominants et fréquemment utilisés englobent : « humans », « composite resins », « dental restoration, permanent », « computer-aided design » et « surface properties ». Ils mettent en évidence les principales orientations des études, tels que le traitement de lésion dentaire, les biomatériaux dentaires, la dentisterie assistée par ordinateur et les propriétés de surface.

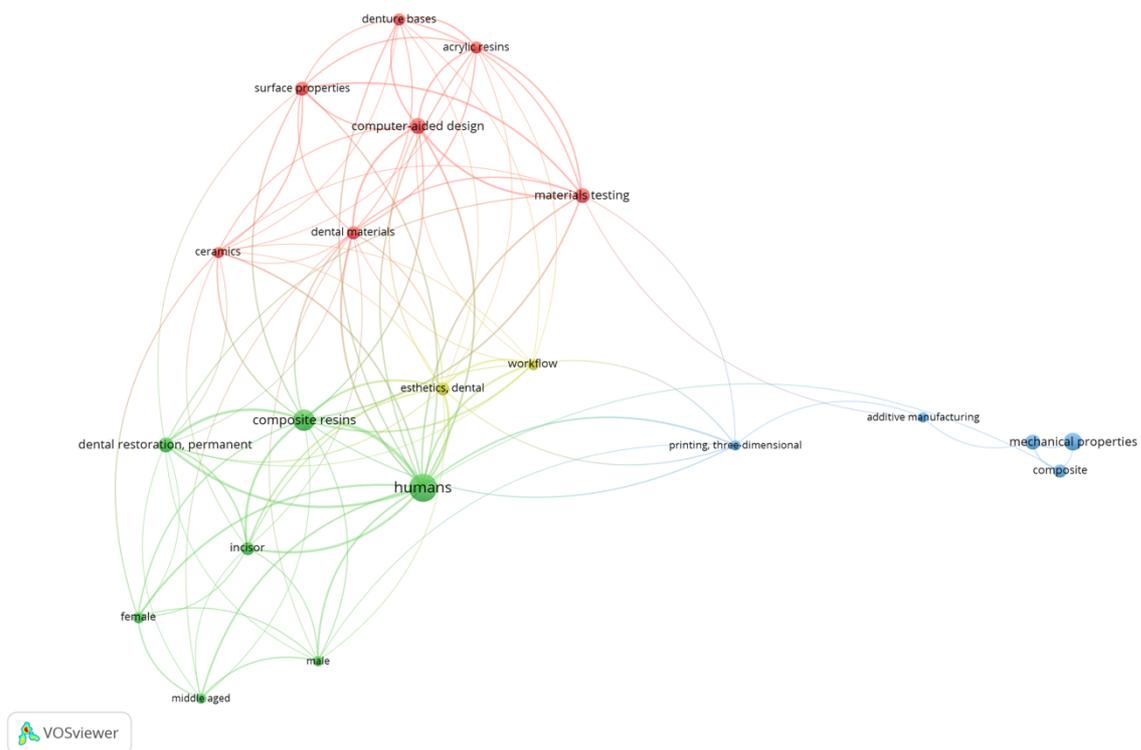


Figure 16: Analyse de la cartographie scientifique

### III. Synthèse des données

Les caractéristiques principales des études retenues sont répertoriées dans le Tableau 5. Les articles inclus dans cette revue de la littérature couvrent la période de 2012 à 2023, avec un suivi des restaurations réalisées selon la technique de composite injecté allant de 6 mois à 7 ans.

Les résultats de ces études sont tous basés sur une analyse visuelle de photos endobuccales des restaurations à différents temps post-opératoires. Les auteurs s'intéressent à la présence d'usure, de fracture, de fêlure et de coloration au niveau des composites et la présence d'inflammation des tissus environnants.

Cependant, aucune de ces études n'utilise d'outil d'évaluation standardisé afin d'évaluer le résultat esthétique post-opératoire.

Sur les 11 articles de cette revue, 8 (soit 73%) utilisent la technique de composite injectée afin de modifier la morphologie des tissus dentaires permettant d'améliorer l'esthétique et la fonction dans les cas de diastèmes, de microdontie, de sourire asymétrique, de défaut d'alignement, de défaut de guidage, de fente labio-palatine, etc...<sup>54,56,58,68-72</sup> Un article (9%) s'intéresse au traitement d'une dyschromie dentaire due à la tétracycline avec des épaisseurs de préparation dentaire similaires aux facettes en céramiques.<sup>73</sup> Un autre article (9%) traite de la réhabilitation totale provisoire dans les cas d'usure généralisée.<sup>74</sup> Le dernier aborde les restaurations postérieures après traitement canalaire et curetage carieux en utilisant des mini coques individuelles en silicones thermoformées comme clé d'injection.<sup>75</sup>

Le protocole opératoire décrit est relativement similaire dans toutes les études, avec la réalisation dans un premier temps d'un wax up afin de visualiser le résultat final et réaliser la clé d'injection. Dans 6 études (soit 54%), cette clé est réalisée avec du VPS transparent injecté dans un porte-empreinte rigide non perforé qui peut être individuel et mis sous pression pendant 5 à 10 min sous 1,5 à 2 bars de pression afin d'améliorer l'ajustage de la gouttière et éliminer les bulles.<sup>54,68,69,71,73,74</sup> Dans 2 articles (soit 18%), la gouttière est faite à l'aide d'une plaque thermoformée remplie de VPS.<sup>58,70</sup> Un article (soit 9%) utilise uniquement la plaque thermoformée en tant que clé d'injection<sup>56</sup>, un autre (9%) fait appel à l'impression 3D numérique<sup>72</sup> et le dernier (9%) s'intéresse à la réalisation de mini coques individuelles en silicone thermoformé avec double couche (externe dure et silicone élastique en couche interne).<sup>75</sup>

Des préparations dentaires ont été réalisées dans le cas de dyschromie, ou uniquement lorsque l'élimination des anciens composites ou lésions carieuses était nécessaire.<sup>58,70,73-75</sup> Dans les 11 études, 4 composites différents ont été utilisés, le *G-aenial Universal Injectable*<sup>®</sup>(GC) a été utilisé en grande majorité contre 1 fois pour le *Beautiful flow Plus*<sup>®68</sup>, 1 fois pour le *Filtek Supreme Ultra*<sup>TM69</sup>, et 2 fois pour le *Clearfil ES Flow Universal*<sup>TM72,75</sup>, sans aucune différence notable entre les résultats obtenus.

Les études sélectionnées ont été classées en fonction de la durée de suivi, afin de pouvoir synthétiser et mettre en parallèle les résultats post-opératoires obtenus. Elles sont ici répertoriées en 3 catégories, déterminées selon de précédents travaux réalisés en 2014 et portant sur la longévité des restaurations postérieures en composite : étude à « court terme » (< 3 ans), à « moyen terme » (entre 3 et 5 ans) et « long terme » (> 5 ans).<sup>76</sup>

Concernant les études à court terme (n = 9, 82%)<sup>54,56,58,68,71-75</sup>, avec un suivi allant de 6 mois à 3 ans, toutes ont obtenu des résultats satisfaisants. Deux cas utilisant 2 composites différents (*Beautiful flow Plus*<sup>TM</sup> et *G-aenial Universal Flo*<sup>®</sup>) ont nécessité un protocole de polissage afin de rétablir la brillance du composite et un état de surface correct à la fin du suivi.<sup>58,68</sup>

Deux articles (18%) de cette revue ont été intégrés à la catégorie de suivi à « moyen terme », avec un suivi post-opératoire à 3 ans. Le premier cas utilise des facettes en composite injecté en temporisation (option thérapeutique choisie pour des raisons financières) avant la pose de facettes en céramique. Au bout de 3 ans la patiente n'était plus satisfaite, les restaurations présentaient des décolorations et étaient ébréchées. Les facettes en céramiques ont donc été réalisées.<sup>70</sup> L'autre cas avait pour but de régler un défaut d'alignement d'une incisive latérale sans traitement orthodontique chez un patient de 57 ans. Le protocole classique a été modifié en réalisant une technique cutback afin d'améliorer le résultat esthétique. Un composite injecté classique a ainsi été réalisé dans un premier temps, puis la couche superficielle de composite a été éliminée à la fraise flamme afin d'y ajouter des caractérisations. Pour terminer, une nouvelle gouttière adaptée aux tissus mous a permis d'injecter un composite type émail. Trois années plus tard, l'auteur rapporte une couleur et une forme anatomique conservées.<sup>69</sup>

Une seule étude (soit 9%), comprenant 5 cas cliniques, rapporte deux cas ayant un suivi à long terme allant de 6 à 7 ans. L'un d'eux a été réalisé sur un patient adulte où le bloc incisivo-canin a été restauré pour des raisons d'usure et d'un fragment manquant sur une incisive latérale. Après 6 ans, aucune doléance n'a été rapportée par le patient. Selon les photographies qui ont

été réalisées, le composite paraissait plus terne et coloré mais gardait une bonne intégration avec le reste de l'arcade.

L'autre étude, réalisée chez un enfant de 11 ans, consistait en la modification de la morphologie des incisives latérales avant traitement orthodontique afin d'obtenir une forme plus anatomique. Après 7 ans et un traitement orthodontique les restaurations présentaient une légère usure.<sup>69</sup>

En conclusion, les études incluses montrent des résultats satisfaisants des restaurations en composite injecté dans le temps. Un cas (9%) peut être considéré comme un échec, par la présence de colorations et de petites brèches à 3 ans. Certaines études (28%) mettent cependant en évidence la nécessité d'un suivi régulier afin d'assurer la préservation du résultat esthétique grâce à des phases de repolissage.

AUTEUR	ANNEE DE PUBLICATION	SUIVI	DIAGNOSTIC	STRATEGIE THERAPEUTIQUE	CONFECTION GOUTTIERE	PREPARATION DENTAIRE O/N	MATERIAU UTILISE	CRITERE D'EVALUATION	RESULTATS S/NS
<b>K WATANABE ET AL.</b>	2023	6 mois	Microdentie des incisives latérales maxillaires	Restaurer la morphologie des incisives latérales après traitement orthodontique	Impression numérique	N	Clearfil ES Flow Universal™	Photographie endo-buccale	S
<b>ROMAIN MILIAN ET AL.</b>	2023	8 mois	Microdentie de l'incisive latérale entraînant un diastème en distal.	Fermer le diastème avant traitement orthodontique	VPS transparent (Exaclear, GC Corp)	N	G-aenial Universal Injectable®	Photographie endo-buccale	S
<b>DAVID GESTAKOVSKI</b>	2022	10 mois	Défaut de symétrie de 12 et 22 (plus petite) + corridor noir secteur 2	Rétablir symétrie du sourire	VPS transparent (Exaflex,GC) + PE non perforé	N	G-aenial Universal Injectable®	Photographie endo-buccale	S
<b>NATHALIA RAMOS ET AL.</b>	2020	1 an	Morphologie et alignement irrégulières des dents, usure cervicales, colorations des anciennes restaurations et sensibilité dentaires	Diminuer les sensibilités dentaires, restaurer l'esthétique	Silicone transparent + plaque acétate thermoformé	N	G-aenial Universal Flo® BW, GC Corporation	Photographie endo-buccale	S
<b>SANDRA HULAC ET AL.</b>	2023	1 an	Erosion et attrition généralisée	Réhabilitation totale avec composite injecté en provisoire avant la pose de restauration en céramique	Silicone transparent (Finopaste Crystal ; Fino GMBH) + PEI transparent	N	G-aenial Universal Injectable®	Photographie endo-buccale	S
<b>KELLY R V VILLAFUERTE ET AL.</b>	2023	1 an	Fente labio-palatine avec agénésie 22	Remodelage de 14 et 24 en canines	Plaque thermoformée (Éthylène/vinyl acétate copolymer)	N	Non renseigné	Photographie endo-buccale	S

<b>KEIICHI HOSAKA ET AL.</b>	2023	1 an	Reprise de carie sur 46 avec lésion apicale et carie profonde sur 36.	Restaurer la morphologie occlusale après curetage.	Mini gouttière transparente en impression 3D avec une coque extérieur dure et une couche en silicone élastique en interne	O	Clearfil SE flow uniwersal™, U shade	Photographie endo-buccale	S
<b>DAVID GESTAKOVSKI</b>	2019	2 Ans	Diastèmes, défaut de guidage	Fermer diastème et rétablir la fonction	VPS transparent + PE non perforé	N	Beautiful flow Plus™ F03, medium viscosity, Shofu Dental	Photographie endo-buccale	S
<b>JORGE CORTÉS-BRETÓN BRINKMANN ET AL.</b>	2020	2 ans	Coloration tétracycline de grade II et III + malpositions dentaires	Restauration définitive	VPS (Exaclear CG corporation) + PE non perforé	O	G-aenial Universal Injectable®	Photographie endo-buccale	S
<b>J.VILLALOBOS-TINOCO ET AL.</b>	2023	3 ans	Bord incisif inégaux et léger diastème interincisif	Facette en résine composite injecté en provisoire avant la pose de facettes en céramique	Plaque thermoformée (Essix® ACE® Plastic 0.40 in round, Dentsply Sirona) + VPS transparent (Exaclear, GC)	N	G-aenial Universal Injectable®	Photographie endo-buccale	NS
<b>DOUGLAS A. TERRY ET AL.</b>	2022	Cas 1 : 6 ans Cas 2 : 7 ans Cas 3 : 18 mois Cas 5 : 6 ans	Cas 1 : usure et fracture des dents antérieures maxillaires Cas 2 : Disproportion de la taille des dents antérieures et carie proximale d'une incisive latérale. Cas 3 : Persistance d'une seconde molaire mandibulaire avec reprise de carie Cas 5 : Défaut d'alignement d'une incisive latérale et diastème	Cas 1 : Restaurer l'esthétique et la fonction Cas 2 : Modifier la taille et la forme des incisives latérales Cas 3 : Restaurer la fonction Cas 5 : restaurer l'esthétique de manière conservative et sans traitement orthodontique	Cas 1 : VPS transparent Memosil® 2, Heraeus Kulzer) + PE non perforé Cas 2 : VPS transparent + PE non perforé Cas 3 : VPS transparent (Exaclear, GC America) Cas 5 : VPS transparent	Cas 1 : N Cas 2 : N Cas 3 : O Cas 5 : O	Cas 1 : Filtek Supreme Ultra™, 3M ESPE Cas 2 : G-aenial Universal Flo®, GC America Cas 3 : non renseigné Cas 5 : G-aenial Universal Flo®, GC America	Photographie endo-buccale	Cas 1 : S Cas 2 : S Cas 3 : S Cas 5 : S

Tableau 5: Caractéristiques principales des articles retenues pour cette revue

O/N, Y a-t-il eu préparation dentaire ? Oui/ Non ; S/NS, Satisfaisant/ Non satisfaisant ; VPS, Vinyl polysiloxane ; PE, Porte- empreinte ; PEI, Porte empreinte individuel ;

## IV. Évaluation de la qualité des études

L'outil d'évaluation JBI Critical Appraisal Tools a été utilisé pour évaluer la qualité des études de cette revue. Dans l'ensemble la qualité des études est moyenne à mauvaise. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

Study	Risk of bias								Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
Watanabe et al.,2023	-	X	+	-	+	-	+	+	X
Milian et al.,2023	-	-	+	-	+	-	+	+	-
Gestakovski, 2022	-	-	+	-	+	-	X	+	X
Ramos et al.,2020	-	-	+	-	+	-	+	+	-
Hulac et al.,2023	-	+	+	-	+	-	+	+	-
Villafuerte et al.,2023	-	-	+	-	+	-	+	+	-
Hosaka et al.,2023	-	X	+	-	+	-	+	+	X
Gestakovski,2019	-	X	+	-	+	-	X	+	X
Cortés-Bretón Brinkmann et al.,2020	-	X	+	X	+	-	+	+	X
Villalobos-Tinoco et al.,2023	-	X	+	-	+	-	+	+	X
Terry et al.,2022	-	X	+	X	+	-	X	+	X

D1 : Were patient's demographic characteristics clearly described?

D2: Was the patient's history clearly described and presented as a timeline?

D3: Was the current clinical condition of the patient on presentation clearly described?

D4: Were diagnostic tests or assessment methods and the results clearly described?

D5 : Was the intervention(s) or treatment procedure(s) clearly described?

D6 : Was the post-intervention clinical condition clearly described?

D7: Were adverse events (harms) or unanticipated events identified and described?

D8: Does the case report provide takeaway lessons?

### Judgement

X High

- Unclear

+ Low

Tableau 6: Évaluation de la qualité des études retenues avec l'outil d'évaluation JBI Critical Appraisal Tool

## DISCUSSION

La technique de composite injecté permet de réaliser des restaurations esthétiques et fonctionnelles, de manière directe/indirecte, rapide, minimalement invasive et surtout reproductible. Elle répond parfaitement aux impératifs de préservation tissulaire et au respect du gradient thérapeutique. L'objectif de ce travail était de synthétiser, *via* une revue systématique de la littérature, les données existantes sur les résultats post-opératoires obtenus à court, moyen et long terme après réalisation de restaurations par la technique d'injection de composite.

L'analyse des études *in vivo* sélectionnées dans cette revue a pu mettre en évidence une stabilité satisfaisante des restaurations en composite injecté pour des périodes de suivi allant de quelques mois à plusieurs années. Un suivi régulier, et dans certains cas un polissage au rendez-vous de contrôle, a permis de rétablir la brillance et d'augmenter la pérennité du soin.

Il est important de noter néanmoins qu'aucune des études sélectionnées n'a utilisé de critères d'évaluation validés, ce qui génère un biais important en lien avec la subjectivité des évaluations faites par les opérateurs. Il aurait été intéressant de pouvoir comparer les résultats obtenus aux différents temps post-opératoires *versus* J0, mais aussi comparer les résultats obtenus entre les différentes études. Pour cela, les critères d'évaluation des restaurations directes et indirectes de la FDI (Fédération Dentaire Internationale) auraient pu être pertinents pour standardiser l'évaluation des restaurations.<sup>77</sup> Cette procédure contient 16 critères (avec des scores allant de 1 à 5) organisés en trois catégories :

- Les paramètres esthétiques : 1. Brillance / État de surface, 2. Colorations de surface et marginale, 3. Stabilité de teinte et de translucidité, 4. Forme anatomique ;
- Les paramètres fonctionnels : 5. Fracture du matériau et rétention, 6. Adaptation marginale, 7. Anatomie occlusale et usure, 8. Forme anatomique proximale (point de contact et contour), 9. Examen radiographique, 10. Opinion du patient
- Les paramètres biologiques : 11. Sensibilités post-opératoires et vitalité pulpaire, 12. Caries secondaires, érosion et abfraction, 13. Intégrité dentaire, 14. Réponse parodontale, 15. Muqueuse adjacente, 16. Santé orale et générale.

L'évaluation de la restauration est donc déterminée par l'addition de l'ensemble des scores obtenus pour chaque critère.<sup>77-79</sup>

Afin de réaliser une comparaison de ces études avec les restaurations directes, nous pouvons nous intéresser à une étude de 2023, qui a analysé selon les critères FDI des restaurations directes avec un suivi de 23 ans. Les restaurations avaient été initialement réalisées par des étudiants et évaluées par des dentistes qualifiés. La réévaluation après 23 ans a été faite en se basant sur les critères FDI et réalisée par un dentiste calibré avec une bonne expérience clinique. Les composites réalisés présentaient tous à la fin de l'étude une perte de brillance, de forme anatomique, des fractures, une perte de rétention, d'adaptation marginale, une perte de contour et de l'usure, et une perte d'intégrité de la dent au fil du temps.<sup>80</sup>

Que ce soit pour les composites directs ou en technique injectée, beaucoup de facteurs sont à prendre en considération pour la longévité de la restauration : l'étiologie de la lésion initiale, les compétences du praticien ainsi que les facteurs patient-dépendants tels que les parafunctions, l'hygiène de vie, le statut socio-économique et l'état bucco-dentaire qui jouent un rôle majeur dans la pérennité des soins.<sup>81</sup> Certaines études montrent néanmoins que le protocole de polissage et le composite utilisé ont une influence sur le vieillissement des restaurations, la rugosité de surface au cours du temps étant dépendante de ces paramètres.<sup>82</sup> A ce sujet, des études ont montré que l'utilisation de *G-aenial Universal Injectable* ou *G-aenial Universal Flo* associé à un polissage à l'aide des disques ou spirales de la gamme *Sof-Lex* avaient un effet bénéfique sur l'état de surface et diminuait l'adhésion de *Streptococcus mutans* sur les restaurations.<sup>83</sup>

D'un point de vue esthétique, il a été montré que le résultat esthétique des composites en technique injectée pouvait être majoré en faisant appel à une procédure de *cut-back* ou juste par un maquillage de la couche superficielle du composite. Le *cut-back* consiste en l'élimination d'une épaisseur de matériau sur la face vestibulaire de la dent, souvent réalisée à l'aide d'une fraise flamme, afin d'y apposer une masse émail dans un second temps pour améliorer le rendu esthétique.<sup>69</sup> Une étude *ex vivo* parue en 2022 a permis de comparer la stratification traditionnelle *versus* la procédure de *cut-back* avec clé d'injection. La teinte et la translucidité ont été évaluées à l'aide d'un spectrophotomètre et le temps de réalisation a été chronométré.

Les résultats ont montré que les restaurations réalisées par *cut-back* présentaient une meilleure teinte et translucidité mais nécessitaient plus de temps.<sup>84</sup>

Parmi les études sélectionnées dans cette revue, une seule a abouti à un échec au contrôle à 3 ans. Au bout de 3 ans, la patiente présentait en effet une insatisfaction due à la présence de colorations et de composites ébréchés. La technique de composite injectée avait ici été utilisée en temporisation avant la pose de facettes en céramique sur les incisives maxillaires. Néanmoins le protocole avait été réalisé sans préparation donc respectant le principe d'économie tissulaire et permettait le recours à des restaurations en céramique dans un second temps. Une revue de la littérature de 2022 a répertorié 75 637 cas de restaurations dentaires directes afin d'évaluer le succès et les raisons d'échec. Le recul clinique allait de 2 ans à 17 ans. Les restaurations ont été évaluées selon les critères de Rydge, les critères modifiés de la USPHS, de la FDI ou de manière non standardisée. Seulement 2 études répertoriées ne présentaient pas de cas d'échec. La fracture étant la raison principale d'échec, les facteurs associés sont les suivants : technique adhésive, type de composite utilisé, temps nécessaire à la restauration.<sup>85</sup>

Comme dit précédemment, dans la plupart des cas de cette revue il existait une modification de l'état de surface au rendez-vous de contrôle, mais un simple polissage permettait de rétablir un aspect de surface correct. Une étude a permis de comparer 6 composites différents dont le *G-ænial Universal Flo*<sup>®</sup> and *G-ænial Universal Injectable*<sup>®</sup>. Chaque composite a été exposé pendant 84 jours à de l'eau, du café, du vin rouge, une boisson énergétique et du coca. La couleur a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre, à l'état initial, à 84 jours et après repolissage. L'exposition à toutes les boissons avait entraîné l'apparition de taches sur les matériaux qui tendaient à diminuer après repolissage mécanisé.<sup>86</sup> Une autre étude s'est intéressée à l'effet de différentes boissons (Red Bull, Café, thé noir, Pepsi cola, jus d'orange et eau distillé) sur la couleur et la translucidité des composites. Les paramètres ont été enregistrés à l'aide d'un spectrophotomètre avant et après exposition pendant 7 jours. Les composite *G-ænial Universal Flo*<sup>®</sup> et *Clearfil Majesty ES Flow*<sup>TM</sup> ont montré plus de colorations que les autres composites. Le thé noir et le café entraînaient les différences de translucidité les plus marquées mais il n'y avait pas de différences significatives entre les différents matériaux.<sup>87</sup>

Les résultats issus de cette revue de littérature ne permettent pas d'objectiver quels sont les

matériaux possédant les meilleures propriétés et la meilleure stabilité dans le temps. Des études randomisées avec de plus grands échantillons de patients et présentant des critères d'évaluations standardisés restent nécessaires pour pouvoir répondre à cette question.

Elsahn *et al.* ont analysé dans une étude *Ex vivo*, la micro dureté, la résistance à l'usure et la rugosité de surface des restaurations en composite injecté en comparaison avec des réalisations CFAO en matériaux à base de résine. Chaque groupe a été soumis à 500 000 cycles de mastication et 10 000 cycles thermiques de 5 à 55°C. La perte de tissus due à l'usure a été appréciée en analysant les images 3D des modèles scannés avant et après les cycles. Les restaurations utilisant le *G-aenial Universal injectable*<sup>®</sup> semblaient plus durables que les matériaux usinés en *Cerasmart*<sup>®</sup>. Le *Beautiful injectable X*<sup>TM</sup> et *SonicFill*<sup>TM</sup> présentaient quant à eux, une grande dégradation au simulateur.<sup>88</sup>

Le principe même de la technique de composite injecté repose sur l'utilisation d'une gouttière transparente qui peut être réalisée de différentes manières : par injection de VPS dans un PE individualisé ou non, à l'aide d'une plaque thermoformée, ou en impression numérique. Une étude de Kouri *et al.* a permis de déterminer quelle était la meilleure manière d'utiliser la gouttière afin d'obtenir le résultat le plus fidèle possible au wax up. Les auteurs ont comparé quatre méthodes différentes réalisées par le même opérateur sur 48 modèles :

- Une seule gouttière,
- Deux gouttières (une moulée sur le wax up complet et l'autre sur un wax up ne comportant de céroplastie que sur une dent sur deux),
- Une gouttière classique découpée entre chaque dent
- Une gouttière découpée entre chaque dent maintenue en place par un porte empreinte.

Après réalisation des restaurations, les modèles étaient scannés et superposés numériquement au wax up correspondant afin d'analyser les disparités. L'utilisation d'une ou deux gouttières ne présentait pas de différences significatives entre elles quant à la fidélité au wax up, tandis que les deux autres utilisations présentaient des inexactitudes sur des zones différentes des modèles. Les auteurs ont ainsi conclu que ce sont les 2 premières utilisations (une gouttière moulée sur le wax up complet, et 2 gouttières dont une moulée sur le wax up complet et l'autre sur un wax up ne comportant les céroplastie que sur 1 dent sur 2) qui permettaient de reproduire le wax up de la manière la plus fidèle.<sup>89</sup>

Enfin, d'autres auteurs ont récemment présenté une nouvelle application de la technique de composite injecté pour le remplacement temporaire ou de courte durée de dents antérieures absentes, sans préparation dentaire préalable des dents adjacentes. Le principe restait basé sur l'injection d'un composite fluide, mais à l'aide d'une gouttière transparente imprimée en 3D selon un wax up numérique.<sup>48</sup> Cela ouvre la voie à de nouvelles perspectives d'applications de la technique injectée au service d'une dentisterie minimalement invasive et esthétique.

## CONCLUSION

La dentisterie restauratrice moderne est basée sur des techniques minimalement invasives visant une préservation maximale des tissus dentaires sains. Les progrès de la science ont permis d'améliorer les matériaux et les techniques de collage, permettant aujourd'hui aux restaurations directes de rivaliser avec les restaurations indirectes. L'avènement de l'odontologie guidée a aussi contribué progressivement à rendre le succès thérapeutique moins opérateur-dépendant. Répondant à tous ces critères, la technique de composite injectée offre la possibilité d'obtenir une morphologie précise, reproductible, esthétique, peu praticien-dépendante, faiblement coûteuse et rapide.

Cette revue de la littérature a permis de mettre en évidence que la technique de composite injecté permettait d'obtenir des résultats post-opératoires satisfaisants sur des périodes allant de quelques mois à plusieurs années. Cependant, la totalité des études n'avait recours qu'à une évaluation subjective des restaurations et ne faisait pas appel à des critères d'évaluation validés. Par ailleurs, le temps de suivi le plus long était de 7 ans.

Même si les résultats issus de cette revue tendent à montrer une bonne pérennité des restaurations en composite injecté, quelques colorations ou usures ont pu être relevées chez certains patients. Un contrôle régulier avec léger polissage a néanmoins permis le rétablissement de la teinte et de la brillance originelles.

Afin de tirer des conclusions fiables quant au vieillissement et à la stabilité au long cours des restaurations par technique injectée de composite, davantage d'études à haut niveau de preuve, telles que des études cliniques randomisées impliquant des réévaluations à long terme (> 5 ans) sont nécessaires.

# BIBLIOGRAPHIE

- (1) Belser, U. Changement de paradigmes en prothèse conjointe. *Réal. Clin.* 2010, 21 (2), 79–85.
- (2) Bartala, M. Préservation tissulaire. *Inf. Dent.* 2017, 20–84
- (3) Adrian, U. J. Y. Dentisterie Cosmétique Micro-Invasive : Quand Moins c'est Plus! *Cosmet. Dent.* 2012, 3
- (4) Gerdolle, D.; ossart, M.; Bazos, P. Évolution des formes de préparation pour inlays/onlays postérieurs au maxillaire. *Réal. Clin.* 2014, 25 (4), 307–316.
- (5) Tirlet, G.; Attal, J.-P. Le Gradient Thérapeutique Un Concept Médical Pour Les Traitements Esthétiques. *Info Dent* 2009, 41, 2561–2568.
- (6) Chandrasekhar, V.; Rudrapati, L.; Badami, V.; Tummala, M. Incremental Techniques in Direct Composite Restoration. *J. Conserv. Dent. JCD* 2017, 20 (6), 386–391. [https://doi.org/10.4103/JCD.JCD\\_157\\_16](https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_157_16).
- (7) Louis, H.; Davide, M.; Rim, B.; Carlos Enrique, C.-S.; M, L.-S.; Maciej, Z.; Natalia, J.; Juan Eliezer, Z.-C.; Laura, K.; Olivier, E.; François, R.; Naji, K.; Youssef, H. Treatment of Tooth Wear Using Direct or Indirect Restorations: A Systematic Review of Clinical Studies. *Bioeng. Basel Switz.* 2022, 9 (8), 346.
- (8) Tirlet, G. Préparations Contemporaines Pour Overlays. *Inf. Dent.* 2019, No. 34, 19–23
- (9) Nasr, K. Nouveaux paradigmes et outils pour les préparations unitaires postérieures en CFAO directe. *LEFILDENTAIRE magazine dentaire.* September 26, 2016.
- (10) Dietschi, D.; Spreafico, R. Restaurations esthétiques collées : composites et céramique dans les traitements esthétiques des dents postérieures; Quintessence International; Quintessence international, 1997.
- (11) Magne, P. Composite Resins and Bonded Porcelain: The Postamalgam Era? *J. Calif. Dent. Assoc.* 2006, 34 (2), 135–147.
- (12) Lasfargues, jean-J.; Colon, P. Odontologie conservatrice et restauratrice Tome 1 : une approche médicale globale, CdP.; JPIO; 2009.
- (13) Opdam, N.; Frankenberger, R.; Magne, P. From “Direct Versus Indirect” Toward an Integrated Restorative Concept in the Posterior Dentition. *Oper. Dent.* 2016, 41 (S7), S27–S34.

- (14) Reeh, E. S.; Douglas, W. H.; Messer, H. H. Stiffness of Endodontically-Treated Teeth Related to Restoration Technique. *J. Dent. Res.* 1989, 68 (11), 1540–1544.
- (15) Plotino, G.; Grande, N. M.; Isufi, A.; Ioppolo, P.; Pedullà, E.; Bedini, R.; Gambarini, G.; Testarelli, L. Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth with Different Access Cavity Designs. *J. Endod.* 2017, 43 (6), 995–1000..
- (16) Brännström, M.; Lindén, L. A.; Aström, A. The Hydrodynamics of the Dental Tubule and of Pulp Fluid. A Discussion of Its Significance in Relation to Dentinal Sensitivity. *Caries Res.* 1967, 1 (4), 310–317..
- (17) Feilzer, A. J.; De Gee, A. J.; Davidson, C. L. Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of the Restoration. *J. Dent. Res.* 1987, 66 (11), 1636–1639.
- (18) Feilzer, A. J.; De Gee, A. J.; Davidson, C. L. Curing Contraction of Composites and Glass-Ionomer Cements. *J. Prosthet. Dent.* 1988, 59 (3), 297–300.
- (19) Poojary, P. K.; Bhandary, S.; Srinivasan, R.; Nasreen, F.; Pramod, J.; Mahesh, M. Influence of Restorative Technique, Bevelling and Aging on Composite Bonding to Sectioned Incisal Edges: A Comparative in Vitro Study. *J. Conserv. Dent. JCD* 2013, 16 (1), 28–31.
- (20) Dietschi, D.; Scampa, U.; Campanile, G.; Holz, J. Marginal Adaptation and Seal of Direct and Indirect Class II Composite Resin Restorations: An in Vitro Evaluation. *Quintessence Int. Berl. Ger.* 1985 1995, 26 (2), 127–138.
- (21) Dietschi, D. Optimizing Smile Composition and Esthetics with Resin Composites and Other Conservative Esthetic Procedures. *Eur. J. Esthet. Dent. Off. J. Eur. Acad. Esthet. Dent.* 2008, 3 (1), 14–29.
- (22) Murdoch-Kinch, C. A.; McLean, M. E. Minimally Invasive Dentistry. *J. Am. Dent. Assoc.* 1939 2003, 134 (1), 87–95.
- (23) Hickel, R.; Heidemann, D.; Staehle, H. J.; Minnig, P.; Wilson, N. H. F.; German Scientific Association for Operative Dentistry; European Federation of Conservative Dentistry. Direct Composite Restorations: Extended Use in Anterior and Posterior Situations. *Clin. Oral Investig.* 2004, 8 (2), 43–44.
- (24) Tassery, H.; Faucher, A.; Brouillet, J.; Koubi, G.; Tassery, H. Restaurations Adhésives En Céramique: Une Nouvelle Référence Dans La Réhabilitation Du Sourire. *Inf. Dent. No.* 8.
- (25) Korkut, B.; Yanikoglu, F.; Tagtekin, D. Direct Midline Diastema Closure with

Composite Layering Technique: A One-Year Follow-Up. *Case Rep. Dent.* 2016, 2016, 6810984. <https://doi.org/10.1155/2016/6810984>.

(26) Weisrock, G.; Cameleonte, G.; Mansour, S. Alternative à la couronne dans le secteur antérieur. *LEFILDENTAIRE magazine dentaire*. January 26, 2015.

(27) Beier, U. S.; Kapferer, I.; Burtscher, D.; Giesinger, J. M.; Dumfahrt, H. Clinical Performance of All-Ceramic Inlay and Onlay Restorations in Posterior Teeth. *Int. J. Prosthodont.* 2012, 25 (4), 395–402.

(28) Beier, U. S.; Kapferer, I.; Dumfahrt, H. Clinical Long-Term Evaluation and Failure Characteristics of 1,335 All-Ceramic Restorations. *Int. J. Prosthodont.* 2012, 25 (1), 70–78.

(29) Raux, D. F.; Dahan, L. Réparer un éclat sur une couronne en céramique : un protocole simple et efficace ! *Fil Dent.* 2010, No. 56, 36–42.

(30) Lehmann, N.; Spreafico, R. Restaurations postérieures indirectes en composite - Partie I. *Réal. Clin.* 2018, 29 (4), 267–274.

(31) Rauch, A.; Elger, W.; König, A. Composites indirects: Nouveaux matériaux pour corriger les anomalies de la forme dentaire. *SWISS Dent. J. SSO* 2020, 130.

(32) Mainjot, A. Recent Advances in Composite CAD/CAM Blocks. *Int. J. Esthet. Dent.* 2016, 11 (2), 275–280.

(33) Dietschi, D.; Spreafico, R. Restaurations esthétiques collées : composites et céramique dans les traitements esthétiques des dents postérieures; *Quintessence international*, 1997.

(34) Alexander Girault. Restaurations directes et indirectes collées : indications et critères de choix dans le secteur postérieur. *Sciences du Vivant [q-bio]*. 2020. dumas-03272492 .

(35) Byun, C.; Kim, C.; Cho, S.; Baek, S. H.; Kim, G.; Kim, S. G.; Kim, S.-Y. Endodontic Treatment of an Anomalous Anterior Tooth with the Aid of a 3-Dimensional Printed Physical Tooth Model. *J. Endod.* 2015, 41 (6), 961–965.

(36) Dreiseidler, T.; Neugebauer, J.; Ritter, L.; Lingohr, T.; Rothamel, D.; Mischkowski, R. A.; Zöller, J. E. Accuracy of a Newly Developed Integrated System for Dental Implant Planning. *Clin. Oral Implants Res.* 2009, 20 (11), 1191–1199.

(37) Bernard, C. Restauration Antérieure En Composite : Le Cadre Palato-Proximal, Clé de La Réussite de La Stratification. *Clinic (Paris)* 2014, No. 35, 3–8.

(38) Reshawn, M. I.; Kolli, S. Knowledge, Attitude, and Practice Survey on the Use of Stamp

Technique for the Management of Class I Caries in Molars among Undergraduate Students in Dental Schools. *J. Adv. Pharm. Technol. Res.* 2022, 13 (Suppl 2), S421–S426. [https://doi.org/10.4103/japtr.japtr\\_321\\_22](https://doi.org/10.4103/japtr.japtr_321_22).

(39) Mary, G.; Jayadevan, A. Microbrush Stamp Technique to Achieve Occlusal Topography for Composite Resin Restorations -A Technical Report. *J. Sci. Dent.* 2016, 6, 2016–2076.

(40) EURODENT Clinic, Stavropol', Stavropolskiy kray, Russia; Murashkin, A. Direct Posterior Composite Restorations Using Stamp Technique-Conventional and Modified: A Case Series. *Int. J. Dent. Res.* 2017, 2 (1), 3–7..

(41) Drouhet, T.; Bordeaux, S. Le guide de reconstruction au service de la restauration directe. 2020.

(42) Pomperki, M. Technique d'injection de composite dans le secteur antérieur. *Inf. Dent.* 2021, No. 9/10, 31\_35.

(43) Devictor, A.; Beyly, T. Résines injectées : les nouvelles approches pour réaliser des restaurations antérieures simples et durables. *Réal. Clin.* 2021, 32 (2), 140–147

(44) Terry, D.; Powers, J. Using Injectable Resin Composite: Part One. *INTERNATIONAL Dent. – Afr. Ed.* 2014, 5 (1).

(45) Terry, D. A. Developing a Functional Composite Resin Provisional. *Am. J. Esthet. Dent.* 2012, 56–66.

(46) Boschatel, J.-D. Les composites injectés - French Tooth.

(47) Iftikhar, B.; Chachra, S.; Kour, G.; Dhindsa, A.; Sharma, M.; Khurshid, A. Stamp Technique- A Novel Approach in Pediatric Restorative Dentistry. *Int. J. Dent. Res.* 2020, 5 (1), 1–3.

(48) Hosaka, K.; Tichy, A.; Hasegawa, Y.; Motoyama, Y.; Kanazawa, M.; Tagami, J.; Nakajima, M. Replacing Mandibular Central Incisors with a Direct Resin-Bonded Fixed Dental Prosthesis by Using a Bilayering Composite Resin Injection Technique with a Digital Workflow: A Dental Technique. *J. Prosthet. Dent.* 2021, 126 (2), 150–154.

(49) Pomperki, M. Technique d'injection de composite dans le secteur antérieur. *Inf. Dent.* 2021, No. 9/10, 31\_35.

(50) Jager, S.; Balthazard, R.; Dahoun, A.; Mortier, E. Filler Content, Surface

Microhardness, and Rheological Properties of Various Flowable Resin Composites. *Oper. Dent.* 2016, 41 (6), 655–665.

(51) Toledano, C. Chronologie Clinique Des Traitements de l'usure. *Cah. Prothèse* 2018, No. 184.

(52) Coachman, C.; De Arbeloa, L.; Mahn, G.; Sulaiman, T.; Mahn, E. An Improved Direct Injection Technique With Flowable Composites. A Digital Workflow Case Report. *Oper. Dent.* 2020, 45 (3), 235–242.

(53) Savouré, D.; Philouze, A.; Ambroise, C. Composites stratifiés et composites injectés : deux philosophies complémentaires. *Strat. Prothétique* 2022, 22 (2), 76–84.

(54) Geštakovski, D. The Injectable Composite Resin Technique: Biocopy of a Natural Tooth - Advantages of Digital Planning. *Int. J. Esthet. Dent.* 2021, 16 (3), 280–299.

(55) Martin, L.; Andrieux, K.; Morice, S.; Guillaume, V. Évolution et réflexion sur les gouttières dans la technique du composite injecté. *Strat. Prothétique* 2023, 23 (1), 30–40.

(56) Villafuerte, K. R. V.; Obeid, A. T.; de Oliveira, N. A. Injectable Resin Technique as a Restorative Alternative in a Cleft Lip and Palate Patient: A Case Report. *Medicina (Mex.)* 2023, 59 (5), 849.

(57) Martin, L.; Andrieux, K.; Morice, S.; Guillaume, V. Évolution et réflexion sur les gouttières dans la technique du composite injecté. *Strat. Prothétique* 2023, 23 (1), 30–40.

(58) Ypei Gia, N. R.; Sampaio, C. S.; Higashi, C.; Sakamoto, A.; Hirata, R. The Injectable Resin Composite Restorative Technique: A Case Report. *J. Esthet. Restor. Dent.* 2021, 33 (3), 404–414.

(59) Hardy, C. M. F.; Bebelman, S.; Leloup, G.; Hadis, M. A.; Palin, W. M.; Leprince, J. G. Investigating the Limits of Resin-Based Luting Composite Photopolymerization through Various Thicknesses of Indirect Restorative Materials. *Dent. Mater. Off. Publ. Acad. Dent. Mater.* 2018, 34 (9), 1278–1288.

(60) Terry, D. *Restoring with Flowables*, Quintessence Publishing.; 2017..

(61) Abiodun Solanke, I.; Ajayi, D.; Arigbede, A. Nanotechnology and Its Application in Dentistry. *Ann. Med. Health Sci. Res.* 2014, 4 (9), 171.

(62) GC – G-ænial Universal Injectable – L'Information Dentaire. *Inf. Dent.* 2019, 15.

(63) Page, M. J.; McKenzie, J. E.; Bossuyt, P. M.; Boutron, I.; Hoffmann, T. C.; Mulrow, C.

D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J. M.; Akl, E. A.; Brennan, S. E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J. M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M. M.; Li, T.; Loder, E. W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L. A.; Stewart, L. A.; Thomas, J.; Tricco, A. C.; Welch, V. A.; Whiting, P.; Moher, D. The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ* 2021, 372, n71.

(64) Huang, X.; Lin, J.; Demner-Fushman, D. Evaluation of PICO as a Knowledge Representation for Clinical Questions. *AMIA Annu. Symp. Proc. AMIA Symp.* 2006, 2006, 359–363.

(65) Waltman, L.; van Eck, N. J.; Noyons, E. C. M. A Unified Approach to Mapping and Clustering of Bibliometric Networks. *J. Informetr.* 2010, 4 (4), 629–635.

(66) JBI Critical Appraisal Tools | JBI. <https://jbi.global/critical-appraisal-tools> (accessed 2023-12-07).

(67) van Eck, N. J.; Waltman, L. Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping. *Scientometrics* 2010, 84 (2), 523–538.

(68) Geštakovski, D. The Injectable Composite Resin Technique: Minimally Invasive Reconstruction of Esthetics and Function. *Clinical Case Report with 2-Year Follow-Up. Quintessence Int. Berl. Ger.* 1985 2019, 50 (9), 712–719.

(69) Terry, D. A.; Powers, J. M.; Blatz, M. B. The Injection Resin Technique: A Novel Concept for Developing Esthetic Restorations. *TERNATIONAL Dent. – Afr. Ed.* 2022, 12 (2).

(70) Villalobos-Tinoco, J.; Jurado, C. A.; Sanchez-Hernandez, R. A.; Elgreatly, A.; Alshabib, A.; Tsujimoto, A. Injectable Flowable Resin-Based Composite Veneers Prior to Ceramic Veneers. *Oper. Dent.* 2023, 48 (4), 351–357.

(71) Milian, R.; Lefrançois, E.; Radzikowski, A.; Morice, S.; Desclos-Theveniau, M. Pre-Orthodontic Restorative Treatment of Microdontia Diastema Teeth Using Composite Injection Technique with a Digital Workflow-Case Report. *Heliyon* 2023, 9 (5), e15843.

(72) Watanabe, K.; Tichy, A.; Kamoi, K.; Hiasa, M.; Yonekura, K.; Tanaka, E.; Nakajima, M.; Hosaka, K. Restoration of a Microdont Using the Resin Composite Injection Technique With a Fully Digital Workflow: A Flexible 3D-Printed Index With a Stabilization Holder. *Oper. Dent.* 2023, 48 (5), 483–489.

(73) Cortés-Bretón Brinkmann, J.; Albanchez-González, M. I.; Lobato Peña, D. M.; García Gil, I.; Suárez García, M. J.; Peláez Rico, J. Improvement of Aesthetics in a Patient with

Tetracycline Stains Using the Injectable Composite Resin Technique: Case Report with 24-Month Follow-Up. *Br. Dent. J.* 2020, 229 (12), 774–778.

(74) Hulac, S.; Kois, J. C. Managing the Transition to a Complex Full Mouth Rehabilitation Utilizing Injectable Composite. *J. Esthet. Restor. Dent. Off. Publ. Am. Acad. Esthet. Dent.* 2023, 35 (5), 796–802.

(75) Hosaka, K.; Tichy, A.; Yamauti, M.; Watanabe, K.; Kamoi, K.; Yonekura, K.; Foxton, R.; Nakajima, M. Digitally Guided Direct Composite Injection Technique with a Bi-Layer Clear Mini-Index for the Management of Extensive Occlusal Caries in a Pediatric Patient: A Case Report. *J. Adhes. Dent.* 2023, 25 (1), 211–218.

(76) Opdam, N. J. M.; van de Sande, F. H.; Bronkhorst, E.; Cenci, M. S.; Bottenberg, P.; Pallesen, U.; Gaengler, P.; Lindberg, A.; Huysmans, M. C. D. N. J. M.; van Dijken, J. W. Longevity of Posterior Composite Restorations. *J. Dent. Res.* 2014, 93 (10), 943–949.

(77) Hickel, R.; Peschke, A.; Tyas, M.; Mjör, I.; Bayne, S.; Peters, M.; Hiller, K.-A.; Randall, R.; Vanherle, G.; Heintze, S. D. FDI World Dental Federation: Clinical Criteria for the Evaluation of Direct and Indirect Restorations-Update and Clinical Examples. *Clin. Oral Investig.* 2010, 14 (4), 349–366..

(78) Jokstad, A.; Bayne, S.; Blunck, U.; Tyas, M.; Wilson, N. Quality of Dental Restorations. FDI Commission Project 2-95. *Int. Dent. J.* 2001, 51 (3), 117–158.

(79) Farag, A.; van der Sanden, W. J. M.; Abdelwahab, H.; Frencken, J. E. Survival of ART Restorations Assessed Using Selected FDI and Modified ART Restoration Criteria. *Clin. Oral Investig.* 2011, 15 (3), 409–415.

(80) von Gehren, M. O.; Rüttermann, S.; Romanos, G. E.; Herrmann, E.; Gerhardt-Szép, S. A 23-Year Observational Follow-Up Clinical Evaluation of Direct Posterior Composite Restorations. *Dent. J.* 2023, 11 (3), 69.

(81) Am, da V.; Ac, C.; Dm, F.; Tk, da S. F.; Tk, C.; Kr, R.; Lc, M. Longevity of Direct and Indirect Resin Composite Restorations in Permanent Posterior Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Dent.* 2016, 54.

(82) Elmarsafy, S. M.; Abdelwahab, S. A.; Hussein, F. Influence of Polishing Systems on Surface Roughness of Four Resin Composites Subjected to Thermocycling Aging. *Dent. Res. J.* 2023, 20, 35.

(83) Vulović, S.; Stašić, J. N.; Ilić, J.; Todorović, M.; Jevremović, D.; Milić-Lemić, A. Effect

of Different Finishing and Polishing Procedures on Surface Roughness and Microbial Adhesion on Highly-Filled Composites for Injectable Mold Technique. *J. Esthet. Restor. Dent. Off. Publ. Am. Acad. Esthet. Dent. AI* 2023, 35 (6), 917–926.

(84) Rao, A. S.; Bhor, S.; Shah, N.; Chhabra, N. Comparative Evaluation of Aesthetic Outcome of Direct Polychromatic Composite Layering and the “Index Cut-Back Technique” for Restoring Class IV Defects Using a Newly Patented Simulated 3D Printed Mould: An in Vitro Study. *J. Oral Biol. Craniofacial Res.* 2022, 12 (5), 552–556.

(85) Shah, Y. R.; Shiraguppi, V. L.; Deosarkar, B. A.; Shelke, U. R. Long-Term Survival and Reasons for Failure in Direct Anterior Composite Restorations: A Systematic Review. *J. Conserv. Dent. JCD* 2021, 24 (5), 415–420.

(86) Uctasli, M.; Garoushi, S.; Uctasli, M.; Vallittu, P.; Lassila, L. A Comparative Assessment of Color Stability among Various Commercial Resin Composites. *BMC Oral Health* 2023, 23 (1), 789.

(87) Karadas, M. The Effect of Different Beverages on the Color and Translucency of Flowable Composites. *Scanning* 2016, 38 (6).

(88) Elsahn, N. A.; El-Damanhoury, H. M.; Shirazi, Z.; Saleh, A. R. M. Surface Properties and Wear Resistance of Injectable and Computer-Aided Design/Computer Aided Manufacturing-Milled Resin Composite Thin Occlusal Veneers. *Eur. J. Dent.* 2023, 17 (3), 663–672.

(89) Kouri, V.; Moldovani, D.; Papazoglou, E. Accuracy of Direct Composite Veneers via Injectable Resin Composite and Silicone Matrices in Comparison to Diagnostic Wax-Up. *J. Funct. Biomater.* 2023, 14 (1).

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

## Collège des Sciences de la Santé

### UFR des Sciences Odontologiques

# Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



## **Titre : Technique d'injection de composite: Quels résultats obtenus à court, moyen et long terme ? Revue systématique de la littérature**

**Résumé :** *Objectif :* L'objectif de ce travail était d'évaluer le succès à court, moyen et long terme des résultats post-opératoires de la technique de composite injecté. *Données/Sources :* Cette revue a été rédigée selon la stratégie de recherche basée sur le système de rapport PICO et conformément aux recommandations PRISMA. Les publications évaluant le vieillissement des restaurations ont fait l'objet d'une recherche systématique dans les bases de données PubMed/Medline et Scopus (jusqu'à décembre 2023). Les résultats post-opératoires à court, moyen et long terme ont été évalués dans des études *in vivo*, des case reports et des séries de cas. L'outil d'évaluation JBI Critical Appraisal Tool a été utilisé pour effectuer une analyse bibliométrique et une analyse de biais. *Résultats :* Sur 173 études initiales, 11 ont été incluses dans l'analyse finale en fonction de critères d'inclusion préétablis. Les résultats obtenus après restauration avec la technique du composite injecté étaient satisfaisants. Certaines études ont suggéré qu'après quelques années, un repolissage permettrait de rétablir l'esthétique initiale. Une étude relate un échec à 3 ans. La totalité des études présentait un risque de biais modéré à élevé, aucun critère d'évaluation standardisé et se limitait généralement à des périodes de suivi réduites. *Conclusion :* Davantage d'études sont nécessaires afin d'obtenir un plus fort niveau de preuve concernant les résultats obtenus avec la technique de composite injecté.

**Mots clés :** résines composite, esthétique, études de suivi, restauration dentaire, biomatériaux

---

**Title: Composite injection technique: results in the short-, medium- and long-term systematic review of the literature.**

**Abstract:** *Aim:* The aim of this study was to evaluate the short, medium and long-term success of the post-operative results of injected composite technique. *Data/Sources:* This systematic review of the literature followed PRISMA guidelines. The search strategy was based on the PICO reporting system. Publications (up to December 2023) assessing the ageing of restorations were systematically sought in PubMed/Medline and Scopus database. Only *in vivo studies, case reports and case series* dealing with the injected composite technique involving an assessment of the post-operative result in the short, medium and long term were included. A bibliometric analysis and a bias analysis, were carried out using the *JBI Critical Appraisal Tool*, were performed. *Results:* Out of a total of the original 173 studies, 11 were included in the final analysis based on pre-established inclusion criteria. All the studies showed that the results obtained after restoration with the injected composite technique were satisfactory. Some studies have suggested that after a few years, composites should be repolished in order to restore the original aesthetics. Only one study reported a failure 3 years. All the studies showed a moderate or high risk of bias, did not involve standardized assessment criteria and were limited to short-term follow-up periods. *Conclusion:* More clinical studies are still needed in order to obtain a higher level of evidence concerning the sustainability of the result obtained with the injected composite technique.

**Keywords:** composite resins, esthetics, follow-up studies, dental restoration, biomaterials