



**HAL**  
open science

**Comparaison des propriétés physico-chimiques des  
résines bis-acryl et des résines “ conventionnelles ” :  
revue systématique de la littérature illustrée par un cas  
clinique**

Paul Forthoffer

► **To cite this version:**

Paul Forthoffer. Comparaison des propriétés physico-chimiques des résines bis-acryl et des résines “ conventionnelles ” : revue systématique de la littérature illustrée par un cas clinique. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03218640

**HAL Id: dumas-03218640**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03218640>**

Submitted on 5 May 2021

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

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

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

Année 2021

Thèse n°17

THESE POUR L'OBTENTION DU

**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE  
DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par FORTHOFFER Paul

Né le 21/03/94 à Orléans (45)

Le 12/04/2021

**Comparaison des propriétés physico-chimiques des  
résines bis-acryl et des résines « conventionnelles » :  
Revue systématique de la littérature illustrée par un cas  
clinique**

Sous la direction de : Hubert CHAUVEAU

Membres du jury :

Président  
Directeur.  
Rapporteur  
Assesseur  
Assesseur

Mme BERTRAND Caroline  
M. CHAUVEAU Hubert  
Mme MENARD Aude  
Mme KEROUREDAN Olivia  
Mme VILLAT Floriane

Professeur des Universités  
Assistant Hospitalo-Universitaire  
Assistante Hospitalo-Universitaire  
Maître de conférences des Universités  
Assistante Hospitalo-Universitaire

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ  
11/01/2021

**Président** M. TUNON DE LARA Manuel

**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 ODONTOLOGIQUES**

<b>Directrice</b>	Mme BERTRAND Caroline	58-01
<b>Directeur Adjoint à la Pédagogie</b>	Mr DELBOS Yves	56-01
<b>Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche</b>	M. CATROS Sylvain	57-01
<b>Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales</b>	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
Mme Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M. Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M. Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	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
Mme Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
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 buccale – Pathologie et thérapeutique	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
M, Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
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
Mme Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
Mme Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01

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.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

### **AUTRES ENSEIGNANTS**

M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	François	ROUZE L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01

### **ASSISTANTS**

M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mr	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
Mme	Jane	GOURGUES	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mr	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	5801
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M	Paul	VITIELLO	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01

### À notre Présidente de thèse

Madame le Professeur Caroline BERTRAND  
Professeur des Universités –Praticien Hospitalier  
Directrice de l’UFR des Sciences Odontologiques  
Sous-section Prothèse 58-01

*Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de présider ce jury de thèse.  
Merci pour tout ce que vous m'avez appris et transmis au service de Xavier Arnozan.  
Que ce travail soit le témoignage de ma reconnaissance et de mon plus profond respect.*

### À notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Hubert CHAUVEAU  
Assistant Hospitalo-Universitaire  
Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01

*Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de diriger ce travail. Cette thèse n'aurait pas été possible sans vous. Merci pour votre pédagogie et votre bienveillance tout au long de ces années passées.  
Veuillez recevoir ici le témoignage de ma gratitude et de mes sincères remerciements.*

### À notre Rapporteur de thèse

Madame le Docteur Aude MENARD  
Assistante Hospitalo-Universitaire  
Sous-section Prothèse 58-01

*Je vous remercie d'avoir accepté d'être le rapporteur de cette thèse. Je vous remercie de la confiance que vous m'avez accordée tout au long de ces années.  
Veuillez trouver mon entière reconnaissance au sein de ce travail.*

### À notre Assesseur

Madame le Docteur Olivia KEROUREDAN

Maître de conférence des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01

*Je vous remercie de votre présence dans ce jury de thèse. Merci pour votre gentillesse, votre disponibilité et votre pédagogie tout au long de ces années d'études.  
Veuillez trouver l'expression de ma sympathie et de mon profond respect.*

### À notre Assesseur

Madame le Docteur Floriane VILLAT

Assistante Hospitalo-Universitaire

Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01

*Je vous remercie de siéger dans ce jury. Vous avez spontanément accepté de juger ce travail et je vous en remercie infiniment.  
Je vous prie de trouver ici le témoignage de ma sincère reconnaissance.*

## Remerciements

*À mes Parents, je vous remercie pour votre amour et votre soutien infaillible. Je n'en serais pas là sans vous. Je vous en serais éternellement reconnaissant, je vous aime.*

*À ma sœur Louise, merci pour tous ces moments de partages et de rigolades. Je n'ai pas toujours été à la hauteur de mon rôle de grand frère mais sache que je t'aime. Je te souhaite le meilleur.*

*À mes grands-parents et mon oncle Claude, j'aurais tant aimé vous serrer dans mes bras en ce jour si particulier. J'espère vous rendre fier de là-haut.*

*À Valérie et Xavier, merci pour vos encouragements et tous ces bons moments passés ensemble.*

*À mes cousins Pierre et Thomas, vous avez toujours été des modèles pour moi, comme des grands frères. Je vous souhaite le meilleur dans vos vies respectives.*

*À Mathilde, merci pour ces moments de bonheur passés à tes côtés. Merci pour tout ton amour. Je t'aime.*

*Aux familles Desmet, merci pour votre affection et votre présence malgré la distance qui nous sépare. J'ai hâte de vous revoir. Barnabé, tu sais que je suis toujours dispo pour « prendre B » avec toi.*

*À la famille Bugeaud, de voisins vous êtes devenus amis. Je suis impatient de repartir à l'aventure avec vous. Je vous embrasse.*

*À Léo-Paul et Valayr, mes deux fidèles compères. On en aura fait des conneries. Sans vous mes études n'auraient pas eu la même saveur. J'ai hâte qu'on se retrouve tous les trois après cette période. Je vous souhaite le meilleur dans vos vies, mes amis.*

*À mes amis Montois, Clément, Alexis, Quentin, Aurélien, Marie et Chiara. Toujours présents pour se retrouver et prendre l'apéro. Revenez vite dans votre Sud-Ouest natal.*

*À Romain, mon ami de longue date, avec qui j'ai grimpé aux arbres, construit des cabanes, geeké des week-end entier, partagé mon premier concert au Stade de France et j'en passe. Merci pour cette belle amitié.*

*À Paul, merci pour ces années d'amitié et la visite guidée de la palombière.*

*À Alexandre, le meilleur des « lead guitar », je te souhaite beaucoup de réussite pour tous tes projets.*

*À Maxime, mon dernier souvenir avec toi est une bière partagée sur un bout de comptoir de bar. Je venais de t'annoncer que j'allais être dentiste et je voyais la fierté dans tes yeux. Je chérirai ce moment toute ma vie. Tu me manques, mon ami.*

*À Eliza, Sophie, Lyse, Inès, Claire, P-A, Aurélie, Margot, Charles, Vincent, Juliette, Carl et Marion, merci pour ces moments passés ensemble, j'ai déjà hâte des prochains.*

*À Camille, Édouard, Lara, Alexis, Paul-Louis, Adrien, Axelle, Nicolas, Thibaut, Émilie, Alix, Mylène et tous les autres. Que de moments partagés, je sais qu'il y en aura plein d'autres. Je vous souhaite beaucoup de bonheur mes amis.*

*À Clémentine, merci pour tous ces fous rires, ces cinés, et tout le reste. J'ai hâte d'assister à ta soutenance. Prend soin de toi.*

*À Arnaud, le meilleur des voisins, merci pour le sucre et le calva.*

*À Marie, je suis très heureux de t'avoir retrouvé. Je te souhaite le meilleur.*

*Aux Drs Mathieu Clinkemaillé et Jean-Baptiste Iribarren et à leur assistante Nadège, merci pour votre accueil chaleureux lors de mon stage actif.*

*À toute la team OCE, merci pour votre bienveillance et votre gentillesse. J'ai passé des moments formidables à vos côtés*

## Table des matières

<b>Introduction.....</b>	<b>10</b>
<b>I. Rappels sur l'usure dentaire .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Étiologie .....</b>	<b>11</b>
a. Abrasion .....	11
b. Érosion.....	12
i. Acidité d'origine extrinsèque.....	13
ii. Acidité d'origine intrinsèque .....	14
c. Attrition .....	15
d. Abfraction.....	16
e. Aspect multifactoriel de l'usure .....	17
<b>2. Épidémiologie.....</b>	<b>19</b>
<b>3. Indice de mesure de l'usure dentaire .....</b>	<b>20</b>
a. Première approche : mesure de l'usure indépendamment de l'étiologie .....	20
b. Deuxième approche : mesure de l'usure selon son étiologie .....	22
i. "Basic Erosive Wear Examination" (BEWE) .....	22
ii. "Anterior Classification of Erosion" (ACE) .....	24
iii. « Système d'évaluation de l'usure dentaire » (SEUD) .....	26
<b>II. La phase transitoire : Biomatériaux et technique utilisée.....</b>	<b>28</b>
<b>1. Projet prothétique et esthétique .....</b>	<b>28</b>
a. Analyse esthétique .....	28
b. Analyse clinique.....	29
i. La dimension verticale d'occlusion (DVO) .....	29
ii. La Relation Centrée (RC).....	29
<b>2. Biomatériaux et phase transitoire.....</b>	<b>30</b>
<b>3. Full mock-up et procédures cliniques.....</b>	<b>32</b>
a. La technique des full mock-up selon G. Tirlet .....	33
b. La technique des full mock-up selon S. Koubi .....	34
c. Illustration par un cas clinique .....	35
<b>III. Revue de la littérature.....</b>	<b>43</b>

<b>1. Objectif .....</b>	<b>43</b>
<b>2. Matériels &amp; Méthode .....</b>	<b>43</b>
a. Critères d'éligibilité .....	43
b. Type d'étude .....	44
c. Sources des données.....	44
i. Recherche numérique .....	44
ii. Recherche manuelle .....	44
d. Stratégies de recherches.....	44
e. Critères d'inclusion des articles.....	44
f. Critères d'exclusion des articles .....	45
g. Synthèse des données.....	45
<b>3. Résultats .....</b>	<b>46</b>
a. Résultats des phases de recherche d'articles de la revue systématique .....	46
b. Résultats du groupe « Propriétés biologiques ».....	51
c. Résultats du groupe « Propriétés esthétiques » .....	53
d. Résultats du groupe Propriétés mécaniques.....	58
<b>4. Discussion.....</b>	<b>65</b>
a. Propriétés biologiques .....	65
b. Propriétés esthétiques .....	66
c. Propriétés mécaniques.....	67
d. Limites de l'étude .....	73
e. Synthèse .....	73
<b>Conclusion .....</b>	<b>75</b>
<b>Annexe des Figures .....</b>	<b>76</b>
<b>Annexe des Tableaux .....</b>	<b>77</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>78</b>

## INTRODUCTION

Il y a encore quelques années, les patients atteints d'usures sévères « bénéficiaient » de traitements mutilants (restaurations périphériques permettant de recréer l'esthétique et la fonction). [1]

Cette approche est aujourd'hui révolue grâce au développement et à l'essor de la dentisterie adhésive et minimalement invasive. Le concept de « gradient thérapeutique » développé par les Drs Tirlet et Attal en 2009 s'est peu à peu démocratisé. Ils recommandent de retarder au maximum les traitements invasifs afin de préserver le capital tissulaire dentaire des patients. [2]

La technique des masques dite des « mock-up » s'inscrit dans ce courant de pensée et représente une importante avancée dans le cadre d'une approche additive de la reconstruction. Le principe réside en la mise en place de résines sur les dents non préparées à l'aide de clé en silicone de haute viscosité. L'adjectif « full » est utilisé lorsque le mock-up concerne l'arcade complète.

Aujourd'hui, les résines bis-acryl occupent une place de choix dans la réalisation des mock-up et sont de plus en plus nombreuses sur le marché. Cependant, peu de revues de la littérature cherchent à comparer ces résines aux résines « conventionnelles ». Les comparaisons entre les résines bis-acryl elles-mêmes sont aussi peu nombreuses.

L'objectif de ce travail est de comparer les propriétés physico-chimiques des résines bis-acryl entre elles, mais aussi à des résines « traditionnelles » comme les résines polyméthacrylates de méthyle (PMMA) et diméthacrylates d'uréthane (UDMA)

Pour ce faire, une revue de la littérature sur 10 ans a été effectuée selon les recommandations PRISMA à l'aide de moteurs de recherche scientifique. Ce travail sera illustré d'un cas clinique iconographié.

Dans une première partie, nous présenterons des rappels sur l'usure dentaire ; la deuxième partie sera consacrée à la phase de temporisation par la technique des full mock-up ainsi que les matériaux à disposition du praticien, elle sera illustrée d'un cas clinique ; la dernière partie détaillera la revue de la littérature.

# **I. Rappels sur l'usure dentaire**

## 1. Étiologie

L'usure dentaire est un phénomène, d'origine non carieux, qui se manifeste par une perte irréversible des structures dentaires (émail, dentine, cément). Elle est physiologique dans la majorité des cas, liée à l'âge et n'engendre aucune douleur et ne perturbe pas la fonction, ni l'esthétique. [3]

Lorsque l'usure est considérée comme pathologique, l'étiologie des lésions doit être recherchée pour limiter la destruction de l'organe dentaire.

Il existe quatre types de lésions : l'abrasion, l'érosion, l'attrition, l'abfraction. Cependant, dans la majorité des cas ces modes interagissent ensemble, ce qui a pour conséquence de potentialiser leurs effets. [4]

### a. Abrasion



*Figure 1 : Usure abrasive d'après D'Incau et al [4]*

Il s'agit d'une usure à trois corps. Deux corps solides se déplacent l'un contre l'autre avec interposition de particules abrasives.

Les surfaces d'usure sont émoussées, satinées, brossées avec des limites de contours arrondis.

Elle peut être localisée ou généralisée. Lorsque l'usure est localisée, (notamment au niveau cervico-vestibulaire) la principale étiologie est un brossage iatrogène. Le troisième corps étant les particules abrasives contenues dans le dentifrice.

Dans ce cas-là de nombreux facteurs sont impliqués dans la sévérité des lésions. Ceux propres aux patients qui sont : la technique, la durée et la fréquence du brossage. Ceux propres aux matériels utilisés qui sont : la rigidité et la forme des poils de brosse à dents, ainsi que l'indice d'abrasivité du dentifrice.

Ce mode d'usure est souvent combiné à des récessions gingivales, favorisées par une maladie parodontale active ; et/ou une hypersensibilité dentinaire. [4]

b. Érosion



*Figure 2 : Lésions cupuliformes des sommets cuspidiens typique d'usure érosive d'après D'Incau et al [4]*



*Figure 3 : Lésion érosive des faces vestibulaires d'après D'Incau et al. [4]*

L'érosion est caractérisée par une perte de substance provoquée par une attaque chimique (solutions acides, chélatants) qui rompt les liaisons intermoléculaires des tissus dentaires. Ce type d'usure fragilise la surface dentaire, qui est alors plus sensible aux modes d'usures mécaniques (attrition, abrasion, abfraction). [5]

On distingue deux origines possibles d'acidité dans la cavité buccale : une origine intrinsèque et une origine extrinsèque. [6]

i. Acidité d'origine extrinsèque

Les principales sources se retrouvent dans l'alimentation (consommation excessive d'agrumes, de sodas, de vins ...) et dans les facteurs chimiques environnementaux (certains médicaments et drogues, piscine chlorée ...). Il a d'ailleurs été montré que les lésions érosives sont plus fréquentes chez les patients végétariens que chez les patients omnivores. Cela pourrait s'expliquer par le fait que ces patients consomment plus d'agrumes et moins de produits dérivés fluorés.[7]

<b>Table 1</b>		<b>Examples of extrinsic acid sources</b>	
<b>Category</b>		<b>Examples</b>	
Acidic food		Soft drinks	
		Citrus fruits	
		Salad dressings	
		Vinegar	
		Wine	
Acidic drugs		Acetylsalicylic acid (aspirin)	
		Iron tablets	
		Vitamin C supplements	
Occupational acid exposure	Acidic vapors	Battery factories	
		Ammunition factories	
		Galvanizing factories	
	Liquids	Wine tasters	
		Professional swimmers	

**Tableau 1 : Sources d'acides extrinsèques** selon Kanzow et al. [6]

## ii. Acidité d'origine intrinsèque

L'unique source interne d'acide sont les sucs gastriques lorsqu'ils remontent jusqu'à la cavité buccale. Cependant les causes de ces remontées peuvent varier. [4]

- Reflux gastro-œsophagien : passage involontaire de l'acide gastrique dans l'œsophage et parfois dans la cavité buccale.
- Vomissement chronique : rejet actif avec contraction du diaphragme et des muscles péri-abdominaux. Les causes sont variables et peuvent être : digestives et obstructives (sténose pylorique, duodénale ou intestinale) ; non obstructives (ulcères gastriques, pancréatite chronique ...) ; neurologiques (migraines, polyneuropathie diabétique ...) ; ou métaboliques et endocriniennes (urémie, acidocétose diabétique, grossesse ...). Enfin une forme particulière de vomissement chronique est également causée par l'alcoolisme.
- Certains Troubles du Comportement Alimentaire (TCA) : comme l'anorexie/boulimie, caractérisée par l'ingestion excessive et compulsive d'aliments, suivie de vomissements provoqués.

La salive joue un rôle important dans le maintien du seuil de pH intra-oral. Ces propriétés protectrices peuvent limiter et diminuer lorsque la consommation de boisson et/ou d'aliments acides est trop élevée. [8]

Cliniquement, nous reconnaissons les lésions érosives par un aspect lisse des surfaces, en forme de cupules sur les sommets cuspidiens, de couleur satinée à terne. Selon l'origine des facteurs étiologiques, les surfaces dentaires atteintes sont différentes. Ainsi lorsque l'origine est intrinsèque, les surfaces altérées sont majoritairement les faces occlusales et palatines des dents maxillaires ; alors que si l'origine est extrinsèque, se sont principalement les faces vestibulaires et occlusales qui sont touchées. [3]

La cinétique d'usure est modulée par l'intensité, la fréquence et surtout la durée cumulative d'exposition des dents à l'action acide. Toutefois, les manifestations cliniques ne deviennent évidentes que lorsque l'exposition est pluri-hebdomadaire pendant une période consécutive de 1 à 2 ans. [9]

Ces dernières années, la prévalence de l'érosion est en nette augmentation, en particulier chez les jeunes individus. [10]

c. Attrition



*Figure 4 : Importante usure attritive* d'après d'Incau E et al. [4]

L'attrition est un mode d'usure dentaire mécanique due aux seuls contacts dentaires et aux forces masticatoires physiologiques ou parafunctionnelles sans interposition d'agent extérieur, on parle alors d'usure à deux corps. [5]

D'un point de vue clinique, les lésions sont caractérisées par des surfaces planes, polies, à angle droit, parfois brillantes. Lorsque la dentine est exposée, elle se situe au même niveau que l'émail sans marge. Les sommets cuspidiens et les bords libres sont plats. [4]

Les facettes d'usure de dents antagonistes (qu'elles soient localisées sur des tissus dentaires et/ou des matériaux de restauration) se correspondent en Occlusion d'Intercuspidie Maximale (OIM) ou lors de faibles mouvements d'excursions mandibulaires. [9]

L'attrition peut également se rencontrer au niveau proximal. Lorsqu'elle est couplée à la dérive mésiale physiologique des dents postérieures, cela entraîne une réduction de la longueur des arcades. [11]

Ce mode d'usure est multifactoriel et peut être lié :

- aux contacts dento-dentaire furtifs et inconstants qui s'établissent lors de la déglutition et de la mastication.

- à une occlusion défavorable (édentements non compensés, une malposition, supraclusion) ou une dysmorphose dento-squelettique.
- à certaines parafunctions (bruxisme diurne, onychophagie ...)
- à certaines dystonies mandibulaires
- à certains troubles du sommeil comme l'épilepsie ou le bruxisme nocturne

Dans ce dernier cas, l'attrition est à mettre en relation avec les épisodes de grincement dentaire qui adviennent lors de l'activité rythmique des muscles masticateurs (ARMM). [4]

#### d. Abfraction



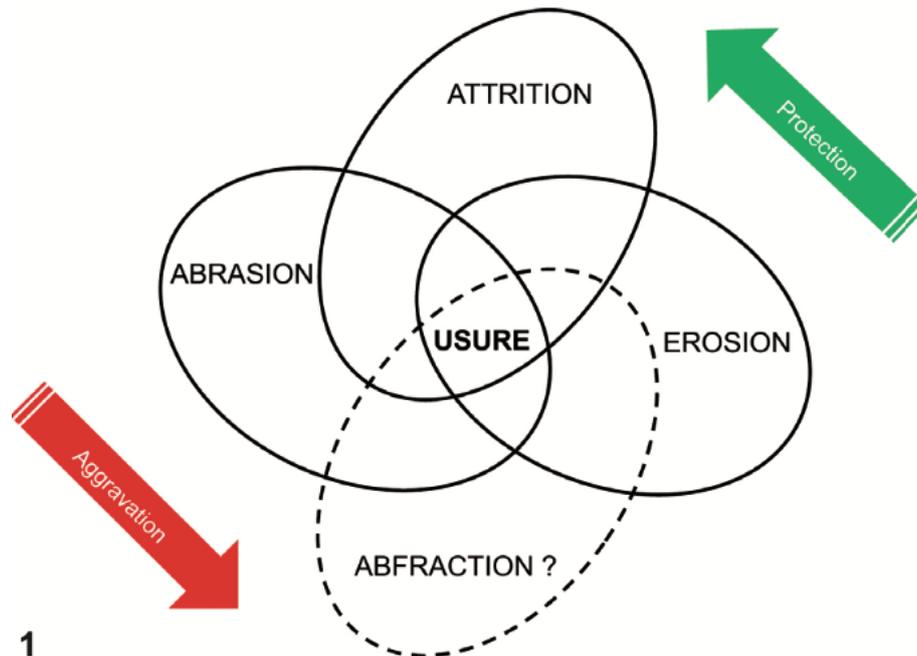
*Figure 5 : Lésion cunéiforme typique des lésions d'abfraction d'après D'Incau et al. [4]*

Il s'agit d'une « théorie d'usure pathologique d'origine mécanique liée à une contrainte cyclique d'origine occlusale ». Cette théorie initiée par Lee et Eakle en 1984 puis reprise par Grippo en 1991 se manifeste par une pression cyclique et non axiale amenant une flexion de la dent et une concentration des contraintes dans la zone de fragilité cervicale. [3]

Les lésions ont un aspect cunéiforme le long de la ligne cervicale qui sont plus profondes que larges. Ce mode d'usure reste cependant controversé et n'est pas validé par tous les auteurs car il n'existe que peu de preuves expérimentales et parce que la suppression des facteurs

étiologiques (sur-occlusion, interférence occlusale...) ne semble pas stopper la progression des lésions. [11]

e. Aspect multifactoriel de l'usure



*Figure 6 : Caractère multifactoriel de l'usure d'après d'Incau et al. [4]*

De nombreux auteurs évoquent une synergie des causes pour les usures dentaires, avec un mode d'usure prépondérant sur les autres. Ces mécanismes combinés agissent de façon synergique simultanément et/ou de façon séquentielle compliquant le diagnostic du ou des modes d'usures que présentent le patient, ils accélèrent aussi la perte tissulaire et donc aggravent la maladie.[4][9]

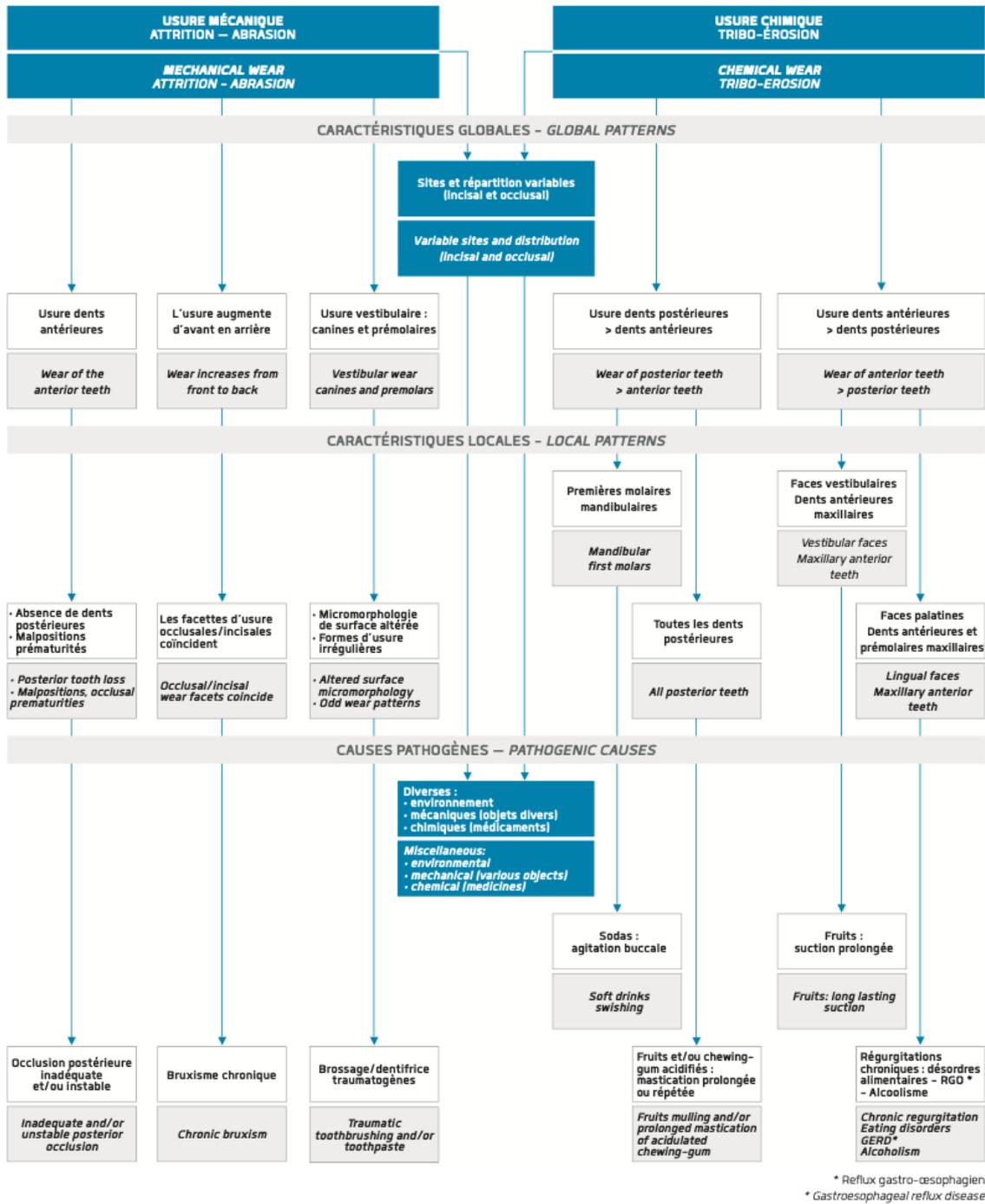


Tableau 2 : Analyse étiologique globale de l'usure d'après Verrett modifié par Kaleka [9]

## 2. Épidémiologie

Au cours de ces trente dernières années, de nombreuses études épidémiologiques [3][5][10] ont été effectuées afin de déterminer la prévalence de l'usure dentaire dans différentes populations. La population analysée dans ces articles est majoritairement composée d'enfants et d'adolescents. De plus, la plupart des études menées chez les adultes incluent de petits groupes et ne sont souvent pas représentatives. Enfin, l'absence de consensus pour la définition de « l'usure pathologique » ne permettait pas de mesurer la prévalence de l'usure dentaire efficacement.

En conséquence, de nombreuses études ne calculent la prévalence que de l'érosion, qui n'est qu'un seul aspect de l'usure pathologique. [3]

Cependant, toutes les recherches s'accordent pour dire que la prévalence de l'érosion dentaire augmente ces dernières années, en particulier chez les jeunes patients.[5] Ce phénomène pourrait s'expliquer par la modification des habitudes alimentaires et du mode de vie des patients, avec notamment la sédentarisation de la population, l'augmentation croissante de la consommation de boissons acides sucrées mais aussi de boissons dites « énergisantes », la présence de troubles du comportement alimentaire [12]

Une revue systématique de la littérature publiée en 2009 par Van 't Spijker et al. a mis en évidence une prévalence de l'usure (toutes causes confondues) de 3% chez les patients de 20 ans et de 17% pour les patients âgés de 70 ans.

La publication d'un consensus européen en 2017 sur le diagnostic différentiel entre usure physiologique/pathologique et sur les conduites à tenir en présence de lésions d'usures à un stade avancé, devrait permettre de réaliser des études représentatives de la population et obtenir une prévalence plus précise.

Ce consensus définit et différencie clairement l'usure « sévère » de l'usure « pathologique ». Ils précisent les facteurs de risques et paramètres à prendre en compte dans l'attitude à adopter : abstention ou traitement. Les auteurs présentent ensuite les principes généraux des traitements restaurateurs, ainsi que les options et les matériaux à disposition du praticien. Enfin, ils développent la gestion de l'usure en fonction du caractère localisé ou généralisé de l'affection. [13]

### 3. Indice de mesure de l'usure dentaire

Le besoin clinique et épidémiologique de quantifier et qualifier l'usure dentaire est à l'origine de nombreux indices encore utilisés aujourd'hui.

Selon Bardsley (2008), deux stratégies distinctes ont été identifiées : [3]

- La première permet de quantifier l'usure indépendamment de l'étiologie
- La deuxième se concentre sur les « sous-formes » d'usures dentaire, et en particulier sur l'érosion.

#### a. Première approche : mesure de l'usure indépendamment de l'étiologie

Les indices de cette catégorie sont surtout des modifications du *Tooth Wear Index* (TWI) de Smith et Knight développé en 1984. [3]

Le TWI est un indice complet de mesure de l'usure se basant sur les lésions occlusales, vestibulaires, cervicales, linguales ainsi que le bord incisif de toutes les dents qui sont analysées puis scorées. Cet indice est le premier apparu pour mesurer et contrôler l'usure dentaire multifactorielle.

Grades	Surfaces dentaires affectées	Critères
0	- V/L/O/BI - C	- Pas de perte de brillance de l'émail - Pas de changement de contour
1	- V/L/O//BI - C	-Perte de la brillance de l'émail -Perte mineure de contour
2	- V/L/O - BI - C	-Perte amélaire avec exposition dentinaire < 1/3 de la surface -Perte amélaire avec exposition dentinaire -Défaut amélaire < 1mm de profondeur
3	- V/L/O - BI - C	- Perte amélaire avec exposition dentinaire > 1/3 de la surface - Perte amélaire et légère perte dentinaire sans exposition pulpaire - Défaut amélaire et dentinaire de 1 à 2 mm de profondeur
4	- V/L/O - BI - C	-Perte totale de l'émail ou exposition pulpaire ou dentine secondaire - Exposition pulpaire ou de dentine secondaire - Défaut amélaire et dentinaire > 2 mm de profondeur

V : Vestibulaire ; L : Lingual ; O : Occlusal ; BI : Bord Incisif ; C : Cervical

**Tableau 3 : Indice de Smith et Knight** d'après López-Frías et al. [14]

De nombreuses modifications ont été apportées à cet indice (Al-Malik *et al.*, 2001; Chadwick *et al.*, 2004; Donachie and Walls, 1996; Oilo *et al.*, 1987) avec notamment l'introduction d'un critère pour quantifier la proportion de perte dentaire, l'adaptation du TWI aux personnes âgées en modifiant les valeurs seuils, ou la création d'une sixième catégorie pour distinguer la simple exposition dentinaire à l'exposition pulpaire.[3]

En 2004, Bardsley propose une simplification du TWI en se basant uniquement sur la présence ou non de dentine sur les quatre premières molaires et du bloc incisivo-canin maxillaire et

mandibulaire, lui permettant de réaliser une enquête épidémiologique de grande envergure chez les adolescents du Nord-Ouest de l'Angleterre. [14]

Score	Critères
0	Pas d'usure dentinaire
1	Dentine à peine visible
2	Exposition dentinaire > 1/3 de la surface
3	Exposition pulpaire ou de dentine secondaire

**Tableau 4 : Critères de score du TWI simplifié par Bardsley d'après López-Frías et al. [14]**

b. Deuxième approche : mesure de l'usure selon son étiologie

Cette approche se concentre sur la catégorie d'usure diagnostiquée. Cependant, aucun indice ne permet d'identifier les différentes formes d'usure dentaire à partir de critères spécifiques.

Les indices développés se focalisent principalement sur l'érosion, car peu d'auteurs se sont intéressés à la mesure de l'abfraction et aucun indice spécifique n'a été publié concernant l'abrasion et l'attrition. [3]

i. "Basic Erosive Wear Examination" (BEWE)

Bartlett et al. ont proposé en 2008 le « Basic Erosive Wear Examination » (BEWE) pour initier le développement d'un indice internationalement accepté, standardisé et validé.

Les dents (excepté les troisièmes molaires) sont réparties par sextants et sont analysées puis notées selon une grille allant de 0 (pas d'érosion) à 3 (perte dentaire > 50% de sa surface). [15]

Scores	Signes Cliniques
0	Absence d'érosion dentaire
1	Perte de substances initiales avec altération de la structure de surface
2	Défaut distinct, perte tissulaire < 50% de la dent
3	Perte tissulaire > 50% de la dent

**Tableau 5 : score et signes cliniques associés pour la détermination du BEWE d'après Bartlett et al. [15]**

Seul l'indice le plus élevé du sextant est conservé. Après cumul des six notes, on obtient un score final qui permet de mesurer la sévérité de l'érosion et d'adapter la prise en charge du patient.

Niveau de risque	Score (S)cumulé des sextants	Prise en charge du patient
Aucun	$\leq 2$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance et suivi habituel</li> <li>• Nouveau BEWE à 3 ans</li> </ul>
Faible	$3 < \mathbf{S} < 8$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation des habitudes alimentaire et d'hygiène</li> <li>• Maintenance et suivi habituel</li> <li>• Nouveau BEWE à 2 ans</li> </ul>

Moyen	$9 < \mathbf{S} < 13$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation des habitudes alimentaire et d'hygiène</li> <li>• Identifier le facteur étiologique principal</li> <li>• Approche augmentant la résistance des tissus dentaires résiduels (fluoration)</li> <li>• Suivre l'évolution de la pathologie avec photos, modèle</li> <li>• Contrôle tous les 6 – 12 mois</li> </ul>
Élevé	$\geq 14$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation des habitudes alimentaires et d'hygiène</li> <li>• Identifier le facteur étiologique principal</li> <li>• Approche augmentant la résistance des tissus dentaires résiduels (fluoration)</li> <li>• Envisager restauration dans les cas à progression rapide</li> </ul>

**Tableau 6 : Attitude clinique en fonction du BEWE obtenu** d'après Bartlett et al. [15]

Les limites de cet indice sont qu'il ne prend pas en compte les complications causées par l'usure érosive, qui peuvent entraîner des dysfonctionnements de l'appareil manducateur, et une perte de la dimension verticale d'occlusion. De plus, la prise en charge du patient atteint d'érosion ne se fait que tardivement et n'est pas développée.

ii. "Anterior Classification of Erosion" (ACE)

C'est en partant de ces constatations que Vailati et Belser ont développé « Anterior Classification of Erosion » (ACE) en 2010.

C'est un véritable outil clinique qui permet au praticien de corrélérer le niveau de perte tissulaire (important, moyen ou faible) au type de restauration choisit et adéquat. L'analyse est strictement centrée sur les incisives centrales qui sont bien souvent les plus touchées lors d'usure érosive. [16]

La classification est basée sur cinq paramètres qui permettent l'établissement d'un plan de traitement adapté et l'évaluation du pronostic :

- Exposition de la dentine au niveau des points de contacts
- Préservation des bords incisifs
- Longueur de la couronne clinique restante
- Présence d'email vestibulaire
- Vitalité pulpaire

Classe	Email Palatin	Dentine Palatine	Longueur du bord incisif	Email Vestibulaire	Vitalité Pulpaire	Traitement suggérés
<b>I</b>	Diminué	Non exposé	Préservé	Préservé	Préservé	Pas de traitement
<b>II</b>	Absent au niveau des points de contacts	Légèrement exposé	Préservé	Préservé	Préservé	Composites palatins
<b>III</b>	Absent	Franchement exposée	Perte $\leq 2$ mm	Préservé	Préservé	Onlay palatin
<b>IV</b>	Absent	Très exposée	Perte $\geq 2$ mm	Préservé	Préservé	Approche « sandwich »
<b>V</b>	Absent	Très exposée	Perte $\geq 2$ mm	Franchement diminué	préservé	Approche « Sandwich » (Expérimental)
<b>VI</b>	Absent	Très exposée	Perte $\geq 2$ mm	Absent	Absent	Approche « Sandwich » (Hautement expérimental)

**Tableau 7 : Classification ACE** d'après Vailati et Belser [16]

iii. « Système d'évaluation de l'usure dentaire » (SEUD)

Plus récemment, Wetselaar et Lobbezoo ont publié leur « Système d'évaluation de l'usure dentaire » (SEUD ou TWES en anglais). [17]

C'est un système global qui permet de qualifier, quantifier et classer l'usure dentaire.

Pour ce faire, ce système est réparti en deux modules :

- Module diagnostique, qui comprend les modules de qualification, quantification et d'enregistrement de l'usure
- Module de traitements/prises en charge, qui comprend les demandes du patients, le niveau de difficulté

**Modules Diagnostiques :**

Diagnostic de base (praticien généraliste)

Module de qualification

Module de quantification, module de dépistage

ou

Module de quantification, hauteur de la couronne clinique

Module d'enregistrement de l'usure dentaire (radio intra-orales, moulages)

Diagnostic étendu (spécialiste)

Module de quantification, occlusal/incisif

et non-occlusal/non-incisif à granulométrie

Module antécédents dentaires, questionnaires

Module analyse salivaire

**Modules de traitements/prises en charge**

Module Plainte du patient VS motifs invoqués par le patient  
pour initier le traitement/la prise en charge

Module Début de traitement/prise en charge

Module Niveau de difficulté

*Figure 7 : Système d'évaluation de l'usure dentaire (SEUD) : vue d'ensemble des modules d'après Wetselaar et al. [18]*

Après avoir procédé correctement et rigoureusement à la qualification et à la quantification, il est possible de classer l'usure présentée par le patient.

Selon eux, aucun système clair de classification n'a été proposé jusqu'à présent. [18]

Ces auteurs classent l'usure en fonction de son origine : mécanique/chimique et intrinsèque/extrinsèque ; et de sa gravité (faible, moyenne, sévère, extrême).

Pour cerner l'origine, il convient d'utiliser les questionnaires adéquats et d'étudier attentivement les antécédents.

**QUESTIONNAIRE EROSION**

- Consommez vous des agrumes?  
(à quelle fréquence - à quel moment de la journée - comment ?)
- Quelles boissons consommez vous?  
(sodas, sport drinks, jus de fruits, thés, café, alcool)
- Suivez vous un régime particulier ?  
(Vegan? autre? enquête alimentaire parfois nécessaire)
- Avez vous déjà consulté pour RGO ? Brûlures estomac ? Vomissements ?  
Désordre alimentaire ?
- Prenez vous des médicaments tous les jours ?  
(Acides - Hyposialants - Radiothérapie)
- Prenez vous des drogues ?  
(Cannabis, Cocaine, MDMA, ecstasy ...)
- Quel est votre métier ? Occupations ? Sport ?

**Figure 8 : Exemple de questionnaire spécifique de l'usure érosive d'après M.Pomperski [19]**

Il est possible de rajouter des adverbes tels que « partiellement » ou « majoritairement » puisque l'usure est une pathologie multifactorielle et que plusieurs causes sont souvent retenues. [18]

Une fois le diagnostic posé et la décision de traiter le patient prise, il est nécessaire de réaliser un projet prothétique qui nous guidera dans notre réhabilitation globale et permettra au patient d'adhérer à notre plan de traitement.

## **II. La phase transitoire : Biomatériaux et technique utilisée**

### 1. Projet prothétique et esthétique

Avant tout début de traitement de cette ampleur, il est nécessaire de réaliser une analyse clinique et esthétique de la denture du patient. [20]

Pour cela, il faut réaliser :

- Une empreinte des deux arcades du patient (physique ou digitale)
- Un enregistrement de la Relation Centrée (RC) avec des cires de RC
- Des photographies faciales et buccales du patient (arcades maxillaire et mandibulaire ; sourire de face, forcé).

#### a. Analyse esthétique

Dans un visage harmonieux, le plan incisif est parallèle à la ligne bipupillaire et le milieu incisif est perpendiculaire à cette même ligne. Une des erreurs la plus rencontrée lors de restaurations esthétiques est le non alignement du plan incisif avec ces plans esthétiques de références. [21]

Le Ditramax ® est un outil qui permet de transposer sur le modèle d'étude ces lignes de références afin de transmettre ces données au prothésiste. [22]

Avec l'avènement de la dentisterie digitale, de nouveaux outils ont vu le jour, en particulier les logiciels de planifications du sourire dit « Smile Designers ». Ce sont des outils digitaux analysant les rapports sourire/dents/parodonte du patient grâce aux photos. Ces outils sont d'une aide importante dans le diagnostic et facilitent la communication entre le praticien et son prothésiste dentaire, mais aussi avec le patient. [23]

Il est nécessaire de passer par une étape de phase diagnostic afin de relever les différentes digressions esthétiques et permettre un éventuel recours aux thérapeutiques associées comme la chirurgie muco-gingivale et/ou l'orthodontie. [12]

## b. Analyse clinique

### i. La dimension verticale d'occlusion (DVO)

Pourquoi augmenter la DVO ?

Chez les patients atteints d'usure sévère, il est rare de noter une dysharmonie faciale en raison d'une égression compensatrice des procès alvéolaires support des dents usées. [21] Cependant, une usure rapide et agressive génère une perte de DVO. [24]

Le défi prothétique, dans les cas de réhabilitation d'usure sévère, est de préserver un maximum de la structure dentaire déjà affaiblie et de maintenir la vitalité pulpaire tout en fournissant un espace inter-occlusal suffisant pour le matériau de restauration.

« L'augmentation de la DVO est presque exclusivement guidée par la biologie. » [12]

Certaines conditions doivent être respectées pour réaliser une augmentation de DVO : [25]

Réalisée par une rotation pure autour de l'axe charnière (en relation centrée)

- Ne pas exagérer une typologie verticale marquée (hyperdivergent)
- Permettre une compétence labiale non forcée
- Éviter les variations brutales et supérieures de plus de 5mm. [26]

### ii. La Relation Centrée (RC)

La position de référence est le rapport inter-maxillaire enregistré qui est transmis au laboratoire.

Il en existe deux : [27]

- L'Occlusion d'Intercuspidie Maximale (OIM)
- La Relation Centrée (RC)

En présence d'usure sévère, les déterminants de l'occlusion (calage, guidage, centrage) sont modifiés de par le délabrement dentaire. Ils ne peuvent donc plus être pris comme référence.

C'est donc majoritairement la RC qui sera choisie comme position de référence dans les cas de restaurations de grande étendue.

La collecte de toutes ces informations va permettre l'élaboration d'un wax-up précis par le technicien de laboratoire.

## 2. Biomatériaux et phase transitoire

La phase transitoire a un rôle clef dans les restaurations globales chez les patients atteints d'usure sévère. C'est au cours de l'étape des transitoires que l'équipe « patient-praticien-prothésiste » doit réfléchir et valider le projet prothétique esthétique et fonctionnel, car il préfigure les restaurations d'usages.

Les prothèses transitoires assurent plusieurs rôles : [28]

- Rôle biologique, avec une protection de l'organe dentaire des différentes agressions possibles (physiques, chimiques etc.) ; mais assure aussi la cicatrisation et la maturation parodontale.
- Rôle fonctionnel, en rétablissant les fonctions de calage, guidage et centrage, mais aussi dans certain cas, augmenter la dimension verticale. Elles permettent aussi la restauration de la fonction masticatoire et d'améliorer dans certains cas la phonation.
- Rôle esthétique, la phase transitoire permet de préfigurer les restaurations en secteur esthétique en termes de formes et parfois de teintes.
- Rôle psychologique, la perte de dents, en particulier en secteur antérieur, cause un stress et est source d'anxiété pour le patient. La phase de temporisation permet de remédier à ce problème.

Plusieurs matériaux existent pour permettre la temporisation, mais les matériaux les plus utilisés sont les résines polymères. [29]

Ces résines polymères peuvent être classées en deux catégories : [28]

- Les résines acryliques :
  - Chémopolymérisables

Elles se présentent sous une forme de poudre (polymère)/liquide (monomère) dont le mélange se fait à la main. La réaction de prise s'accompagne d'une contraction du matériau, d'une exothermie ainsi que de la présence de monomère libre, due à une réaction incomplète. Parmi

ces résines on peut distinguer les résines méthacrylates polyméthacrylates de méthyl ou PMMA et les résines polyméthacrylates d'éthyl ou PEMA. Les résines PEMA possèdent un temps de travail plus long, une exothermie et une contraction de prise plus faible que les PMMA.

La rétraction de prise entraine des risques de blocage de la résine sur le support dentaire. L'exothermie peut être transmise à la pulpe et entraîner sa nécrose. Ce risque est d'autant plus important que l'épaisseur de dentine est faible ou que la quantité de résine est importante. [30]

- Photopolymérisables

Au mélange poudre/liquide est rajouté de la camphorquinone, qui va initier la réaction de prise lors de la photopolymérisation. L'exothermie et le relargage de monomères libres sont moins importants que pour une résine chémozopolymérisable.

- Thermopolymérisables

Proposées également sous la forme poudre/liquide mais leur polymérisation s'effectue au laboratoire de prothèses dans un appareil sous pression et à température élevée. Ces résines possèdent de meilleures propriétés optiques, mécaniques, et une meilleure stabilité.

- Usinables

Disponibles sous formes de blocs ou de disques de polyméthacrylates, elles sont réalisées par CFAO au cabinet ou au laboratoire. Elles sont polymérisées sous haute pression et haute température. Ce procédé de fabrication réduit les porosités, et confèrent des propriétés mécaniques et physiques supérieures.

- Les résines composites :

On les appelle aussi résines « bis-acryl ». Ces matériaux ont été développés pour surmonter les défauts rencontrés avec les résines acryliques, tout en optimisant l'esthétique et la mise en œuvre. La matrice organique est composée de monomères (BisGMA ou UDMA) qui possèdent au moins deux groupes méthacryliques (diméthacrylates) ou plus (méthacrylates

polyfonctionnels), avec un taux de charge d'environ 25% et de natures différentes (mélanges de charges de verres notamment). Leur composition est proche des composites de restauration.[31]

Ces résines composites présentent de nombreux avantages par rapport aux résines acryliques « classiques ». Elles sont caractérisées par une exothermie limitée, une faible contraction de prise ainsi qu'une bonne adaptation marginale.[29]

Elles sont donc un matériau de choix en méthode directe sur dents pulpées.

La polymérisation aboutit à un réseau hautement réticulé. Ces résines se présentent sous la forme de cartouche à insérer dans un pistolet avec embout auto-mélangeur.[32]

Après la polymérisation, la couche de surface de la restauration est très grasse. Cela est dû au fait que l'oxygène inhibe la prise du matériau. Cette couche d'inhibition est indispensable pour un rebasage de la restauration, mais peut être enlevé par application d'alcool. Cette opération facilite le polissage.[31]

### 3. Full mock-up et procédures cliniques

Avec l'avènement de la dentisterie adhésive et minimalement invasive, de nouvelles thérapeutiques ont vu le jour afin de limiter la destruction des tissus résiduels lors des phases restauratrices. Parmi elles, la technique des full mock-up représente une importante avancée dans le cadre d'une approche additive de la reconstruction.

Cette approche systématique et globale « facilite » la planification, le traitement et permet un gain de temps dans la prise en charge du patient.

La première à avoir systématisé cela est F. Vailati avec la publication de la « Three Step Technique » en 2008. [33][34][35]

Les full mock-up sont des masques réalisés par des clefs en silicone de haute viscosité et de résines bis-acryl. Les clefs sont directement issues du wax-up, lui-même réalisé à partir de l'analyse esthétique et des photos du patient. La résine est appliquée dans les clefs, qui sont ensuite placées sur les dents sans préparation. [36]

Ces masques présentent de nombreux intérêts, que ce soit du côté du patient ou du praticien.[37]

- Point de vue du patient :
  - Permettent l'acceptation et validation du projet esthétique (formes, longueurs, ratio des dents) et fonctionnel (confort du patient en occlusion et lors du trajet d'excursion mandibulaire)
  - Redonnent confiance au patient souvent en détresse psychologique
- Point de vue du praticien :
  - Guident le praticien grâce à la préparation calibrée à travers le mock-up, permettant une conservation tissulaire optimale
  - Remplacement progressif par les restaurations d'usages, permettant au patient de ne jamais revenir en arrière.

La technique décrite par Vailati et Belser a depuis été reprise et modifiée afin d'être simplifiée et encore plus reproductible.

Parmi les auteurs qui ont travaillé sur les full mock-up et utilisé la technique des masques via des clefs en silicone, nous avons décidé de ne présenter que deux auteurs. Selon nous, leur technique est la plus adaptée dans la réhabilitation globale chez les patients atteints d'usures sévères, de par leur reproductibilité, accessibilité et leur rapidité.

a. La technique des full mock-up selon G. Tirlet

[36] [37]

Après un examen clinique minutieux et la conception d'un projet esthétique virtuel (VEP pour Virtual Esthetic Project) réalisé grâce aux photos, un premier wax-up est réalisé. Il concerne les canines jusqu'à la première molaire maxillaire et mandibulaire en laissant donc la deuxième molaire et le groupe incisif dans leur situation initiale.

Un premier jeu de clefs maxillaire et mandibulaire est réalisé en silicone de haute dureté Shore en double mélange. Les dents non waxées servent alors de calage à cette clef dont le repositionnement est précis.

Après la réalisation du premier jeu de clefs, la suite du wax-up est réalisé. Le groupe incisif et la deuxième molaire sont enduites de cires.

Une fois les arcades maxillaires et mandibulaires entièrement waxées, un deuxième jeu de clefs est réalisé, s'appuyant alors sur les premiers wax-up de canine à première molaire, qui servent donc de calage.

A chaque étape de wax-up, un duplicata en plâtre est réalisé pour ne pas altérer les céroplasties lors de la réalisation des clefs.

Au préalable de l'insertion des clefs en bouche, un mordançage punctiforme (spot etch) est réalisé sur chaque dent ainsi que l'application d'un système adhésif. Ce protocole permet d'augmenter la rétention du mock-up.

De la résine bis-acryl (Luxatemp de DMG) est insérée dans le premier jeu de clef, puis insérée en bouche. Les excès sont retirés à la sonde 6 et au bistouri lame n°12.

Le second jeu de clefs est alors rempli de résine puis à son tour inséré en bouche.

Le réglage de l'occlusion est réalisé.

La particularité de la technique du Dr. Tirlet réside dans la conception de deux jeux de clefs pour la mise en place du full mock-up. Cela présente un intérêt dans le repositionnement précis de la clef en bouche et évite une déformation du mock-up qui pourrait avoir des effets préjudiciables sur la suite du traitement.

Une des limites à cette technique est la réalisation en deux temps du mock-up. En effet, un des principaux défauts des résines bis-acryl est leur difficulté au rebasage. Les deux apports successifs de résine peuvent avoir des difficultés à se lier entre eux.

Cependant, aucune difficulté de ce type n'est mentionnée par l'auteur.

#### b. La technique des full mock-up selon S. Koubi

[1][12][21]

Après la prise d'empreinte, la transmission de deux repères esthétiques (ligne pupillaire et axe médiane) sont transmises aux laboratoire grâce au Ditramax®. Cela permet de construire un projet esthétique en accord avec les références esthétiques du patient.

Afin d'évaluer la hauteur disponible lors de la séance de préparation, des cales en résines composites sont réalisées au niveau postérieur.

Une autre technique consiste à recréer l'anatomie palatine des incisives à la main avec du composite, et d'enregistrer l'occlusion avec cette nouvelle butée via du silicone.

Un wax-up est ensuite réalisé sur les dents antérieures et postérieures qui respecte la nouvelle DVO, la position thérapeutique choisie (OIM ou RC) et les critères esthétiques du patient.

A partir de ce wax-up, une clef en silicone est réalisée. Elle doit être la plus enveloppante possible, doit s'appuyer sur les rebords alvéolaires et le palais afin d'être la plus stable possible et de disposer d'une butée d'enfoncement lors de son insertion.

Plus récemment, l'auteur a développé une autre technique pour la réalisation de sa clef.

Le modèle avec le wax-up est scanné à l'aide d'une caméra optique. A partir du logiciel de planification, une gouttière d'épaisseur calibrée et homogène est réalisée. Cette gouttière est ainsi fabriquée via une imprimante 3D, puis rebasée avec du silicone light afin d'optimiser la précision de la gouttière lors de son insertion en bouche.

Une fois la clef obtenue, de la résine bis-acryl (Luxatemp de DMG) est disposée dans la clef avant son insertion en bouche. Un contrôle de l'occlusion est ensuite réalisé.

c. Illustration par un cas clinique



*Figure 9 : Photographies du sourire de face du patient (avec la courtoisie des Drs Boujemaa et Chauveau)*

Mr. V, 62 ans, se présente en consultation au service d'Odontologie du CHU de l'hôpital Xavier Arnoz en septembre 2018. Il se plaint de l'aspect « inesthétique » de son sourire et de sensibilités importantes.

Le patient présente une œsophagite liée à un reflux gastro-œsophagien (RGO), une hypertension artérielle suivie et traitée, une hypercholestérolémie traitée. Le patient est un ancien fumeur (10 paquets/année).



**Figure 10, 11 et 12 : Photographies intra-buccale de l'OIM, de l'arcade maxillaire et mandibulaire (avec la courtoisie des Drs Boujemaa et Chauveau)**

A l'examen clinique, le patient présente des lésions importantes d'usures sévères généralisées, ainsi qu'une absence de ses canines maxillaires (13 et 23) sur l'arcade. Après interrogatoire du patient, nous apprenons que les canines étaient incluses en position haute dans le palais, et qu'elles ont été extraites il y a plus de dix ans.

Concernant l'usure généralisée, le patient présente des lésions en cupules au niveau des sommets cuspidiens sur les dents postérieures et vestibulaires des incisives, signes d'une usure par érosion, et des lésions à surfaces planes, polies, à angle droit au niveau du bloc antérieur qui seraient dues à une érosion attritive.

Des questions sont posées au patient pour essayer de déterminer l'étiologie des usures :

- « Quelles sont vos habitudes alimentaires ? Avez-vous des troubles du comportement alimentaire (TCA) ? »
- « Êtes-vous stressé ? »
- « Pratiquez-vous la natation régulièrement ? »

Selon les différents indices d'usure le patient présente un grade 4 du TWI de Smith et Knight, un Score 3 du TWI modifié de Bardsley ou encore un Grade 4 du SEUD de Wetselaar et Lobbezoo.

La dent 36 présente une lésion inflammatoire d'origine endodontique (LIPOE) avec sondage ponctuel en disto-lingual de 6 mm, nécessitant la dépose de la couronne, la reprise du traitement endodontique et la réalisation d'une couronne provisoire avant de réaliser le full mock-up. La restauration d'usage se fera si on observe une guérison de la lésion.

Lors de la **première séance**, une prise d'empreinte, des photographies du sourire du patient sont réalisées ainsi qu'une prescription d'une radiographie panoramique.

**La deuxième séance** est dédiée à l'enregistrement de la relation centrée du patient et à la réalisation d'un arc facial, qui permettra le transfert du modèle maxillaire sur un articulateur semi-adaptable. Un Ditramax est réalisé permettant le marquage sur le modèle en plâtre d'une ligne horizontale et d'une ligne verticale matérialisant les plans esthétiques faciaux. Une fois les modèles montés sur articulateur, une analyse occlusale pré-prothétique est réalisée.



*Figure 13 et 14 : Réalisation du Ditramax (avec la courtoisie des Drs Boujema et Chauveau)*

A l'aide des photographies réalisées, une analyse esthétique digitale est réalisée sur Keynote (Digital Smile Design, DSD). Cette analyse permet de simuler le résultat final, en termes de formes et dimensions des dents, mais permet aussi de voir si le « couloir blanc » est correctement placé dans le sourire du patient.

Il a été décidé d'augmenter la DVO de 4 millimètres au niveau de la tige incisive, afin de ménager l'espace pour les futures restaurations.

Les modèles, ainsi que le Smile Design, sont renvoyés au prothésiste afin de réaliser un wax-up maxillaire esthétique s'étendant uniquement de 13 à 23. Il permet de valider les références esthétiques avec le patient.

Il est aussi demandé au prothésiste de nous réaliser une clé en silicone à haute dureté Shore. Cette clé permet le transfert du wax-up en bouche, on parle alors de mock-up.

Lors de **la troisième séance**, le projet esthétique est transféré dans la bouche du patient via la clé en silicone. Les dents sont d'abord nettoyées puis la clé est essayée. Pour ce premier mock-up, la résine ProTemp IV de 3M en teinte A1 est utilisée. Il s'agit d'une résine bis-acryl.

La résine est insérée dans la clé en silicone à l'aide du pistolet, puis cette clé est placée en bouche, les excès qui ont fusé hors de la clé sont retirés lorsque la résine commence à prendre. Le temps de prise est d'environ 5 minutes. Puis la clé est retirée, le mock-up est en place.

Le mock-up est validé par le patient.

A noter que le tiers cervical des incisives centrales du patient ne sont pas recouvertes de résine car il a été décidé de légèrement vestibuler les dents pour obtenir un recouvrement et recréer un guidage incisif.

Il est demandé au prothésiste de compléter le wax-up maxillaire et de faire le wax-up de l'arcade mandibulaire, avec les clés en silicone haute dureté Shore.

Lors de **la quatrième séance**, un premier full mock-up des deux arcades est réalisé.

La résine utilisée est toujours Protemp IV mais cette fois-ci en teinte A3,5. Le rendu est donc plus naturel.

Les excès sont retirés, la résine est polie, puis un réglage occlusal est réalisé.

Le patient repart chez lui avec le mock-up en bouche pour lui permettre de s'adapter et faire valider à ses proches le futur rendu.

Il est à noter que 13 et 23 sont en extension lors de la réalisation du mock-up mais qu'elles seront restaurées par couronne implanto-portées.

Lors de **la cinquième séance**, un contrôle de l'intégrité du mock-up est réalisé à une semaine. Il n'y a pas de fracture de matériau et la teinte n'est pas altérée, malgré la consommation importante de café par notre patient.

Le patient nous fait part de ses remarques et doléances. Il se sent confortable, correctement équilibré avec la nouvelle occlusion, mais il « sent » que le matériau utilisé est moins rigide que ses dents naturelles. On note l'absence de douleurs aux articulations temporo-mandibulaires (ATM), qui est un indicateur que l'augmentation de la DVO n'est pas iatrogène.

Un nouveau réglage de l'occlusion est réalisé et le patient repart, un nouveau contrôle est prévu dans une semaine.

Lors de **la sixième séance**, le patient revient avec le bloc incisivo-canin mandibulaire dans la main, un contrôle du mock-up est réalisé. On note une fracture de 33 à 43 du mock-up avec un début d'apparition de facettes d'usure sur les faces occlusales postérieures d'origine attritive principalement. Cette fracture survient deux semaines après sa mise en place.

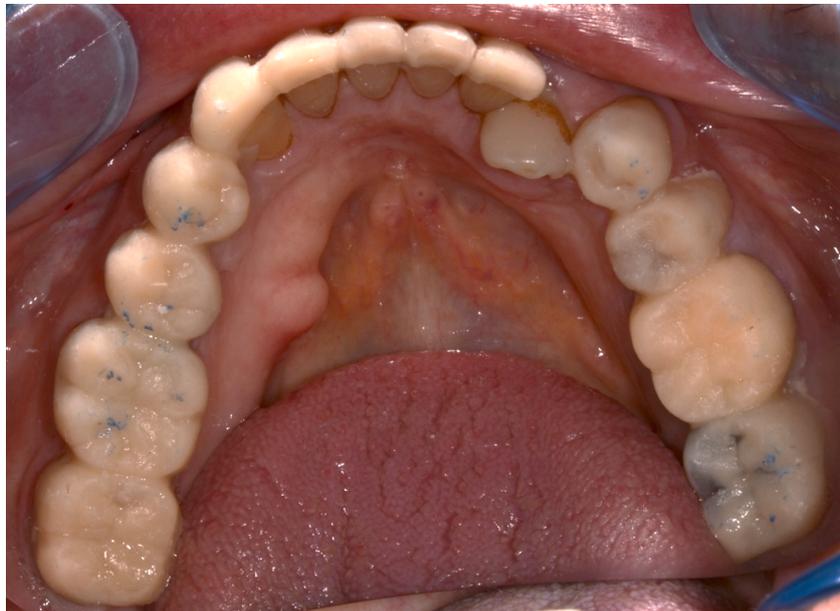
Le full mock-up est entièrement déposé et les dents nettoyées.

Il est décidé de tester une autre résine bis-acryl, la Tempsmart DC de GC. Le matériau est inséré dans les clefs grâce au pistolet auto-mélangeur puis les clefs sont placées en bouche. La prise se fait en 3 minutes. Les excès ayant fusé en dehors de la clé en silicone sont retirés avant la prise totale du matériau.

La clé est retirée, le mock-up est poli et l'occlusion est réglée.



*Figure 15 & 16 : Arcade maxillaire avec mock-up (avec la courtoisie des Drs Boujema et Chauveau)*



*Figure 17 & 18 : Arcade mandibulaire avec mock-up (avec la courtoisie des Drs Boujema et Chauveau)*



*Figure 19 & 20 : Photographies avant/après mise en place du full mock-up (avec la courtoisie des Drs Boujemaa et Chauveau)*



*Figure 21 & 22 : Photographies avant/après du sourire du patient (avec la courtoisie des Drs Boujemaa et Chauveau)*

Lors de **la septième séance**, un contrôle à une semaine du mock-up est réalisé. Aucune fracture n'est observée, l'occlusion est stable. Cependant, on peut noter une altération de la teinte de la résine à l'œil nu seulement une semaine après la mise en place du matériau.

### III. Revue de la littérature

#### 1. Objectif

Le but de notre étude est d'effectuer une revue systématique de la littérature afin de comparer les propriétés physico-chimiques de résines bis-acryl présentes sur le marché et de l'illustrer par un cas clinique.

Le travail comporte les objectifs secondaires suivant :

- Déterminer si une résine bis-acryl présente de meilleures propriétés que les autres,
- Déterminer si les résines bis-acryl ont de meilleures propriétés physico-chimiques que les résines « traditionnelles » comme les PMMA, PEMA, UDMA ...
- Analyser les résultats des différents articles et en faire une synthèse.

#### 2. Matériels & Méthode

La revue a été menée selon le plan, les critères et les principes du *Proposed Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA)

##### a. Critères d'éligibilité

Nous incluons dans cette étude tous les articles originaux accessibles en français ou en anglais complets, traitant et/ou comparant les propriétés physico-chimiques des résines bis-acryl entre elles et/ou entre d'autres types de résines (par exemple : PMMA, PEMA ...)

b. Type d'étude

Il s'agit d'une revue de la littérature limitée aux articles publiés entre 2009 et 2019.

c. Sources des données

i. Recherche numérique

La recherche a été effectuée sur trois bases de données numériques : *National Center for Biotechnology Information* (NCBI) via le moteur de recherches PubMed ; *Dentistry & Oral Sciences Source* (DOSS) et Scopus.

ii. Recherche manuelle

Les recherches sur des bases de données numériques ont été complétées par une recherche manuelle réalisée en consultant les listes des références des articles identifiés.

d. Stratégies de recherches

Les mots clefs utilisés pour la recherche de littérature étaient en rapport avec les résines bis-acryl, les propriétés physiques/chimiques/mécaniques, et le caractère provisoire des restaurations. Nous avons utilisé des mots-clefs combinés tels que :

- Résine bis-acryl ET propriétés (physique, chimique, mécanique) ; *Bis acryl resin AND (physical, chemical, mechanical) properties,*
- Résine bis-acryl ET provisoire ; *Bis acryl resin AND provisional*

e. Critères d'inclusion des articles

Les articles sont inclus dans l'étude lorsqu'ils comparent les propriétés physico-chimique de résines bis-acryl entre elles ou une résine bis-acryl à d'autres types de résines.

D'autres critères ont été définis :

- Articles publiés entre 2009 et 2019,
- Articles originaux disponibles en français ou en anglais traitant et comparant les propriétés physico-chimique des résines bis-acryl,
- Restaurations provisoires

f. Critères d'exclusion des articles

Les articles exclus répondent aux critères suivants :

- Articles publiés antérieurement à 2009,
- Articles publiés en d'autre langues que l'anglais et le français,
- Thèses et mémoires,
- Tout articles qui ne compare pas les résines bis-acryl entre elles ou à d'autres types de résine,
- Tout article mentionnant l'utilisation des résines bis-acryl en prothèses implantaire, amovibles partielles, complète,
- Tout article comparant les résines bis-acryl aux résines CAD/CAM.

g. Synthèse des données

Après avoir identifié les articles correspondant à nos critères, nous les avons classés et analysés à partir des critères suivants :

- L'identité du premier auteur
- L'année de publication de l'article
- Le titre de l'article
- Les résines comparées (type de résine et noms commerciaux)
- Les appareils de mesures utilisés
- Les résultats des auteurs

Les articles ont été classés en trois catégories selon les propriétés mesurées. Ainsi, les études traitant de la « stabilité colorimétrique » et de la « rugosité » ont été classées dans la catégorie *Propriétés Esthétiques*. Les articles traitant de « l'exothermie », « l'expression cytokinique » ont été classés dans la catégorie *Propriétés Biologiques*. Enfin les travaux comparant les « propriétés mécaniques » ont été classés dans la catégorie *Propriétés mécaniques*.

### 3. Résultats

#### a. Résultats des phases de recherche d'articles de la revue systématique

Au début de notre recherche, nous avons identifié **117** articles.

Après vérification et élimination des doublons, **107** articles étaient en rapport avec notre sujet d'étude.

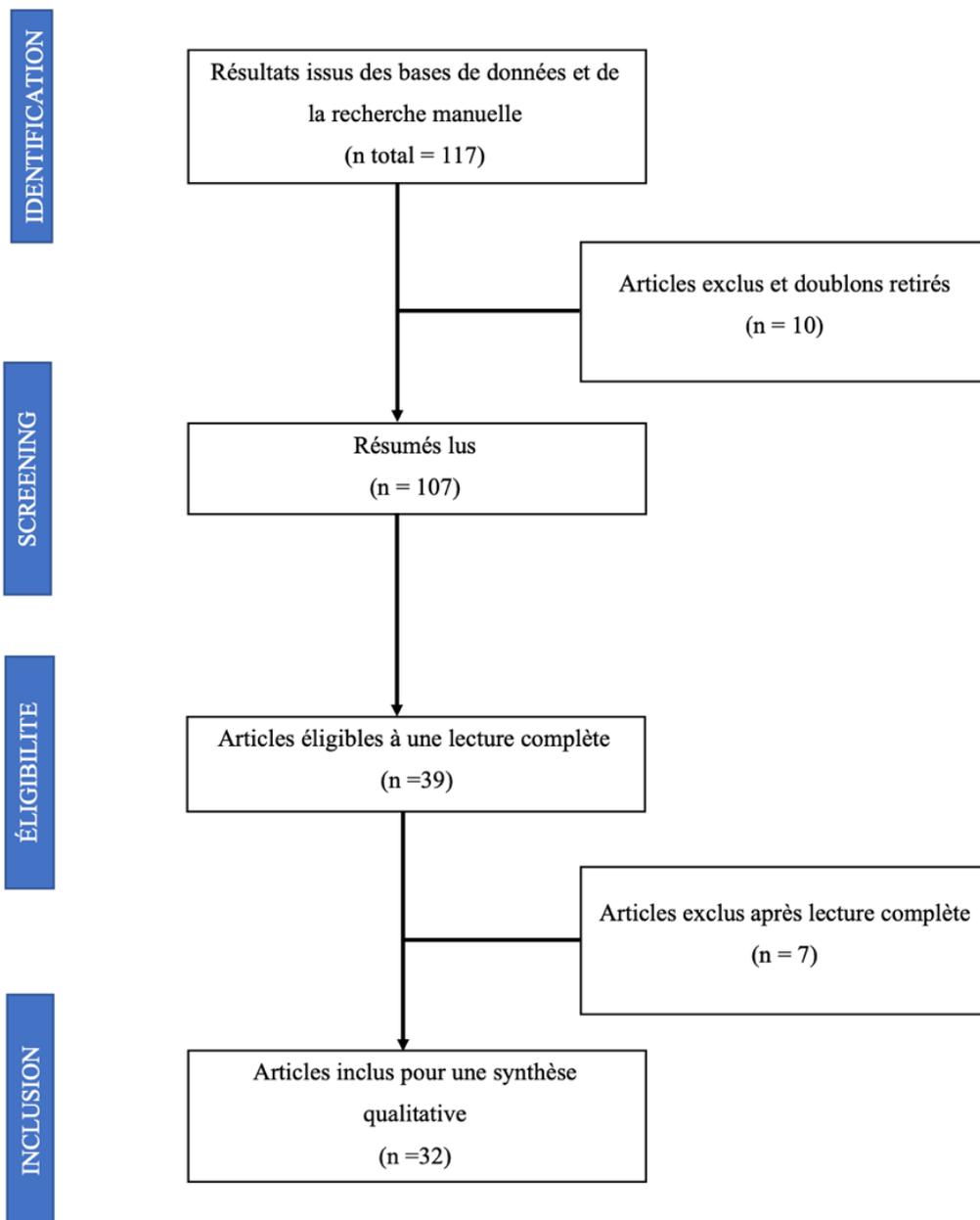
A l'aide des critères d'inclusion et d'exclusion développés ci-dessus, **75** articles ont été exclus. Notre revue de la littérature se base donc sur **32** articles.

Afin de rendre l'analyse des articles plus aisée, il a été décidé d'attribuer à chaque article un groupe parmi :

- Propriétés esthétiques
- Propriétés biologiques
- Propriétés mécaniques

L'attribution d'un article à un groupe permet de le confronter aux articles du même groupe. Cela a pour objectif d'étudier et de comparer les résultats entre eux.

Seul l'article de *Schwantz et al.* présente à la fois des résultats correspondant aux propriétés esthétiques et mécaniques.



*Figure 23 : Flow-chart*

	Auteurs	Date de publication	Titre	Groupe
1	Akiba et al.	2019	Influence of different curing modes on flexural properties, fracture toughness, and wear behavior of dual-cure provisional resin-based composites.	Propriétés Mécanique
2	Bayindir et al.	2012	The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials.	Propriétés Esthétique
3	Borzangy et al.	2013	Effects of interim acrylic resins on the expression of cytokines from epithelial cells and on collagen degradation.	Propriétés Biologique
4	Cakan et al.	2015	Effect of liquid polishing materials on the stainability of bis-acryl interim restorative material in vitro.	Propriétés Esthétique
5	Dayan et al.	2019	Wear resistance and microhardness of various interim fixed prosthesis materials.	Propriétés Mécanique
7	Gonçalves et al.	2016	Cytotoxicity Evaluation of Two Bis-Acryl Composite Resins Using Human Gingival Fibroblasts.	Propriétés Biologique
8	Gupta et al.	2011	Evaluation of the effect of various beverages and food material on the color stability of provisional materials – An in vitro study	Propriétés Esthétique
9	Ha et al.	2011	Influence of the volumes of bis-acryl and poly(methyl methacrylate) resins on their exothermic behavior during polymerization.	Propriétés Biologique
10	Kadiyala et al.	2016	Evaluation of Flexural Strength of Thermocycled Interim Resin Materials Used in Prosthetic Rehabilitation. An In-vitro Study.	Propriétés Mécanique
11	Kerby et al.	2013	Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials.	Propriétés Mécanique
12	Knobloch et al.	2011	Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials.	Propriétés Mécanique

13	Köroğlu et al.	2016	Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials.	Propriétés Esthétique
14	Kotnarin et al.	2018	The effect of staining solutions on the color stability of the provisional restorative materials.	Propriétés Esthétique
15	Lee et al.	2015	Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations.	Propriétés Mécanique
16	Macedo et al.	2018	Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages.	Propriétés Esthétique
17	Manak et al.	2011	A Comparative Evaluation of Temperature Changes in the Pulpal Chamber during Direct Fabrication of Provisional Restorations: An In Vitro Study.	Propriétés Biologique
18	Mickeviciute et al.	2016	In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials.	Propriétés Esthétique
19	Muley et al.	2014	Effect of Dietary Simulating Solvents on the Mechanical Properties of Provisional Restorative Materials-An In Vitro Study	Propriétés Mécanique
20	Poonacha et al.	2013	In vitro comparison of flexural strength and elastic modulus of three provisional crown materials used in fixed prosthodontics.	Propriétés Mécanique
21	Rutkunas et al.	2010	Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials.	Propriétés Esthétique
22	Saisadan et al.	2016	In vitro comparative evaluation of mechanical properties of temporary restorative materials.	Propriétés Mécanique
23	Schwantz et al.	2017	Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations.	Propriétés Esthétique/Mécanique
24	Shibasaki et al.	2017	Influence of Different Curing Modes on Polymerization Behavior and Mechanical Properties of Dual-Cured Provisional Resins.	Propriétés Mécanique

25	Singh et al.	2016	Comparative Evaluation of Flexural Strength of Provisional Crown and Bridge Materials. An Invitro Study.	Propriétés Mécanique
26	Soares et al.	2019	Polishing Methods' Influence on Color Stability and Roughness of 2 Provisional Prosthodontic Materials.	Propriétés Esthétique
27	Takamizawa et al.	2015	Mechanical Properties and Simulated Wear of Provisional Resin Materials.	Propriétés Mécanique
28	Thompson et al.	2014	Contribution of postpolymerization conditioning and storage environments to the mechanical properties of three interim restorative materials.	Propriétés Mécanique
29	Tupinambá et al.	2018	Effect of different polishing methods on surface roughness of provisional prosthetic materials	Propriétés Esthétique
30	Turgut et al.	2013	Discoloration of Provisional Restorations after Oral Rinses.	Propriétés Esthétique
31	Vaidyanathan et al.	Mars 2015	Analysis of stress relaxation in temporization materials in dentistry.	Propriétés Mécanique
32	Vaidyanathan et al.	Juillet 2015	Validity of predictive models of stress relaxation in selected dental polymers.	Propriétés Mécanique

**Tableau 8 : Articles retenus pour la revue de la littérature (classés par ordre alphabétique des auteurs)**

b. Résultats du groupe « Propriétés biologiques »

Auteurs	Année de publication	Titre	Résines comparées dans l'étude	Résultats
Borzangy	2013	Effects of interim acrylic resins on the expression of cytokines from epithelial cells and on collagen degradation.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HI-I (résine PMMA activé à la chaleur)</li> <li>• Jet-Acrylic (résine PMMA chémozpolymérisable)</li> <li>• SNAP Acrylic (résine PEMA chémozpolymérisable)</li> <li>• Protemp Plus® (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucune cytotoxicité significative n'a été détectée à partir des échantillons testés.</li> <li>• Les analyses de l'expression cytokinique ont montré que les éluats testés modifiaient différentes expressions de cytokines.</li> <li>• La médiation cellulaire de la dégradation du collagène n'est pas significativement différente entre les groupes par rapport au groupe contrôle après 3 jours (données non présentées) et 5 jours.</li> </ul>
Gonçalves	2016	Cytotoxicity Evaluation of Two Bis-Acryl Composite Resins Using Human Gingival Fibroblasts.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp 4</li> <li>• Luxatemp Star</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résines bis-acryl étudiées ne présentent pas de caractère cytotoxique pour les fibroblastes gingivaux à 1, 7 et 40 jours.</li> <li>• Il n'y a pas de différence significative entre les deux matériaux.</li> </ul>
Ha	2011	Influence of the volumes of bis-acryl and poly(methyl methacrylate) resins on their exothermic behavior during polymerization.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxatemp (résine bis-acryl)</li> <li>• Jet (résine PMMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxatemp® a une concentration molaire C=C et un degré de conversion inférieur au Jet®</li> <li>• Les pics de températures du Luxatemp® (de 2 à 6 °C) sont inférieures à celles du Jet® (de 4.2 à 11.6 °C) pour chaque volume de résine. La température de pointe augmente légèrement avec l'augmentation du volume de résine (résultat valable pour les deux résines).</li> <li>• Il existe une forte corrélation entre le nombre de moles de C=C ayant réagi et le pic maximal de température.</li> </ul>
Manak	2011	A Comparative Evaluation of Temperature Changes in the Pulpal Chamber during Direct Fabrication of Provisional Restorations: An In Vitro Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI (résine PMMA)</li> <li>• Splintline (résine PEMA)</li> <li>• Protemp II (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La résine PMMA montre l'exothermie la plus importante, suivit du PEMA puis de la résine bis-acryl.</li> <li>• L'augmentation de la température dépend aussi du matériau utilisé pour le matriçage de la résine. La gouttière thermoformée présente l'augmentation de température la plus importante, suivit de la matrice en silicone, puis de la gouttière en gypse.</li> </ul>

### Synthèse :

Les résultats des études retenues présentent peu de différences.

Aucune cytotoxicité n'a été détectée pour aucune des résines testées.

Les résines PMMA présentent les pics de température les plus importants par rapport aux résines bis-acryl. L'augmentation de la température est aussi en lien avec le matériau utilisé pour le matriçage des résines.

c. Résultats du groupe « Propriétés esthétiques »

Auteurs	Année de publication	Titre	Résines comparées	Résultats
<b>Bayindir</b>	2012	The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Structur 2SC (résine bis-acryl)</li> <li>• AccessCrown (résine bis-acryl)</li> <li>• T Takilon (résine PMMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La résine PMMA résiste mieux à la coloration que les résines bis-acryl</li> <li>• Après immersion de 1 jour, de 1 semaine, de 1 mois, tous les matériaux montrent un changement visible de teinte</li> <li>• Le café est la solution qui provoque la coloration la plus importante</li> </ul>
<b>Cakan</b>	2015	Effect of liquid polishing materials on the stainability of bis-acryl interim restorative material in vitro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acrytemp (résine bis-acryl) <b>uniquement</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le café sucré est la solution qui provoque la coloration la plus importante.</li> <li>• L'utilisation de « vernis de polissage » diminue la coloration de la résine à 24h</li> </ul>
<b>Gupta</b>	2011	Evaluation of the effect of various beverages and food material on the color stability of provisional materials – An in vitro study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI (résine PMMA)</li> <li>• Revotek LC (résine UDMA)</li> <li>• Protemp II (résine bis-acryl)</li> <li>• Systemp (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revotek LC a montré une variation colorimétrique clinique acceptable (<math>\Delta E &lt; 3,7</math>) dans toutes les solutions sur une période de 15 jours.</li> <li>• Protemp II et Systemp montre un changement de couleur acceptable (<math>\Delta E &lt; 3,7</math>) avec toutes les solutions, à l'exception du mélange « salive artificielle-curcuma », sur une période de 15 jours.</li> <li>• DPI montre un changement de couleur acceptable (<math>\Delta E &lt; 3,7</math>) dans toutes les solutions de coloration, à l'exception du mélange « salive artificielle-curcuma » jusqu'à 7 jours.</li> </ul>
<b>Köroğlu</b>	2016	Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tab 2000 (résine PMMA)</li> <li>• Dentalon Plus (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Tempofit (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour tous les groupes, l'application de vernis de surface diminue la coloration</li> </ul>

<b>Kotnarin</b>	2018	The effect of staining solutions on the color stability of the provisional restorative materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unifast Trad (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Luxatemp Fluorescence (résine bis-acryl)</li> <li>• Integrity (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans le café, Integrity est la résine qui présente la coloration la plus importante à 7, 30 et 90 jours. Il n'y a pas de différence de <math>\Delta E</math> entre les autres résines</li> <li>• Dans le curry, Unifast est la résine qui se colore le moins et Integrity se colore le plus à 7, 30 et 90 jours.</li> </ul>
<b>Macedo</b>	2018	Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structur 3 (résine bis-acryl-<b>uniquement</b>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le groupe « poli » présente une variation de <math>\Delta E</math> moins importante que le groupe « non poli »</li> <li>• La taille des particules employées n'a pas d'influences sur le comportement optique de la résine étudiée.</li> <li>• La durée d'immersion dans toutes les solutions et le thermocyclage favorise la coloration de la résine</li> </ul>
<b>Mickeviute</b>	2016	In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• i-TEMP (résine PMMA chémozpolymérisable)</li> <li>• i-CAB (résine PMMA photopolymérisable)</li> <li>• Bossklein Dentatemp Plus (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résines PMMA présentent une stabilité colorimétrique plus importante que la résine bis-acryl dans le café et le cola.</li> <li>• Tous les échantillons polis montrent de meilleurs résultats en termes de stabilité colorimétrique.</li> <li>• Cette étude montre une forte corrélation entre coloration et rugosité.</li> <li>• Le café est la solution la plus colorante, et le cola celle qui influence le plus la rugosité.</li> </ul>
<b>Rutkunas</b>	2010	Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentalon Plus (résine PEMA)</li> <li>• Unifast Trad (résine PMMA)</li> <li>• Luxatemp Fluorescence (résine bis-acryl)</li> <li>• Protemp III Garant (résine bis-acryl)</li> <li>• Structur (résine bis-acryl)</li> <li>• Revotek (résine UDMA)</li> <li>• RxCreate (résine composite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'agent colorant a le plus grand impact sur la stabilité de la couleur des matériaux prothétiques, suivi du type de matériaux, puis de la méthode de polissage.</li> <li>• Le vin rouge est l'agent le plus colorant.</li> <li>• La plus grande stabilité colorimétrique est présente dans les résines méthacrylate type PMMA (Unifast Trad) et PEMA (Dentalon Plus) quel que soit la technique de polissage et l'agent colorant.</li> <li>• L'utilisation d'un vernis contribue à améliorer la stabilité colorimétrique.</li> </ul>

<b>Saisadan</b>	2016	In vitro comparative evaluation of mechanical properties of temporary restorative materials used in fixed partial denture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revotek LC (résine UDMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• TemSpan (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revotek présente une alteration de la couleur moins importante que Protemp 4 et TemSpan.</li> <li>• Les deux résines bis-acryl étudiées montrent des valeurs semblables.</li> </ul>
<b>Schwartz</b>	2017	Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemp C&amp;B II (résine bis-acryl)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Structur 2 SC (résine bis-acryl)</li> <li>• ProviPlast (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structur 2 SC et ProviPlast sont les seules résines qui présentent une différence significative de couleurs à 15 et 30 jours.</li> <li>• Systemp C&amp;B II et Protemp 4 ne montrent pas d'altération significatives de la couleur ou de la translucidité en fonction du temps de stockage dans l'eau.</li> <li>• Après 30 jours de stockage, les résines bis-acryl ne présentent pas de diminution significative de luminosité (L*).</li> </ul>
<b>Soares</b>	2019	Polishing Methods' Influence on Color Stability and Roughness of 2 Provisional Prosthodontic Materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duralay (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans le groupe des résines acryliques toutes les techniques de polissage ont permis d'obtenir des valeurs de rugosité statistiquement inférieures au groupe contrôle</li> <li>• Dans le groupe des résines bis-acryl il n'y a pas de différence de rugosité entre le groupe témoin et le groupe expérimental.</li> <li>• Le groupe de résines acryliques présente une altération de la couleur inférieure au groupe de résines bis-acryl pour toutes les techniques de polissage et les intervalles de temps.</li> </ul>
<b>Tupinambá</b>	2018	Effect of different polishing methods on surface roughness of provisional prosthetic materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duralay (résine PMMA)</li> <li>• Dencrilay (résine PMMA)</li> <li>• Structur 2 (résine bis-acryl)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résines bis-acryl montrent une rugosité de surface statistiquement inférieure aux résines acryliques.</li> <li>• Le système de polissage permettant d'obtenir la rugosité la plus faible est « brosse à poil de chèvre avec une pâte à polissage diamantée » pour les deux types de résines.</li> </ul>

<b>Turgut</b>	2013	Discoloration of Provisional Restorations after Oral Rinses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temdent Classic (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 2 (résine bis-acryl)</li> <li>• Luxatemp (résine bis-acryl)</li> <li>• Fill-in (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a pas de différences significatives de coloration entre les bains de bouche sur les matériaux provisoires.</li> <li>• Les résines bis-acryl montrent une coloration plus importante que les résines PMMA.</li> </ul>
---------------	------	---	--	--

### Synthèse :

Toutes les études sont unanimes sur le fait que les résines méthacrylates et uréthanes se colorent moins que les résines bis-acryl.

Les produits les plus colorants sont le café, le vin et le curcuma. L'agent colorant est la variable qui présente le plus grand impact sur la variation de couleurs des échantillons.

On peut aussi noter que le polissage et l'utilisation de vernis diminuent la coloration de n'importe quel type de résine. Concernant le polissage, les études présentes des résultats contradictoires.

d. Résultats du groupe Propriétés mécaniques

Auteurs	Année de publication	Titre	Résines comparées	Résultats
<b>Akiba</b>	2019	Influence of different curing modes on flexural properties, fracture toughness, and wear behavior of dual-cure provisional resin-based composites.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempsmart (résine bis-acryl)</li> <li>• Luxatemp (résine bis-acryl)</li> <li>• Integrity Multi-Cure (résine bis-acryl)</li> <li>• Protemp Plus (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résines bis-acryl à prise « dual » (Tempsmart, Luxatemp et Integrity) présentent des propriétés de flexion et de résistance à l'usure supérieures quand la polymérisation est auto et photo rapport à une prise uniquement auto.</li> <li>• Les auteurs ont montré une forte corrélation entre la résistance à la flexion (<math>\sigma_F</math>) et l'usure.</li> </ul>
<b>Dayan</b>	2019	Wear resistance and microhardness of various interim fixed prosthesis materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dentalon Plus (résine PMMA/PEMA autopolymérisante)</li> <li>• SR Ivocron (résine PMMA thermopolymérisante)</li> <li>• Tab 2000 (résine PMMA autopolymérisante)</li> <li>• EDE Temdent (résine PMMA autopolylérisante)</li> <li>• Revotek LC (résine UDMA photopolymérisante)</li> <li>• Trim (résine PEMA autopolymérisante)</li> <li>• Telio CS (résine méthacrylate multifonctionnelle autopolymérisante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les résines bis-acryl présentent une microdureté de surface supérieure aux autres types de résine, à l'exception de SR Ivocron.</li> <li>• Les auteurs ont montré qu'une microdureté de surface plus élevée était associée à une usure moindre à 24 heures et 7 jours.</li> <li>• SR Ivocron et Luxatemp Solar présentent une dureté plus importante et une résistance à l'usure plus importante que les autres matériaux.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cool Temp Natural (résine bis-acryl autopolymérisante)</li> <li>• ProTemp 4 Garant (résine bis-acryl autopolymérisante)</li> <li>• Luxatemp Solar (résine bis-acryl à prise dual)</li> </ul>	
<b>Kadiyala</b>	2016	Evaluation of Flexural Strength of Thermocycled Interim Resin Materials Used in Prosthetic Rehabilitation- An In-vitro Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Résine PMMA autopolymérisante</li> <li>• Résine PMMA thermopolymérisante</li> <li>• Revotek (résine UDMA photopolymérisante)</li> <li>• Integrity (résine bis-acryl autopolymérisante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La résine bis-acryl (Integrity) présente la meilleure résistance à la flexion.</li> </ul>
<b>Kerby</b>	2013	Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp Plus (résine bis-acryl)</li> <li>• Integrity (résine bis-acryl)</li> <li>• Turbo Temp 2 (résine bis-acryl)</li> <li>• Temphase Fast-set (résine bis-acryl)</li> <li>• NuForm (résine UDMA à prise chimique)</li> <li>• Tuff-Temp (résine UDMA à prise dual)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La résistance à la flexion et du module d'élasticité sont plus importantes à 24h qu'à 1h en milieu humide pour tous les matériaux.</li> <li>• ProTemp Plus présente la meilleure résistance à la flexion et à la rupture que les autres résines à 24H en milieu humide.</li> <li>• Le stockage en milieu sec ou humide n'a pas d'incidence sur la résistance à la flexion et le module d'élasticité à 24h pour ProTemp Plus, NuForm et Turbo Temp 2.</li> </ul>
<b>Knobloch</b>	2011	Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ProTemp Garant 3 (résine bis-acryl à prise chimique)</li> <li>• Perfectemp II (résine bis-acryl à prise chimique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les résultats globaux de l'analyse de Weibull indiquent des différences significatives de résistance à la rupture entre les temps d'essai (1h et 24h), la méthode de polymérisation et en fonction de la teneur en charges.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrity (résine bis-acryl à prise chimique)</li> <li>• Temphase (résine bis-acryl à prise chimique)</li> <li>• Luxatemp Solar (résine bis-acryl à prise dual)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La probabilité d'échec à 1h de Protemp Garant est de 28 %, et celle de Temphase Fastset de 6%</li> <li>• La probabilité d'échec à 24h de Protemp Garant est de 22%.</li> </ul>
<b>Lee</b>	2015	Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp 4 (résine bi-acryl)</li> <li>• Jet Tooth Shade (résine PMMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les groupes témoins (P4P4) et (PMPM) ne montrent aucune différence significative de résistance aux cisaillements avant thermocyclage</li> <li>• La plupart des méthodes d'adjonction présentent des résultats comparables aux groupes témoins.</li> <li>• Seul le groupe P4gBIFRI montre une résistance aux cisaillements significativement supérieure avant et après thermocyclage</li> </ul>
<b>Muley</b>	2014	Effect of Dietary Simulating Solvents on the Mechanical Properties of Provisional Restorative Materials-An In Vitro Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxatemp Star (résine bis-acryl autopolymérisante)</li> <li>• Revotek LC (résine UDMA, polymérisation à la lumière)</li> <li>• DPI (résine PMMA autopolymérisante)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les valeurs moyenne de résistance à la flexion et de dureté Knoop des matériaux testés ont été affectées négativement par les solvants (salive artificielle, acide citrique et heptane) simulant l'alimentation par rapport au groupe témoin.</li> <li>• Luxatemp Star montre des valeurs de résistances à la flexion et de dureté supérieures à Revotek LC et DPI dans tous les groupes testés.</li> </ul>
<b>Poonacha</b>	2013	In vitro comparison of flexural strength and elastic modulus of three provisional crown materials used in fixed prosthodontics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI Self (résine PMMA autopolymérisante)</li> <li>• Protemp II (résine bis-acryl)</li> <li>• Revotek (résine UDMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI montre la résistance à la flexion et le module d'élasticité le plus élevé après fabrication, à 24h et 7 jours dans la salive artificielle.</li> <li>• Protemp II présente les valeurs les plus faible de résistance à la flexion et de module d'élasticité après fabrication, à 24h et 7 jours dans la salive artificielle.</li> <li>• La résistance à la flexion de DPI décroît après stockage dans la salive artificielle et se maintient à 7 jours.</li> <li>• La résistance à la flexion de Protemp II augmente après stockage dans la salive artificielle et reste constante à 7 jours.</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• La résistance à la flexion de Revotek décroît après stockage dans la salive artificielle à 24h mais augmente significativement à 7 jours.</li> </ul>
<b>Saisadan</b>	2016	In vitro comparative evaluation of mechanical properties of temporary restorative materials used in fixed partial denture	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revotek LC(résine UDMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• TemSpan (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp 4 présente les meilleures valeurs de résistance à la flexion et de résistance en compression.</li> </ul>
<b>Schwartz</b>	2017	Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemp C&amp;B II (résine bis-acryl)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Structur 2 SC (résine bis-acryl)</li> <li>• ProviPlast (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Structur 2SC, Protemp 4 et Systemp ont un comportement thixotropique.</li> <li>• Après 30 jours de stockage, aucune résine bis-acryl ne présentent de diminution de résistance mécanique.</li> <li>• A J30, Protemp 4 et ProviPlast montrent les meilleures valeurs de résistance à la flexion et de module d'élasticité.</li> </ul>
<b>Shibasaki</b>	2017	Influence of Different Curing Modes on Polymerization Behavior and Mechanical Properties of Dual- Cured Provisional Resins	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempsmart (résine bis-acryl à prise dual)</li> <li>• Luxatemp Automix Solar (résine bis-acryl à prise dual-</li> <li>• Integrity Multi-Cure (résine bis-acryl à prise dual)</li> <li>• Protemp Plus (résine bis-acryl à prise auto)</li> <li>• Unifast III (résine PMMA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxatemp présente la valeur la plus élevée en charges inorganiques., et TempSmart la plus faible.</li> <li>• Indépendamment du mode de prise, les résines dual (Tempsmart, Luxatemp, Integrity) ont montré une résistance à la flexion nettement supérieure à Unifast III.</li> <li>• Toutes les résines testées à prise dual, une résistance à la flexion et un module d'élasticité plus important sont retrouvés en réalisant une double polymérisation (chimique et lumineuse).</li> <li>• Toutes les résines bi-acryl excepté Luxatemp présentent un module d'élasticité plus élevé que Unifast.</li> <li>• L'observation au microscope électronique a mis en évidence des différences de taille, de forme et de distribution des charges dans la structure des résines étudiées.</li> </ul>

<b>Singh</b>	2016	Comparative Evaluation of Flexural Strength of Provisional Crown and Bridge Materials-An Invitro Study	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DPI (résine PMMA)</li> <li>• SC10 (résine PMMA)</li> <li>• Trulon (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 4 (résine bis-acryl)</li> <li>• Cooooltemp (résine bi-acryl)</li> <li>• Luxatemp Fluorescence (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les valeurs de résistance à la flexion des différentes résines PMMA et bis-acryl sont similaires à 24h et 8 jours.</li> <li>• On constate une diminution importante de la résistance à la flexion des échantillons « réparés » des résines bis-acryl.</li> </ul>
<b>Takamizawa</b>	2015	Mechanical Properties and Simulated Wear of Provisional Resin Materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protemp Plus (résine bis-acryl)</li> <li>• Integrity (résine bis-acryl)</li> <li>• Luxatemp Automix Plus (résine bis-acryl)</li> <li>• Unifast III (résine PMMA)</li> <li>• Z100 Restorative (Résine composite)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a pas de différence significative de résistance à la flexion et de module d'élasticité entre Protemp Plus, Integrity et Luxatemp.</li> <li>• Unifast III présente des valeurs de résistance à la flexion et de module d'élasticité nettement inférieure aux autres matériaux.</li> <li>• <u>Protemp Plus</u> montre des surfaces planes et lisse après le test d'usure. <u>Integrity et Luxatemp</u> montrent un profil d'usure identique avec des particules de verres de formes irrégulières arrachées à la surface. <u>Unifast III</u> présente des fissures sur les surfaces usées Integrity, Luxatemp et Unifast présentent des taux d'usure similaires et les plus élevé parmi les matériaux étudiés. Protemp Plus montre un taux d'usure entre les deux groupes.</li> </ul>
<b>Thompson</b>	2014	Contribution of postpolymerization conditioning and storage environments to the mechanical properties of three interim restorative materials	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jet-Acrylic (résine PMMA)</li> <li>• Protemp 3 (résine bis-acyl)</li> <li>• Integrity (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un traitement thermique de post-polymérisation ou l'application d'un vernis (Palaseal Glaze) augmente significativement la microdureté de Protemp 3 et Integrity.</li> <li>• Le vieillissement a un effet sur la résistance à la flexion, la résilience et la microdureté des matériaux testés.</li> <li>• La température de stockage affecte significativement la résistance à la flexion de Jet-Acrylic, Protemp 3 et Integrity, mais pas la microdureté ou la résilience.</li> <li>• Le moyen de stockage (air ou eau) influe sur la microdureté et la résistance à la flexion de de</li> </ul>

				<p>Jet-Acrilyc, Integrity et Protemp, mais pas sur la résilience.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le thermocyclage a un effet néfaste sur la résistance à la flexion de tous les matériaux mais pas sur leur microdureté ni sur la résilience.</li> </ul>
<b>Vaidyanathan</b>	2015	Validity of predictive models of stress relaxation in selected dental polymers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alike (résine PMMA)</li> <li>• TRIM II (résine PEMA)</li> <li>• Luxatemp (résine bis-acryl)</li> <li>• Temphase (résine bis-acryl)</li> <li>• Versatemp (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le comportement à la déformation des résines bis-acryl et Alike présentent des caractéristiques proches d'un solide élastique avec une composante viscoplastique très limitée ; alors que Trim présente une composante viscoplastique plus importante.</li> </ul>
<b>Vaidyanathan</b>	2015	Analysis of stress relaxation in temporization materials in dentistry	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alike (résine PMMA)</li> <li>• TRIM II (résine PEMA)</li> <li>• Luxatemp (résine bis-acryl)</li> <li>• Temphase (résine bis-acryl)</li> <li>• Versatemp (résine bis-acryl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luxatemp, Versatemp, Temphase et Alike présentent de meilleurs résultats que Trim II à moyen et long terme.</li> <li>• Trim II présente une instabilité dimensionnelle supérieure aux autres matériaux sous la contrainte.</li> </ul>

## Synthèse :

Les résultats présentés par les auteurs sont hétérogènes mais une grande majorité des études sont en faveur des résines bis-acryl.

On peut aussi remarquer une forte hétérogénéité des résultats entre les résines bis-acryl.

Protemp Plus semble présenter une meilleure résistance à la flexion, tandis que Luxatemp Solar semble présenter une meilleure microdureté de surface. La résistance à la flexion et la microdureté de surface étant corrélées à une résistance à l'usure.

Les conditions expérimentales telles que le thermocyclage ont un impact négatif sur les propriétés mécaniques des résines étudiées.

L'observation au microscope électronique a mis en évidence des différences de taille, de forme et de distribution des charges dans la structure des résines étudiées expliquant la différence de résultats entre les matériaux.

#### 4. Discussion

L'objectif de ce travail de recherche bibliographique était de pouvoir comparer les propriétés physico-chimiques de résines bis-acryl entre elles, mais aussi de comparer leurs propriétés aux résines PMMA, PEMA, UDMA, etc.

En effet, avec l'avènement et la publication de nombreux articles sur la technique des masques sur arcade complète (ou full mock-up), les praticiens utilisaient en grande majorité des résines bis-acryl lors de la réalisation de cette étape. Or ce sont des résines récentes et dont le recul clinique est largement inférieur aux résines « traditionnelles » comme les résines PMMA, PEMA et UDMA.

Nous recherchons donc si les résines bis-acryl présentent des propriétés au moins égales si ce n'est supérieures aux résines PMMA, PEMA et UDMA qui justifieraient leur utilisation dans cette technique, et ce dans trois catégories : biologique, esthétique et mécanique.

##### a. Propriétés biologiques

D'après les résultats trouvés concernant les propriétés biologiques des résines étudiées, il n'y a pas de différences significatives entre les résines bis-acryl, les résines PMMA et PEMA concernant la cytotoxicité de ces matériaux [38] [39]. Nos résultats sont soutenus par ceux de Shetty et al. (2017). [40]

Une étude très récente de Souza et al. [41] a montré une viabilité cellulaire plus importante avec une résine PMMA de CFAO qu'une résine bis-acryl et qu'une résine PMMA « conventionnelle » (mélange poudre et liquide). Il n'y a pas de différence de toxicité entre la résine bis-acryl et la résine PMMA classique. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les résines PMMA obtenues par CFAO contiennent moins de monomères libres résiduels que les résines PMMA classiques. Ces monomères résiduels étant cytotoxiques.

En revanche, les résines PMMA présentent une exothermie de réaction plus élevée que les résines PEMA et encore plus élevée que les résines bis-acryl [42]. Ces résultats sont confirmés

par ceux de Khajuria et al. [43]. Dans son étude, le taux de conversion de la résine bis-acryl étudiée était inférieur de 55 à 75% à celui de la résine PMMA.

Il y a donc une forte corrélation entre le nombre de moles de doubles liaisons carbone (C=C) ayant réagi et le pic maximal de température. La chaleur dégagée lors de la réaction est donc proportionnelle à la quantité de résine utilisée.

Une étude de Manak et Arora [44] a montré que l'élévation de température pulpaire dépendait du matériau utilisé mais aussi du matériau qui servait de matricage et support à la résine. Le pic de température maximal est le plus important dans la gouttière thermoformée transparente, suivi de la clé en silicone ; et enfin le pic le moins élevé se retrouve dans la gouttière faite d'alginat. Ce résultat peut s'expliquer par une conductivité thermique accrue pour la gouttière transparente, elle-même faite à partir de résine.

Cependant malgré le bon résultat de l'alginat, il semble difficile de réaliser une gouttière stable dimensionnellement dans le temps. Une gouttière en silicone s'avère être un bon compromis entre stabilité dimensionnelle dans le temps et conductivité thermique.

#### b. Propriétés esthétiques

Tous nos résultats vont dans le sens d'une meilleure stabilité colorimétrique des résines PMMA comparées aux résines bis-acryl. Ces résultats sont soutenus par Sham et son équipe [45].

La coloration à l'origine du changement de teinte des résines peut être due à plusieurs phénomènes physico-chimiques :

- L'adsorption de surface et/ou à l'absorption des particules de colorants [46]. Ces phénomènes sont particulièrement vrais pour les résines bis-acryl qui présentent une plus grande affinité à l'eau due à leur composition. Leur matrice est composée de nombreux monomères tels que Bis-GMA, Bis-EMA, etc. Or le Bis-GMA tend à être hydrophile et peut donc créer des liaisons avec les molécules d'eau. Outre les monomères utilisés, la taille mais aussi la dispersion des particules dans la matrice joue un rôle dans la sorption des molécules d'eau.
- L'oxydation de la matrice de polymères, mais aussi l'oxydation des doubles liaisons carbonées (C=C) des monomères résiduels n'ayant pas réagi. On sait que le nombre de

moles de doubles liaisons carbonées correspond au taux de conversion. Khajuria et son équipe ont démontré en 2015 que le taux de conversion des résines bis-acryl étudiées était très largement inférieur à celui des résines PMMA/PEMA [43].

Selon les auteurs, ces phénomènes physico-chimiques vont être influencés par le polissage de surface et l'application de vernis sur les résines.

En effet, plus une surface est rugueuse plus elle aura tendance à retenir les particules de colorants [47]. Un polissage diminue donc la coloration [48] [49] [50] [51] [52]. L'utilisation de vernis (conjointement à un polissage) augmente la résistance à la coloration en diminuant la porosité de surface. Ces résultats sont en accord avec ceux de Doray et al. [53] et Souza et al. [41].

Outre la résine utilisée et la technique de polissage, la décoloration du matériau est influencée aussi par l'agent colorant. D'après nos résultats, il s'agit du facteur significativement le plus important dans l'altération de la teinte des matériaux étudiés, suivi du type de matériau et enfin la technique de polissage. [54] [55].

Nos résultats montrent que le café et le vin rouge sont les solutions les plus délétères en termes de stabilité colorimétrique, devant le thé, la salive artificielle, le cola et les boissons énergisantes [50] [54] [56]. Cependant, il n'y a aucune différence significative de coloration entre des bains de bouche à base d'alcool et de Chlorhexidine sur les résines bis-acryl et PMMA [57].

Dans son étude, Kotnarin et al. [49] montre que le curcuma est la solution la plus colorante, devant le café. Ces résultats peuvent s'expliquer par la compatibilité entre les polymères et les colorants jaunes.

### c. Propriétés mécaniques

La grande majorité de nos résultats sont en faveur d'une supériorité mécanique des résines bis-acryl comparées aux résines PMMA, PEMA et UDMA [58] [59] [60] [61] [62] [63]

Ces résultats sont en accord avec ceux de Ireland et al. [64] et de Diaz-Arnold et al. [65].

Il a été démontré que les résines bis-acryl contiennent des monomères multifonctionnels dont la résistance augmente lors de la réaction de réticulation avec d'autres monomères. Ces résines contiennent également des charges inorganiques qui permettent de répartir les contraintes de charge et la diminution de la propagation de fissures [61] [63].

En contrepartie, cette composition induit un comportement à la déformation des résines bis-acryl proches d'un solide élastique avec une composante viscoplastique très limitée [66] [67]. Cela implique donc une déformation limitée avant la rupture. On parle alors de fracture fragile [68].

Cependant un taux de charge plus élevé ne signifie pas une grande résistance à la fracture comme le souligne Knobloch [69]. Dans son étude, le matériau présentant le taux le plus élevé de charges présente aussi la plus faible résistance à la rupture ; alors que le matériau avec le taux de charge le plus faible présente la résistance la plus élevée. Ces résultats sont confirmés par les travaux de Kim. [70]

La microdureté est un indicateur du degré de polymérisation et peut-être utilisé comme un indicateur de la résistance à l'usure.

Dans leurs résultats, Kerby [63] et Knobloch [69] ont trouvé que les valeurs de résistance à la flexion et le module d'élasticité des résines bis-acryl étaient plus importantes à 24H qu'une heure après la confection des restaurations provisoires.

Ces résultats sont validés par Balkenhol [71] et impliquent donc de ne pas exposer trop prématurément les restaurations à des forces masticatoires trop importantes.

Cette augmentation peut s'expliquer par la polymérisation post-gélification. Selon lui, la polymérisation des radicaux libres continuerait après la prise initiale et permettrait d'obtenir des valeurs de résistances à la flexion plus importantes qu'à T0. [68]

Certains auteurs ont rapporté que les résines provisoires mettaient jusqu'à 30 jours pour atteindre une résistance à la flexion « d'équilibre » [72]

Outre la polymérisation post-gélification qui permet d'atteindre des valeurs de résistance à la flexion optimale, le traitement thermique et l'utilisation de vernis augmentent significativement la microdureté des résines bis-acryl selon Thompson [73]. L'utilisation d'un vernis de protection permet de protéger les monomères résiduels non-polymérisés de l'eau et donc de diminuer son absorption, et donc de prévenir la diminution des propriétés mécaniques des résines [73].

Les restaurations à base de matériaux élastomériques (type résines PMMA, PEMA, bis-acryl etc.) chez des patients présentant des usures attritives vont avoir comme particularité d'être soumise à des forces masticatoires plus élevées et plus fréquemment que chez un patient « sain ». Ces matériaux se doivent d'être les plus « résistants » possible.

Dans leurs études respectives, Akiba [74] et Dayan [58] ont démontré une forte corrélation entre la résistance à la flexion et l'usure.

Des résultats similaires ont été retrouvés dans la revue systématique de Heintze et coll. en 2016 [75]. Cette étude concernait les résines composites et non pas les résines bis-acryl. Cependant leur composition est presque identique. La grande différence réside dans la proportion de matrice résineuse qui est plus importante dans les résines bis-acryl.

Dans l'étude de Akiba [74], d'autres facteurs comme le module d'élasticité (E), la résilience (R), et la résistance à la flexion ( $K_{ic}$ ) ont montré une corrélation modérée avec la résistance à l'usure.

Ces résultats ne sont pas confirmés par la revue de Heintze [75].

Akiba a aussi montré une relation entre la résistance à l'usure et le degré de conversion de la matrice des résines composites. Au vu d'étude sur la célérité ultrasonique et le mode de polymérisation, nous pouvons supposer que le mode de polymérisation « dual » (chimique et photo) induit un plus haut taux de conversion que la polymérisation purement chimique « auto », et donc que le mode de prise « dual » augmente les propriétés mécaniques des résines [74].

Ces mêmes conclusions sont retrouvées chez Shibasaki [61] qui montre des valeurs de résistances à la flexion supérieures lors de polymérisation « dual ».

Quant à Takamizawa [62], ses résultats montrent une résistance à l'usure supérieure des résines bis-acryl comparées aux résines PMMA. Le taux d'usure diffère d'un matériau à un autre et est dépendant du nombre de cycles.

Lorsqu'on se penche sur les études qui comparent les résines bis-acryl entre elles, il n'existe pas de consensus. Certaines études ne trouvent pas de différences significatives de propriétés entre les résines bis-acryl ; tandis que d'autres mettent en avant la supériorité de certaines résines.

Parmi les études qui montrent une différence significative entre les résines bi-acryl, la résine Protemp (4 et Plus) est désignée quatre fois comme étant le meilleur matériau [63] [69] [76] [77].

Selon Kerby [63], la résine Protemp Plus présente la meilleure résistance à la flexion à 24h comparé à Integrity, TurboTemp 2 et Temphase.

Selon Knobloch [69], la résine Protemp 3 présente une plus grande résistance à la fracture à 24h que Perfect Temp II, Integrity, Temphase et Luxatemp Solar.

Selon Saisadan [76], Protemp Plus présente une meilleure résistance à la flexion que TempSpan.

Enfin, selon Schwantz [77], la Protemp 4 montre une résistance à la flexion équivalente à Systemp C&B II et une résistance à la flexion supérieure à Structur 2 SC et ProviPlast.

Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que la résine Protemp est principalement composée de monomères Bis-EMA et qu'une fois polymérisés, les polymères étaient moins sensibles à la sorption de l'eau que des polymères d'uréthanes ou de Bis-GMA [63].

La résine Protemp est loin d'avoir le taux de charge le plus important (30,8 % de son poids) et pourtant dans son étude Akiba trouve une meilleure résistance à la fracture comparée à Luxatemp et Integrity qui présente un taux de charge plus important [74].

Ces résultats pourraient s'expliquer par l'emploi de nanoparticules sphériques alors que Luxatemp contient des particules non-sphériques de verres. L'emploi de ces nanoparticules jouerait un rôle très important dans la dissipation des contraintes et dans la diminution de la propagation des fractures.

Dans son étude, Dayan [58] obtient comme résultat que la résine bis-acryl Luxatemp Solar présente la microdureté la plus importante avec la résine PMMA SR Ivocron. Dans son article, il fait le lien direct entre microdureté et résistance à l'usure. Plus la microdureté est importante, plus la résistance à l'usure l'est aussi. Ces résultats sont aussi retrouvés dans l'études de Santing[78].

L'étude de Takamizawa [62] est une des deux seule étude (avec celle de Singh) à ne pas retrouver de différences entre les résines bis-acryl. Selon lui, les résines bis-acryl présentent des propriétés mécaniques supérieures aux résines PMMA, mais il ne trouve pas de différences significatives entre les résines bis-acryl. Dans son étude, Singh [79] ne trouve pas de différence entre les résines bis-acryl mais ses résultats sont non significatifs.

Certains auteurs ont soumis les résines bis-acryl à des conditions expérimentales diverses et variées qui ont une influence sur les propriétés mécaniques des échantillons de résines étudiés.

Les principales étant :

- Le thermocyclage : Ce test consiste à plonger des échantillons alternativement dans des bains chauds et froids pendant une période donnée et pendant un certain nombre de cycles. La résistance à la flexion est plus importante chez les échantillons ayant subi une double polymérisation. Plus le nombre de cycles augmente, plus la résistance à la flexion diminue [73] [74].

- L'implication du thermocyclage dans la diminution des propriétés mécaniques des résines bis-acryl est validée par Balkenhol [68]. L'auteur rapporte une diminution de la résistance à la flexion par deux après un passage des échantillons au thermocyclage. Outre la résistance à la flexion, le thermocyclage a un impact significatif sur la dureté Vicker (Hv) et la résistance à l'impact [73].
- La température : les propriétés mécaniques (résistance à la flexion, dureté Vickers et résistance à la fracture) présentent des valeurs plus importantes quand la température du milieu est de 37°C plutôt que 23°C, que le stockage soit dans l'eau ou à l'air libre.
- Le milieu de stockage : le stockage dans l'eau contribue à diminuer les propriétés mécaniques comparé à l'air. Ce résultat s'explique par la sorption de l'eau au contact de la résine qui a déjà été décrite. Ces conclusions ne sont pas retrouvées dans l'article de Kerby [63] où le milieu de stockage n'influe pas sur les propriétés mécaniques des résines, ni dans celui de Poonacha [80] où le stockage des échantillons de résines bis-acryl dans la salive artificielle augmente la résistance à la flexion et le module d'élasticité.
- L'âge de l'échantillon : Dans son article, Thompson [73] étudie l'influence de l'âge des échantillons de résines. Les valeurs des propriétés mécaniques étudiées dans son article sont recueillies à 10 jours, 30 jours, 1 mois et 1 an. L'âge a un effet significatif sur la résistance à la flexion, la microdureté et la résistance à l'impact des trois matériaux étudiés. Toutes les études sont en faveur de ce résultat avec une nuance, ces matériaux mettent plusieurs jours à atteindre leur valeur de référence (jusqu'à 30 jours pour Takahashi [72]).

Le principal inconvénient des résines bis-acryl est sa difficulté à rebaser.

Dans son étude, Singh [79] montre que les réparations de résines bis-acryl présentent une résistance à la flexion nettement inférieure que les réparations de résines PMMA.

Ces résultats sont confortés par ceux de Bohnenkamp [81] qui explique ce phénomène par l'impossibilité de l'échantillon à réagir chimiquement avec le nouvel apport de matériau.

Koumjian et Nimmo [82], observent une diminution de 85% des propriétés mécaniques des résines bis-acryl (ici, Protemp) après réparation.

De nombreux auteurs ont cherché un protocole permettant de potentialiser l'adhésion des réparations des résines bis-acryl [82] [83] ; ainsi que l'utilisation d'autres matériaux pour pallier au manque de résistance à la réparation de ces résines.

La présence d'une couche inhibée par l'oxygène en surface est caractéristique des résines composites. Son effet sur la résistance des réparations reste aujourd'hui controversé. Sa présence limiterait la formation de nouvelles liaisons et donc, empêcherait une adjonction de matériau. Cependant certains chercheurs ont suggéré que dans une épaisseur limitée, la diffusion de (photo)initiateurs présents dans l'adjonction aiderait à poursuivre la polymérisation [84].

Selon Balkenhol [83], l'épaisseur de la couche inhibée par l'oxygène différerait selon les matériaux, et que la résine bis-acryl Protemp 3 posséderait la plus fine. Cette hypothèse pourrait expliquer pourquoi le rebasage de Protemp 3 par le même matériau présente des bons résultats. L'utilisation d'un adhésif a été suggéré comme méthode de réparation. Cependant, certains auteurs insistent sur le fait que la présence d'une couche inhibée par l'oxygène empêche une liaison optimale [85].

Du fait de leur composition similaire, les résines composites fluides ont vite été admises comme matériau de réparation des résines bis-acryl. Le choix de la viscosité du composite s'est fait par ergonomie, avec l'utilisation d'embout plus fin que ceux des cartouches de résines bis-acryl pour traiter les petits défauts.

Dans son étude, Lee [86] obtient les meilleurs résultats avec le groupe *P4gBIFRI*: surface dépolie, utilisation d'un adhésif (Adper Single Bond 2 de 3M ESPE), utilisation de composite fluide (Filtek Z350, fluide de 3M ESPE).

Lors de la rupture de l'échantillon, il existe trois possibilités :

- Fracture cohésive : la fracture ne concerne pas l'interface résine – adjonction.
- Fracture adhésive : la fracture concerne l'interface.
- Fracture mixte : la fracture combine les phénomènes précédents.

Le groupe *P4gBIFRI* présente une fracture cohésive. Ces résultats sont validés par Trufier-Boutry [87], qui rapporte que la couche d'inhibition améliore la force d'adhérence et qui fait de la rupture cohésive le mécanisme dominant.

Le groupe *P4oP4* (Protemp 3 rebasé avec Protemp 3 + couche inhibée) présente des résultats satisfaisant et meilleurs que le groupe contrôle

#### d. Limites de l'étude

Malgré la qualité des études menés par les auteurs, il existe des limites.

Premièrement, tous les articles sont des études *in vitro* et ne reflètent donc pas totalement la réalité clinique. De plus, les échantillons soumis aux expérimentations n'ont pas les mêmes dimensions et ne subissent pas les même protocoles pré et post polymérisation.

Deuxièmement, les échantillons réalisés et soumis aux tests sont tous des restaurations de faible étendue (unitaire, deux ou trois éléments) avec comme support des préparations périphériques métalliques, et plus rarement des disques de résines. Si ce point à peu d'incidence sur les critères esthétiques, il est d'une importance capitale pour les critères biologiques et mécaniques.

Troisièmement, toutes les études ne font pas preuve de la même rigueur scientifique. Certains auteurs ne prennent même pas le temps de calculer la puissance afin de déterminer le nombre d'échantillons nécessaires à leur étude.

#### e. Synthèse

Concernant les propriétés biologiques des résines étudiées, il n'existe aucune différence significative entre les résines bis-acryl et les résines « conventionnelles ».

Concernant les propriétés esthétiques, les résultats sont en faveur des résines « conventionnelles ». En effet, ces résines présentent une meilleure stabilité colorimétrique au long terme lorsqu'elles sont au contact de solvants.

Concernant les propriétés mécaniques, nos résultats sont en faveur des résines bis-acryl malgré que cette conclusion ne fasse pas l'unanimité parmi les auteurs.

A partir de notre travail, il nous semble que l'utilisation des résines bis-acryl lors de réhabilitation globale par technique des full mock-up est tout à fait indiquée. Ce matériau présente de nombreux avantage comme l'absence de cytotoxicité, une exothermie de polymérisation limitée, des propriétés mécaniques et esthétiques satisfaisantes, ainsi qu'une meilleure ergonomie avec l'utilisation de pistolet auto-mélangeur.

Le principal défaut de ce matériau mis en évidence dans ce travail est la rapidité de coloration de la résine lorsqu'elle est en contact avec des solutions colorantes comme le café, le vin etc.

Cependant, ce matériau n'est pas destiné à rester en bouche sur du long terme.

En effet, chez des patients ne nécessitant pas d'augmentation de DVO importante (<5 mm au niveau incisif), le mock-up sert principalement à guider le praticien lors de la préparation des dents. Il est ensuite remis en place pour temporiser, mais ce délai dépasse rarement plusieurs semaines.

Lorsque le mock-up reste en bouche, il permet de mettre en évidence une bonne adaptation du patient avec une absence de douleurs aux ATM, signe d'une augmentation de DVO iatrogène.

## **CONCLUSION**

Au vu des résultats, les résines bis-acryl semblent être des matériaux aussi, voire plus, performants que les résines conventionnelles PMMA, PEMA, UDMA ...

Cependant, les résines bis-acryl présentent des limites, notamment sur l'intégration esthétique au long terme. Parmi les résines bis-acryl étudiées, les résines Protemp et Luxatemp (toute génération confondue) semblent être les plus intéressantes sur le marché.

Les résines « conventionnelles » ne sont pas pour le moins obsolètes et l'utilisation complémentaire de ces deux types de résines permet une meilleure prise en charge du patient.

Il appartiendra au praticien de faire le meilleur choix en fonction du cas clinique.

Avec l'avènement de la dentisterie numérique et l'essor de la Conception Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO) appliquée au monde de l'odontologie, il est aujourd'hui possible de réaliser des clés de mock-up en résine usinée mais aussi des mock-up en PMMA usinée. Cette pratique nécessite néanmoins une bonne appréhension des logiciels de CFAO par le praticien.

## ANNEXE DES FIGURES

Figure 1 : Usure abrasive .....	11
Figure 2 : Lésions cupuliformes des sommets cuspidiens typique d'usure érosive .....	12
Figure 3 : Lésion érosive des faces vestibulaires.....	12
Figure 4 : Importante usure attritive .....	15
Figure 5 : Lésion cunéiforme typique des lésions d'abfraction.....	16
Figure 6 : Caractère multifactoriel de l'usure .....	17
Figure 7 : Système d'évaluation de l'usure dentaire (SEUD) : vue d'ensemble des modules	26
Figure 8 : Exemple de questionnaire spécifique de l'usure érosive.....	27
Figure 9 : Photographies du sourire de face du patient.....	35
Figure 10, 11 et 12 : Photographies intra-buccale de l'OIM, de l'arcade maxillaire et mandibulaire .....	36
Figure 13 et 14 : Réalisation du Ditramax .....	38
Figure 15 & 16 :Arcade maxillaire avec mock-up.....	40
Figure 17 & 18: Arcade mandibulaire avec mock-up.....	41
Figure 19 & 20: Photographies avant/après mise en place du full mock-up .....	42
Figure 21 & 22 : Photographies avant/après du sourire du patient.....	42
Figure 23 : Flow-chart .....	47

## **ANNEXE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Sources d'acides extrinsèques.....	13
Tableau 2 : Analyse étiologique globale de l'usure.....	18
Tableau 3 : Indice de Smith et Knight .....	21
Tableau 4 : Critères de score du TWI simplifié par Bardsley.....	22
Tableau 5 : score et signes cliniques associés pour la détermination du BEWE.....	23
Tableau 6 : Attitude clinique en fonction du BEWE obtenu .....	24
Tableau 7 : Classification ACE.....	25
Tableau 8 : Articles retenus pour la revue de la littérature (classés par ordre alphabétique des auteurs).....	50

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Koubi S, Gurel G. Préparations postérieures a minima guidées par la technique des masques, en présence d'usure dentaire. *Revue d'Odonto-Stomatologie*. 2014;41:1-19
2. Tirlet G, Attal J-P. Le gradient thérapeutique, un concept médical pour les traitements esthétiques. *L'information Dentaire*. 2009;(41/42):2561-8]. )
3. Ganss C, Young A, Lussi A. Tooth wear and erosion: Methodological issues in epidemiological and public health research and the future research agenda. *Community Dental Health* (2011)28, 191-195 .
4. d'Incau E, Rouzé L'Alzit F. Usure dentaire: Origines et formes des lésions. *Réalités Cliniques*. juin 2018;29(2):81-9.
5. Kamel E, Matei MN. Types of dental wear and their ethiology. 2017;9(3):8]
6. Kanzow P, Wiegand A. Etiology and pathogenesis of dental erosion. *Quintessence International*. 2016;47(4):5.
7. Staufenbiel I, Adam K, Deac A, Geurtsen W, Günay H. Influence of fruit consumption and fluoride application on the prevalence of caries and erosion in vegetarians—a controlled clinical trial. *Eur J Clin Nutr*. oct 2015;69(10):1156-60.
8. Loke C, Lee J, Sander S, Mei L, Farella M. Factors affecting intra-oral pH - a review. *Journal of Oral Rehabilitation*. oct 2016;43(10):778-85.
9. Kaleka R. L'usure dentaire en questions. Comment comprendre les facteurs étiologiques, définir les différents aspects cliniques des lésions d'usure, en établir le diagnostic. *Revue d'Odonto-Stomatologie*. 2014;41:36-55.
10. Salas MMS, Nascimento GG, Huysmans MC, Demarco FF. Estimated prevalence of erosive tooth wear in permanent teeth of children and adolescents: An epidemiological systematic review and meta-regression analysis. *Journal of Dentistry*. janv 2015;43(1):42-50.
11. d'Incau E, Couture C, Maureille B. Human tooth wear in the past and the present: Tribological mechanisms, scoring systems, dental and skeletal compensations. *Archives of Oral Biology*. mars 2012;57(3):214-29
12. Koubi, Stefen, Gurel G. La dentisterie guidée au service de l'usure. *L'information Dentaire*. juill 2015;27/28(97):108-18.

13. Loomans, Opdam, Attin. Severe Tooth Wear: European Consensus Statement on Management Guidelines. *The Journal of Adhesive Dentistry*. 21 avr 2017;19(2):111-9.
14. Lopez-Frias Fj, Castellanos-Cosano L, Martin-Gonzalez J, Llamas-Carreras Jm, Segura-Egea Jj. Clinical measurement of tooth wear: Tooth Wear Indices. *J Clin Exp Dent*. 2012;e48-53.
15. Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. *Clinical Oral Investigations*. mars 2008;12(S1):65-8
16. Vailati F, Belser. Classification and treatment of the anterior maxillary dentition affected by dental erosion: the ACE classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30(6):559-71
17. Wetselaar P, Lobbezoo F. The tooth wear evaluation system: a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *J Oral Rehabil*. janv 2016;43(1):69-80.
18. Wetselaar P, Lobbezoo F. Système d'évaluation de l'usure dentaire (SEUD): modules de recommandations cliniques pour le diagnostic et la prise en charge des lésions d'usure dentaire. *Réalités Cliniques*. juin 2018;29(2):101-9.
19. Pomperski. M, Haikel Y. Erosion, Abrasion [Internet] Webinar sur Dentalespace 2020; disponible sur : <https://www.dentalespace.com/praticien/formationcontinue/erosion-abrasion-replay/>
20. Clément M. Le projet esthétique en dentisterie adhésive. *Les Cahiers de Prothèse*. mars 2016;173:31-45
21. Koubi, Stefen, Gurel G. Traitement de l'usure: Rôle fondamental du projet esthétique et fonctionnel. *L'information Dentaire*. sept 2014;96(31):66-80.
22. Margossian P, Vuillemin M, Sette A, Andrieu P, Laborde G. Ditramax : le trait d'union entre le cabinet et le laboratoire. 2016;(173):10.
23. Garcia P, da Costa R, Calgaro M, Ritter A, Correr G, da Cunha L, et al. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *Journal of Conservative Dentistry*. 2018;21(4):455.
24. Etienne O, Weber I, Watzki D. Restaurations esthétiques en céramique collée(RECC) et traitement de l'usure:chronologie cliniques. *Réalités Cliniques*. juin 2018;29(2):127-36.
25. Orthlieb J. Dimension Verticale d'Occlusion : des mythes et des réalités. *Réalités Cliniques*. Juin 2013;24(2):99-104.

26. Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review: Increasing occlusal vertical dimension. *Australian Dental Journal*. mars 2012;57(1):2-10.
27. d'Incau E, Brocard D, Laluque J-F. Lésions d'usure et bruxismes chez l'adulte. Seconde partie. *Revue d'Odonto-Stomatologie*. sept 2014;43:308-24
28. Walter B. Prothèse fixée : Approche clinique. JPIO. Éditions CdP]
29. Strassler HE. Fixed Prosthodontics Provisional Materials: Making the Right Selection. 2013;34(1):7.
30. Karaokutan I, Sayin G, Kara O. In-vitro study of fracture strength of provisional crown materials. *J Adv Prosthodont*. 2015;7(1):27
31. Bulidon M, Derbanne M. Les résines bis-acryl. *Biomatériaux Cliniques*. 2016;(1)
32. Hinet M, Nisky, Arnaud. Temporisation avec des résines bis-acryl: Procédures cliniques. *Clinic*. 39:419-25.
33. Vailati F, Belser UC. Full-Mouth Adhesive Rehabilitation of a Severely Eroded Dentition: The Three-Step Technique. Part 1. 2008;3(1):16.
34. Vailati F, Belser UC. Full-Mouth Adhesive Rehabilitation of a Severely Eroded Dentition: The Three-Step Technique. Part 2. 2008;3(2):20.
35. Vailati F, Belser UC. Full-Mouth Adhesive Rehabilitation of a Severely Eroded Dentition: The Three-Step Technique. Part 3. 2008;3(3):23
36. Tirlet G. Les Full-Mock-Up: Un véritable guide esthétique et fonctionnel dans les cas d'usure sévère par érosion. *Biomatériaux Cliniques*. mars 2016;1(1):48-56.
37. Tirlet G. Choix d'une approche additive dans les traitements d'usures érosives et attritives: intérêts des full mock up. *Réalités Cliniques*. juin 2018;29(2):138-46.
38. Borzangy S, Labban N, Windsor LJ. Effects of interim acrylic resins on the expression of cytokines from epithelial cells and on collagendegradation. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. oct 2013;110(4):296-302.
39. Gonçalves FP, Alves G, Guimarães Júnior VO, Gallito MA, Oliveira F, Scelza MZ, et al. Cytotoxicity Evaluation of Two Bis-Acryl Composite Resins Using Human Gingival Fibroblasts. *Braz Dent J*. oct 2016;27(5):492-6.
40. Shetty P, Chhaphdia L, Verma P, Sahu A, Kushwaha NS, Chaturvedi R, et al. Comparative Analysis of the Water Sorption and Cytotoxicity of Two different Denture Base Systems: An in vitro Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*. sept 2017;18(9):771-4.

41. Souza IR, Pansani TN, Basso FG, Hebling J, de Souza Costa CA. Cytotoxicity of acrylic resin-based materials used to fabricate interim crowns. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. juill 2020;124(1):122.e1-122.e9.
42. Ha J-Y, Kim S-H, Kim K-H, Kwon T-Y. Influence of the volumes of bis-acryl and poly(methyl methacrylate) resins on their exothermic behavior during polymerization. *Dent Mater J*. 2011;30(3):336-42.
43. Khajuria RR, Madan R, Agarwal S, Gupta R, Vadavadgi SV, Sharma V. Comparison of temperature rise in pulp chamber during polymerization of materials used for direct fabrication of provisional restorations: An in-vitro study. *Eur J Dent*. avr 2015;09(02):194-200.
44. Manak E, Arora A. A Comparative Evaluation of Temperature Changes in the Pulpal Chamber during Direct Fabrication of Provisional Restorations: An In Vitro Study. *J Indian Prosthodont Soc*. sept 2011;11(3):149-55.
45. Sham ASK, Chu FCS, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*. 2004;91(5):6.
46. Bayindir F, Kürklü D, Yanikoğlu ND. The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials. *Journal of Dentistry*. déc 2012;40:e41-6.
47. Köroğlu A, Sahin O, Dede DÖ, Yilmaz B. Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. avr 2016;115(4):447-55.
48. Cakan U, Kara HB. Effect of liquid polishing materials on the stainability of bis-acryl interim restorative material in vitro. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. mai 2015;113(5):475-9.
49. Kotnarin N, Nagaviroj N, Kanchanasavita W. The effect of staining solutions on the color stability of the provisional restorative materials. *M Dent J*. 2018;38(3):309-18.
50. Macedo MGFP, Volpato CAM, Henriques BAPC, Vaz PCS, Silva FS, Silva CFCL. Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. sept 2018;30(5):449-56.
51. Mickeviciute E, Ivanauskiene E, Noreikiene V. In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal*. 2016;18(2):66-72

52. Soares IA, Leite PKB da S, Farias OR, Lemos GA, Batista AUD, Montenegro RV. Polishing Methods' Influence on Color Stability and Roughness of 2 Provisional Prosthodontic Materials. *Journal of Prosthodontics*. juin 2019;28(5):564-71.
53. Doray, Eldiwany, Powers. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2003;15(4):244-50.
54. Rutkunas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J*. 2010;29(2):167-76.
55. Tupinambá ÍM, Giampá PC, Rocha IR, Lima ECX. Effect of different polishing methods on surface roughness of provisional prosthetic materials. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*. 2018;18(2):96.
56. Gupta G, Gupta T. Evaluation of the effect of various beverages and food material on the color stability of provisional materials - An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2011;14(3):287.
57. Turgut S, Bagis B, Ayaz EA, Ulusoy KU, Altintas SH, Korkmaz FM, et al. Discoloration of Provisional Restorations after Oral Rinses. *Int J Med Sci*. 2013;10(11):1503-9.
58. Dayan C, Kiseri B, Gencil B, Kurt H, Tuncer N. Wear resistance and microhardness of various interim fixed prosthesis materials. *J Oral Sci*. 2019;61(3):447-53.
59. Kadiyala KK. Evaluation of Flexural Strength of Thermocycled Interim Resin Materials Used in Prosthetic Rehabilitation- An In-vitro Study. *JCDR*. 2016;10(9):91-5
60. Muley BY, Shaikh SR, Tagore MM, Khalikar AN. Effect of Dietary Simulating Solvents on the Mechanical Properties of Provisional Restorative Materials-An In Vitro Study. *J Indian Prosthodont Soc*. déc 2014;14(S1):98-105.
61. Shibasaki S, Takamizawa T, Suzuki T, Nojiri K, Tsujimoto A, Barkmeier W, et al. Influence of Different Curing Modes on Polymerization Behavior and Mechanical Properties of Dual-Cured Provisional Resins. *Operative Dentistry*. sept 2017;42(5):526-36.
62. Takamizawa T, Barkmeier W, Tsujimoto A, Scheidel D, Erickson R, Latta M, et al. Mechanical Properties and Simulated Wear of Provisional Resin Materials. *Operative Dentistry*. nov 2015;40(6):603-13

63. Kerby RE, Knobloch LA, Sharples S, Peregrina A. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. juill 2013;110(1):21-8
64. Ireland MF, Dixon DL, Breeding LC, Ramp MH. In vitro mechanical property comparison of four resins used for fabrication of provisional fixed restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. août 1998;80(2):158-62.
65. Diaz-Arnold AM, Dunne JT, Jones AH. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY*. 1999;82(5):4.
66. Vaidyanathan T, Vaidyanathan J, Manasse M. Analysis of stress relaxation in temporization materials in dentistry. *Dental Materials*. mars 2015;31(3):e55-62.
67. Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Validity of predictive models of stress relaxation in selected dental polymers. *Dental Materials*. juill 2015;31(7):799-806.
68. Balkenhol M, Köhler H, Orbach K, Wöstmann B. Fracture toughness of cross-linked and non-cross-linked temporary crown and fixed partial denture materials. *Dental Materials*. juill 2009;25(7):917-28.
69. Knobloch LA, Kerby RE, Pulido T, Johnston WM. Relative fracture toughness of bis-acryl interim resin materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. août 2011;106(2):118-25.
70. Kim K-H, Ong JL, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. juin 2002;87(6):642-9.
71. Balkenhol M, Ferger P, Mautner M, Wostmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: Mechanical properties and degree of conversion. *Dental Materials*. déc 2007;23(12):1574-83.
72. Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M. Equilibrium Strengths of Denture Polymers Subjected to Long-Term Water Immersion. *The International Journal of Prosthodontics*. 1999;12(4):348-52.
73. Thompson GA, Luo Q. Contribution of postpolymerization conditioning and storage environments to the mechanical properties of three interim restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. sept 2014;112(3):638-48.
74. Akiba S, Takamizawa T, Tsujimoto A, Moritake N, Ishii R, Barkmeier WW, et al. Influence of different curing modes on flexural properties, fracture toughness, and wear

- behavior of dual-cure provisional resin-based composites. *Dent Mater J.* 27 sept 2019;38(5):728-37
75. Heintze SD, Ilie N, Hickel R, Reis A, Loguercio A, Rousson V. Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials—A systematic review. *Dental Materials.* mars 2017;33(3):e101-14.
  76. Saisadan D, Manimaran P, Meenapriya PK. In vitro comparative evaluation of mechanical properties of temporary restorative materials. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences.* 2016;8:105-9.
  77. Schwantz JK, Oliveira-Ogliari A, Meereis CT, Leal FB, Ogliari FA, Moraes RR. Characterization of Bis-Acryl Composite Resins for Provisional Restorations. *Brazilian Dental Journal.* juin 2017;28(3):354-61
  78. Santing HJ, Kleverlaan CJ, Werner A, Feilzer AJ, Raghoebar GM, Meijer HJA. Occlusal Wear of Provisional Implant-Supported Restorations: Occlusal Wear of Provisional Restorations. *Clinical Implant Dentistry and Related Research.* févr 2015;17(1):179-85.
  79. Singh A. Comparative Evaluation of Flexural Strength of Provisional Crown and Bridge Materials-An Invitro Study. *JCDR.* 2016;10(8):72-7
  80. Poonacha V, Poonacha S, Salagundi B, Raghavan R. In vitro comparison of flexural strength and elastic modulus of three provisional crown materials used in fixed prosthodontics. *J Clin Exp Dent.* 2013;e212-7.
  81. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Repair of bis-acryl provisional restorations using flowable composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* nov 2004;92(5):500-2.
  82. Koumjian JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* déc 1990;64(6):654-7.
  83. Balkenhol M, Meyer M, Michel K, Ferger P, Wöstmann B. Effect of surface condition and storage time on the reparability of temporary crown and fixed partial denture materials. *Journal of Dentistry.* nov 2008;36(11):861-72.
  84. Suh Byoung. Oxygen Inhibited Layer In Adhesion Dentistry. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2004;16(5).
  85. Rinastiti M. Immediate repair bond strengths of microhybrid, nanohybrid and nanofilled composites after different surface treatments. *journal of dentistry.* 2010;10.
  86. Lee J, Lee S. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* oct 2015;114(4):594-601

87. Truffier-Boutry D, Place E, Devaux J, Leloup G. Interfacial layer characterization in dental composite: INTERFACE IN DENTAL COMPOSITE. Journal of Oral Rehabilitation. janv 2003;30(1):74-7.

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 :**

Comparaison des propriétés physico-chimiques des résines bis-acryl et des résines « conventionnelles » : Revue systématique de la littérature illustrée par un cas clinique

## **Résumé :**

Avec l'essor de la dentisterie adhésive et minimalement invasive, les patients atteints d'usures dentaire sévères généralisées bénéficient aujourd'hui de thérapeutiques moins mutilantes qu'il y a quelques décennies. Ce courant de pensée a permis le développement de nombreux concepts, dont fait partie la technique des masques, dit des « mock-up ». Les résines bis-acryl occupent une place importante dans la réalisation de cette technique.

L'objectif de ce travail est de comparer les propriétés physico-chimiques des résines bis-acryl entre elles, mais aussi à des résines « traditionnelles » comme les résines polyméthacrylates de méthyle (PMMA) et diméthacrylates d'uréthane (UDMA).

Nous avons pu constater que les résines bis-acryl semblent être des matériaux aussi, voire plus performants que les résines « conventionnelles », mais présentent des limites notamment au niveau de l'intégration esthétique à moyen et long terme.

## **Mots clés :**

- Usure dentaire
- Résine bis-acryl
- Full mock-up
- Dimension verticale d'occlusion
- Dentisterie minimalement invasive

## **Title :**

Comparison of physico-chemical properties of bis-acryl resins and "conventional" resins:  
Systematic review of the literature illustrated by a clinical case study

## **Abstract :**

With the rise of adhesive and minimally invasive dentistry, patients with severe generalized tooth wear benefit from less disabling therapies than a few decades ago. This trend has led to the development of numerous concepts, including the so-called "mock-up" technique. Bis-acryl resins occupy an important place in the realization of this technique.

The objective of this work is to compare the physico-chemical properties of bis-acryl resins with each other, but also with "traditional" resins such as polymethyl methacrylate (PMMA) and urethane dimethacrylate (UDMA) resins.

We have observed that bis-acryl resins appear to be as, if not better performing materials than "conventional" resins, but have limitations, particularly in terms of aesthetic integration in the medium and long term.

## **Keywords :**

- Dental wear
- Bis-acrylic resin
- Full-mock-up
- Vertical dimension of occlusion
- Minimally invasive dentistry