



HAL
open science

Les empreintes en prothèse fixée : connaître les propriétés du matériau pour éviter les pièges liés à son utilisation

David Gless

► To cite this version:

David Gless. Les empreintes en prothèse fixée : connaître les propriétés du matériau pour éviter les pièges liés à son utilisation. Sciences du Vivant [q-bio]. 2018. hal-03297622

HAL Id: hal-03297622

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297622>

Submitted on 23 Jul 2021

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

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



AVERTISSEMENT

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

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

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

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

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ACADEMIE DE NANCY - METZ
UNIVERSITE DE LORRAINE
FACULTE D'ODONTOLOGIE

Année 2018

N° 10 365

THESE

pour le

DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

par

David GLESS

Né le 24 juillet 1989 à LAXOU (Meurthe-et-Moselle)

LES EMPREINTES EN PROTHÈSE FIXÉE :

connaître les propriétés du matériau pour éviter les pièges liés à son utilisation

Présentée et soutenue publiquement le 28 septembre 2018

Examineurs de la thèse :

Monsieur P. AMBROSINI

Professeur des Universités

Président

Madame AS. VAILLANT

Maître de Conférences

Directeur

Monsieur M. VINCENT

Maître de Conférences

Juge

Monsieur P. HIRTZ

Assistant

Juge

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

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE

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

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

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

Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département Odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme <u>DROZ Dominique</u>	Maître de Conférences *
	Mme JAGER Stéphanie	Maître de Conférences *
	M. PREVOST Jacques	Maître de Conférences
	Mme HERNANDEZ Magali	Maître de Conférences Associée *
	M. LEFAURE Quentin	Assistant
	Mme DARSAT Claire	Assistante*
Département Orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	M. <u>EGLOFF Benoît</u>	Maître de Conférences *
	Mme GREGOIRE Johanne	Assistante
	Mme LAWTON Mathilde	Assistante
Département Prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme <u>CLÉMENT Céline</u>	Maître de Conférences *
	M. BAUDET Alexandre	Assistant *
	Mme NASREDDINE Greyce	Assistante
Département Parodontologie Sous-section 57-01	M. <u>AMBROSINI Pascal</u>	Professeur des Universités *
	Mme BISSON Catherine	Maître de Conférences *
	M. JOSEPH David	Maître de Conférences *
	M. PENAUD Jacques	Maître de Conférences
	M. LACH Patrick	Assistant
	Mme MAYER-COUPIN Florence	Assistante
	Mme PAOLI Nathalie	Enseignante univ. – Praticien attachée*
Département Chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme <u>GUILLET-THIBAUT Julie</u>	Maître de Conférences *
	M. BRAVETTI Pierre	Maître de Conférences
	Mme PHULPIN Bérengère	Maître de Conférences *
	M. CLERC Sébastien	Assistant*
	M. HASNAOUI Nasr	Assistant
	Mme KICHENBRAND Charlene	Enseignante univ. – Praticien attachée*
Département Biologie orale Sous-section 57-01	M. <u>YASUKAWA Kazutoyo</u>	Maître de Conférences *
	M. MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des Universités *
	Mme EGLOFF-JURAS Claire	Assistante*
Département Dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	M. <u>MORTIER Éric</u>	Maître de Conférences *
	M. AMORY Christophe	Maître de Conférences
	M. BALTHAZARD Rémy	Maître de Conférences *
	M. ENGELS-DEUTSCH Marc	Maître de Conférences
	M. VINCENT Marin	Maître de Conférences*
	Mme GEBHARD Cécile	Assistante
	M. GEVREY Alexis	Assistant
	M. GIESS Renaud	Assistant *
Département Prothèses Sous-section 58-01	M. <u>DE MARCH Pascal</u>	Maître de Conférences
	M. SCHOUVER Jacques	Maître de Conférences
	Mme VAILLANT Anne-Sophie	Maître de Conférences *
	Mme CORNE Pascale	Maître de Conférences Associée *
	M. CIESLAK Steve	Assistant
	M. HIRTZ Pierre	Assistant *
	M. KANNENGIESSER François	Assistant
	Mme MOEHREL Bethsabée	Assistante*
	M. VUILLAUME Florian	Assistant
	Mme <u>STRAZIELLE Catherine</u>	Professeur des Universités *
Département Fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de Conférences *
	M. SALOMON Jean-Pierre	Maître de Conférences
	Mme WILLEMIN Anne-Sophie	Assistante Associée

Souligné : responsable de département * temps plein

Mis à jour le 08/02/2018

REMERCIEMENTS

À NOTRE PRESIDENT DU JURY

Monsieur le Professeur Pascal AMBROSINI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy 1

Vice-Doyen au budget et aux affaires hospitalières

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Habilité à diriger des Recherches

Responsable de la sous-section : Parodontologie

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse.

Nous vous sommes reconnaissants pour la grande disponibilité et la gentillesse dont vous avez toujours fait preuve à notre égard.

Nous nous souviendrons de la qualité de l'enseignement théorique et clinique que vous nous avez prodigué pendant nos années d'études.

Veillez trouver l'expression de nos remerciements les plus sincères.

À NOTRE JUGE ET DIRECTEUR DE THESE,

Madame le Docteur Anne-Sophie Vaillant

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de conférences des Universités

Sous-section : Prothèses

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant la présidence de cette thèse.

Nous portons une grande estime à la gentillesse, la sympathie et la disponibilité dont vous avez fait preuve au cours de nos études.

Nous vous sommes infiniment reconnaissant pour votre implication, votre soutien, votre aide et votre patience tout au long de la rédaction.

Veillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de nos sincères remerciements.

À NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur Marin VINCENT

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférences

Sous – section : Odontologie Conservatrice – Endodontie

Nous vous remercions pour la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de faire partie du jury de notre thèse.

Nous avons apprécié la qualité de votre enseignement et votre bonne humeur durant toutes nos années d'étude.

Veillez trouver ici le témoignage de notre vive reconnaissance.

À NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur Pierre HIRTZ

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistant Hospitalier Universitaire

Sous – section : Prothese

Nous sommes sensibles à l'intérêt que vous avez porté à notre travail en acceptant d'en être le juge.

Nous vous exprimons notre respectueuse considération.

Sommaire

Introduction

1. Notions fondamentales

1.1. Dureté

1.2. Élasticité

1.3. Viscosité

1.4. Plasticité

1.5. Thixotropie

1.6. Déformation

1.7. Comportement hydrique :

1.7.1. Mouillabilité / Tension superficielle

1.7.2. Hydrophilie / Hydrophobie

1.8. Précision / Reproduction de l'état de surface

1.9. Stabilité dimensionnelle

1.10. Temps de travail / Temps de prise

1.11. Déformations liées à la prise d'empreinte

1.11.1. Tirage

1.11.2. Trainage

1.11.3. Freinage

2. Les empreintes

2.1. Définition de l'empreinte

2.2. Caractéristiques de l'empreinte idéale

2.3. Empreinte sectorielle / empreinte globale

2.4. Technique d'empreinte

2.5. Optimisation de l’empreinte

- 2.5.1. Accès à la limite cervicale et au sulcus
- 2.5.2. Incidences des prothèses provisoires sur la stabilité gingivale
- 2.5.3. Polissage des piliers
- 2.5.4. Utilisation d’un porte empreinte adapté
- 2.5.5. Insertion douce et progressive du porte-empreinte
- 2.5.6. Adhésif adéquat
- 2.5.7. Utilisation d’un surfactant
- 2.5.8. Comblement des contre-dépouilles
- 2.5.9. Utilisation des viscosités adéquates
- 2.5.10. Respect des temps de prise et de l’homogénéité du matériau
- 2.5.11. Désinsertion rapide et uni-axiale
- 2.5.12. Décontamination

3. Les matériaux d’empreinte

3.1. Introduction

3.2. À la recherche du matériau idéal

3.3. Les matériaux plastiques

- 3.3.1. Les plâtres
- 3.3.2. Les cires
- 3.3.3. Les compositions thermoplastiques
- 3.3.4. Les pâtes à oxyde de zinc

3.4. Les matériaux élastiques

- 3.4.1. Les hydrocolloïdes
- 3.4.2. Les élastomères

4. Analyse différentielle des propriétés des élastomères

5. Conclusion

6. Fiche synthétique à l’usage des étudiants

Liste des figures

Figure 1 : Durometre Shore, A et D. (Source : Derrien et Jardel)

Figure 2 : Exemple de mise en place de cire orthodontique pour combler certaines zones de contre-dépouilles avant une empreinte. (Source : Truchaud, Bedouin et Ravalec)

Figure 3 : Comportement visco-élastique d'un matériau pendant et après contrainte. (Source : Van Noort)

Figure 4 : L'angle de contact, définissant la mouillabilité d'un matériau. (Source : Craig et Powers)

Figure 5 : Évolution de l'élasticité en fonction du temps, définissant un temps de travail et un temps de prise. (Source : Caitucoli, Ferran, Tarayre, Blanchard)

Figure 6 : Matérialisation du phénomène de tirage lors d'une empreinte. (Source : Périé, Defline et Bohin)

Figure 7 : Schématisation des phénomènes de trainage et de freinage. (Source : Bugugnani)

Figure 8 : Technique du simple cordonnet, il remplit la totalité du sillon et reste apparent en vue occlusale. (Source : Petitjean et Schittly)

Figure 9 : Cordonnet mis en place, en attente de l'empreinte. (Source : Walter)

Figure 10 : Technique du double cordonnet, le plus fin est positionné au fond du sulcus et reste en place pendant l'empreinte. (Source: Petitjean et Schittly)

Figure 11 : Blanchiment de la gencive après compression par un matériau d'éviction sulculaire. (Source : Hoornaert)

Figure 12 : Différents cas présentant un défaut d'adaptation marginal d'une prothèse. (Source : Hourdin, Martin, Lecerf)

Figure 13 : À gauche le porte-empreinte est trop petit ce qui entraîne l'échec de l'empreinte. À Droite, la même arcade enregistrée avec la bonne taille de porte-empreinte. (Source : Descamp)

Figure 14 : Différents modèles de porte-empreinte perforés en alliage INOX épais. (Source : Descamp)

Figure 15 : Des perforations suffisamment larges permettent la rétention mécanique du matériau sur le porte-empreinte. (Source : Descamp)

Figure 16 : Porte-empreintes pleins en matière plastique et métallique. (Source : Descamp)

Figure 17 : Porte-empreinte sectoriel en carton, présentant une absence totale de rigidité. (Source: Descamp)

Figure 18 : Porte-empreinte sectoriel en matière plastique qui manque de rigidité et de rétention. (Source Descamp)

Figure 19 : Porte-empreintes sectoriels métalliques rigides pour empreinte en occlusion. (Source : Descamp)

Figure 20 : Comparaison de la déformation du matériau, avec ou sans adhésif. (Source Lacroix, Laurent, Margossian, Laborde)

Figure 21 : Valeur moyenne de contractions linéaires dans le temps, dans les groupes avec ou sans rétention. (Source : Eid, Caire, Degrange)

Figure 22 : Déchirure d'un silicone mal malaxé montrant un manque d'homogénéité : les qualités physico-chimiques sont diminuées. (Source : Descamp)

Figure 23 : Présentation des différentes familles des matériaux d'empreinte. (Source : O'Brien)

Figure 24 : Présentation des hydrocolloïdes réversibles : seringue, carpule et aiguille spécifique. (Source : Descamp)

Figures 25 : Conditionneur multi-modules, pour hydrocolloïdes réversibles. (Source Petitjean et Schittly)

Figure 26 : Malaxage de l'alginate : A gauche : un alginate spatulé à la main. A droite : un alginate malaxé mécaniquement. (Source : Descamp)

Figure 27 : Excellente reproduction de détails, dans une technique combinée aux hydroalginates. (Source : Durant, Jacquot, Pourreyron, Margerit)

Figure 28 : Empreinte maxillaire anatomo-fonctionnelle aux polyéthers. (Source : photo personnelle)

Figure 29 : Impregum de 3M Espe : le polyether de référence. On le retrouve conditionné pour distributeurs automatiques. (Source : photo personnelle)

Figure 30 : Prise du Polyéther, dite en Snap Set. (Source : 3M ESPE)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Exemple du Dureté Shore A pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 2 : Exemple de valeur d'élasticité pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 3 : Exemple de viscosité pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 4 : Exemple de valeurs de déformations permanentes et élastiques pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 5 : Exemple de valeur de tension superficielle pour un liquide. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 6 : Valeur de l'angle de contact avec l'eau pour les grandes familles de matériaux d'empreintes. (Source : Tramba et Eid)

Tableau 7 : Mesure de la précision de reproduction de détails pour les grandes familles de matériaux d'empreintes. (Source : Tramba et Eid)

Tableau 8 : Exemple de valeurs de variation dimensionnelle pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Tableau 9 : Indication du temps de travail et du temps de prise, pour les grandes familles de matériaux. (Source : Béatrice Walter)

Tableau 10 : Avantages et inconvénients des empreintes sectorielles.

Tableau 11 : Avantages et inconvénients des empreintes globales.

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des empreintes monophasés.

Tableau 13 : Avantages et inconvénients des empreintes en double mélange.

Tableau 14 : Avantages et inconvénients des empreintes en deux temps.

Tableau 15 : Avantages / inconvénients et Indications / contre-indications des de la technique d'accès par éviction.

Tableau 16 : Protocole de désinfection pour les différents matériaux d'empreinte.
(Source : Mariette Caione)

Tableau 17 : Analyse différentielle des propriétés des élastomères.

Introduction

L'empreinte est une étape clé dans le succès d'une réalisation prothétique, et le choix du bon matériau en fonction de la bonne indication fait partie des impératifs de réussite.

La diversité des situations cliniques est à l'origine de la variété des techniques d'empreinte et de la multiplicité des matériaux de plus en plus performants, exposant potentiellement le praticien à une situation de confusion lors du choix des matériaux et des techniques d'empreinte.

Dans cette optique, les industriels, en association étroite avec les praticiens et dans le cadre de leurs activités de « recherche et développement », ont cherché à améliorer les propriétés physiques des produits proposés afin de répondre à la grande majorité des situations cliniques rencontrées, y compris les situations difficiles (hypersialie, saignements, malpositions dentaires, restauration de grande étendue, contre-dépouilles importantes).

La réalisation d'une empreinte de qualité repose notamment sur le choix des matériaux les plus appropriés et sur leur mise en œuvre rigoureuse par un opérateur, qui doit connaître les indications et les limites des matériaux. Les préparations des dents servant de piliers sont évidemment primordiales car elles constituent la base de la future restauration : il faudra ainsi notamment éliminer les zones de contre-dépouille. Enfin si plusieurs piliers sont destinés à la même restauration, le parallélisme entre eux sera essentiel.

En prothèses, le savoir « quoi faire » est souvent plus difficile que le savoir-faire. Le praticien doit faire les bons choix en fonction de la situation clinique, et de son expérience. Ainsi, nous voulons dans ce travail établir un guide à la destination des étudiants (et éventuellement des praticiens) pour les aider à faire le choix du bon matériau pour la bonne indication et surtout les aider à déjouer les pièges de certains matériaux.

1. Notions fondamentales

La connaissance des propriétés fondamentales des différents matériaux d’empreinte et des conséquences cliniques associées est indispensable à l’exercice du praticien qui doit plébisciter la technique et le matériau les plus adaptés.

Il est important de bien différencier et d’appréhender les différents termes qui sont couramment utilisés pour décrire les matériaux à empreinte et leur mise en œuvre. Aucune de ces notions n’est réellement déterminante en soi, seule leur association permet de se faire une idée du comportement intrinsèque du matériau. Ces notions définissent le comportement des matériaux dans et en dehors du milieu buccal, avant, pendant et après la prise d’empreintes.

1.1. Dureté (1,4–8)

La dureté est une qualité physique indiquant la résistance au toucher, à la pression, au choc et à l’usure. Les matériaux de reproduction d’empreinte doivent résister à l’usure et présenter une dureté suffisante pour ne pas subir de rayures, de déchirement.

En règle générale, la dureté ne se caractérise pas intrinsèquement, mais se quantifie : c’est la raison de la diversité des qualifications que l’on peut retrouver sur cette propriété : dureté Brinell, dureté Vickers, dureté Rockwell, dureté Knoop etc. chaque qualification utilise un procédé qui lui est propre.

Dans notre étude sur les matériaux d’empreinte, une qualification nous intéresse tout particulièrement, la dureté des élastomères. Elle se définit comme la résistance à la pénétration, appréciée par un duromètre SHORE (figure 1). La pénétration mesurée est ensuite convertie en degrés internationaux de dureté (Echelle de Shore A pour les matériaux mous). Le cadran du duromètre est gradué en degrés Shore de 0 à 100, de mou à dur. (5)

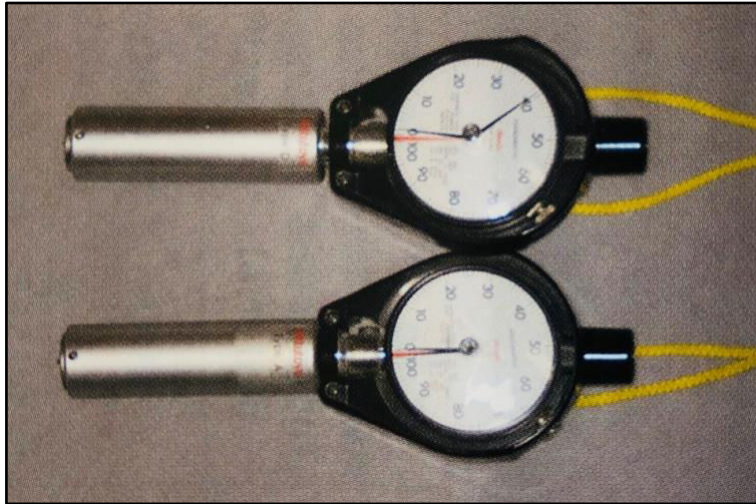


Figure 1 : Durometre Shore, A (mesure de la dureté des produits plus ou moins fermes, flexibles) et D (mesure de la dureté des produits durs non flexibles).
(Source : Derrien et Jardel)

Exemple : Le Permlastic®, matériau d’empreinte à base de polysulfure est proposé dans trois viscosités différentes : heavy (lourd), régular (moyen) et light (leger). L’Heavy Permlastic® (40) est plus de deux fois plus dur après prise, que le Light Permlastic® (18).

Les fabricants proposent la dureté Shore comme élément de référence de la rigidité du produit polymérisé (tableau 1). Elle influence la consistance du matériau après sa prise, sa valeur est significative de la stabilité dimensionnelle du matériau. Plus la dureté est importante, plus les forces nécessaires pour désinsérer l’empreinte sont importantes. Il faut donc trouver un compromis dans la valeur de dureté Shore à atteindre pour le matériau.

Tableau 1 : Exemple de dureté Shore A pour quelques matériaux élastomères (silicone A). (Source : Bugugnani et Landez)

Matériau	Président Light®	Président Putty®	Eurogum Light®	Eurogum Putty®	Exaflex Light®	Exaflex Putty®
Dureté Shore A	50	73	56	75	70	78

Les polyéthers sont très durs après leur prise, ce qui peut être gênant lors de la désinsertion de l'empreinte en présence de fortes contre-dépouilles. C'est pourquoi lors de l'utilisation de ce matériau, il faut veiller à combler toutes les contre-dépouilles avant la prise d'empreinte.

Pour ce faire nous disposons de plusieurs matériaux.

- Une digue liquide photopolymérisable peut aisément être utilisée à l'aide d'une seringue pour le comblement d'embrasures interdentaires lors de la prise d'empreinte.
- De la cire orthodontique (figure 2) peut être introduite dans ces zones de contre-dépouilles pour permettre une désinsertion.



Figure 2 : Exemple de mise en place de cire orthodontique pour combler certaines zones de contre-dépouilles avant une empreinte. (Source : Truchaud, Bedouin et Ravalec)

1.2. Élasticité (1,6–11)

L'élasticité mesure l'aptitude d'un matériau à revenir à son état initial après l'arrêt de l'application d'une contrainte.

Tout matériau possède une limite élastique à partir de laquelle il ne retrouve plus sa forme initiale après déformation. Il y a alors une déformation permanente et invisible de celui-ci. Dans le domaine des matériaux d'empreinte, l'élasticité est une propriété appréciée car sa valeur va renseigner sur l'aptitude d'un matériau à s'accommoder des contraintes au moment de la désinsertion du porte empreinte (tableau 2). Avec une bonne élasticité le retrait d'une empreinte peut s'effectuer dans de bonnes conditions, sans la déchirer, ni la fracturer, ceci malgré les frottements (surfaces rugueuses etc.) ou en présence de zones en contre dépouille. Pour quantifier et qualifier l'élasticité on détermine :

- **L'allongement à la rupture** qui mesure le pourcentage d'allongement d'un échantillon avant la rupture, cette valeur traduit la ductilité.
- **La limite élastique** mesurée en MPa, qui traduit l'élasticité.
- **Le module d'élasticité** qui mesure la force nécessaire pour obtenir un allongement de 50% de l'échantillon et traduit la rigidité du matériau.

Tableau 2 : Exemple de valeur d'élasticité pour quelques matériaux élastomères (silicone A). (Source : Bugugnani et Landez)

Matériau	Président Light®	Président Régular®	Président Heavy®	Eurogum Light®	Eurogum Medium®	Eurogum Putty®
Module d'élasticité (N/mm ²)	10,7	14,6	15,1	0,4	0,8	2,2
Allongement à la rupture (%)	90	90	100	80	80	40

La résistance au déchirement des silicones est proche de celle des polyéthers, et inférieure à celle des polysulfures qui montrent une grande aptitude à passer les contre-dépouilles.

1.3. Viscosité (1,7,8,12–15)

La viscosité mesure un état physique particulier d'un corps et détermine un comportement rhéologique.

La rhéologie, terme développé par Bingham en 1928, a pour objet l'étude de la déformation des corps sous l'influence de certaines contraintes qui leurs sont appliquées. Cette notion englobe également l'écoulement, lequel ne constitue qu'un cas particulier de déformation.

Selon Newton, on peut considérer un écoulement simple, comme celui d'un fluide enfermé entre deux plans parallèles infinis. L'un des plans est immobile, l'autre se déplace à vitesse uniforme sous l'action d'une force tangentielle. Ce déplacement se communique aux couches de fluide adjacentes qui peuvent alors glisser les unes sur les autres, à l'image d'un jeu de cartes. Le mouvement est transmis en raison du frottement permanent entre les molécules des différentes couches.

La viscosité se définit alors comme la résistance d'un fluide à l'écoulement uniforme. Elle se mesure à l'aide de viscosimètres variés, ce qui ne simplifie pas les comparaisons. Elle renseigne sur la consistance du matériau juste après son mélange. Il n'existe pas de viscosité absolue, ainsi plus un produit est « lourd », plus grande est la valeur de sa viscosité.

Le module de viscosité s'exprime en $N.s.m^{-2}$, unité de viscosité appelée le poise (tableau 3).

Sa valeur traduit un grand nombre de caractéristiques, comme la faculté d'étalement, la précision de surface, la tension superficielle, etc.

D'un point de vue clinique, plus la viscosité est faible, plus le matériau va s'écouler facilement le long des surfaces à enregistrer sans avoir besoin d'user de pression pour s'étaler. Au contraire, une viscosité importante implique plus d'efforts appliqués aux dents et au parodonte et le matériau risque ainsi de comprimer les tissus dont la gencive marginale sur les préparations.

Tableau 3 : Exemple de viscosité pour quelques matériaux élastomères (silicone A).
(Source : Bugugnani et Landez)

Matériau	Président Light®	Président Régular®	Président Heavy®	Eurogum Light®	Eurogum Medium®	Eurogum Putty®
Viscosité (Centipoise)	44 000	130 000	450 000	30 000	130 000	1 000 000

Les normes de l'ADA (American Dental Association) sont utilisées par les fabricants comme point de repères pour caractériser leur produit. Il existe quatre viscosités :

- Très haute viscosité ou *putty*
- Haute viscosité ou *heavy*
- Moyenne viscosité ou *regular*
- Basse viscosité ou *light*

A côté des quatre viscosités définies par l'ADA, on rencontre des produits qui ont des viscosités intermédiaires. On peut ainsi citer la viscosité « putty soft » qui se situe entre putty et heavy ou la viscosité « super light » qui est plus basse que celle du light.

En fonction de leur viscosité propre, nous avons à notre disposition une gamme élargie de matériaux nous permettant de répondre à une situation clinique donnée.

Un matériau visqueux (putty) nécessite une contrainte importante et aura peu de déformation résiduelle, il est de fait peu précis, mais peut toutefois être utilisé comme soutien à un autre matériau plus fluide (notamment lors de l'utilisation de la technique d'empreinte en « wash technique »).

Un matériau fluide (light) peut être injecté au niveau des limites cervicales des préparations et ainsi enregistrer précisément les détails, mais il sera dimensionnellement instable dans le temps. Lors de l'utilisation de ce type de matériau, il faudra donc veiller à n'en utiliser qu'une faible quantité, et couler l'empreinte assez rapidement, afin d'éviter la déformation dans le temps.

1.4. Plasticité (1–3,7,8)

Elle caractérise la propriété d'un matériau à se déformer sous l'application d'une contrainte et à conserver la forme ainsi obtenue après la suppression de cette même contrainte.

Pour un élastomère polymérisé, la valeur de la plasticité témoigne de son aptitude à conserver un enregistrement. Pour un élastomère non polymérisé, la plasticité permet la désinsertion de l'empreinte pour son rebasage secondaire, ainsi le temps de plasticité doit être suffisamment long.

Pour permettre la prise d'empreinte et surtout sa conservation, le matériau d'empreinte passe de l'état de plastomère à l'état de polymère élastique ; on provoque la formation de liaisons covalentes ou ioniques entre les diverses macromolécules de base, ce qui aboutit à une réticulation qui les immobilise les unes par rapport aux autres. Par le biais d'une réaction chimique, on observe le passage de l'état de plastomère à l'état de polymère élastique.

Le retrait de l'empreinte a lieu avant que le terme de la réaction soit atteint et que toute trace de plasticité ait disparu au profit de l'élasticité. Le fabricant donne pour cela un temps qui correspond au moment où les déformations dues à la plasticité résiduelle sont tolérables.

1.5. Thixotropie (1,7,8,12,14)

Il s'agit de la capacité d'un fluide à faire décroître sa viscosité quand il est soumis à une pression. Cette propriété se traduit sur un plan chimique par la disparition des interactions moléculaires faibles (forces de Van der Waals). Il suffit d'imposer au plastomère une contrainte externe légèrement supérieure aux forces de Van der Waals qui unissent les chaînes macromoléculaires, pour provoquer l'écoulement du polymère.

Il est très intéressant d'utiliser un élastomère thixotrope. En effet, au malaxage, le matériau va acquérir une bonne fluidité qui se conservera au moment de son application sur les surfaces dentaires, laquelle est favorable à son étalement. Ce phénomène permet de moduler quelque peu la corrélation établie entre la baisse de la viscosité et la meilleure aptitude d'un matériau à l'écoulement.

En pratique, cette propriété permet de comprendre comment un élastomère thixotrope peut présenter une certaine fermeté dans le porte-empreinte et, une fois appliqué sur les préparations, rester suffisamment fluide pour s'étaler. C'est ainsi qu'un matériau monophasé, à viscosité unique, peut, en raison d'une apparente haute viscosité, être placé dans un porte-empreinte et y rester sans s'étaler ni couler, et peut être suffisamment fluide pour être placé dans une seringue. C'est une qualité retrouvée chez les élastomères et plus particulièrement les silicones de deuxième génération réticulant par addition.

1.6. Déformation (1,7,8,16)

Tous les matériaux plastiques (notamment les élastomères) peuvent être le siège de déformations (tableau 4) au cours des différents stades de leur mise en œuvre.

Tableau 4 : Exemple de valeurs de déformations permanentes et élastiques pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Matériau	Reprosil Light®	Reprosil Régular®	Reprosil Putty®	Président Light®	Président Regular®	Président Putty®
Déformation permanente (%)	0,25	0,25	0,25	0,2	0,23	0,40
Déformation élastique (%)	3,5	3	1,5	4,4	3,2	1,4

Au cours d'une phase d'empreinte (insertion, prise du matériau, désinsertion), le matériau est soumis à diverses contraintes aboutissant à différentes déformations. Après cessation des dites contraintes, le matériau ne revient pas toujours à sa situation initiale, on décrit alors la déformation comme permanente.

Déformation pendant la prise : elle est inhérente aux phénomènes de réticulation (la réticulation correspond à la formation de polymères sous la forme d'un ou de plusieurs réseaux tridimensionnels par voie chimique ou physique.) Des liaisons entre les chaînes macromoléculaires sont créées, au cours desquels se créent les liaisons pontales.

Déformation au moment de la désinsertion : les contraintes sont maximales lors du retrait de l'empreinte, les déformations sont entraînées par le passage de contre-dépouilles d'une part, ainsi que par l'inertie d'extraction, qui est la résistance que la région clinique va opposer au matériau (elle même résultant de l'addition de **l'effet de freinage**: forces s'opposant à la séparation d'un matériau au niveau des dents préparées, et de **l'effet de trainage**: résistance induite par les dents non préparées lors de la désinsertion de l'empreinte).

Déformation après la désinsertion : certaines distorsions sont également liées aux contraintes thermiques subies par le matériau. Pendant l'immobilisation du porte-empreinte, le matériau va être amené de la température ambiante approchant des 20°C à la température buccale approchant des 37°C. Ce réchauffement ne se produit pas de manière homogène : il débute au contact des structures anatomiques et diffuse progressivement au cœur puis à la périphérie du matériau. La prise, qui accélère quand la température augmente, ne s'effectue donc pas partout au même moment.

Des distorsions chimiques intrinsèques sont dues à un refroidissement inégal du matériau : les zones refroidies en premier lieu voient leur viscosité augmenter pendant que le cœur du matériau reste fluide. La contraction de ces zones refroidies secondairement se traduit par des contraintes de tractions sur la surface du matériau, dont l'importance varie avec l'épaisseur. D'où l'importance d'utiliser un porte-empreinte adapté, permettant de limiter la quantité de matériau utilisé.

Des distorsions chimiques extrinsèques sont liées au passage de l'empreinte de la température buccale à celle de la pièce.

La déformation élastique (le matériau se modifie et revient exactement à sa forme initiale après suppression des forces) mesure l'aptitude du matériau à s'accommoder des reliefs (contre dépouille par exemple) : on recherche des valeurs les plus élevées possible.

La déformation permanente (après cessation de la contrainte, le matériau ne revient pas à sa forme initiale) précise la flexibilité du matériau et est hautement significative de la stabilité dimensionnelle de l'empreinte. Elle augmente avec l'intensité et le temps d'application des contraintes. On cherche à la maintenir la plus basse possible.

En pratique, indépendamment du type de matériau, pour limiter la déformation de celui-ci lors de l’empreinte, il est recommandé d’insérer le porte-empreinte à une vitesse modérée, de respecter le temps de prise du matériau et de le désinsérer d’un mouvement sec et rapide.

La déformation de l’empreinte est donc constituée de la conjugaison d’une déformation immédiate et d’une déformation différée (figure 3), si l’on compare les forces qui s’établissent à chaque stade, on peut observer que les plus importantes correspondent à l’inertie d’extraction.

Dans ces conditions, une grande partie du succès de l’empreinte se joue au moment de la désinsertion.

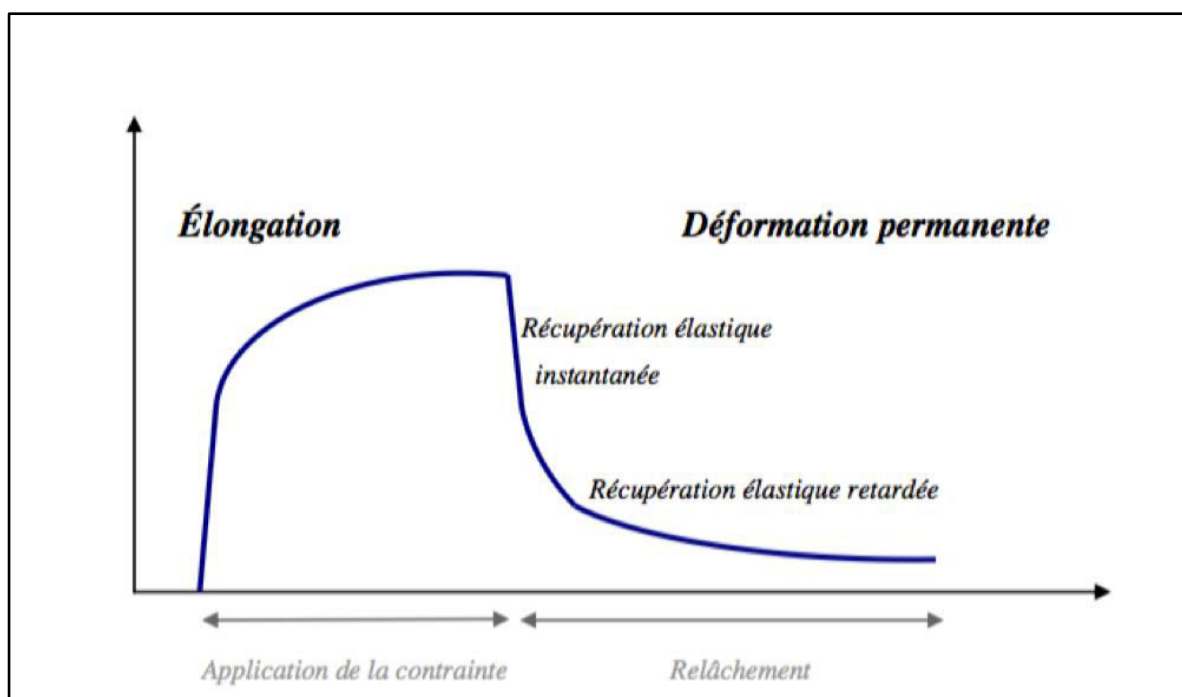


Figure 3 : Comportement visco-élastique d'un matériau pendant et après contrainte. (Source : Van Noort.)

1.7. Comportement hydrique :

1.7.1. Mouillabilité / Tension superficielle (1,6–8,17–19)

La tension superficielle est une force qui s'exerce à la surface de tout corps (tableau 5). Elle peut se définir comme étant le pouvoir d'attraction de toutes les substances induites par les différences d'attraction des atomes des couches superficielles et de surfaces. Elle présente un intérêt en conditionnant la mouillabilité de surface d'un matériau. Elle peut être diminuée par des agents tensio-actifs.

Tableau 5 : Exemple de valeur de tension superficielle pour un liquide. (Source : Bugugnani et Landez)

Liquide :	Silicones A
Tension superficielle (dyne / cm)	18

La mouillabilité détermine le pouvoir d'étalement du matériau sur une surface solide (les tissus dentaires). Elle est caractérisée par l'angle de contact donné par la loi de Young. Si l'angle est supérieur à 90° le matériau est non mouillant, s'il est inférieur à 90° il est mouillant. Plus l'angle tend vers 0° , plus la mouillabilité est importante (figure 4).

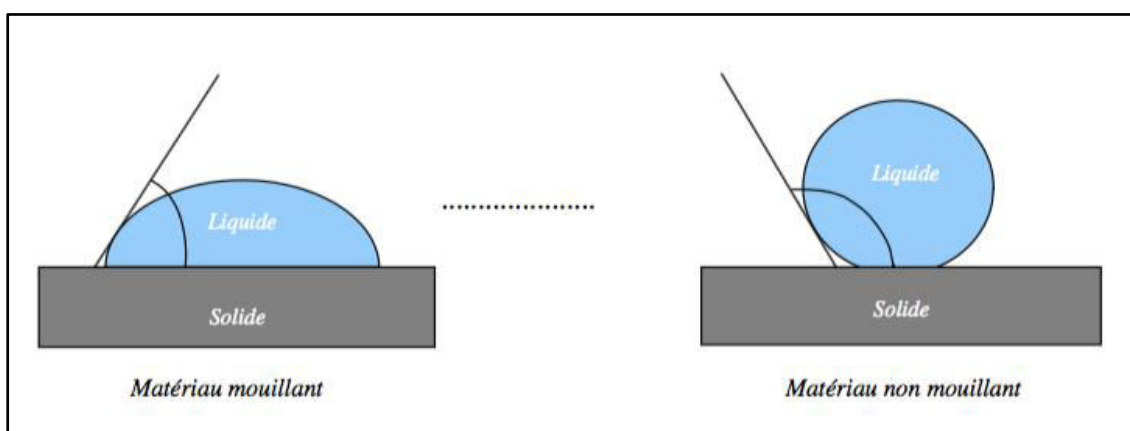


Figure 4 : L'angle de contact, définissant la mouillabilité d'un matériau. (Source : Craig et Powers)

Plus un matériau est mouillant plus l'eau s'étale dessus, ou plus il s'étale sur l'eau. L'aptitude au mouillage des substances dentaires et muqueuses est nécessaire à une reproduction juste des détails.

Certains paramètres sont également à prendre en compte :

- **L'état de surface des préparations** : une surface lisse est plus favorable qu'une surface rugueuse. C'est pourquoi il est important de bien polir les préparations avant la prise d'empreinte.
- **L'humidité des surfaces** : certains matériaux supportent mieux que d'autres la présence d'eau. Les fabricants tentent de réduire le caractère hydrophobe de certains matériaux en incluant à leur composition des produits mouillants.
- **L'application d'abaisseurs de tension superficielle** : ils doivent être compatibles avec le matériau d'empreinte et favoriseront alors l'étalement.

1.7.2. Hydrophilie / Hydrophobie (7,8,14,18–20)

On définit l'hydrophilie et l'hydrophobie d'un matériau selon qu'il présente respectivement une bonne ou une mauvaise affinité pour l'eau. Les matériaux hydrophobes ont un angle de contact supérieur à 90° (tableau 6).

Tableau 6 : Valeur de l'angle de contact avec l'eau pour les grandes familles de matériaux d'empreintes. (Source : Tramba et Eid)

Matériau	Polysulfures	Polyéthers	Silicones C	Silicones A	Hydrocolloïdes
Hydrophilie (Angle de contact avec l'eau)	< 90°	< 90°	> 90°	> 90°	< 90°

Les matériaux à empreinte, en fonction de leur caractère plus ou moins hydrophobe, parviennent plus ou moins difficilement à mouiller les surfaces enduites des fluides buccaux.

Ces fluides sont de natures différentes :

Le sang : il a plusieurs origines, il peut être dû à une inflammation parodontale, dont le traitement est le préalable indispensable à toute tentative de prise d'empreinte. Il peut être également dû à une agression opératoire lors de l'utilisation des instruments rotatifs et des manœuvres de déflexion gingivale. La légère hémorragie qui en résulte peut céder rapidement, si la gencive est saine, par l'application de substances hémostatiques.

Le fluide gingival : sa sécrétion au niveau du sulcus augmente à la moindre inflammation. Celle-ci paraît inévitable lors de l'empreinte, en particulier au cours des manœuvres d'ouverture sulculaire, et ceci quelle que soit la technique utilisée. La présence permanente de ce fluide dans une zone qui demande la plus grande précision d'enregistrement met en évidence l'intérêt d'utiliser les matériaux possédant les meilleures aptitudes à mouiller les surfaces en milieu humide.

La salive : plus ou moins épaisse et filante, elle représente un facteur d'échec important. Son débit, variable d'un sujet à l'autre, est parfois augmentée lors de l'acte clinique. L'assèchement, indispensable, à l'aide de cotons salivaires et de l'aspiration, est plus ou moins aisé et bien assuré selon les zones cliniques. Ce problème est à prendre en considération avant d'effectuer l'empreinte.

Contrairement aux hydrocolloïdes, les élastomères sont hydrophobes du fait de la présence de groupements hydrocarbonés apolaires à leur surface.

Les polyéthers sont moins hydrophobes que les autres élastomères du fait de la présence naturelle à leur surface de groupements polaires : hydrogène, hydroxyle etc.

De nouveaux silicones, dits hydrophiles, sont obtenus en substituant à certains groupements hydrocarbonés, des groupements polaires. Ces composés appelés tensioactifs ou surfactants, ont tendance à s'absorber aux surfaces libres, ou aux interfaces, en modifiant par là leur énergie de surface : ils augmentent la réactivité de surface du matériau. Leur adjonction ($\pm 1,5\%$) n'altère en rien la précision d'enregistrement des silicones, mais accentue le risque d'absorption hydrique du matériau à empreinte, et donc le risque d'en affecter la stabilité dimensionnelle.

1.8. Précision / Reproduction de l'état de surface (1,7,8,12,21–23)

C'est l'aptitude d'un matériau d'empreinte à enregistrer des détails plus ou moins fins, ou deux points séparés par la plus petite distance. Les matériaux les plus performants permettent actuellement d'enregistrer des détails de l'ordre de 20 microns (tableau7).

Tableau 7 : Mesure de la précision de reproduction de détails pour les grandes familles de matériaux d'empreintes. (Source : Tramba et Eid)

Matériau	Polysulfures	Polyéthers	Silicones C	Silicones A	Hydrocolloïdes
Reproduction des détails (mm)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Dès le retrait de l'empreinte, plusieurs facteurs (inertie d'extraction, détente élastique secondaire, choc thermique entre le milieu buccal et le milieu ambiant, mode de réticulation) altèrent rapidement la précision de surface de notre enregistrement.

Or bien qu'il soit illusoire de pouvoir exploiter parfaitement la précision immédiate initiale de l'ordre du micron, celle-ci est cependant recherchée car l'on conçoit que sa valeur résiduelle, même diminuée sera d'autant plus élevée que sa valeur immédiate était élevée.

Cette caractéristique dépend de plusieurs paramètres :

- Une granulométrie fine améliore la précision
- Une viscosité adaptée pour un fluage aisé, plus facile à obtenir avec une tension superficielle plus basse.
- L'hydrophilie des matériaux, qui induit une absorption de la salive présente à la surface des tissus dentaires améliore la précision.
- Certains élastomères voient leur précision diminuée par l'évaporation de produits volatils entrant dans leur composition.

1.9. Stabilité dimensionnelle (1,7,8,12,14,22,24,25)

La conservation de l'enregistrement constitue un enjeu majeur, puisque cela va déterminer son exploitation clinique effective. La fidélité de l'empreinte va alors à ce stade se définir par sa stabilité dimensionnelle. On la définit comme la variation linéaire de longueur de masse de matériau, après la prise, en fonction du temps. Elle correspond à la capacité d'un matériau à conserver toutes ses dimensions une fois l'empreinte réalisée. En d'autres termes, elle mesure le degré de conformité de l'empreinte avec la situation originale, l'enregistrement des états de surface étant supposé acquis (tableau 8). C'est une des propriétés les plus recherchées en prothèse fixée.

Tableau 8 : Exemple de valeurs de variation dimensionnelle pour quelques matériaux élastomères de silicone A. (Source : Bugugnani et Landez)

Matériau	Reprosil Light®	Reprosil Régular®	Reprosil Putty®	Président Light®	Président Regular®	Président Putty®
Variation dimensionnelle (Après 24h en %)	0,1	0,08	0,09	0,14	0,14	0,13

Elle dépend essentiellement :

- **De la contraction thermique** qui se réalise lors du retrait de l'empreinte, en passant de 37 à environ 20 degrés Celsius, soit du passage de la température buccale à la température ambiante.
- **De l'état de la réaction de prise**, qui peut induire une contraction de prise si la polymérisation n'est pas totalement achevée.
- **De la contraction du matériau** du fait de l'évaporation d'éléments volatils lors de la polymérisation, notamment les silicones par condensation qui dégagent différents alcools pendant leur réticulation.
- **De l'absorption d'eau**, particulièrement pour les hydrocolloïdes et leur caractère hydrophile.

L'environnement de stockage est important pour assurer la stabilité dimensionnelle. Le temps de stockage accroît le risque de voir les propriétés des produits à empreinte s'altérer. Si la conservation des élastomères est bonne, en général, surtout pour ceux dont le phénomène de prise se fait par addition, la conservation des hydrocolloïdes n'est envisageable que pour une durée n'excédant pas une heure, et dans un environnement saturé d'humidité.

1.10. Temps de travail / Temps de prise (1,7,8,19,26–28)

Tableau 9 : Indication du temps de travail et du temps de prise, pour les grandes familles de matériaux. (Source : Béatrice Walter).

Matériau :	Silicones par addition	Polyéthers	Polysulfures	Hydrocolloïdes irréversibles
Temps de travail	2-4 min ou Automélange	Automélange	5-7 min	2-5 min
Temps de prise	4-6 min	4-5 min	12 min	3-4 min

Le temps de travail mesure la latitude permise au praticien pour effectuer les manipulations cliniques nécessaires avant l'insertion en bouche du porte-empreinte chargé de son matériau. Le temps de travail, doit être suffisamment long pour permettre au praticien de préparer son empreinte.

Le temps de prise correspond au temps nécessaire à la réaction de prise complète du matériau, moment où sa viscosité devient maximale. Il s'étend du début du malaxage jusqu'à la désinsertion du porte-empreinte. Il se compose d'un temps de malaxage, de durée variable selon les matériaux, d'un temps de travail (temps au-delà duquel le matériau ne peut plus être utilisé pour prendre l'empreinte) et d'une polymérisation terminale, moment où la désinsertion du porte-empreinte doit se faire. Le temps de prise d'un matériau doit être à la fois suffisamment long pour être correctement utilisé et suffisamment court pour être supportable par le patient et utilisable au quotidien par le praticien.

Les malaxeurs automatiques diminuent le temps de malaxage et accélèrent le temps de prise facilitant la réalisation des empreintes tout en gardant un temps de travail raisonnable (figure 5).

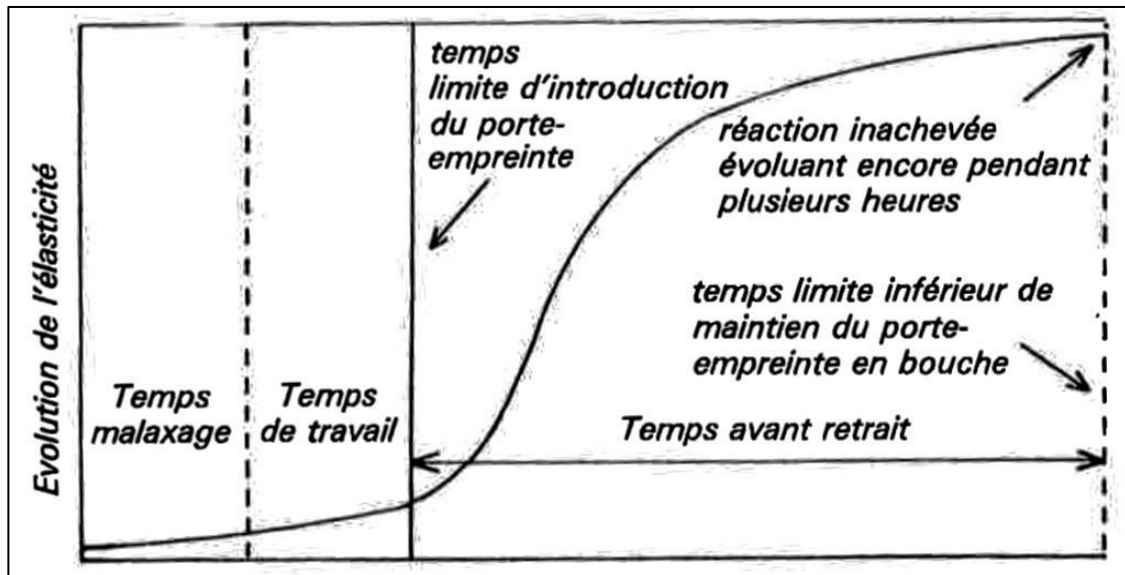


Figure 5 : évolution de l'élasticité en fonction du temps, définissant un temps de travail et un temps de prise. (Source : Caitucoli, Ferran, Tarayre, Blanchard)

La prise des matériaux, quelle que soit leur nature, doit s'effectuer sans contrainte et sans déplacement. **Quelques conseils, comment faire ?**

- Ne pas insérer le porte-empainte garni du matériau trop tardivement en bouche : si le temps de travail est dépassé, le matériau n'est plus totalement plastique.
- Il est nécessaire d'assurer la stabilité du porte-empainte : lorsque la densité du matériau est importante, le simple maintien du porte empreinte est suffisant pour prévenir tout mouvement déstabilisant de la part du patient (déglutition, réflexes nauséux...) A l'inverse, lors de l'emploi de matériaux de basse viscosité, le porte empreinte doit être bien maintenu pour assurer un calage efficace (possibilité d'utiliser des butées).
- Permettre la prise complète du matériau sans pression : le porte-empainte doit être maintenu sans pression, en se limitant à s'opposer aux éventuelles sollicitations du patient. Pour éviter la désinsertion prématurée avant la prise complète, il est recommandé d'utiliser un minuteur.

1.11. Déformations liées à la prise d’empreinte :

1.11.1. Tirage (1,7,8,26,27,29,30)

Le tirage est une déformation de la surface de l’empreinte, qui résulte d’un mauvais étalement du matériau sur le tissu à enregistrer (figure 6). Ce défaut nuit à la précision de reproduction des préparations et impose généralement de reprendre une nouvelle empreinte, il est donc utile de tout mettre en œuvre pour l’éviter.

Les causes de ce phénomène sont multiples et interdépendantes, une empreinte sans tirage sera le fruit d’une parfaite adéquation entre la technique d’empreinte choisie, le matériau utilisé, leur manipulation scrupuleuse, le type de porte empreinte utilisé, ainsi que de la nature intrinsèque des préparations (nombre, situation sur l’arcade, état de surface...) L’objectif numéro un pour éviter le tirage sera de rechercher un bon étalement du matériau sur les préparations à enregistrer lors de sa phase plastique.



Figure 6 : Matérialisation du phénomène de tirage lors d’une empreinte. (Source : Périé, Defline et Bohin)

Plusieurs paramètres interviennent :

- La mouillabilité

L'objectif est de l'augmenter. Pour se faire, le principe est d'obtenir un état de surface macroscopiquement lisse des préparations, on polit donc la préparation avec une fraise diamantée bague rouge, complétée par le passage de pointes montées ou de disques de polissage en veillant à ne pas créer d'échauffement. On insèrera le porte empreinte dans un milieu buccal rincé et séché, sans dessécher les dents vitales ou reconstituées. Il faut également s'assurer de la propreté des surfaces à enregistrer (absence de résidus de ciment, de salive, de sang...). Enfin il est possible d'enduire les préparations avec un liquide tensioactif (Mercryl®, Cétavlon®). (27)

- La viscosité

Cliniquement, le choix des viscosités à employer doit se faire en fonction de la technique d'empreinte retenue, elle-même déterminée par la situation clinique.

Dans la technique du double mélange, il est recommandé d'insérer progressivement le porte-empreinte, afin de respecter la cinétique du matériau le plus visqueux, de même qu'il faut utiliser des matériaux avec des viscosités qui ne sont pas trop éloignées l'une de l'autre, pour conserver une cohérence entre les cinétiques d'étalement.

Pour la wash technique, c'est l'inverse. Il est recommandé d'utiliser des matériaux à viscosités plus éloignées. En effet le putty doit être très rigide pour supporter les contraintes de désinsertion successives mais plus le light sera fluide plus il aura la capacité à s'écouler rapidement dans l'interface entre l'empreinte primaire et les préparations.

- La thixotropie

Il est nécessaire en wash technique d'exercer une pression courte mais intense lors du deuxième temps de l'empreinte, pour permettre au matériau light d'être encore plus fluide.

- La compression

Elle est primordiale au moment de l'insertion du porte empreinte, en effet selon la viscosité du matériau choisi il sera plus ou moins aisé d'envelopper spontanément les zones de contre dépouille sur les préparations sans l'apparition d'un phénomène de tirage.

- Le temps de travail / temps de prise.

Il existe un lien indéniable entre le non-respect de ces temps et l'apparition du phénomène de tirage.

- Si le temps de travail est dépassé, (insertion tardive en bouche) le matériau n'est alors plus totalement plastique et ne pourra alors plus se déformer sans créer du tirage.
- Si le temps de prise n'est pas respecté, (désinsertion trop précoce) le matériau n'est alors pas totalement élastique. Ainsi des zones encore plastiques qui seront soumises à certaines contraintes lors du retrait vont engendrer un tirage.
- Enfin il peut également apparaître un tirage à la suite d'un décalage entre les cinétiques de prise de deux matériaux, soit par l'utilisation de matériaux à cinétique différente (prise rapide / lente / normale), soit par une mauvaise chronologie dans les étapes préparant la prise d'empreinte lorsque celle-ci nécessite l'emploi d'un matériau fluide en bouche. Il est ainsi important d'injecter le matériau en bouche après avoir préalablement garni le porte-empreinte.

1.11.2. Trainage (1,7,8,19,30)

La force de trainage correspond à la résistance induite par les dents non préparées lors de la désinsertion de l'empreinte. Elle varie selon le nombre et la répartition des dents, la position et la hauteur des couronnes cliniques ou encore la présence éventuelle d'intermédiaires de bridges.

Les conséquences peuvent se manifester à plusieurs niveaux :

- Les contraintes (deux facteurs influents : le temps d'application et l'intensité de la contrainte) dépassent les propriétés élastiques des matériaux : l'empreinte est déformée d'une manière permanente.
- Apparition de déchirures, abrasement de l'état de surface du matériau d'empreinte.
- Le matériau d'empreinte se désolidarise du porte-empreinte.

Pour limiter ses effets, on s'attache :

- À assurer la rétention du matériau à l'aide de rétentions mécaniques comme le jonc de rétention sur les porte-empreintes type Rimlock et à l'utilisation d'adhésif correspondant au matériau utilisé.
- A combler les zones de contre dépouille (intermédiaire de bridge, embrasures)
- A ne pas exercer de traction directement sur le porte empreinte mais à agir sur les bords du matériau pour ne pas le désolidariser de son support.
- A désinsérer l'empreinte par un mouvement uni axial, le plus rapidement possible.

Face à des forces de trainage importantes, il est préférable d'utiliser un élastomère de type silicone plutôt qu'un polyéther, trop rigide.

1.11.3. Freinage (1,7,8,19,30)

Les forces de freinage correspondent aux forces qui s'opposent à la séparation d'un matériau au niveau des dents préparées lors du retrait du matériau d'empreinte (figure 7).

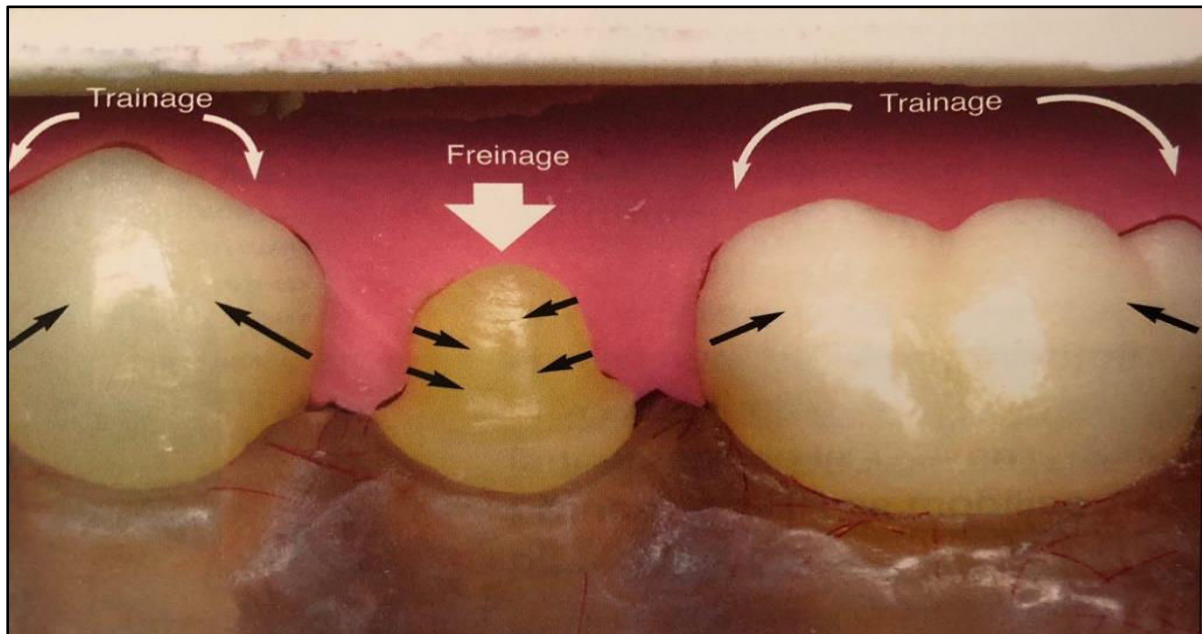


Figure 7 : Schématisation des phénomènes de trainage et de freinage.

(Source : Bugugnani)

L'intensité du phénomène, dépend de la forme des préparations, de leur nombre et de leur état de surface. Certaines propriétés intrinsèques au matériau jouent également un rôle important, comme l'élasticité, la mouillabilité, la viscosité.

Les polyéthers présentent alors le profil idéal pour limiter ce phénomène, au contraire des polysulfures et des hydrocolloïdes.

Les silicones par addition sont une solution de compromis très intéressante en prothèse fixée sur dents naturelles, où l'on doit lutter à la fois contre les phénomènes de tirage, de trainage et de freinage.

2. Les empreintes

2.1. Définition de l'empreinte (1,30–32)

Chaque auteur a sa définition propre :

Pour PETITJEAN et SCHITTLY l'empreinte est un enregistrement de la morphologie des éléments de l'arcade dentaire par un matériau capable d'en mouler le volume et l'état de surface. (19)

Pour DESCAMP l'empreinte est un enregistrement en négatif de la topographie d'une région de la cavité buccale ou d'un modèle. (33)

Pour E. BATAREC, c'est le moulage en négatif de tout ou partie de l'arcade et des tissus environnants permettant d'obtenir un modèle positif, réplique fidèle des tissus environnants. (6)

L'empreinte n'est pas un but en soi. Elle n'est qu'un maillon au sein de la chaîne prothétique. Dans l'ensemble des étapes cliniques ou de laboratoire qui concourent à la réalisation des prothèses fixées, l'empreinte fait le lien physique entre le cabinet et le laboratoire de prothèse.

Selon l'avancée du projet prothétique, une empreinte peut avoir un objectif différent. Elle est d'abord, en amont du projet prothétique, un examen complémentaire d'aide au diagnostic, permettant la validation du plan de traitement. On peut dans ce cas, la qualifier d'empreinte d'étude.

Une fois le plan de traitement validé, elle pourra ensuite, être mise en mouvement afin d'approcher la cinématique mandibulaire réelle du patient grâce à un articulateur.

Pour le praticien et le prothésiste dentaire, l'empreinte, et le modèle de travail qui en découle, sont le reflet de leur degré d'exigence personnelle et réciproque. Elle montre le niveau de qualité pratiqué au cabinet et attendu au laboratoire.

Il est intéressant de pouvoir définir les critères qui autorisent la validation de l'empreinte. Une empreinte est conforme lorsqu'elle répond à certains critères :

- Elle doit enregistrer les zones anatomiques qui délimiteront la périphérie de la future restauration.
- La précision de l'enregistrement des détails, et la fidélité de l'enregistrement par rapport à la situation clinique concernée doivent être objectivables.

Ainsi, on doit pouvoir lire sans ambiguïtés la limite des préparations réalisées, de même qu'une partie des surfaces non préparées, afin que la jonction dento-prothétique soit la plus fine possible et en adéquation avec le profil d'émergence de la dent.

- L'empreinte doit concerner toute la partie préparée de la ou des dents intéressées.
- La lecture de l'empreinte doit être possible sur le pourtour de la préparation sans manque ni déformation.
- L'empreinte ne doit pas négliger l'enregistrement des dents qui participent aux calages et aux guidages occlusaux fonctionnels.
- L'empreinte doit être sans effet sur les tissus enregistrés.
- L'empreinte doit autoriser la désinfection.
- Elle doit être compatible avec les matériaux utilisés au laboratoire pour la confection du modèle.

La validation des empreintes n'est pas évidente au fauteuil car l'appréciation des défauts, comme les microbulles, les tirages, ou les décollements partiels ne sont pas toujours facilement décelables.

Dans certains cas, les difficultés de lecture d'empreinte ne sont levées que lors de la coulée du modèle. Parfois c'est après essayage de l'infrastructure qu'on se rend compte que l'empreinte était erronée.

Un très grand nombre de procédés de réalisation des empreintes existent. Or, s'il n'est guère possible de définir rigoureusement les indications et les limites formelles de chacun d'eux, il est souhaitable que le praticien connaisse les conditions d'usage en fonction de certains paramètres objectifs.

En règle générale, le praticien se trouve confronté aux mêmes points de difficultés vis à vis de la situation clinique à enregistrer :

- Le type des préparations : préparations coronaires (restaurations partielles collées, restaurations corono-périphériques, restauration plurale) ou corono-radiculaires (inlay core).
- La position de la limite cervicale : supra-gingivale, juxta-gingivale ou intra-sulculaire.
- Le nombre de distribution des préparations : préparations unitaires ou plurales
- La présence de contre-dépouilles : hauteur, largeur, profondeur des zones en contre-dépouille.
- L'état parodontal : sain ou réduit.

2.2. Caractéristiques de l'empreinte idéale (6,32,33)

- Reproduction de la forme et de la situation des limites cervicales des préparations. (Rôle sur l'adaptation de la future prothèse et étanchéité du joint dento-prothétique)
- Reproduction idéale du contour de la gencive et du sillon gingivodentaire. (Rôle important dans l'esthétique sur les préparations antérieures)
- Reproduction de la forme et de la situation de tous les éléments dentaires (dents non préparées). (Donne des informations sur l'occlusion principalement)
- Reproduction de l'édentement et détails de la crête, s'il y a lieu : important pour des reconstitutions plurales (bridge).
- Absence de bulle et tirage.
- Matériau soutenu par le porte-empreinte.
- Homogénéité du mélange.

2.3. Empreinte sectorielle / empreinte globale (19,32–36)

L'empreinte sectorielle longtemps pratiquée par un nombre important de praticiens semble actuellement détrônée au profit de l'empreinte globale. Cependant, pour pallier les difficultés de la prise d'empreinte globale, de nombreux praticiens restent adeptes des empreintes sectorielles. Plusieurs arguments justifient ces choix :

- Le premier argument souvent invoqué est le côté pratique. Il paraît plus rapide et économique de réaliser une empreinte sectorielle. Néanmoins, à cette argumentation s'oppose le fait qu'il faille prendre le temps d'expliquer le protocole opératoire au patient et l'entraîner à se positionner en occlusion d'intercuspidie maximale plusieurs fois à vide. Malgré cela, il n'est pas rare que le patient, déstabilisé par la présence du matériau, décale son occlusion la plupart du temps du côté où se trouve le porte-empreinte, entraînant un échec de l'empreinte et l'obligation de recommencer.
- Depuis les années 1960, il a été démontré que la mandibule n'est pas un os immuable. En effet, elle subit une déformation (diminution en largeur) sous l'action des muscles masticateurs pendant la mobilisation mandibulaire. Cette flexibilité peut atteindre presque 1 mm au niveau de la 2^e molaire. Toutefois, les études montrent que cette distorsion n'apparaît qu'à partir de 13 à 20 mm d'ouverture buccale. Cependant l'argument en faveur de la prise d'empreinte partielle pour éviter d'enregistrer une mandibule déformée ne tient plus si l'on maintient la bouche du patient presque fermée pendant la prise du matériau d'empreinte.
- Lors d'une empreinte sectorielle, le volume de matériau à empreinte est limité comparativement au volume de matériau utilisé pour une empreinte globale. L'empreinte serait alors soumise à de moindres variations dimensionnelles, de même l'encombrement général est très réduit.
- Les modèles issus des empreintes doivent être capables de transmettre au laboratoire une donnée indispensable : l'occlusion. L'empreinte sectorielle n'est envisageable que si elle produit des modèles antagonistes capables d'assurer une stabilité horizontale et transversale lorsqu'ils sont affrontés.

Or, le transfert des informations cliniques n'est pas uniquement composé de l'OIM, mais il comprend également des données concernant leur mobilisation dans l'espace, c'est à dire la cinématique mandibulaire.

L'occlusion dynamique, composée des mouvements induits et guidés par les surfaces dentaires antagonistes (propulsion et diductions) n'est reproductible qu'avec des modèles comportant toutes les dents.

Pour une couronne unitaire, l'empreinte sectorielle est donc concevable dans le secteur postérieur pour des préparations dont les dents ne sont pas parties prenantes d'une protection et sans trouble de l'OIM ni de l'occlusion dynamique. Dans ces conditions l'élément peut même se trouver en position terminale sur l'arcade.

- L'empreinte sectorielle peut se révéler d'un grand secours dans certaines situations ou l'état du patient rend aléatoire l'empreinte globale : âge avancé, reflexes nauséux, handicap, angoisse.
- L'esthétique est toujours recherchée lors de la réalisation d'un élément prothétique. Elle passe par l'homogénéité des formes et des volumes ainsi que du respect de la symétrie. La meilleure façon de fournir tous ces renseignements au laboratoire, en plus de la photographie, constitue l'empreinte globale. Ainsi un travail harmonieux paraît des lors très difficile à assurer avec une empreinte sectorielle dans les restaurations antérieures à forte exigence esthétique.
- La technique du double mélange semble la plus adaptée à l'empreinte sectorielle. Un matériau de haute viscosité est placé dans le porte empreinte en petite quantité. Il doit présenter une viscosité opposant une faible résistance à la fermeture des arcades. On évite ainsi les risques de latéro-déviations. Le matériau de basse viscosité doit être de la même famille que celui dans le porte-empreinte. Ce dernier est injecté au niveau des préparations mais aussi de l'arcade antagoniste.

- Au niveau des empreintes sectorielles :

Il est possible de réaliser sans problème de nombreux cas cliniques différents en prothèses fixées. Le tout est de poser les bonnes indications.

Les empreintes sectorielles en occlusion sont subordonnées à l'existence de 2 conditions : une position d'intercuspidie maximale valide et non douloureuse, et une désocclusion antérieure éliminant tous risques de contacts excentrés sur les éléments prothétiques. On pose alors comme indication les reconstructions unitaires des secteurs cuspidés, ainsi que les reconstructions de deux éléments sur les premières molaires ou prémolaires en situation encastrée.

Tableau 10 : Avantages et inconvénients des empreintes sectorielles.

Les empreintes sectorielles	
Avantages	Inconvénients
Insertion et désinsertion du porte-empreinte plus aisées (facilité pour le praticien, confort pour le patient)	Impossibilité de simuler l'occlusion dynamique.
Contraintes de désinsertion réduites (moins de déformation permanente, moins de risque de décollement du matériau)	Imperfection potentielle de la reproduction des contacts occlusaux par le mordu.
Utilisation d'une quantité réduite de matériau (économie, contraction de prise plus faible)	Contre-indication en présence de dents cuspidées abrasées
Réalisation plus rapide du modèle par le laboratoire	Impossibilité de tenir compte de la forme et de l'état de surface des dents homologues contro latérale. (Possibilité tout de même de fournir au laboratoire un modèle d'étude permettant de prendre les repères indispensables à la réalisation d'une prothèse esthétiquement convenable).
Statistiquement moins de risque d'erreur (nombre d'éléments à enregistrer plus faible)	

- Au Niveau des empreintes globales

Dans certaines situations, il est nécessaire d'enregistrer la globalité de l'arcade :

- Impossibilité de stabiliser un mordus dans les plans frontaux et sagittaux en l'absence de calage par des dents cuspidées.
- Rétablissement d'une relation centrée
- Reconstructions englobant les canines : dans ce cas l'arcade globale montée sur articulateur est le moyen le plus sûr de contrôler l'absence d'interférences non travaillantes.
- Reconstruction de l'ensemble du guide antérieur.

Tableau 11 : Avantages et inconvénients des empreintes globales.

Les empreintes globales	
Avantages	Inconvénients
Calage de l'occlusion en OIM plus sûr	La moindre déformation de l'empreinte peut compromettre la précision des enregistrements de l'occlusion et donc l'intégration occlusale de la reconstruction.
Possibilité d'utiliser un articulateur.	
Enregistrement possible de la RC.	
Utilisation de montages directeurs possible	
Repères esthétiques et fonctionnels donnés par les dents homologues de l'arcade.	

2.4. Technique d'empreinte (1,19,32,33,37-39)

La réussite et la qualité de toute empreinte dépendent autant de la phase préparatoire (assainissement parodontal, préparation des piliers, provisoires parfaitement ajustées et polies) que de la technique d'empreinte en elle-même.

On distingue différents types d'empreintes en fonction du nombre de phases utilisées dans le protocole choisi :

- **L'empreinte en un seul temps.**

Les techniques en un seul temps ne comportent qu'une seule insertion du porte empreinte suivie d'une seule phase de prise du ou des matériaux.

- **L'empreinte monophasé :**

Le principe de l'empreinte monophasé consiste à n'utiliser qu'un seul matériau. Classiquement on utilise un silicone ou un polyéther de viscosité moyenne. En cas de forte contre dépouille, il est préférable si on utilise le polyéther de combler les contre dépouilles du fait de sa rigidité.

Indication : on utilise cette technique sur des préparations essentiellement supra gingivales.

Principe : le matériau est chargé dans le porte-empreinte induit d'adhésif (après essayage et validation de celui-ci), ainsi que dans une seringue. Une induction en bouche sur la ou les préparations(s) est réalisée grâce à cette seringue, puis le PE est inséré sur l'arcade concernée.

Tableau 12 : Avantages et inconvénients des empreintes monophasés.

L'empreinte monophasé	
Avantages	Inconvénients
<p>On note la rapidité et la facilité de mise en œuvre (un seul malaxage) ainsi qu'une absence de risque de décollement entre deux phases différentes.</p> <p>Enfin pour les praticiens travaillant sans assistante il est intéressant de noter qu'une aide opératoire n'est pas indispensable.</p>	<p>Le matériau utilisé doit nécessairement être de viscosité moyenne. Cette technique est donc peu compressive.</p> <p>Ainsi les risques d'obtenir un défaut d'enregistrement ou de tirage sont assez élevés.</p> <p>C'est une technique réservée pour l'empreinte de préparations de faible étendue.</p>

- **L'empreinte en double mélange :**

Cette technique consiste à mettre en place deux matériaux de même nature, mais de viscosités différentes, en une seule insertion. Les deux phases polymérisent ensemble. L'objectif est alors d'exploiter les qualités et avantages des deux types de viscosités afin d'améliorer la valeur de l'empreinte. Le matériau de plus haute viscosité assure une certaine compression. Il pousse le matériau plus fluide par une contrainte de force qui permet la thixotropie de ce dernier. Le matériau fluide enregistre alors les détails les plus fins, améliorant considérablement la capacité de reproduction de l'empreinte.

Indication :

Les indications sont nombreuses : préparations périphériques supra et juxta-gingivales, préparations cavitaires, pilier unitaire ou multiple, présence de forte contre-dépouilles sur l'arcade, dents mobiles.

Principe opératoire :

- Essayage du PEI
- Séchage et enduction d'adhésif
- Isolation de la salive
- Déflexion gingivale
- Extrusion du matériau basse viscosité
- Remplissage de la seringue
- Dépose du premier cordonnet
- Injection sur les sillons, sur les dents préparées et les dents voisines.
- Malaxage du matériau de moyenne viscosité
- Remplissage du PEI
- Le reste du matériau basse viscosité est répartie sur le matériau moyenne viscosité du porte empreinte
- Dépose des rouleaux de coton salivaires
- Insertion du porte empreinte
- Maintien jusqu'à la prise complète
- Désinsertion
- Contrôle qualité de l'empreinte

Tableau 13 : Avantages et inconvénients des empreintes en double mélange.

L'empreinte en double mélange	
Avantages	Inconvénients
La technique est rapide, de plus elle peut être réalisée sans aide de l'assistante grâce au malaxeur automatisé.	La compression est relative, de plus le risque de tirage est également élevé. Les principaux échecs sont liés aux défauts d'étalement du matériau sur des surfaces humides, compte tenu du caractère hydrophobe de nombreux élastomères.

- **L’empreinte en deux temps.**

L’empreinte en deux temps ou empreinte rebasée est communément dénommée par sa traduction anglaise : wash technique.

• **La wash technique :**

Principe :

Le premier temps consiste à réaliser une empreinte à l’aide d’un matériau de très haute viscosité qui enregistre grossièrement et de manière incomplète les structures et états de surface des préparations.

Dans un deuxième temps et après aménagement de celle-ci, l’empreinte est réinsérée, chargée d’un matériau fluide qui enregistre avec précision les surfaces intéressées.

Généralement pour cette technique on utilisera des silicones, de viscosité putty ou putty soft pour le premier temps et de viscosité light ou super light pour le deuxième temps. Cependant les polyéthers peuvent également être utilisés en viscosité putty et light.

Protocole opératoire :

- Choix du porte-empreinte
- Séchage et enduction de l’adhésif
- Isolation de la salive
- Dépose des cotons salivaires
- Malaxage du matériau putty
- Remplissage du porte-empreinte
- Réalisation de l’empreinte primaire
- Désinsertion après durcissement complet
- Nettoyage et séchage de l’empreinte primaire
- Contrôle des cordonnets de déflexion gingivale

- Aménagement de l’empreinte primaire : élimination des excès non soutenus, choix d’un repère pour la réinsertion, élimination de matériau risquant la déchirure, élimination des éléments en contre dépouille, création d’un aménagement pour l’échappement du matériau basse viscosité, nettoyage et séchage.
- Déflexion gingivale
- Isolation de la salive et séchage des préparations
- Spatulation du matériau basse viscosité
- Remplissage de la seringue
- Injection dans l’empreinte primaire
- Dépose du cordonnet déflecteur puis des rouleaux salivaires
- Insertion de l’empreinte primaire et pression ferme pendant 5 secondes.
- Maintien de l’empreinte en bouche
- Désinsertion sans traction sur le porte empreinte
- Contrôle qualité de l’empreinte

Tableau 14 : Avantages et inconvénients des empreintes en deux temps.

L’empreinte en 2 temps	
Avantages	Inconvénients
<p>La forte compression permet un enregistrement précis des détails, une absence de bulles, et une possibilité d’avoir une empreinte fidèle malgré la présence de suintement dans le sillon.</p> <p>Cette technique est applicable dans quasiment toutes les situations cliniques.</p>	<p>La séquence est plus longue, il y a un risque de mauvais repositionnement à la réinsertion, enfin le light peut se décoller si l’empreinte est mal séchée.</p>

2.5. Optimisation de l’empreinte

2.5.1. Accès à la limite cervicale et au sulcus : (1,19,33,40–45)

Lors de la préparation, notre idéal est de positionner la limite cervicale en supra gingival. Toutefois pour des raisons de rétention, ou d’esthétique, nous sommes souvent conduits à situer cette limite dans le sillon gingivo dentaire.

L’empreinte doit enregistrer la limite cervicale de la préparation. Lorsque la limite est juxta gingivale ou intra-sulculaire, cet enregistrement est compliqué par la présence du parodonte marginal.

La qualité du joint dento-prothétique intra-sulculaire est un des facteurs essentiels qui conditionnent la santé du parodonte. Pour cette raison il est impératif d’obtenir un enregistrement rigoureux de la ligne de finition dentaire, de l’intégralité de la préparation et d’une portion de la surface dentaire non préparée.

Le préalable à toute prise d’empreinte est sa réalisation sur un parodonte sain. Cette santé parodontale passe par une mise en condition tissulaire pré prothétique (traitement parodontal, élongation coronaire), dont la motivation et l’éducation à l’hygiène du patient font partie intégrante. Les différentes techniques de déflexion gingivale sont susceptibles de provoquer des lésions du parodonte sulculaire. Il faut donc être particulièrement prudent lors de l’étape de la déflexion gingivale.

Différents critères nous permettent de qualifier l’état parodontal :

- **L’espace biologique** : cette zone, située entre la crête osseuse et le fond du sulcus, représente la liaison épithélio-conjonctive de la gencive à la surface radulaire. De profondeur moyenne de 2mm, toute intrusion dans l’espace biologique entraîne une inflammation du parodonte, avec une potentielle résorption osseuse, associé à l’apparition de poche parodontale et de récession gingivale.

- **La profondeur du sulcus** : il varie de 0,61 à 0,8mm. La profondeur clinique mesurée avec la sonde parodontale doit être inférieure à 1,5mm.
- **La hauteur de gencive attachée** : en l'absence de plaque bactérienne, la gencive attachée ne semble pas jouer de rôle dans le maintien de la santé parodontale. Néanmoins elle représente un facteur de protection en cas de limite intra sulculaire. Une hauteur de 5mm dont 3 sous forme de gencive adhérente est préconisée, (il est possible de redonner du volume de gencive attachée en passant par la chirurgie parodontale : lambeau, greffe de gencive, ou technique du conjonctif enfoui)
- **L'épaisseur de la gencive attachée** : est considérée comme un élément important de la stabilité parodontale.
- **La texture et la couleur** : (respectivement piquetée et rose en condition favorable) donnent une grande indication sur l'état de santé de la gencive. De même que la présence ou l'absence de saignement au sondage est un indicateur sérieux de l'état parodontal.

On définit alors 3 types de parodontes :

- **Parodonte en situation défavorable** :

Il apparaît mince et festonné. L'examen clinique révèle un sulcus profond, une gencive adhérente de très faible hauteur et très fine. Ce type de parodonte a une attache conjonctive très faible, protégeant un os alvéolaire très mince. Le moindre traumatisme peut entraîner une résorption alvéolaire et par conséquent une récession gingivale. Cette situation nécessite une chirurgie parodontale de renforcement avant toute réalisation prothétique.

- **Parodonte en situation favorable :**

Il est caractérisé par un sulcus peu profond, un épithélium jonctionnel résistant au sondage, une gencive adhérente épaisse possédant une hauteur suffisante et importante. De plus une gencive adhérente épaisse et une gencive épaisse. Compte tenu de la densité de l'attache conjonctive, le potentiel de régénération après traumatisme est excellent. Les différentes manœuvres d'éviction gingivale n'auront alors pas de conséquences néfastes.

- **Parodonte en situation intermédiaire :**

Il est caractérisé par un sulcus plus profond, un épithélium jonctionnel résistant au sondage, et une gencive adhérente de hauteur limitée, associée à une gencive fine. Ce type de parodonte doit bénéficier de manœuvres délicates et éventuellement d'une préparation initiale attentive du terrain.

Plusieurs techniques d'accès aux limites cervicales, plus ou moins agressives, sont utilisables. On peut distinguer deux groupes : un accès par déflexion et un accès par soustraction.

Techniques d'accès par déflexion :

- Les fils de déflexion gingivale :

• **Technique du simple cordonnet :**

Le principe est de mettre en place un cordonnet dans le sulcus. Son diamètre est choisi en fonction de la profondeur du sillon : il doit y entrer entièrement et affleurer le niveau de la gencive (figure 8).

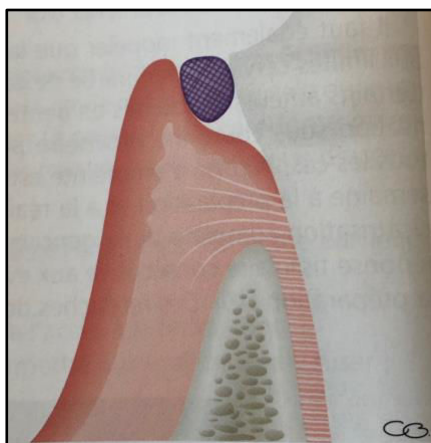


Figure 8 : Technique du simple cordonnet, il remplit la totalité du sillon et reste apparent en vue occlusale. (Source : Petitjean et Schittly)

On évalue l'épaisseur du cordonnet que l'on va placer à l'aide d'une sonde parodontale ou spécifique. On estime aussi la longueur nécessaire pour faire le tour de la limite cervicale et on le coupe avec une paire de ciseaux chirurgicaux pointus. On présente un brin du fil sur le sillon gingivo-dentaire et on l'introduit dans le sulcus à l'aide d'une spatule. Ensuite on pousse le reste du cordonnet de proche en proche par de petits mouvements oscillants appliqués à la spatule. Une fois l'opération terminée, le fil est visible dans le sillon, affleurant le bord de la gencive libre (figure 9).

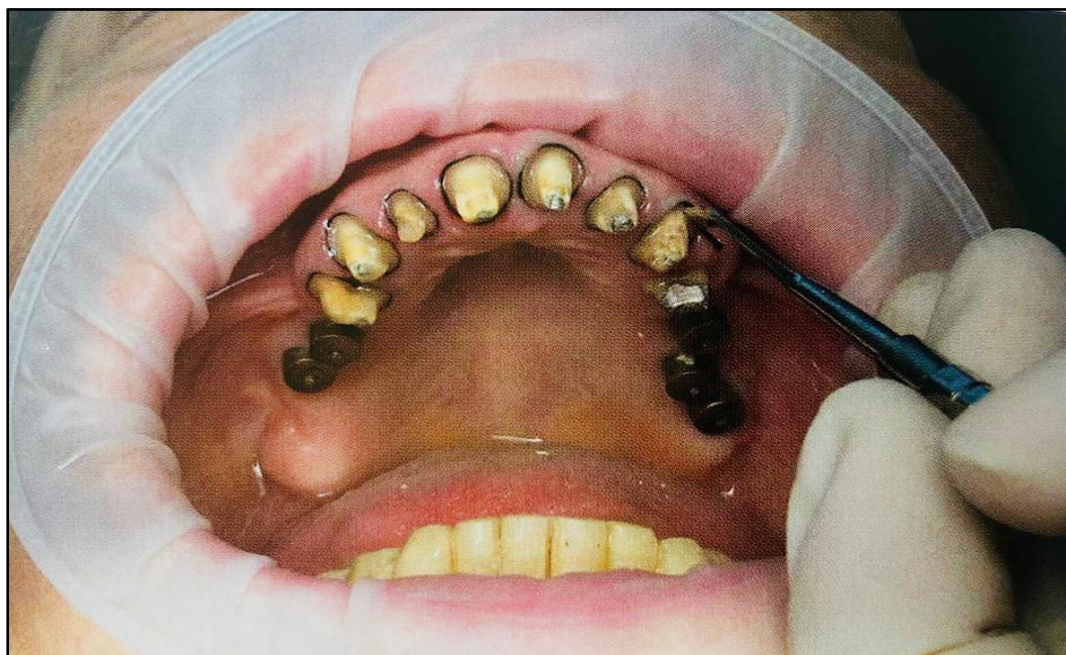


Figure 9 : Cordonnet mis en place, en attente de l'empreinte. (Source : Walter)

On peut améliorer l'accès au sulcus grâce à un agent chimique qui va favoriser le contrôle des fluides biologiques. A cet effet, on imbibe le cordonnet d'une solution astringente dont l'action est de resserrer, d'assécher les tissus, et de réaliser une hémostase rapide en cas de léger saignement. Ces solutions liquides hémostatiques sont essentiellement constituées à base de : chlorure d'aluminium, de sulfate ferrique, et d'huile essentielle de ciste. Lors de la prise d'empreinte, le fil peut être retiré immédiatement avant l'injection du matériau, ou laissé en place pendant la prise d'empreinte.

Cependant une application avec une force inappropriée dans le sulcus va entraîner une inflammation gingivale voire une récession. De plus, des résidus de filaments de tissus ou de fibres peuvent subsister et exacerber l'inflammation déjà existante. L'hémorragie sulculaire ne pouvant pas être contrôlée par la pression simple du cordonnet non imprégné dans le sulcus, cela ne se révèle pas être un choix approprié pour la déflexion gingivale.

- **Technique du double cordonnet :**

Cette technique, variante de la précédente, est utilisable en cas de sulcus profond, de parodonte épais et résistant ainsi que pour de la prise d'empreinte de plusieurs préparations en même temps. Elle consiste à placer un premier cordonnet, destiné à rester en place pendant l'empreinte, très fin dans le fond du sillon gingivo-dentaire, puis dans un deuxième temps, on vient placer un autre cordonnet, plus épais et généralement imbibé d'un additif, sur le premier (figure 10).

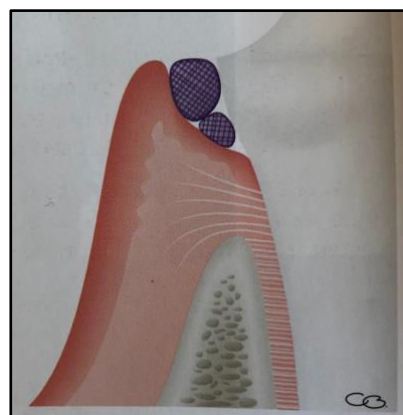


Figure 10 : Technique du double cordonnet, le plus fin est positionné au fond du sulcus et reste en place pendant l'empreinte. (Source : Petitjean et Schittly)

En effet le premier cordonnet de faible diamètre non imprégné provoque par simple action mécanique, un déplacement apical de la gencive marginale. Le deuxième cordonnet, de plus gros diamètre, imprégné ou non voit son insertion facilitée par la mise en place du premier. Il amène alors un déplacement horizontal de la gencive libre. Il faut en outre s'assurer que le bord de la gencive ne se referme pas au-dessus du cordonnet, en vérifiant qu'il est visible en vue occlusale, sur toute la périphérie.

On retire le cordonnet le plus gros immédiatement avant la prise d'empreinte, après l'avoir humidifié si nécessaire pour éviter un arrachement cellulaire, en s'assurant de laisser le premier en place au fond du sulcus. L'objectif est de maintenir le sulcus ouvert grâce au premier cordonnet par son action mécanique sur la gencive marginale. Ainsi le sulcus apparaît suffisamment ouvert et exempt de suintement.

Après l'empreinte, le retrait du fil fin assure la toilette du sulcus, en particulier des éventuels débris de matériaux à empreinte susceptibles d'entraîner des réactions locales néfastes.

Une condition est indissociable de la réussite lors de cette technique de déflexion gingivale : l'absence de saignement et l'absence de lésion ou d'inflammation.

Les inconvénients généralement rapportés à la technique d'éviction par fil défecteur concernent soit une rétraction insuffisante, soit une relative difficulté de mise en place des cordonnets et des risques d'échecs liés soit à un suintement sanguin lors de son retrait (pour minimiser ce phénomène, on imbibe à l'eau la préparation, cordonnet en place, l'eau permet alors d'augmenter le volume du cordonnet avant l'empreinte, mais aussi de le retirer sans arracher de cellules épithéliales après l'empreinte).

- Déflexion par mise en place d'un matériau visqueux, l'Expasyl :

L'Expasyl est une pâte à base de kaolin, comprenant environ 15% de chlorure d'aluminium. Cette pâte, assez épaisse, est contenue dans une carpule dont l'embout (canule) libère par pression un cordon d'environ 1,5mm de diamètre. Un pistolet permet de contrôler la pression d'application sur les limites des préparations.

Compte tenu des effets hémostatiques et astringents du chlorure d'aluminium dont la toxicité est quasi nulle dans le respect des conditions d'utilisation, les indications proposées par le fabricant pour l'utilisation de l'Expasyl concernent avant tout l'ouverture temporaire du sulcus, mais aussi les restaurations de cavités, la pose de crampon de digue, le surfaçage, le collage de bagues orthodontiques et la pose des pièces implantaires.

La pâte est injectée lentement vers le sulcus, l'embout de la canule tenu dans l'axe de la dent préparée prenant appui sur les limites cervicales de la préparation. L'injection doit être régulière de façon à produire un boudin qui refoule la gencive marginale et s'insinue dans le sulcus. L'utilisation d'expasyl permet de juguler le suintement sulculaire, ainsi que le saignement. La compression du produit dans le sulcus s'objective par le blanchiment de la gencive (figure 11).



Figure 11 : Blanchiment de la gencive après compression par un matériau d'éviction sulculaire . (Source : Hoornaert)

Le temps d'action est d'une à deux minutes en fonction de l'épaisseur gingivale. La pâte doit ensuite être éliminée avec le spray et l'aspiration. Cette élimination n'est pas aisée du fait de la bonne adhésion du produit sur les surfaces dentaires.

L'avantage de cette technique est qu'elle est rapide (application en 15-20s), non invasive (en respectant le système d'attache), non traumatisante et non douloureuse (généralement pas besoin d'anesthésie). Les produits visqueux hémostatiques présentent un intérêt certain dans la réalisation de soins prothétiques en apportant une aide à la maîtrise de saignements parasites inopinés.

Elle présente cependant plusieurs défauts. En effet, elle est moins efficace en cas de parodonte épais, d'autant plus que la limite est enfouie.

Tous ces matériaux sont contre indiqués en cas de poches parodontales où l'on ne peut contrôler leur fusée et leur rinçage ou élimination. De plus, leur utilisation est beaucoup plus coûteuse que l'utilisation de cordonnets.

Technique d'accès par éviction :

- L'électrochirurgie :

Cette technique est possible grâce à l'utilisation d'un générateur de courants de très haute fréquence. La vaporisation (sous l'effet joule) des cellules épithéliales de la gencive libre est obtenue par l'action d'une électrode très fine.

Le principe est l'élimination, au bistouri électrique, du versant interne de la gencive libre par vaporisation des cellules épithéliales. Celle-ci est réalisée selon un angle de 10 à 30 degrés dans un mouvement rapide et continu. Il faut procéder par cadrant, en maintenant l'électrode au contact de la dent. Un deuxième passage dans la zone demande un temps de latence de 10 secondes.

Tableau 15 : Avantages / inconvénients et Indications / contre-indications des de la technique d'accès par éviction.

Technique d'accès par éviction	
Avantages	Rapidité, efficacité, et faible éventualité de saignement.
Inconvénients	Matériel coûteux, anesthésie obligatoire, nécessite une aspiration pendant l'acte, l'opérateur doit être entraîné à la manipulation du matériel, et temps de cicatrisation plus long
Indications	Utilisée avec précaution, et doit être réservée aux parodontes favorables.
Contre-indications	Patients porteurs de pacemaker, gencive fine, faible hauteur de gencive attachée, présence de reconstitutions métalliques.

2.5.2. Incidences des prothèses provisoires sur la stabilité gingivale (6,19,46–48)

La préparation pour une restauration périphérique se fait souvent sur un environnement gingival inflammatoire dû à l'état initial de la dent ayant justifié ce type de prothèse (obturation débordante, délabrement, ...).

Le rôle de la prothèse temporaire, est de permettre la remise en condition tissulaire, et ce même si son service s'effectue sur une courte durée.

La prothèse temporaire joue alors un rôle essentiel de gestion du parodonte et de ses rapports avec la préparation. De sa qualité dépendra la facilité de la prise d'empreinte d'une part, mais aussi le succès à long terme de la prothèse d'usage. La prothèse temporaire est une étape thérapeutique de la gestion du parodonte lors d'un travail prothétique.

Toutes les prothèses provisoires impliquent un cahier des charges bien précis. Pour ce faire, voici les paramètres à ne pas négliger :

- Des formes de contour axiales sans bombés excessifs.
- Des embrasures gingivales conçues de manière à ne pas comprimer les papilles et permettre l'hygiène interdentaire.
- Des surfaces de contacts proximales bien établies.
- Des profils d'émergence plats.
- Des limites cervicales rigoureusement ajustées.
- Un état de surface parfaitement poli.

Ainsi les bords des prothèses provisoires doivent obéir à deux impératifs :

- Respecter l'épithélium de jonction.
- Etre parfaitement adaptés aux limites des préparations dentaires. Elle favorise le modelage gingival, les bords de la prothèse provisoire doivent s'adapter précisément sur les limites de la préparation. Dans l'idéal, ceci doit être obtenu sans sous contour ni sur contour (figure 12).

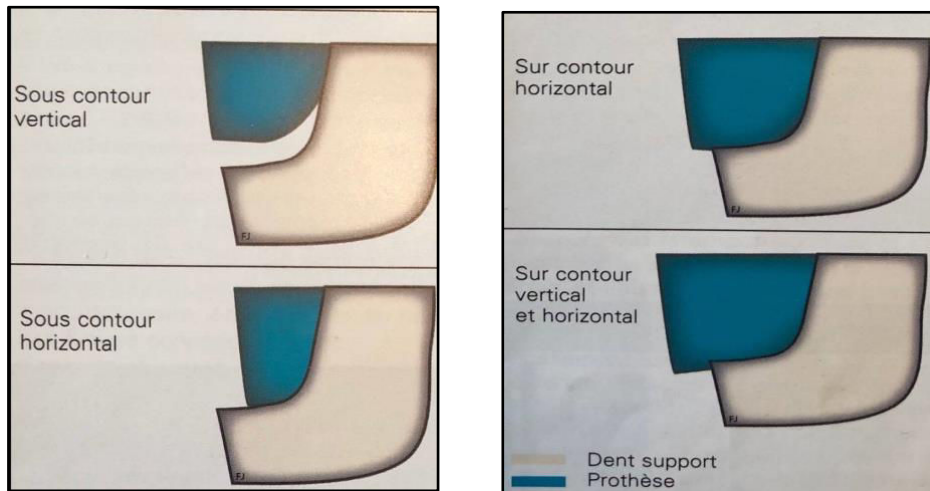


Figure 12 : Différents cas présentant un défaut d'adaptation marginal d'une prothèse.
(Source : Hourdin, Martin, Lecerf)

Un sous-contour vertical ou horizontal :

Un sous contour laisse une partie de la dent préparée non recouverte par la prothèse temporaire. Cette situation provoque non seulement une accumulation de plaque dentaire dans une zone difficilement nettoyable, mais aussi la prolifération de la gencive marginale dans le hiatus créé. Une telle situation est responsable d'une inflammation de la gencive marginale incompatible avec la prise d'empreinte.

Un sur-contour vertical :

Il se traduit par un débordement en direction apicale de la résine de la prothèse provisoire. Cette surextension intra sulculaire ou pire au-delà du fond du sulcus, constitue une agression de l'espace biologique. Les conséquences se traduisent par une migration apicale de l'attache pour échapper à l'agression. L'espace biologique mesurant près de 2mm en moyenne, on considère que le bord prothétique doit se situer à 3mm de la crête osseuse, ce qui ne l'amènerait pas à déborder dans le fond du sulcus.

Un sur-contour horizontal :

Au niveau cervical : le joint doit être parfaitement adapté, un léger surplus peut repousser la gencive comme le ferait un fil intra sulculaire. Il est objectivable par l'absence de blanchiment de la gencive 1mn après insertion de la prothèse provisoire.

Au niveau proximal : selon le volume de matériau, il y a un effet sur les papilles. En effet une compression juste, réalisée par un matériau poli, permet de repousser le bord gingival en direction papillaire, favorisant la repousse des papilles lors de trou noir.

2.5.3. Polissage des piliers (33)

Plusieurs forces entrent en jeu lors de la prise d'empreinte, dont la force de freinage qui correspond à la force s'opposant à la séparation d'un matériau des surfaces enregistrées. Elle dépend de la forme des préparations, du nombre, et de l'état de surface des préparations, ainsi que des propriétés des matériaux. Certaines propriétés intrinsèques au matériau peuvent limiter cet effet, comme l'élasticité, la mouillabilité, et la rigidité.

Pour limiter le phénomène de freinage, il est important de bien polir les piliers avant l'empreinte. La réduction des inégalités de surface va diminuer certains frottements qui s'établissent au moment de la désinsertion de l'empreinte.

Enfin, l'état de surface conditionne la capacité d'étalement des matériaux sur les structures à enregistrer. Un matériau s'étalera mieux sur une surface lisse que rugueuse. Il est donc important que les préparations soit le plus polies possible pour gagner en précision de reproduction.

Pour parfaire l'état de surface d'une préparation, on utilise une fraise diamanté bague rouge. Afin d'être parfaitement lisible, la ligne de finition prothétique doit être la plus nette et la plus lisse possible. L'emploi d'inserts ultrasonores spécifiques comme le coffret Perfect Margin® permet d'optimiser la forme et l'état de surface de cette ligne de finition. Enfin nous pouvons achever notre préparation par le passage de disque de polissage à granulométrie décroissante.

2.5.4. Utilisation d'un porte empreinte adapté (19,26,33,49)

Avant de réaliser une empreinte, il est indispensable de sélectionner un porte-empreinte. Son rôle ne se limite pas à rendre possible le transfert et le maintien des matériaux en phase plastique dans la bouche du patient : il assure la compression du matériau lors de l'insertion et détermine l'épaisseur et la régularité de ce dernier tout en assurant son soutien. Par habitude, le choix du porte-empreinte est parfois négligé alors qu'il peut en être à l'origine d'un échec. Intéressons-nous aux qualités que le porte-empreinte doit présenter :

- Le porte-empreinte doit être absolument rigide et indéformable. Il a pour mission d'assurer la compression et l'étalement du matériau sur les structures à enregistrer.
- Il doit recouvrir l'arcade en intégralité et l'espacement doit être régulier sur toute son étendue afin de garantir une épaisseur homogène de matériau. Dans certains cas d'arcades très longues, il faudra pouvoir le rallonger à l'aide de résine ou de pâte de Kerr.
- Il doit pouvoir garantir une parfaite rétention du matériau.

Le choix de la taille et de la forme du porte-empreinte est un facteur qui paraît évident à première vue, mais auquel il convient d'apporter une grande attention (figure 13).

En effet le praticien se doit de posséder non seulement des porte-empreinte de tailles différentes, mais aussi de formes différentes pour pouvoir s'adapter aux différentes morphologies d'arcades.



Figure 13 : A gauche le porte-empreinte est trop petit ce qui entraîne l'échec de l'empreinte. A Droite, la même arcade enregistrée avec la bonne taille de porte empreinte. (Source : Descamp)

Les matériaux à empreinte étant de mauvais conducteurs thermiques, la réaction de prise se produit plus rapidement au contact des surfaces enregistrées et plus lentement au cœur du matériau. C'est une raison supplémentaire à l'importance que l'on doit accorder à la forme et la taille du porte-empreinte.

Des distorsions chimiques intrinsèques sont dues à un refroidissement inégal du matériau : les zones refroidies en premier lieu voient leur viscosité augmenter pendant que le cœur du matériau reste fluide.

La contraction de ces zones refroidies secondairement se traduit par des contraintes de tractions sur la surface du matériau, dont l'importance varie avec l'épaisseur. D'où l'importance d'utiliser un porte-empreinte adapté, permettant de limiter la quantité de matériau utilisé.

- Les porte-empreintes perforés :

On peut trouver dans les catalogues de matériel professionnel des porte-empreintes qui se disent ajustables sur le patient par déformation manuelle. C'est notamment le cas des porte-empreintes en aluminium. Cet argument commercial est en réalité une preuve directe de non qualité en regard de nos exigences de rigidité. Il en est de même pour les porte-empreintes en plastique mou. Le porte-empreinte perforé le plus sûr est donc un modèle en alliage « inox » épais (figure 14).



Figure 14 : Différents modèles de porte-empreinte perforés en alliage INOX épais. (Source : Descamp)

Les perforations ont pour objectif de solidariser mécaniquement le matériau au porte-empreinte (figure 15). Il faut veiller à ce qu'elles ne soient pas trop petites pour laisser passer facilement et suffisamment les matériaux de haute viscosité type putty.



Figure 15 : Des perforations suffisamment larges permettent la rétention mécanique du matériau sur le porte-empreinte. (Source : Descamp)

- Les porte empreintes pleins :

Les porte-empreintes pleins présentent une rigidité remarquable (figure 16). C'est le cas des modèles métalliques (type rim-lock). Sur ce type de porte-empreinte, la rétention du matériau est assurée par des rétreints, qui sont des petites barres métalliques formant des contre-dépouilles pour retenir le matériau d'empreinte.

Il existe des modèles en plastique qui sont toujours plus rigides que leurs homologues perforés.

Dans le cas de l'utilisation de porte-empreinte pleins, il faut utiliser un adhésif afin de lier parfaitement le matériau et le porte-empreinte.



Figure 16 : Porte-empreintes pleins en matière plastique et métallique. (Source : Descamp)

- Les porte-empreintes sectoriels :

En matière d'empreinte sectorielle, il faut rappeler l'argumentation de la rigidité pour dénoncer l'utilisation des « bites trays » (figure 17) qui sont des petits dispositifs pour réaliser des mordus, constitué de gaze et de carton.

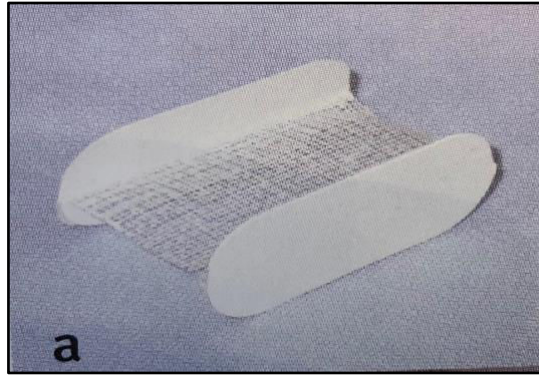


Figure 17 : Porte-empreinte sectoriel en carton, présentant une absence totale de rigidité. (Source : Descamp)

Au vu de la viscosité des élastomères de type putty, et la pression qu'ils exercent sur les structures lors de l'empreinte, il apparait difficilement concevable de pouvoir contenir un tel matériau dans un matériel aussi fragile et déformable.

Il existe alors des porte-empreintes sectoriels en matière plastique, proposés dans plusieurs formes et plusieurs tailles, destinés à prendre une empreinte en occlusion. Les parois extérieures sont plus ou moins hautes selon les modèles et ils sont constitués d'une toile de séparation entre les arcades dentaires (figure 18). Là encore, la rigidité et la rétention offertes par le porte-empreinte sont douteuses.

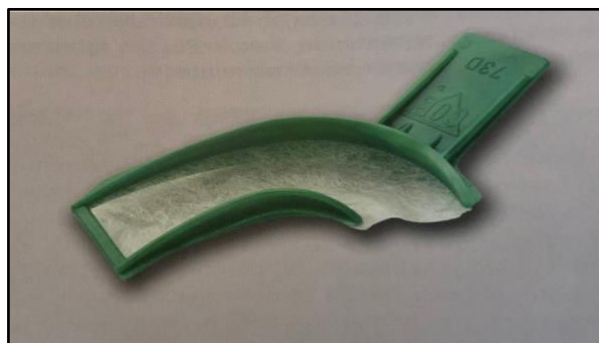


Figure 18 : Porte-empreinte sectoriel en matière plastique qui manque de rigidité et de rétention. (Source : Descamp)

Pour une empreinte sectorielle, le choix doit se porter vers un porte-empreinte métallique indéformable (figure 19), qui présente en plus l'avantage de ne pas positionner de gaze ou de toile entre les dents du patient et ne risque donc pas de fausser l'occlusion d'intercuspidie maximale.



Figure 19 : Porte-empreintes sectoriels métalliques rigides pour empreinte en occlusion. (Source : Descamp)

- Les porte-empreintes individuels :

En prothèse fixée, contrairement à la prothèse amovible, le recours à l'utilisation d'un PEI est rarement nécessaire. Il peut cependant apporter une aide précieuse dans quelques situations.

On pourra l'utiliser dans le cas où une arcade présente une morphologie particulière, (longueur, largeur, asymétrie, contre dépouilles...).

2.5.5. Insertion douce et progressive du porte-empreinte (19,26,33)

Tout d'abord, l'insertion du porte-empreinte doit être réalisé pendant le temps de travail du matériau, sinon il n'est plus complètement plastique et le risque de tirage est élevé. Lors de l'insertion il est nécessaire de centrer le porte-empreinte, et de contrôler son enfoncement pour éviter qu'il n'entre directement en contact avec les arcades à enregistrer, particulièrement au niveau des cuspides.

Le praticien doit exercer une pression douce sur le porte-empreinte. Cette pression est indispensable pour répartir le matériau et l'étaler sur l'arcade, elle doit être suffisamment vigoureuse pour le faire fuser et éviter tout risque de tirage.

Le passage de l'état plastique à élastique s'accompagne d'une contraction de prise inévitable, traduisant le rapprochement des chaînes moléculaires. Il est indispensable de maintenir le porte empreinte durant toute la phase de prise du matériau pour éviter qu'il ne soit mobilisé par des mouvements intempestifs du patient (déglutition, respiration...).

Le patient est également invité à ne pas ouvrir excessivement la bouche pour ne pas entraîner de déformation de l'arcade mandibulaire. Au contraire il faut même le faire fermer un peu.

2.5.6. Adhésif adéquat (49)

Les silicones A sont les matériaux de référence pour les empreintes en prothèse fixée. Leur mode de polymérisation dit par addition conduit à une stabilité dimensionnelle nettement améliorée, évaluée par la plupart des auteurs à moins de 0,1% à 24h. Prendre en compte ces données isolées fait omettre un paramètre primordial qui influence grandement la précision finale de l'empreinte : l'adhésion du matériau au porte-empreinte. Les adhésifs sont indispensables pour tous les types de porte-empreintes et pour toutes les techniques. Il est nécessaire de choisir l'adhésif adapté au matériau de l'empreinte.

Le rôle primordial des adhésifs a été mis en évidence pour l'obtention d'empreintes et de modèles de travail fidèles (figure 20). En effet en leur absence, on remarque une déformation des matériaux due au défaut d'encollage des portes empreintes.

L'adhésion matériau-PE, permet de contrer, voire d'orienter de manière centrifuge les variations dimensionnelles du matériau, ainsi nous pouvons obtenir un modèle légèrement surdimensionné qui nous permettra de laisser la place pour le ciment d'obturation.

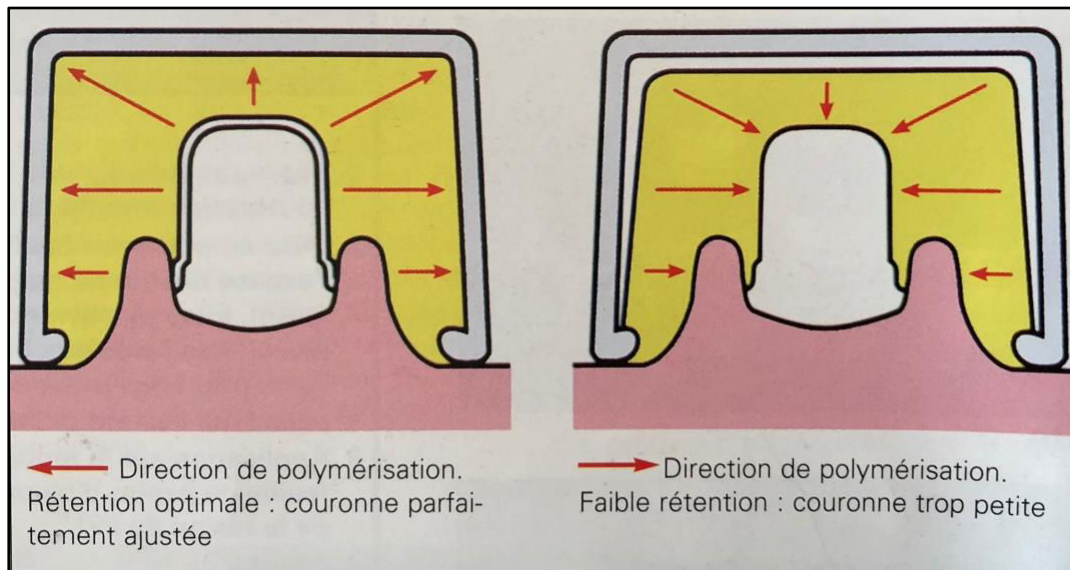


Figure 20 : Comparaison de la déformation du matériau, avec ou sans adhésif.
(Source : Lacroix, Laurent, Margossian, Laborde)

Enfin une étude a permis de démontrer que la présence d'adhésif avait un apport sur la stabilité dimensionnelle à plus au moins long terme, en effet à 24h, les contractions linéaires de matériaux avec et sans adhésifs dans un porte-empreinte possèdent une valeur de contraction linéaire significativement différente (figure 21).

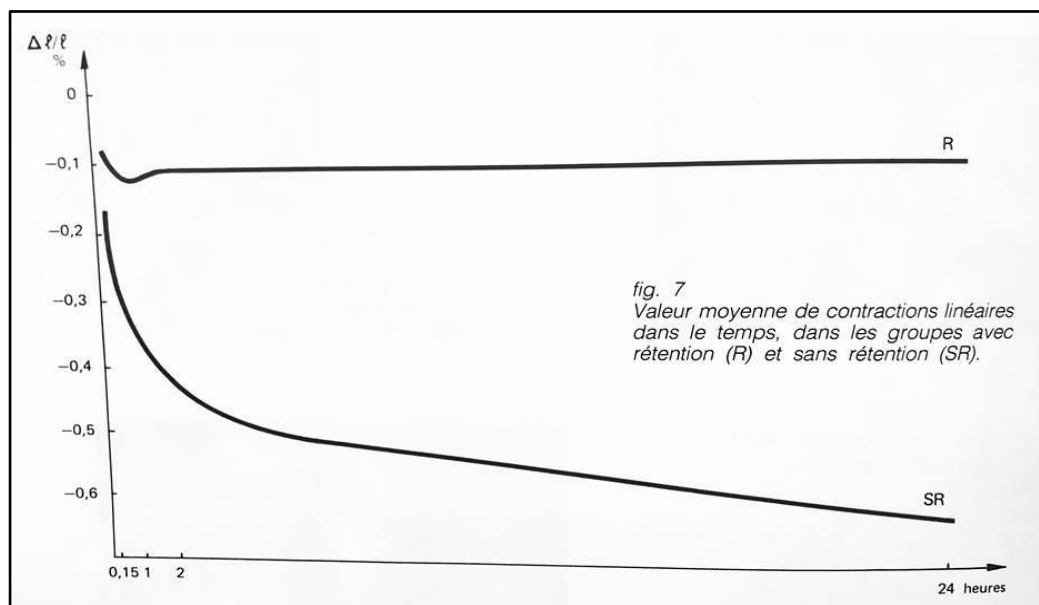


Figure 21 : Valeur moyenne de contractions linéaires dans le temps, dans les groupes avec ou sans rétention. (Source : Eid, Caire, Degrange)

2.5.7. Utilisation d'un surfactant (26,33)

Lors de l'insertion du porte-empreinte, le matériau est poussé contre les dents sur lesquelles il s'étale.

Les matériaux hydrophiles, comme les polyéthers ou les hydrocolloïdes ont une très bonne capacité d'étalement en milieu humide.

Les silicones, hydrophobes s'étalent mieux sur des surfaces sèches. Pour faciliter l'étalement, et ainsi gagner en précision, les fabricants augmentent alors leur hydrocompatibilité par l'ajout de substance mouillante. Cependant le dosage de cet adjuvant par le fabricant est délicat : en trop petite quantité il est inefficace, en excès il peut affecter les caractéristiques physiques du matériau réticulé.

On peut améliorer la mouillabilité des matériaux en utilisant des abaisseurs de tension superficielle dit surfactant. Il faut alors les étaler sur les dents avant la prise de l'empreinte. En diminuant l'énergie de surface, il augmente la mouillabilité et diminue l'adhérence en agissant comme un séparateur. L'inertie d'extraction de l'empreinte s'en trouve diminuée. Deux types de surfactants : Prepwet® de Dux Dental augmente la mouillabilité des hydrocolloïdes, et Hydrosystem® de Zermack améliore celle des silicones.

2.5.8. Comblement des contre-dépouilles (33,50)

La force de trainage correspond à la résistance induite par les dents non préparées lors de la désinsertion de l'empreinte. Elle varie selon le nombre et la répartition des dents, la position et la hauteur des couronnes cliniques ou encore la présence éventuelle d'intermédiaires de bridges.

Combler (avec de la cire par exemple) les contre-dépouilles importantes limite l'effet de trainage lors de la désinsertion de l'empreinte.

A cet effet nous pouvons utiliser de la résine basse fusion, de la cire orthodontique ou même une digue liquide.

2.5.9. Utilisation des viscosités adéquates (32)

En fonction des matériaux et de leur viscosité propre nous avons à notre disposition un arsenal nous permettant de répondre à une situation clinique donnée :

Un matériau visqueux (putty) nécessite une contrainte importante et aura peu de déformation résiduelle, il est de fait peu précis, mais peut toutefois être utilisé comme soutien à un autre matériau plus fluide (notamment lors de l'utilisation de la technique d'empreinte en double mélange).

Un matériau fluide (light) peut être injecté au niveau des limites cervicales des préparations et ainsi enregistrer précisément les détails, mais il sera dimensionnellement instable dans le temps. Lors de l'utilisation de ce type de matériau, il faudra donc veiller à n'en utiliser qu'une assez faible quantité, et couler l'empreinte assez rapidement, afin d'éviter la déformation dans le temps.

Avec le double mélange, préférer la combinaison heavy / light.

Pour la wash technique, on utilise la combinaison de viscosités putty / light.

2.5.10. Respect des temps de prise et de l'homogénéité du matériau (33,51)

Les consignes sont fournies par le fabricant, indiquées dans la notice d'utilisation. En les respectant scrupuleusement, on évitera alors les échecs. La prise des matériaux, quelle que soit leur nature, doit s'effectuer dans un timing parfait sans contraintes et sans déplacements :

- Ne pas insérer trop tardivement en bouche :

Si le temps de travail est dépassé, le matériau n'est plus totalement plastique et le risque de tirage est alors particulièrement élevé.

- Ne pas désinsérer trop tôt l’empreinte :

Pour permettre la prise complète du matériau sans pression, dès que la phase d’insertion est terminée (avant la fin du temps de travail), le porte-empreinte doit être maintenu sans pression, en se limitant à s’opposer aux éventuelles sollicitations du patient jusqu’à la fin du temps de prise.

Pour éviter la désinsertion prématurée avant la prise complète, il est recommandé d’utiliser un minuteur.

Un mauvais malaxage ou le non-respect des doses entraînent un manque d’homogénéité dans le matériau (figure 22) qui va induire une polymérisation anarchique et diminuer les qualités de reproduction. Dans le cas de l’utilisation d’élastomères, un malaxage incomplet peut de surcroît, induire des déformations ou des déchirements lors de la désinsertion du porte empreinte. Ce problème peut maintenant être définitivement écarté par l’utilisation de pistolets mélangeurs, de distributeurs automatiques et de malaxeurs mécaniques.



Figure 22 : Déchirure d’un silicone mal malaxé montrant un manque d’homogénéité : les qualités physico-chimiques sont diminuées. (Source : Descamp)

En ce qui concerne la présence de bulles, là encore l’utilisation de pistolet et distributeur élimine la présence de bulles.

La mise au point de ce matériel a non seulement permis de faciliter le mélange base-catalyseur mais aussi d’en normaliser la qualité.

Le gain est considérable et permet :

- De travailler plus rapidement.
- De limiter la perte de matériau.
- De régulariser la qualité des mélanges obtenus.
- D'éviter la formation de bulles.
- De ne pas enlever ses gants en latex incompatible avec les silicones.
- Faciliter le travail sans assistante.
- D'éviter la polymérisation prématurée liée à la chaleur des mains lors du pétrissage.
- D'installer sans pression excessive un matériau lourd dans le porte-empreinte sans le déformer.

2.5.11. Désinsertion rapide et uni-axiale (26,33)

Cette phase, peut être très préjudiciable au résultat final si elle est mal conduite. En effet, le but de l'opération est de désinsérer une empreinte parfaitement solidarifiée à l'arcade par le matériau polymérisé.

Lors de la désinsertion, le matériau utilisé est contraint de se déformer pour laisser passer les contre-dépouilles et permettre la sortie de l'empreinte de la cavité buccale. Il doit immédiatement reprendre sa configuration après déformation : c'est le caractère visco-élastique que l'on recherche chez ce type de matériau.

Malheureusement, il ne récupère pas immédiatement ni totalement sa dimension d'origine et présente une déformation dite rémanente. En conséquence, la désinsertion doit être brève, franche, dans un seul axe et sans torsion.

Enfin, la désolidarisation du matériau avec le porte-empreinte est une source de déformation importante. Pendant la désinsertion, elle peut être évitée en prenant appui sur le matériau (et non sur le porte-empreinte), au niveau des bords latéraux de l'empreinte, en plaçant les doigts dans les vestibules du patient. Il convient de proscrire la désinsertion par la préhension reposant uniquement sur le manche du porte-empreinte.

Après la désinsertion et quel que soit le matériau utilisé, il faut veiller à ce qu'il ne soit plus soumis à aucune contrainte mécanique en veillant à éliminer les excès de matériaux non soutenus aux extrémités du porte-empreinte avant de poser l'empreinte sur un support.

2.5.12. Décontamination (31,46,52–55)

Il convient tout d'abord de rappeler que, l'exercice du chirurgien-dentiste est particulièrement exposé au sang ainsi qu'aux substances biologiques, de plus il nécessite l'utilisation d'instruments complexes dans un milieu naturellement septique.

L'arrivée du VIH au début des années 1980 puis la prise de conscience de la potentialité de transmission de maladies virales (hépatites...) à définitivement modifié la pratique médicale vis à vis de la protection du patient.

Aujourd'hui, la pratique courante de la dentisterie, doit tenir compte du risque de contamination par le relais des instruments dentaires souillés, par la salive, les micro-organismes de la flore buccale ou le sang.

La nature de nos interventions et les moyens mis en œuvre lors de toute réalisation prothétique, présentent comme un vecteur potentiel de contamination, les matériaux d'empreinte.

Pour ces raisons, il semble important qu'une désinfection des matériaux d'enregistrement soit faite systématiquement et devienne partie intégrante dans la procédure de traitement des empreintes.

En effet après la désinsertion, le porte-empreinte et les matériaux qu'il soutient sont largement souillés par le sang et les fluides buccaux du patient, que ce soit en surface ou en profondeur. Il existe donc un risque de contamination lors de la manipulation des empreintes par le praticien, l'assistante ou le personnel du laboratoire de prothèse. Cette contamination peut s'effectuer par les voies aériennes, conjonctivales et percutanées.

La problématique réside dans le fait que les matériaux d'empreinte sont fragiles et facilement altérables alors que les traitements de désinfection sont plutôt agressifs.

La désinfection des empreintes doit donc posséder quelques qualités indispensables, notamment :

- Une facilité de mise en place
- Une non toxicité pour l'utilisateur
- Etre biodégradable
- Etre compatible avec les matériaux
- Ne pas altérer le matériau et nuire à la reproduction du détail
- Ne pas nuire à la prise des matériaux de réplique

Recommandations concernant la désinfection des empreintes (selon la direction générale de la santé et la commission des dispositifs médicaux de l'association dentaire française) :

Une première étape de pré-désinfection est préconisée dès le retrait de l'empreinte de la bouche, en effet la désinfection des empreintes doit toujours être précédée par une première étape de nettoyage sous l'eau courante froide. Réalisée, avec les gants, jusqu'à élimination totale des mucosités, de la plaque bactérienne, des débris salivaires et sanguins visibles. Cet acte de 15s environ, permet de réduire la contamination de 90%.

L'empreinte doit être ensuite secouée énergiquement pour éliminer les excès d'eau qui dilueraient la solution de décontamination et la rendraient moins efficace.

L'étape suivante, proprement dite de désinfection des matériaux à empreinte, doit se faire en combinant le respect des propriétés des matériaux d'empreintes garantissant une absence de modifications dimensionnelles, tout en garantissant l'efficacité de la désinfection. Elle peut s'effectuer de deux façons, par immersion ou par pulvérisation. Deux solutions sont retenues comme désinfectant : une solution de glutaraldéhyde et une solution d'hypochlorite.

Pour les silicones, et les polysulfures on recommande une décontamination par immersion dans une solution à base de glutaraldéhyde. Aucune influence n'a été observée, ni sur la stabilité dimensionnelle, ni sur la précision des détails.

Pour les polyéthers et les hydrocolloïdes, on recommande une décontamination par pulvérisation d'une solution d'hypochlorite ou à base de glutaraldéhyde. Le caractère hydrophile des matériaux n'autorise pas l'immersion, en raison de variation dimensionnelle et d'une altération de la reproduction des détails.

Après leur décontamination, les enregistrements seront rincés sous l'eau courante d'un robinet.

Ensuite, les empreintes sont emballées dans un sac en matière plastique hermétique à fermeture Zip. On les place à plat et on les enferme dans le sac, en chassant l'air si possible. Pendant le transport vers le laboratoire, les sacs sont préférablement placés dans une boîte. Il est préférable qu'un dispositif de protection (mousse) protège les empreintes des vibrations et des chocs, à cause des mouvements liés au transport.

Tableau 16 : Protocole de désinfection pour les différents matériaux d'empreinte.
(Source : Mariette Caione)

Protocole de désinfection pour les différents matériaux d'empreinte	
Protocole pour Hydrocolloïdes réversibles :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Pulvérisation d'un spray à Hypochlorite de sodium à 0,5% ou Glutaraldehyde 2% - Mise sous sachet avec papier imbibé de désinfectant (10mn) - Rinçage sous l'eau, séchage à la soufflette. - Mise sous sachet.
Protocole pour Hydrocolloïdes irréversibles :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Pulvérisation d'un spray à Hypochlorite de sodium à 0,5% - Rinçage - Seconde pulvérisation - Mise sous sachet avec papier imbibé de désinfectant (10mn) - Rinçage sous l'eau, séchage à la soufflette. - Mise sous sachet.
Protocole pour Polyéthers :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Pulvérisation d'un spray à Hypochlorite de sodium à 0,5% - Rinçage - Seconde pulvérisation - Mise sous sachet avec papier imbibé de désinfectant (10mn) - Séchage par égouttage vigoureux - Mise sous sachet.
Protocole pour Polysulfures :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Immersion dans Hypochlorite de sodium à 0,5% (10mn) - Rinçage sous l'eau, séchage à la soufflette. - Mise sous sachet.
Protocole pour Silicones par addition :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Immersion dans l'hypochlorite de sodium à 5% (10s) - Rinçage - Immersion dans l'hypochlorite de sodium à 5% (10mn) - Rinçage sous l'eau, séchage à la soufflette. - Mise sous sachet.
Protocole pour Silicones par condensation :	<ul style="list-style-type: none"> - Rinçage à l'eau courante (15s) - Immersion dans l'hypochlorite de sodium 5% (15mn) - Rinçage sous l'eau, séchage à la soufflette. - Mise sous sachet.

3. Les matériaux d’empreinte.

3.1. Introduction

Dans cette troisième partie de notre travail, nous passons en revue les différents matériaux à empreintes. Nous nous focalisons sur les élastomères qui, de par leurs propriétés intrinsèques, constituent les matériaux de choix pour réaliser les empreintes en prothèse fixée.

Nous définirons les indications, les principes de mise en œuvre, les avantages et les inconvénients des silicones par condensation, des silicones par addition et des polyéthers, représentant les matériaux les plus couramment utilisés actuellement ; les silicones avec des techniques biphasiques et les polyéthers avec la technique monophasique.

3.2. À la recherche du matériau idéal (1,19,33,39)

L'évolution des disciplines médicales de grandes technicités, comme la chirurgie dentaire, est complètement dépendante de l'évolution technologique. Ainsi l'avancement qu'a connu la science des biomatériaux depuis le début du XXe siècle a permis la mise au point de nouveaux matériaux d'empreinte dont les qualités n'ont cessé d'évoluer.

Tout matériau à empreinte doit satisfaire à la fois aux nécessités du patient et aux impératifs cliniques et techniques du praticien.

Pour le patient :

- Une biocompatibilité parfaite
- Une odeur et goût agréable
- Un temps de prise en bouche court
- Une désinsertion aisée

Pour le praticien:

- Une facilité de manipulation
- Une présentation sous plusieurs viscosités
- Un temps de travail long
- Une hydrophile et une tolérance à l'humidité
- Une précision de reproduction des détails élevée
- Une stabilité dimensionnelle immédiate et différée parfaite
- Un comportement élastique caractérisé par une déformation élastique élevée et une déformation plastique faible
- Une résistance au déchirement élevée
- Une désinfection aisée
- Une compatibilité avec les matériaux de reproduction
- Un coût raisonnable
- Un temps de stockage suffisant sans altération des propriétés
- Une couleur facilitant la lecture de l'empreinte

Le praticien dispose actuellement de deux grandes familles de matériaux d'empreinte qui répondent à ces différents critères de qualité : les matériaux élastiques et les matériaux non élastiques (figure 23).

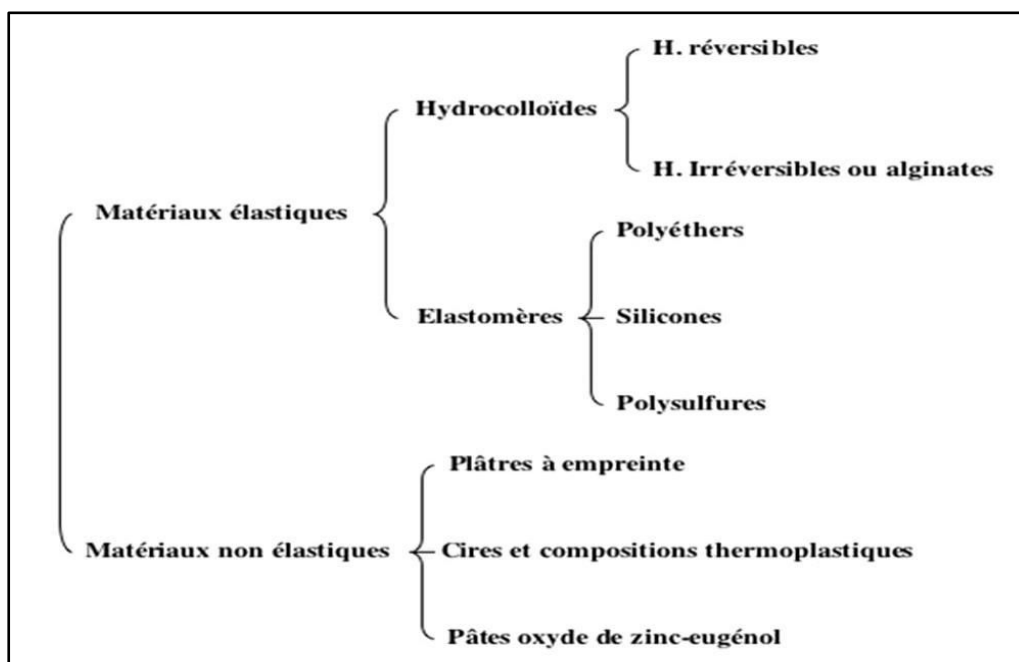


Figure 23 : Présentation des différentes familles des matériaux d'empreinte.

(Source : O'Brien)

3.3. Les matériaux plastiques :

3.3.1. Les plâtres (2,14,16,22)

▪ Indications

Les plâtres sont surtout connus comme matériaux de confection des modèles de travail. Les plâtres peuvent également être utilisés en tant que matériau d'empreinte pour enregistrer de manière statique, lors de l'empreinte primaire, les surfaces muqueuses de l'édenté total, cependant leur utilisation dans cette optique reste marginale.

▪ Composition

Le gypse constitue la matière première du plâtre. Ce dihydrate de sulfate de calcium (CaSO_4), déshydraté par une cuisson au four, se transforme en plâtre, ou hémihydrate de sulfate de calcium. La structure et les caractéristiques physiques de l'hémihydrate obtenus vont dépendre des conditions de cuisson : température, pression, environnement... A la poudre d'hémi-hydrate, un certain nombre de composants solubles dans l'eau (chlorures, sulfates, borates...) sont ajoutés pour en ajuster le temps et l'expansion de prise.

▪ Réaction de prise

A la surface de l'eau placée dans un bol souple, le plâtre saupoudré progressivement absorbe l'eau jusqu'à saturation. Un rapide mélange homogénéise l'ensemble qui est alors chargé dans un porte-empreinte spécifique, et placé directement en bouche. Quel que soit le type de plâtre utilisé, l'hydratation de l'hémihydrate en dihydrate de sulfate de calcium aboutit à la formation d'un matériau dur et cassant : $2 (\text{CaSO}_4, 1/2 \text{H}_2\text{O}) + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 (\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}) + \text{chaleur}$.

Le temps de prise est variable selon différents paramètres : la présence d'un additif (accélérateur ou retardateur), la température de l'eau, le rapport eau/poudre, et le type de spatulation.

- **Propriétés :**

Le plâtre possède quelques avantages non négligeable en tant que matériau d'empreinte, notamment : une très grande rigidité, une stabilité dimensionnelle pratiquement absolue, une absence de réaction tissulaire secondaire, et enfin un prix de revient relativement modique.

Il est cependant limité dans bien d'autre domaine, de par : son manque d'élasticité, son coté très cassant, sa précision d'enregistrement de détails relativement faible, ainsi que des modalités de traitements délicates.

3.3.2. Les cires (16)

- **Composition**

Il existe quatre types de cires différents : la cire animale (cire d'abeille, blanc de baleine...), la cire végétale (cire de Carnauba), la cire minérale (paraffine, cire micro-cristalline...) et la cire synthétique (cire de polyéthylène...). Leur utilisation seule ne présente que peu d'intérêt, mais on obtient des propriétés intéressantes en les mélangeant.

- **Indication :**

- *Les cires plastiques à température buccale :*

Elles sont composées de 50 à 60% de paraffine, de 20% de cérésine, de 20% de palmitate de cétyle et de 10% de résine, ainsi qu'une faible proportion de résine à 5%. Elles peuvent être utilisées en prothèse amovible partielle pour réaliser des empreintes corrigées. De même, elles sont indiquées en prothèse amovible complète pour les empreintes secondaires, où elles permettent d'enregistrer avec finesse le jeu musculaire buccal.

- Les cires à modeler

Les cires roses en plaques sont utilisées pour réaliser des plaques bases et monter les dents (montages directeurs au laboratoire). L'occlusion peut également être enregistrée avec de la cire Moyco.

3.3.3. Les compositions thermoplastiques (2,14,16,22)

▪ **Indications**

Les compositions thermoplastiques sont, avec les cires, l'un des plus anciens matériaux utilisés en dentisterie pour la prise d'empreinte. Matériaux de haute viscosité, et de fait imprécis, elles restent aujourd'hui utilisées pour effectuer l'enregistrement du joint périphérique des empreintes secondaires en prothèse amovible.

▪ **Composition**

Présentées sous différentes formes (en plaques ou en bâtons, voire en cônes), les compositions thermoplastiques possèdent des formulations résultant d'un mélange de résines (copal, colophane), de plastifiants (acide stéarique, acide oléique, cires...), de charges inertes (talc, terre de diatomées...) et de colorants.

Les compositions thermoplastiques se présentent sous des couleurs différentes, la couleur de chaque bâtonnet dépend de sa température de fusion :

Verte (50-51°C) / Grise (53-54°C) / Rouge (55-56°C) / Blanche (56-57°C)

▪ **La réaction de prise**

Les compositions thermoplastiques se ramollissent à la chaleur sans qu'aucun changement chimique ne se produise. Ce phénomène est purement physique et parfaitement réversible.

▪ **Propriétés**

Ces matériaux, dont la viscosité fluctue rapidement dans l'intervalle 45-55°C, se prêtent mal à l'enregistrement des détails. Refroidies, les compositions thermoplastiques deviennent cassantes et ne peuvent être retirées sans déformation ou fracture de zones en retrait.

3.3.4. Les pâtes à oxyde de zinc (2,14,16,22)

▪ **Indications**

Depuis la fin du XIXème siècle, le mélange de l'oxyde de zinc et de l'eugénol offre de nombreuses applications au clinicien : ciment d'obturation et de scellement prothétique, pansement parodontal...

Comme matériau à empreinte, il se révèle le matériau complémentaire et/ou correctif de l'empreinte secondaire en prothèse amovible, permettant l'enregistrement dynamique des organes para-prothétiques, le surfaçage des secteurs édentés et la stabilisation des bases d'occlusion.

▪ **Composition**

Le pâte oxyde de zinc-eugénol se présente le plus souvent sous la forme de deux tubes de pâte ; l'un contient un mélange d'oxyde de zinc (80%) et de divers plastifiants (résines, huiles...), et l'autre, un mélange d'eugénol (60%), de plastifiants et de charges (talc, kaolin...). La composition des différents produits commerciaux varie et propose différentes viscosités qui détermineront leur incidence compressive sur les tissus bucco- dentaires.

▪ **Réaction de prise**

Le mélange des deux pâtes, dans des proportions équivalentes, est réalisé par une large spatule sur une plaque de verre ou de papier plastifié, suffisamment rigide pour permettre l'obtention rapide d'une pâte dont l'homogénéité sera appréciée simplement par l'uniformité de la couleur. L'eugénolate de zinc constitue le produit final durci issu de la réaction chimique de chélation du zinc par deux molécules d'eugénol. L'étude microscopique du produit final révèle des particules d'oxyde de zinc n'ayant pas réagi, noyées dans une matrice constituée du produit de la réaction.

Le phénomène de durcissement peut être accéléré par l'adjonction d'accélérateurs, comme l'acétate de zinc ou le chlorure de magnésium. Le colophane en facilite également le mélange et permet l'obtention d'un produit final lisse et homogène.

Le clinicien peut aisément moduler le temps de prise en agissant sur le taux d'humidité, la proportion d'oxyde de zinc et la température. La prise complète du produit n'est que faiblement influencée par le temps de spatulation et se poursuit souvent au-delà de dix minutes, se traduisant cliniquement par un matériau ne collant plus.

- **Propriétés**

Présentant une faible viscosité, mais un caractère hydrophile, ceux sont des **matériaux d'une grande précision de surface, de plus leur stabilité dimensionnelle est** remarquable. Les pâtes oxyde de zinc-eugénol sont de remarquables matériaux de surfaçage même si leur aptitude à l'étalement varie beaucoup d'un produit commercial à l'autre.

Les faibles propriétés physiques et l'absence d'élasticité ne permettent pas l'enregistrement de zones dentées ou de crêtes présentant d'importantes contre-dépouilles, ou les risques de déchirements sont importants.

Enfin leur bonne stabilité dimensionnelle tolère un traitement différé sans déformation conséquente.

3.4. Les matériaux élastiques :

3.4.1. Les hydrocolloïdes : (2,8,12,14,18,19,33,39,56,57)

Les empreintes aux hydrocolloïdes sont proposées à la profession, en 1937 par Seard, suite aux travaux de Poller en 1925. Ils représentaient les premiers matériaux permettant réellement des empreintes globales d'une précision et d'une fiabilité de reproduction élevée.

Ces matériaux, présentés sous forme de gel dans leur état clinique final, comportent une grande partie d'eau et sont donc parfaitement hydrophiles. Ils ont ainsi une grande capacité d'étalement sur les surfaces dentaires humides. Ils possèdent des capacités de reproduction des détails élevées et une bonne élasticité.

Cependant leur précision dimensionnelle étant dépendante des phénomènes de synérèse (le gel se rétrécit) et d'imbibition (le gel augmente de volume), nous avons l'obligation de ne pas différer le traitement de l'empreinte de sa réalisation.

On définit un colloïde comme un mélange biphasé constitué de fines particules dispersées dans un solvant. Les hydrocolloïdes sont des polymères formant une dispersion de particules colloïdales dans l'eau. Ils sont soit de natures protéiques comme la gélatine, soit de natures glucidiques (polysaccharides) comme les hydrocolloïdes dentaires.

Il en existe deux types, réversibles (agar) ou irréversibles (alginates). Ils diffèrent par leur capacité, ou non, à passer d'un état gel (solide) à un état sol (fluide) et inversement.

Les hydrocolloïdes réversibles alternent entre ces deux phases selon la température appliquée. Les hydrocolloïdes irréversibles passent de façon définitive à la forme gel par réaction chimique. Ils peuvent être utilisés seuls ou associés aux hydrocolloïdes réversibles (empreinte aux hydro-alginates).

- **Hydrocolloïde réversible : agar**

- **Indication :**

Les hydrocolloïdes réversibles furent les premiers matériaux à empreinte élastiques utilisés en dentisterie. Ces matériaux, fluides et peu compressifs, sont particulièrement efficaces pour réaliser l'enregistrement de limites prothétiques supra-gingivales. Leur relative fragilité ne peut cependant pas supporter le retrait de limites sous-gingivales profondes, ou de zones de fort retrait.

D'autres contingences, comme le conditionnement dans des bains thermostatés, le traitement rapide de l'empreinte à l'aide de plâtre, le matériel initial coûteux et leur hasardeuse décontamination, en limitent aujourd'hui l'utilisation dans les cabinets dentaires. Ils ont laissé une large place aux élastomères de synthèse (silicones, polyéthers, polysulfures).

- **Composition :**

Les hydrocolloïdes réversibles sont constitués essentiellement d'extraits d'algues marines dont la base est l'agar-agar. Ces particules de tailles comprises entre 1 et 200 millièmes de microns.

Ces particules attirent l'eau et augmentent de volumes : l'hydrocolloïde est formé. Le colloïde présente à ce stade une viscosité et une rigidité insuffisante pour une utilisation pratique, on va alors avoir recours à des additifs.

La composition classique est alors : 83% d'eau (milieu dispersif), 15% d'agar-agar (ester sulfurique de gélose extrait d'algues marines), 0,2% de borax (qui augmente la résistance et la viscosité du gel mais peut aussi altérer l'état de surface du modèle en plâtre), 2% de sulfate de potassium (accélérateur de prise), charges (silice, argile...) et produits d'addition tels que la glycérine, le thymol... (bactéricide, antifongique...).

Concernant le borax, en raison des risques identifiés par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM), il a été engagé une réévaluation du rapport bénéfices/risques de ces préparations.

Toutefois, cette utilisation, qui a fait l'objet d'une précédente information de l'Agence en 2008 concernant le risque de toxicité systémique grave, doit prendre en compte la mise en garde présentée ici qui détaille de nouveaux éléments concernant le risque reprotoxique.

L'ANSM, met en garde les prescripteurs libéraux et hospitaliers, ainsi que les pharmaciens officinaux et hospitaliers, sur le risque reprotoxique auquel exposent les préparations contenant de l'acide borique et/ou ses dérivés (borax) ; rappelle le risque de toxicité grave lié au passage systémique de bore lors de l'utilisation de préparations contenant de l'acide borique ou ses dérivés (borax) dans certaines situations (cf. bulletin vigilances Afssaps n°41 - juin 2008) ; recommande, compte tenu de ces risques, d'évaluer au cas par cas le bien-fondé de l'utilisation de ces préparations, notamment au regard des alternatives thérapeutiques existantes.

La valeur limite d'exposition assurant l'innocuité de l'acide borique et de ses dérivés, aussi bien au regard du risque tératogène que du risque sur la fertilité masculine et du risque d'atteinte testiculaire, a été déterminée par l'ANSM à 0,2 mg équivalent bore/kg/j (quantité de bore = 0,175 x quantité d'acide borique H_3BO_3 ; quantité de bore = 0,113 x quantité de borax $Na_2B_4O_7$). En revanche, les préparations qui exposent à moins de 0,2 mg équivalent bore/kg/j ne présentent pas de risque reprotoxique. Leur utilisation clinique dépend du phénomène d'hystérèse ou hysteresis.

A température ambiante, l'hydrocolloïde se présente sous forme solide (gel), à 100°C il va se liquéfier (sol). Cette réaction est réversible, par refroidissement à partir de 40°C, le sol peut revenir à l'état de gel. Ce passage peut s'effectuer à volonté.

Réaction de prise / mise en œuvre

Les hydrocolloïdes réversibles sont présentés commercialement selon divers aspects : en haute viscosité (en tube destiné au porte empreinte), en moyenne viscosité (en bâtonnets destinés à l'injection, ou en tube destiné au porte empreinte), en basse viscosité (en bâtonnets ou en carpules destinés à être injecté par une seringue) (figure 24).

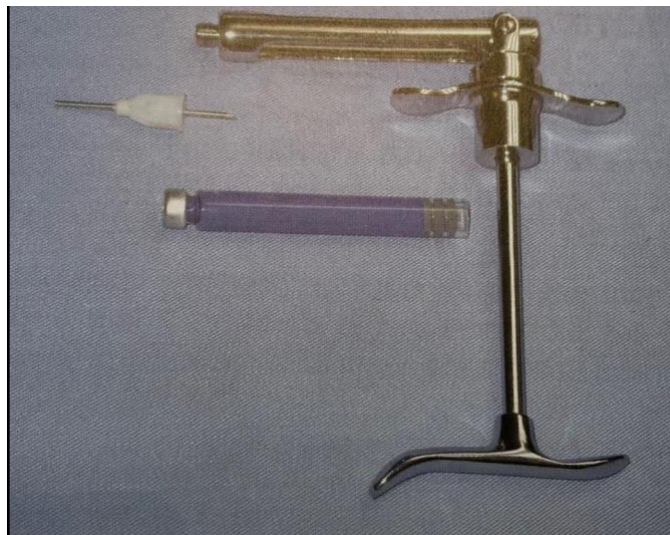


Figure 24 : Présentation des hydrocolloïdes réversibles : seringue, carpule et aiguille spécifique. (Source : Descamp)

Ce matériau thermosensible d'agarose, que forme l'agar-agar en se combinant avec l'eau présente un fort pouvoir gélifiant. Selon certaines conditions ce gel se liquéfie, et peut revenir à son état initial de gel indéfiniment.

Ce processus, purement physique et réversible (hystérésis), dépend uniquement du temps et de la température. La préparation du matériau s'effectue alors par passage et maintien à différentes températures, le plus souvent dans l'eau.

Trois bacs assurant une température constante sont nécessaires (figure 25) :

Dans un premier temps clinique, l'élévation de température dans un bain thermostaté, dit de liquéfaction (100°C) rompt facilement les faibles liaisons physiques unissant les fibrilles de gélose.

Le produit est ensuite conservé à 65°C, dans un bain de stockage, pendant 15mn.

Puis vient un troisième bain, avant d'être introduit en bouche à l'aide d'un porte-empreinte spécifique à circulation d'eau, l'hydrocolloïde est tempéré 2mn à 46°C.

Le refroidissement provoqué par la circulation d'eau, ou par l'apport d'un matériau tempéré (technique hydro-alginate), entraîne la gélification de l'hydrocolloïde qui acquiert alors des propriétés élastiques lui permettant d'être retiré de la bouche.



Figures 25 : Conditionneur multi-modules, pour hydrocolloïdes réversibles. (Source : Petitjean et Schittly)

- **Propriétés :**

Avantages :

Ces matériaux possèdent des avantages indéniables : leur hydrophilie naturelle, leur bonne mouillabilité et leur faible tension superficielle donnent aux hydrocolloïdes réversibles une excellente précision de surface d'environ 10 µm. De même leur pouvoir d'étalement est très élevé, ce qui favorise une capacité de reproduction précise. On note également l'absence de bulles lors de ces empreintes. Enfin le prix de ces matériaux est assez faible.

Inconvénients :

L'investissement initial élevé constitue un fort inconvénient, de même que la faible rigidité du gel qui peut se déchirer dans des zones anfractueuses.

De plus il existe deux phénomènes qui entraînent des variations dimensionnelles altérant la précision des empreintes aux hydrocolloïdes après quelques minutes, d'où l'obligation de couler l'empreinte dans des délais très brefs : la synérèse (évaporation de l'eau de l'empreinte entraînant sa contraction) et l'imbibition (absorption d'eau au cours du temps). Enfin la décontamination est impossible pour ces matériaux.

- **Hydrocolloïde irréversible : alginate**

- **Indications**

Présent sur le marché depuis 1939, les hydrocolloïdes irréversibles, ou alginates, sont les produits à empreinte les plus utilisés dans notre profession.

Il existe deux classes d'alginates définissant leur degré de précision :

- Classe A : grande précision (25 µm)
- Classe B : faible précision (50 µm)

De même il est également défini deux types d'alginates en fonction de la durée de leur temps de prise :

- Type 1 : temps de prise inférieur à 3mn.
- Type 2 : temps de prise compris entre 3 et 5mn.

On utilise préférentiellement ces matériaux pour réaliser les empreintes des régions antagonistes aux préparations dans les empreintes globales. Les empreintes d'études sont également prioritairement réalisées avec ces matériaux, au vu de leur prix de revient inférieur aux élastomères.

▪ **Composition**

Les hydrocolloïdes irréversibles sont des alginates alcalins, de sodium, de potassium, quelquefois d'ammonium ou de magnésium, en raison de leur solubilité dans l'eau. Ils réagissent avec des alcalino-terreux ou des sels métalliques, pour donner des alginates insolubles, s'agglomérant également en fibrilles. Les alginates alcalins n'entrent dans la formule que pour 12%.

Le réacteur est un di-hydrate de sulfate de calcium à faible solubilité, également à hauteur de 12%.

Le phosphate trisodique est un retardateur de prise. Son pourcentage varie de plus ou moins 2%, ce qui détermine un temps de prise plus ou moins long.

La charge est composée de talc ou de terre d'infusoires ou de diatomées. Elle représente 70% de l'ensemble et permet : d'aider à former le gel en dispersant les particules d'alginates et de réacteur, de donner une certaine résistance mécanique, et de d'obtenir des empreintes à texture lisse.

Enfin, du borax à 0,2%, comme pour les hydrocolloïdes réversibles, qui permet d'augmenter la résistance du gel.

Les alginates contiennent également : des correcteurs (sulfate de zinc, sels fluorés doubles) qui permettent d'accélérer la prise du plâtre et d'améliorer sa surface en agissant à l'interface plâtre-alginate, des produits d'addition comme des résines de type colophane, des correcteurs de goût, des colorants (utiles pour l'examen de l'empreinte).

- **Réaction de prise / mise en œuvre :**

Les HIR forment par mélange avec de l'eau un sol qui précipite en gel par réaction chimique, le processus chimique et non physique, de cette transformation différencie les alginates des hydrocolloïdes réversibles.

La différence de solubilité des différents sels de l'acide alginique est à la base du phénomène de prise. Le sulfate de calcium s'hydrolyse au moment du mélange avec l'eau, et libère des ions Ca^{++} qui réagissent avec les groupements carboxyliques des alginates alcalins (Na^+ , K^+) pour former l'alginate de calcium insoluble.

La prise des hydrocolloïdes irréversibles dépend non seulement de leur composition, mais aussi du rapport poudre/liquide (10 g pour 20 ml), de la température de l'eau, et des conditions de stockage.

Les alginates sont stockés sous forme de poudre, qui doit se garder à l'abri de la lumière, de l'humidité, et de la chaleur. Avant emploi, la poudre doit être agitée, afin d'uniformiser la granulométrie, les éléments les plus denses étant rassemblés au fond. De l'eau est ajoutée à celle-ci selon un rapport volumétrique précis déterminé par le fabricant.

Le temps de gélification augmente avec l'abaissement de la température de l'eau. Il est alors recommandé d'utiliser de l'eau à 9°C, ce qui permet un malaxage optimal, et une homogénéisation du mélange particulièrement élevé.

La spatulation manuelle nécessite un mélange rapide (moins d'une minute) et vigoureux, afin d'obtenir une pâte crémeuse. Une spatulation insuffisante aboutit à la solubilisation incomplète des particules d'alginate. La spatulation sous vide ou mieux, la vibrospatulation sous vide permet d'obtenir une diminution significative des bulles au sein du mélange (figure 26).



Figure 26 : Malaxage de l'alginate : À gauche : un alginate spatulé à la main. À droite : un alginate malaxé mécaniquement. (Source : Descamp)

- **Propriétés :**

La valeur du rapport eau/poudre conditionne la stabilité dimensionnelle du matériau et influence la résistance à la compression et la déformation permanente du matériau final.

La résistance au déchirement des alginates est supérieure à celle des hydrocolloïdes réversibles, mais plus faible que celle des différents élastomères.

Les variations dimensionnelles des hydrocolloïdes irréversibles s'expliquent principalement par les mouvements de l'eau qu'ils renferment en grande quantité. À l'air libre, le matériau se contracte en perdant de l'eau par évaporation ; immergé, il se dilate en en absorbant.

Leur précision de surface est variable selon la classe de l'alginate utilisé. Les alginates de classe A, moins visqueux et à meilleur pouvoir d'étalement que ceux de classe B, permettent un enregistrement des détails de 25 μm (50 μm pour les alginates classiques, de classe B). Cette précision peut être améliorée par l'enduction digitale ou l'injection d'alginate directement sur les surfaces à enregistrer et par le lissage de l'alginate juste avant l'empreinte. Bien que leur précision soit inférieure à celle des HR, ils possèdent un bon comportement hydrique et, dans des conditions de manipulation favorables, la précision des alginates de classe A est bonne et voisine de celle de certains élastomères.

L'incompatibilité de certains alginates avec certains plâtres peut également nuire aux qualités finales du modèle. Le traitement de l'empreinte par une solution de sulfate de potassium ne semble pas apporter des qualités de surface supérieures à celles obtenues par un simple rinçage et un séchage modéré.

- **Combinaison Agar / Alginate ou Technique hydro-Alginate.**

La technique d'empreinte dite des hydro-alginates a pour objectif d'exploiter simultanément les avantages des HR et HIR (Son but est d'utiliser la précision des hydrocolloïdes réversibles (HR) en se servant des alginates, plus visqueux, comme support et refroidissement).

Par rapport à une empreinte classique aux hydrocolloïdes réversibles cette technique propose plusieurs avantages, lié au remplacement de l'HR heavy par l'alginate :

Elle s'affranchit du recours au porte empreinte à circulation d'eau (nécessaire au refroidissement), et peut s'utiliser avec des portes empreintes classiques Rim-lock. La présence de gorges rétentrices assure le maintien de l'alginate et l'enduit d'un adhésif pour alginate permet de contrecarrer la rétraction due à la gélification.

L'empreinte aux hydroalginates est similaire à l'empreinte double viscosité pour les silicones.

En effet, cette empreinte est réalisée en un seul temps et nécessite deux viscosités différentes. Un matériau de moyenne à haute viscosité (alginate) chargé dans un porte-empreinte, recouvre des préparations préalablement enduites d'un matériau à plus faible viscosité (agar-agar).

Une viscosité initiale élevée permet de faciliter le garnissage du porte-empreinte, tout en évitant une fusée du matériau au niveau du pharynx. Trop élevée elle favorise une chassée du matériau light loin des limites de préparations. Le choix du couple s'oriente alors vers des viscosités assez proches.

L'excellente aptitude des hydrocolloïdes à mouler les surfaces buccales (à fortiori si elles sont mouillées), due à leur hydrophilie naturelle conditionnent la reproduction fidèle des détails.

L'HR utilisé en tant que light permet de reproduire des détails sous les 20 microns. Les indications de cette technique mixte sont alors la réalisation de prothèse unitaire (figure 27) d'inlay, d'onlay et de ponts de faible étendue.

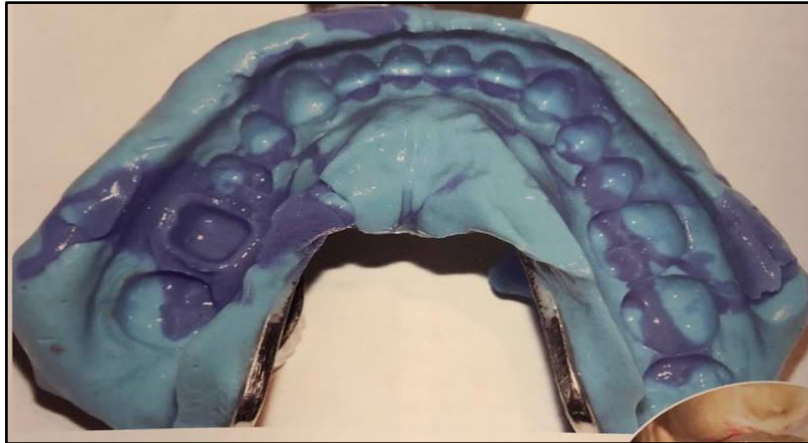


Figure 27 : Excellente reproduction de détails, dans une technique combinée aux hydroalginates. (Source : Durant, Jacquot, Pourreyron, Margerit)

Cependant, même s'il est démontré que la précision de ce système de combinaison est meilleure que celle des matériaux réversibles ou irréversibles utilisés séparément et est comparable à celle des matériaux d'empreinte en polysulfure. Les problèmes de faible résistance au déchirement et de faible stabilité dimensionnelle continuent à s'appliquer, ce qui nécessite des coulés immédiats.

Pour ces raisons, la plupart des praticiens ont tendance à rejeter les hydrocolloïdes en faveur des élastomères synthétiques pour produire des empreintes précises et stables.

3.4.2. Les élastomères (3,8,16,19,33,39,53,58,59)

Les élastomères sont rapidement devenus populaires en tant que matériaux d'empreinte car ils ont réduit les deux principaux problèmes associés aux hydrocolloïdes, à savoir une faible stabilité dimensionnelle et une résistance inadéquate au déchirement.

Ces matériaux peuvent être utilisés dans toutes les techniques d'empreinte, sont sans effets secondaires sur les tissus vivant, et peuvent être associés avec tous les matériaux de réplique.

Devant leur nombre et leur diversité, ces matériaux sont malgré tout contraignants pour le praticien.

Or, les performances que l'on peut attendre de ces matériaux sont liées étroitement à leurs caractéristiques physiques intrinsèques, leur utilisation ne saurait donc être instinctive, et ne peut s'appuyer que sur la connaissance approfondie de leurs propriétés.

Les élastomères sont des composants macromoléculaires mélangés à des substances inertes destinées à leur donner une consistance adaptée à leur usage.

Ils regroupent quatre familles chimiquement bien distinctes :

- Les polysulfures (PS)
- Les diméthyl polysiloxanes (DPS) ou silicones C
- Les polyéthers (PE)
- Les polyvinyl siloxanes (PVS) ou silicones A.

Les élastomères sont des polymères de synthèse qui réticulent soit par polymérisation (PE, PVS), soit par polycondensation (DPS, PS) lorsqu'ils sont mélangés à leurs initiateurs spécifiques.

Ces deux modes de réticulations se distinguent par le fait qu'ils génèrent ou non un produit secondaire issu de la réaction. Ce dernier induit du fait de son exsudation des variations volumétriques. De ce fait même s'il existe toujours un retrait volumique inhérent à la réticulation du polymères, l'absence de produit réactionnel secondaire lors de la réticulation des PE et PVS, confère à ces matériaux une stabilité dimensionnelle dans le temps que les autres élastomères n'ont pas.

- **Polysulfures ou thiocols (1,3,8,12,16,19,33,39,58–60,60)**

- **Indications :**

Les élastomères polysulfures, également connus sous les termes de thiocols, thiocaoutchoucs, ou encore mercaptans, sont les plus anciens élastomères de synthèse utilisés en dentisterie, leur première apparition datant de 1953.

Ces matériaux élastiques, qui offrent un temps de prise relativement long et différentes viscosités, sont tout particulièrement indiqués en prothèse amovible partielle ou totale, lorsqu'un enregistrement muco-dynamique des surfaces muqueuses est nécessaire, en effet leur temps de prise très long laisse le temps au praticien de réaliser les multiples étapes nécessaires à l'enregistrement du jeu musculaire inhérent à la qualité d'un joint prothétique de bonne facture.

Cependant, de par leur aptitude, l'utilisation de ces matériaux en prothèse fixée, reste rare. Ils sont contre-indiqués en prothèse implantaire en raison, entre autres, de leur manque de rigidité, et, on leur préférera d'autres matériaux élastiques comme les silicones ou les polyéthers pour les empreintes de préparation.

- **Composition :**

Ce sont des élastomères réticulants par condensation dérivant d'hydrocarbures sulfurés ou de thioplastes dépolymérisés.

Ils se composent de deux pâtes :

La base (pâte blanche), contenant 80% de monomère à 3 radicaux thiols (SH) et 20% de charge (bioxyde de titane, TiO_2 ou sulfate de calcium, $CaSO_4$). La polymérisation se fait par pontage entre deux radicaux thiols. La charge est un plastifiant de la base.

L'accélérateur (pâte brune), constitué d'environ 80% de bioxyde de plomb (PbO_2), de liants organiques plastifiants (17%) et de soufre (3,5%) qui accélère la réaction et permet l'élimination du plomb.

A celles-ci s'ajoutent des éléments d'addition : Silices en particules fines qui améliorent les propriétés mécaniques, Dibuthyl-phtalate qui diminue la viscosité, Résines synthétiques qui améliorent l'adhésion, Retardateurs de prise (acide stéarique ou oléique), Colorants.

- **Réaction de prise :**

La vulcanisation est un procédé chimique consistant à incorporer un agent vulcanisant (le soufre) à un élastomère. Cette opération rend le matériau moins plastique mais plus élastique. La vulcanisation par le soufre constitue le plus ancien mode de réticulation connu.

La réaction de prise des polysulfures consiste en une première étape de polymérisation, par oxydation des groupes SH terminaux, puis une deuxième étape de réticulation par oxydation des groupes SH.

La formation du réseau tridimensionnel de chaînes macromoléculaires réticulées par des liaisons covalentes disulfures terminales ou intermédiaires, libère des molécules d'eau : phénomène de condensation.

Les pontages ainsi formés ne sont pas toujours très stables. Des activateurs, comme les peroxydes (PbO_2), créent des ponts inter-chaînes et se décomposent en radicaux et certains sous-produits volatils (alcool, cétone, aldéhyde).

Ainsi le liquide clair (eau) qui exsude parfois des tubes de polysulfures, traduit une polymérisation prématurée.

Au cours du phénomène de prise, l'augmentation de la taille des chaînes de polymères entraîne l'augmentation de la viscosité du mélange, et la réticulation inter-chaînes induit un caractère hautement élastique.

Cette augmentation de la chaîne des polymères est quasi inexistante chez les silicones qui présentent un poids moléculaire plus important. Le phénomène de prise, peu exothermique (3 à 4°C), se poursuit au-delà de 10 minutes et s'accélère en présence d'eau.

- **Mise en œuvre :**

Les pâtes sont conditionnées en tubes de trois viscosités différentes, haute (heavy), moyenne (regular) et basse (light). En combinant les viscosités, on peut obtenir des empreintes avec une meilleure stabilité dimensionnelle (heavy et regular) ou une meilleure précision de surface (regular et light).

La spatulation manuelle des deux pâtes de même viscosité en quantité égale est assez difficile. Elle doit permettre d'obtenir un mélange homogène (de couleur uniforme). Le temps de mélange est d'environ 1 mn.

L'empreinte nécessite l'emploi d'un porte-empreinte individuel enduit d'un adhésif à polysulfures. Il est garni avec une fine épaisseur de produit (2 à 4 mm) pour limiter les variations dimensionnelles.

Le temps de prise est d'une dizaine de minutes (8 à 12 minutes) et doit être respecté en bouche. L'empreinte est retirée d'un seul coup puis coulée dans l'heure pour limiter les distorsions.

- **Propriétés et domaines d'application :**

Les propriétés des polysulfures varient selon leur composition. Les proportions de charges dans le mélange déterminent la viscosité du produit, elle diminue avec l'augmentation de plastifiants, et augmente avec le temps de vulcanisation.

Avantages :

Les polysulfures sont très élastiques et plus résistants aux déchirements que les hydrocolloïdes, donc plus aptes à passer les contre-dépouilles.

L'aspect lisse (voire glacé) de leur surface est très utile en prothèse amovible complète, car il facilite le mouillage des intrados par la salive. De plus le temps de prise long (intéressant pour les empreintes anatomo-fonctionnelles).

Enfin la contraction linéaire en fonction de la température est faible, soit une stabilité dimensionnelle acceptable.

Inconvénients :

Le temps de prise est très long, ce qui peut aboutir à une polymérisation qui n'est pas achevée lors du retrait de l'empreinte.

Ils sont hydrophobes ce qui est préjudiciable à leur précision de surface, qui est tout de même acceptable de l'ordre de 20 μm . Leur précision est accrue par l'absence d'interactions avec le plâtre à modèle.

Le bioxyde de plomb rend ce matériau radio-opaque et relativement toxique. Cet élastomère présente aussi une manipulation difficile et salissante, ainsi qu'une odeur qui peut se révéler inconfortable pour le patient comme le praticien.

- **Les Polyéthers (1,8,12,39,61)**

▪ **Indications :**

Les propriétés des polyéthers leur confèrent une large gamme d'utilisation. Ils présentent un intérêt certain pour être utilisés en prothèse amovible partielle et complète dans la réalisation du joint périphérique des empreintes secondaires (figure 28).



Figure 28 : Empreinte maxillaire anatomo-fonctionnelle aux polyéthers. (Source : photo personnelle)

Les polyéthers sont également indiqués en prothèse fixée pour l'enregistrement de préparations cavitaires et périphériques cependant ils sont contre-indiqués en présence de dents en forte contre-dépouille ou présentant des espaces inter-dentaires importants.

Enfin, les polyéthers sont plébiscités en implantologie pour leur rigidité et leur précision. En effet, en prothèse implantaire, la précision dimensionnelle est plus importante que la précision d'enregistrement de l'état de surface, ce qui différencie les objectifs de l'empreinte sur pilier dentaire de l'empreinte sur implant : lors de l'utilisation de transfert, la précision d'adaptabilité de l'implant avec la connexion prothétique est déterminée par la qualité de l'usinage et ne dépend pas de celle de l'empreinte.

- **Composition :**

La composition se présente sous la forme de deux pâtes, une base et un catalyseur. Le tube du plastomère de base est composé de copolymères polyéthers de bas poids moléculaire comportant des groupements éthylène-imine terminaux, des charges de silice, des plastifiants (phtalates), des pigments, et des substances aromatiques.

L'autre tube de pâte contient un agent de réticulation (catalyseur), des charges, des plastifiants et des pigments.

- **Réaction de prise :**

Le catalyseur de la réaction est un ester de l'acide sulfonique qui provoque l'ouverture des cycles éthylène-imine et la réticulation des différentes chaînes linéaires macromoléculaires. La polymérisation est une polyaddition, il n'y a donc pas de produit de réaction, ce qui induit une excellente stabilité dimensionnelle.

La structure chimique est plus complexe que celle des PVS, l'encombrement stérique des chaînes oblige à la présence de plastifiants pour permettre aux chaînes en formation de pouvoir glisser les unes par rapport aux autres pour aller chercher tous les monomères lors de la polymérisation. Enfin la cinétique de polymérisation est plus lente conférant un temps de travail un peu plus long.

- **Mise en œuvre :**

Il s'agit d'un mélange pâte-pâte en proportions inégales (5 pour 1) qui peut être réalisé à la main (assez fastidieux) ou à l'aide d'un mélangeur automatique (figure 29).

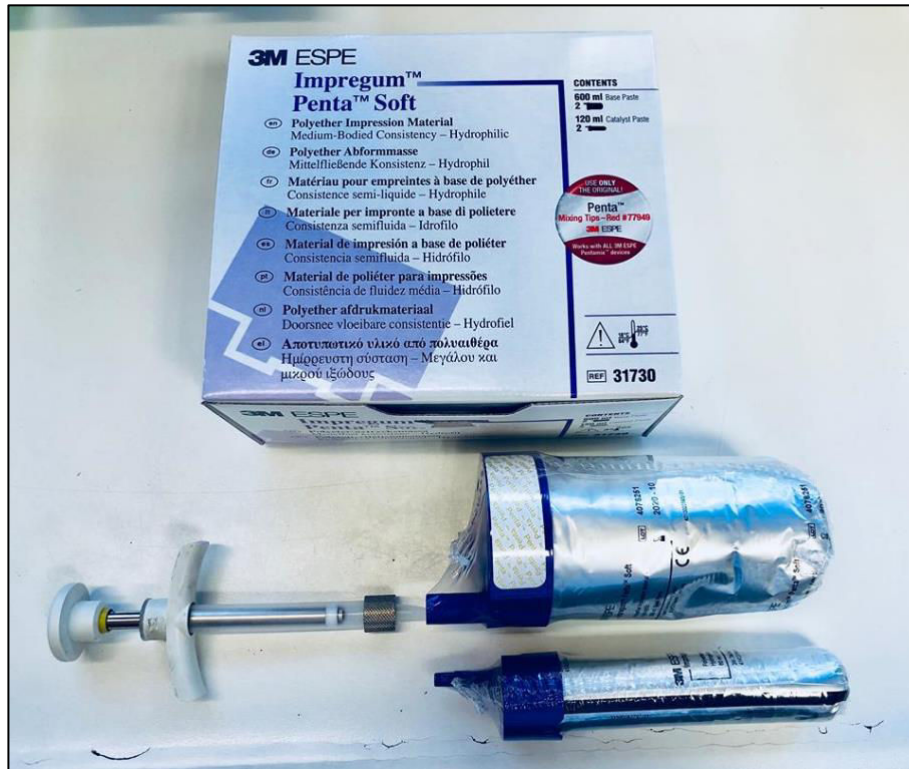


Figure 29 : Impregum de 3M Espe : le polyether de référence. On le retrouve conditionné pour distributeurs automatiques. (Source : photo personnelle)

Avant l'introduction de ces derniers, les polyéthers étaient peu utilisés car le malaxage manuel, en plus d'être difficile, ne donnait pas un mélange homogène. 3M ESPE, qui les commercialisaient alors, a mis au point un système mécanique, le Pentamix®, qui permet l'obtention d'un mélange homogène, sans bulles et utilisable directement sur un porte-empreinte enduit d'adhésif sans manipulation manuelle, longue et ardue, du matériau.

Ce changement majeur dans leur mise en œuvre a suscité un véritable engouement pour les polyéthers.

Le temps de travail est d'environ 4-5 mn et le temps de prise est de 6 minutes. La courbe de prise des polyéthers est dite « snap-set » (figure 30). La phase de transition entre le temps de travail, assez long, et l'état polymérisé est rapide. Le passage d'un matériau plastique à un matériau élastique se fait rapidement et limite les risques d'imprécision et de tirage.

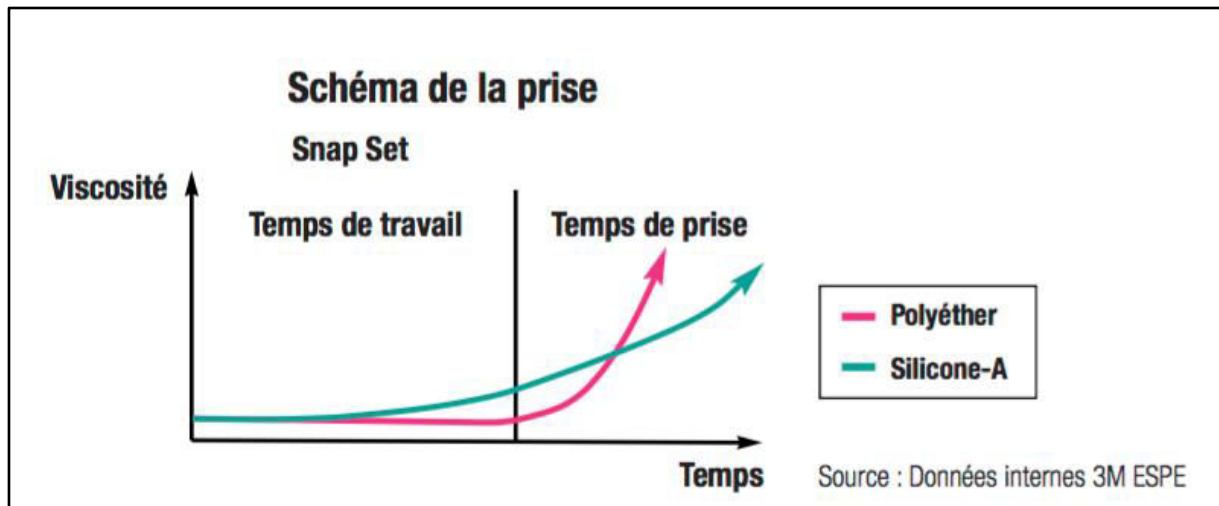


Figure 30 : Prise du Polyéther, dite en Snap Set. (Source : 3M ESPE)

- **Propriétés et domaines d'application :**

La première qualité des polyéthers est leur grande rigidité après la prise. Le retrait de l’empreinte peut alors être délicat en cas de forte contre dépouille. En conséquence, les empreintes doivent être retirées avec le plus grand soin pour éviter les déformations permanentes.

Ils possèdent une hydrophilie naturelle qui constitue un avantage certain sur les silicones et les polysulfures. De ce fait, leur enregistrement des détails est excellent et leur tolérance à l’humidité des surfaces également.

Les polyéthers possèdent une stabilité dimensionnelle excellente, de l’ordre de 0,1% la première heure puis 0,3% la seconde, cependant ils peuvent voir la précision dimensionnelle de leurs modèles altérée par l’absorption d’eau s’ils sont conservés dans des conditions d’humidité importante, il est donc recommandé de les protéger de l’humidité et de la chaleur pour éviter l’absorption d’eau ou son évaporation.

En dépit de toutes leurs qualités les polyéthers manquent de choix dans leur utilisation au niveau de la viscosité (l’adjonction de diluant peut abaisser celle-ci mais avec l’inconvénient d’augmenter la déformation permanente).

Enfin les polyéthers sont compatibles avec tous les matériaux de réplique et peuvent être coulés deux à trois fois, sans perte de précision.

- **Silicones : (1,3,8,12,16,33,39,58–62)**

Les élastomères de silicones constituent le groupe de matériaux dont les indications en prothèse fixée sont les plus nombreuses et les plus variées. L'apparition des silicones de seconde génération ou silicones par additions, aux caractéristiques encore améliorées, leur confère désormais des avantages décisifs leur permettant de remplacer l'ensemble des autres matériaux dans leurs indications spécifiques.

Les silicones sont des matériaux amorphes composés de longues chaînes macromoléculaires caractérisées par l'alternance d'atomes de silicium et d'oxygène. Les liaisons entre le silicium et l'oxygène forment un squelette inorganique très flexible aux propriétés physico-chimiques remarquables : stabilité thermique, inertie chimique...

En fonction de leur mode de polymérisation, deux types d'élastomères silicones peuvent être distingués :

- Les silicones de première génération, réticulant par réaction de condensation. (Silicones C)
- Les silicones de deuxième génération, réticulant par réaction d'addition. (Silicones A)

Les Polysiloxanes ou Silicones C :

▪ Composition :

Apparus au milieu du XXe siècle, on les appelle aussi silicones de première génération. Ils se composent de deux pâtes :

- La base comporte :

Essentiellement le monomère, elle est formée d'un caoutchouc de silicone du type diorganopolysiloxane tel que le polydiméthyle siloxane, qui possède un groupement terminal hydroxyle réactif. Les radicaux hydroxyle réactifs sont nécessaires à la formation des pontages, permettant au matériau, de passer de l'état fluide à l'état caoutchoutique. Ils permettent également de régler la viscosité, compte tenu de la longueur des chaînes intermédiaires.

Elle comporte également des charges (jusqu'à 75% selon la viscosité). Ces charges minérales de silice amorphes ou de fluorocarbone, de 2 à 8 mm de diamètre, sont ajoutées dans des proportions variables pour ajuster leur consistance : fluide (light), normale (regular), épaisse (putty).

On y trouve aussi un agent de réticulation et des particules de silice (10 à 20 μm) pour augmenter la rigidité, et la stabilité dimensionnelle.

- L'élément de conjugaison :

Il est constitué d'un accélérateur, présenté sous forme liquide ou sous forme de pâte, qui est une suspension d'octoate d'étain et d'orthosilicate d'éthyle. Il convient de noter que la forme est liquide à 21°C et solide à 27°C, ce qui induit des problèmes liés à sa conservation. On y trouve aussi des charges plastifiantes et un accepteur d'hydrogène.

La proportion d'accélérateur par rapport à la base a une influence sur le temps de prise, la dureté finale, et la variation dimensionnelle.

▪ **Réaction de prise :**

Cette réaction dite de condensation, se produit entre des radicaux hydroxyles (-OH) terminaux du polymère et un agent de réticulation (alkoxyorthosilicate), en présence d'un activateur (dialkyltincoxyolate). Elle est légèrement exothermique, s'accompagne de la formation d'un sous-produit, l'éthanol, et de la libération d'hydrogène.

En effet : l'agent de réticulation permet l'accrochage des molécules de base entre elle, par l'intermédiaire des oxygènes et des siliciums.

L'élimination de sous-produits volatils (eau, alcools...) se traduit par une perte de poids du produit final, et entraîne un retrait volumique lors de la prise. Cette variation est d'autant plus importante que le matériau est fluide et donc pauvre en charges. On constate un retrait volumique moyen de 3%. La polymérisation se prolonge dans le temps et entraîne une contraction progressive.

- **Mise en œuvre :**

Proposés en deux tubes, les expressions commerciales des silicones sont particulièrement variées, disponibles en plusieurs viscosités selon les objectifs de l’empreinte.

Au minimum quatre viscosités sont présentées, putty, putty soft, regular, light, à faire réagir avec un catalyseur.

Les matériaux visqueux, lourds sont peu précis, mais rigides et stables dans le temps. Les matériaux fluides, ont une bonne reproduction de détails, mais sont dimensionnellement instables dans le temps.

Ces matériaux sont parfaitement adaptés à la technique du double mélange.

- **Propriétés :**

Même si ces matériaux présentent quelques propriétés intéressantes, comme une large palette de viscosité, une prise rapide, une bonne résistance aux contraintes, et une relative facilité d’utilisation, leurs inconvénients limitent de nos jours leur utilisation quotidienne.

En effet ces derniers ne présentent pas une stabilité dimensionnelle acceptable, du fait de leur réaction de prise par condensation, entraînant l’élimination d’un produit volatil.

De plus leur polymérisation se prolonge dans le temps (24h à 72h), entraînant une contraction progressive du matériau.

De plus leur caractère hydrophobe ne facilite pas la reproduction de détails fidèles sur les surfaces dentaires humides.

Les Polyvinyles ou Silicones A :

▪ Composition :

Mis sur le marché en 1975, on les appelle aussi silicones de deuxième génération. Comme les silicones C, ils sont retrouvés sous forme de deux pâtes :

- La base contient du polyvinylsiloxane de faible poids moléculaire (obtenu par hydrolyse de silanes), une charge (bioxyde titane), des plastifiants, des pigments et des substances aromatiques.
- Le réactif assure son rôle de catalyseur, il contient du polysiloxane, des sels de platine ou de nickel, des plastifiants et des pigments.

▪ Réaction de prise :

La polymérisation est une polyaddition, c'est à dire une polymérisation par étape de type ionique, amorcée par les sels de platine permettant l'ouverture de la double liaison du groupement vinyle. Le composé final est un copolymère réticulé.

La cinétique de polymérisation est rapide. Les chaînes entre les nœuds de réticulation se forment et s'accroissent rapidement de par la structure chimique simple des groupements alkyles. Ces nœuds verrouillent le réseau par des liaisons covalentes.

La réaction ne dégage pas de produit de réaction, améliorant ainsi la stabilité dimensionnelle.

▪ Mise en œuvre :

Les silicones A, sont présentés dans tous les types de viscosités, il existe plusieurs formes de présentation en fonction de cette viscosité.

Comme de nombreux autres matériaux, concernant les viscosités moyennes et basses, ils sont désormais présentés par les fabricants sous forme de cartouches bi compartimentées supportées par un pistolet. Ces cartouches acceptent des embouts auto mélangeurs sur lesquels on peut placer un embout intra oral plus fin et qui permettent d'obtenir un mélange homogène exempt de bulles.

En ce qui concerne les hautes viscosités, les silicones A sont présentés en pots et en cartouches pour distributeurs automatiques.

Enfin pour chaque viscosité, deux temps de prise sont généralement proposés (normal, et rapide).

- **Propriétés :**

Les silicones A possèdent les mêmes caractéristiques que les silicones C sans leurs inconvénients, en effet ils ont été modifiés pour devenir les matériaux de référence en prothèse fixée, ou seul leur prix élevé reste un léger frein à leur utilisation.

La grande souplesse des polyvinylsiloxanes (liée à la faible présence de liaisons physiques) leur assure une bonne recouvrance de déformation (ils retournent quasi instantanément à leur état initial sans déformation résiduelle).

Cependant il manque de rigidité notamment en prothèse sur implant où il est nécessaire d'avoir un positionnement exact des analogues.

Les silicones A possèdent une excellente stabilité dimensionnelle, qui s'explique par l'absence de produit de réaction due à la polymérisation par addition.

Ces matériaux sont hydrophobes par nature, (il n'y a pas de groupement polaire en leur sein). Mais ils ont été modifiés artificiellement pour contrer cet inconvénient qui imposait l'assèchement des surfaces à enregistrer : le principe est d'obtenir des pôles hydrophiles par hydroxylation du squelette macromoléculaire. Ils possèdent ainsi une importante capacité d'étalement, favorisant leur précision d'enregistrement.

Les deux types de silicones sont indiqués pour la prise d'empreintes en prothèse fixée unitaire ou plurale. Les silicones A sont majoritairement utilisés dans ces indications avec la technique du double mélange ou l'empreinte rebasée ou wash- technic.

4. Analyse différentielle des propriétés des élastomères : (1,5)

Les caractéristiques intrinsèques des quatre familles de matériaux peuvent par leur comparaison, donner une idée de leur comportement physique : on peut alors établir une hiérarchie chez les élastomères, du moins indiqué au meilleur pour chaque propriété.

Tableau 17 : Analyse différentielle des propriétés des élastomères.

Analyse différentielle des propriétés des élastomères :	
Caractéristique	Hiérarchie des caractéristiques dans l'ordre décroissant
- Temps de travail :	Polyéthers / silicones C / polysulfures / silicones A
- Déformation élastique :	Polyéthers / silicones C / polysulfures / silicones A
- Déformation permanente :	Polysulfures / silicones C / polyéthers / silicones A
- Ecoulement :	Polysulfures / polyéthers / silicones C / silicones A
- Mouillabilité :	Polysulfures / Silicones C / Silicones A / Polyéthers
- Dureté après prise :	Polysulfures / Silicones C / Silicones A / Polyéthers
- Variation dimensionnelle 24h après la prise :	Silicones C / Polysulfures / Polyéthers / Silicones A
- Elasticité au moment de la désinsertion :	Polysulfures / Silicones C / Silicones A / Polyéthers
- Consistance à viscosité égale :	Polysulfures / Silicones C / Silicones A / Polyéthers
- Coefficients de dilatation linéaire :	Polysulfures / Silicones C / Silicones A / Polyéthers
- Changement dimensionnelle en cours de prise :	Silicones C / Polysulfures / Polyéthers / Silicones A
- Coût :	Polysulfures / Silicones C / Polyéthers / Silicones A

On remarque que les silicones A sont les matériaux les plus polyvalents, d'où une indication dans la quasi-totalité des cas cliniques en prothèse fixée, à l'exception de la prothèse supra implantaire ou la dureté des polyéthers les avantages.

Cependant ces deux matériaux sont nettement plus dispendieux que les autres.

5. Conclusion

La capacité de réaliser des empreintes fidèles est à la fois une science et un art. L'objectif de ce travail était de mettre en lumière ces deux aspects. Nous avons ainsi vu les nombreux critères ayant une influence sur la qualité de l'empreinte.

Les matériaux à empreinte sont utilisés au quotidien dans tous les cabinets. Ils se comportent conformément à leurs propriétés intrinsèques et selon des principes physiques immuables. Les recherches des fabricants dans les cinquante dernières années ont conduit à de nombreuses évolutions consistant en une amélioration constante du comportement intra-buccal des matériaux à empreinte, à l'exemple des silicones par addition qui tendent à devenir hydrophiles, par des modifications chimiques minimales dans leur composition, au prix d'une augmentation significative des coûts.

Cependant malgré toutes ces améliorations la réussite d'une empreinte reste avant tout opératoire dépendant, c'est pourquoi nous devons connaître les propriétés et les indications de chaque matériau, ainsi que les moyens d'optimiser notre procédé pour garantir un taux de réussite maximal.

Une dernière évolution se profile, la prise d'empreinte numérique. Elle a été mise au point à partir du concept de CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) et développée avec l'essor de l'informatique et des logiciels de traitement des données. Son but est la recherche de la plus grande précision dans l'enregistrement des données intra-buccales avec un maximum d'ergonomie. Néanmoins, elle requiert un équipement sophistiqué et compatible avec celui du prothésiste.

6. Fiche synthétique à l'usage des étudiants

Cette fiche regroupe les informations indispensables au bon usage relatif aux matériaux d'empreintes les plus utilisés par les praticiens (à savoir les élastomères).

Propriété	Définition	Intérêt clinique	Manipulation clinique
Dureté (en degré SHORE)	Caractérisé par la résistance à la pénétration.	Les matériaux de reproduction d'empreinte doivent résister à l'usure et présenter une dureté suffisante pour ne pas subir de rayures, de déchirement.	Attention aux contre-dépouilles et espaces interdentaires.
	Élément de référence de la rigidité après polymérisation.	Plébiscité en implantologie, ou la précision dimensionnelle est plus importante que la précision d'enregistrement de l'état de surface.	-> à combler avant l'empreinte (digue liquide, cire orthodontique).
Élasticité (en Mpa)	Aptitude d'un matériau à revenir à son état initial après l'arrêt de l'application d'une contrainte.	Avec une bonne élasticité le retrait d'une empreinte peut s'effectuer dans de bonnes conditions, sans la déchirer, ni la fracturer, ceci malgré les frottements (surfaces rugueuses etc.) ou en présence de zones en contre dépouille.	Vérifier l'absence de déchirements après désinsertion de l'empreinte.
	Aptitude d'un matériau à s'accommoder des contraintes au moment de la désinsertion du porte empreinte.		
Viscosité (en Poise)		Un matériau visqueux peut être utilisé comme soutien à un autre matériau plus fluide (wash technique)	Avec le double mélange, préférer la combinaison heavy / light.
	Résistance d'un fluide à l'écoulement uniforme.	Un matériau fluide (light) peut être injecté au niveau des limites cervicales des préparations et ainsi enregistrer précisément les détails	Pour la wash technique, on utilise la combinaison de viscosités putty / light.
Plasticité	Capacité d'un matériau à se déformer sous l'application d'une contrainte et à conserver la forme ainsi obtenue.	Conserver la précision d'un enregistrement après désinsertion de l'empreinte.	L'insertion d'un porte-empreinte adapté doit être réalisé pendant le temps de travail du matériau.
Thixotropie	Capacité d'un fluide à faire décroître sa viscosité quand il est soumis à une pression.	Cette propriété permet de comprendre comment un élastomère thixotrope peut présenter une certaine fermeté dans le porte-empreinte et, une fois appliqué sur les préparations, rester suffisamment fluide pour s'étaler.	Insérer le porte empreinte au moment donné par le fabricant.
Déformation	Au cours d'une phase d'empreinte (insertion, prise du matériau, désinsertion), le matériau est soumis à diverses contraintes aboutissant à différentes déformations.	Les contraintes sont maximales lors du retrait de l'empreinte, les déformations sont entraînées par le passage de contre-dépouilles d'une part, ainsi que par l'inertie d'extraction.	Pour limiter la déformation lors de l'empreinte, il est recommandé d'insérer le porte-empreinte à une vitesse modérée, de respecter le temps de prise du matériau et de le désinsérer d'un mouvement sec et rapide.

Propriété	Définition	Intérêt clinique	Manipulation clinique
Mouillabilité – Tension superficielle	Pouvoir d'étalement du matériau sur une surface solide (les tissus dentaires).	L'aptitude au mouillage des substances dentaires et muqueuses est nécessaire à une reproduction juste des détails.	Utiliser un surfactant, et polir soigneusement les préparations.
Précision / Reproduction de l'état de surface	Aptitude d'un matériau d'empreinte à enregistrer des détails plus ou moins fins, ou deux points séparés par la plus petite distance.	Les matériaux les plus performants permettent actuellement d'enregistrer des détails de l'ordre de 20 microns.	<p>Une granulométrie fine améliore la précision.</p> <p>Utiliser une viscosité adaptée pour faciliter le fluage (+ utilisation d'un surfactant).</p> <p>Utiliser un matériau hydrophile améliore la précision.</p>
Stabilité dimensionnelle	Capacité d'un matériau à conserver toutes ses dimensions une fois l'empreinte réalisée.	Degré de conformité de l'empreinte avec la situation originale, l'enregistrement des états de surface étant supposé acquis.	<p>Après leur décontamination, les enregistrements seront rincés sous l'eau courante d'un robinet.</p> <p>Ensuite, les empreintes sont emballées dans un sac en matière plastique hermétique à fermeture Zip. On les place à plat et on les enferme dans le sac, en chassant l'air si possible. Pendant le transport vers le laboratoire, les sacs sont préférablement placés dans une boîte.</p>
Temps de travail	Latitude permise au praticien pour effectuer les manipulations cliniques nécessaires avant l'insertion en bouche du porte-empreinte chargé de son matériau.	Le temps de travail, doit être suffisamment long pour permettre au praticien de préparer son empreinte.	Ne pas insérer le porte-empreinte garni du matériau trop tardivement en bouche : si le temps de travail est dépassé, le matériau n'est plus totalement plastique.
Temps de prise	Temps nécessaire à la réaction de prise complète du matériau.	Le temps de prise d'un matériau doit être à la fois suffisamment long pour être correctement utilisé et suffisamment court pour être supportable par le patient et utilisable au quotidien par le praticien.	<p>Permettre la prise complète du matériau sans pression : le porte-empreinte doit être maintenu sans pression, en se limitant à s'opposer aux éventuelles sollicitations du patient.</p> <p>Pour éviter la désinsertion prématurée avant la prise complète, il est recommandé d'utiliser un minuteur.</p>

Propriété	Définition	Intérêt clinique	Manipulation clinique
Tirage	<p>Déformation de la surface de l'empreinte.</p> <p>Résulte d'un mauvais étalement du matériau sur le tissu à enregistrer.</p>	<p>Ce défaut nuit à la précision de reproduction des préparations et impose généralement de reprendre une nouvelle empreinte, il est donc utile de tout mettre en œuvre pour l'éviter.</p>	<p>Obtenir un état de surface macroscopiquement lisse des préparations.</p> <p>On enduit les préparations avec un liquide tensioactif.</p> <p>Il est recommandé d'insérer progressivement le porte-empreinte.</p> <p>Respect des temps de travail et temps de prise.</p>
Trainage	<p>Résistance induite par les dents non préparées lors de la désinsertion de l'empreinte.</p>	<p>L'empreinte est déformée d'une manière permanente.</p> <p>Apparition de déchirures, abrasement de l'état de surface du matériau d'empreinte.</p> <p>Le matériau d'empreinte se désolidarise du porte-empreinte.</p>	<p>Assurer la rétention du matériau à l'aide de rétentions mécaniques comme le jonc de rétention sur les porte-empreintes type Rimlock et à l'utilisation d'adhésif correspondant au matériau utilisé.</p> <p>Combler les zones de contre dépouille.</p> <p>Désinsérer l'empreinte par un mouvement uni axial, le plus rapidement possible.</p>
Freinage	<p>Forces qui s'opposent à la séparation d'un matériau au niveau des dents préparées lors du retrait du matériau d'empreinte.</p>	<p>Dépend de la forme des préparations, de leur nombre et de leur état de surface.</p>	<p>Il est important de bien polir les piliers avant l'empreinte.</p>

Bibliographie

Références bibliographiques papiers

1. Bugugnani R, Landez C. Les empreintes en prothèse conjointe. Paris : Ed. Les Cahiers de Prothèse ; 1979. 543p.
2. Cook WD, Liem F, Russo P, Scheiner M, Simkiss G, Woodruff P. Tear and rupture of elastomeric dental impression materials. *Biomaterials*. 1984; 5(5): 275-80.
5. Derrien G, Jardel V. Silicones polyvinylsiloxanes et enregistrement des rapports mandibulo-maxillaires. *Cah Prothese*. 2009 ; (148) : 43-63.
6. Exbrayat J, Schittly J, Borel JC. Manuel de prothèse fixée unitaire. Paris : Milan : Barcelone : Masson ; 1992. 221p.
7. Arib L. Les silicones : matériaux universels d'empreintes ? [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Université de Lorraine. Faculté de chirurgie dentaire ; 1998. 143p.
8. Naud G. Le malaxage automatique des matériaux à empreinte. [Thèse d'exercice]. [Nantes] : Université de Nantes. Faculté de chirurgie dentaire 2009. 123p.
11. Jamani KD, Harrington B, Wilson HJ. Rigidity of elastomeric impression materials. *J Oral Rehabil*. 1989; 16(3): 241-8.
12. Perry R. Dental Impression Materials. *J Vet Dent*. 2013; 30(2): 116-24.
15. Jamani KD, Harrington E, Wilson HJ. Consistency, working time and setting time of elastomeric impression materials. *J Oral Rehabil*. 1989; 16(4): 353-66.
16. Ogolnik R, Denry I, Picard B. Cahiers de biomatériaux dentaires 2 - Matériaux organiques. Paris : Masson ; 1992. 106p.
17. Kanehira M, Finger WJ, Komatsu M. Surface detail reproduction with new elastomeric dental impression materials. *Quintessence Int*. 2007; 38(6): 479-88.
18. Chavaux C. Mouillabilité des silicones hydrophiles. *Cah Prothese*. 1995 ; (91) : 37-45.
19. Petitjean Y, Schittly J. Les Empreintes en prothèse fixée. Paris : Cdp ; 1994. 145p.
20. Balkenhol M, Eichhorn M, Wöstmann B. Contact Angles of Contemporary Type 3 Impression Materials. *Int J Prosthodont*. 2009; 22(4): 396-8.
21. Schoen FJ, Mohammed H, Fischlschweiger W, Going RE. Objective Evaluation of Surface Microreplication by Dental Impression Materials. *J Dent Res*. 1978; 57(2): 283-90.

22. Ogolnik R, Denry I, Picard B. Cahiers de biomatériaux dentaires 1 - Matériaux Minéraux. Paris : Masson ; 1992. 96p.
23. Chee WWL, Donovan TE. Fine Detail Reproduction of Very High Viscosity Poly (Vinyl Siloxane) Impression Materials. *Int J Prosthodont.* 1989; 2(4): 368-70.
24. Habibzadeh S, Safaeian S, Behruzibakhsh M, Kaviyani P, Kharazifard M. Effect of Storage Time and Temperature on Dimensional Stability of Impressions Made with Zinc Oxide Impression Paste. *J Dent Tehran Univ Med Sci.* 2016; 13(3): 193-8.
25. Ubrich M, Hirtz P. Etude de la précision dimensionnelle des matériaux à empreinte. *Strateg Prothetique.* 2012 ; 12(2) : 153-9.
26. Périé B, Delfine B, Bohin F. Quelles sont les causes de déformation des empreintes ? *Strateg Prothetique.* 2005 ; 5(1) : 17-25.
27. Périé B, Delfine B, Bohin F. Comment éviter le tirage ? *Strateg Prothetique.* 2004 ; 4(5) : 363-9.
28. Tan E, Chai J, Wozniak WT. Working Times of Elastomeric Impression Materials Determined by Dimensional Accuracy. *Int J Prosthodont.* 1996; 9(2): 188-96.
29. Rudolph H, Graf MRS, Kuhn K, Rupf-Köhler S, Eirich A, Edelmann C, et al. Performance of dental impression materials: Benchmarking of materials and techniques by three-dimensional analysis. *Dent Mater J.* 2015; 34(5): 572-84.
30. Bedouin Y, Truchot-Lenormand F, Lecerf J, Auroy P. L'empreinte en prothèse fixée : comprendre ses erreurs pour réussir. *Strateg Prothetique.* 2010 ; 10(4) : 249-91.
31. Hoornaert A, Thiry M. Empreintes et modèles de travail : critères de conformité. *Réal Clin.* 2001 ; 12(3) : 307-23.
32. Drakos D. Etude comparative des empreintes par double mélange et par wash technique en prothèse conjointe. [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Université de Lorraine. Faculté de chirurgie dentaire 2001. 169p
33. Descamp F. Pratique de l'empreinte en prothèse fixée. Rueil-Malmaison : Cdp ; 2012. 137p.
34. Lecerf J, Lecerf O, Le Pan J. L'empreinte en occlusion a-t-elle encore sa raison d'être ? *Strateg Prothetique.* 2005 ; 5(1) : 11-7.
35. Travelo A, Dubreuil J. Les empreintes sectorielles en occlusion ou avec mordure différenciée. *Réal Clin.* 1993 ; 4(4) : 509-19.
36. Fournier P, Dot D, Gentilhomme L. Empreintes sectorielles en occlusion. Mise en œuvre clinique et au laboratoire de prothèses. *Strateg Prothetique.* 2010 ; 10(2) : 95-109.

37. Scherrer S, Magne P, Neroni M. Empreintes pour réhabilitations prothétiques. Cah Prothese. 1996 ; (96) : 37-45.
38. Petitjean YC. Le double mélange pas à pas. Réal Clin. 1993 ; 4(4) : 487-91.
39. Wassell RW, Barker D, Walls AW. Crowns and other extra-coronal restorations: Impression materials and technique. Br Dent J. 2002; 192(12): 679-84, 687-90.
40. McCracken MS, Louis DR, Litaker MS, Minyé HM, Oates T, Gordan VV, et al. Impression Techniques Used for Single-Unit Crowns: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. J Prosthodont. 2017; [doi: 10.1111/jopr.12577]
41. Blanchard JP, Geoffrion J, Mariescu S, Surleve-Bazeille JE. Choix du type d'éviction gingivale. Réal Clin. 1993 ; 4(4) : 447-59.
42. Blanchard JP. Nouvelle technique d'ouverture sulculaire pour l'empreinte en prothèse fixée. Cah Prothese. 2000 ; (109) : 7-15.
43. Hoornaert A. Apport de l'expasyl aux empreintes de prothèse fixée. Strateg Prothetique. 2000 ; 2(3) : 227-35.
44. Walter B. Prothèse fixée, Approche clinique. Malakoff : CdP ; 2017. 329p.
45. Schneider T. Prothèse transitoire et parodonte : un mariage équitable. [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Université de Lorraine. Faculté de chirurgie dentaire 2015. 125p
46. Geoffrion J, Gautier C, Blanchard JP. Stabilité gingivale et prise d'empreinte : incidence des prothèses provisoires. Réal Clin. 1993 ; 4(4) : 435-47.
47. Hourdin S, Martin E, Lecerf J. Quel est l'intérêt de la prothèse temporaire pour préparer le parodonte marginal avant une empreinte ? Strateg Prothetique. 2004 ; 4(5) : 343-9.
48. De Marche P, Barone D. Adapter sa technique d'empreinte à chaque situation clinique en prothèse fixée. Strateg Prothetique. 2009 ; 9(3) : 185-201.
49. Laborde G, Lacroix P, Laurent M, Margossian P. Quels sont les critères de choix des porte empreintes et adhésifs ? Strateg Prothetique. 2004 ; 4(5) : 337-43.
50. Craig RG. Review of Dental Impression Materials. Adv Dent Res. 1988; 2(1): 51-64.
51. Margossian P, Laurent M, Lacroix P, Laborde G. Quels sont les avantages des distributeurs automatiques de matériaux d'empreinte ? Strateg Prothetique. 2004 ; 4(5) : 343-9.

52. Muller M, Bolla M. Décontamination des empreintes et des modèles en plâtre. Cah Prothese. 1999 ; (107) : 71-9.
53. Tramba P. La désinfection des matériaux d'empreintes : revue de la littérature. Réal Clin. 1993 ; 4(4) : 541-51.
54. Benbelaid R, Kamagate SF, Tramba P. La désinfection des empreintes au cabinet dentaire. Strateg Prothetique. 2005 ; 5(1) : 55-61.
55. Caione M. Désinfection des empreintes : étude au CHRU de nancy. [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Université de Lorraine. Faculté de chirurgie dentaire 2017. 135p
56. Kulkarni MM, Thombare RU. Dimensional Changes of Alginate Dental Impression Materials-An Invitro Study. J Clin Diagn Res. 2015; 9(8): ZC98-102.
57. Laborde G, Lacroix P, Laurent M, Margossian P. Quels sont les critères de choix des matériaux pour les empreintes de prothèse fixée ? Strateg Prothetique. 2004 ; 4(5) : 331-7.
58. Tramba P, Eid N. Propriétés d'usage des matériaux à empreintes élastiques. Réal Clin. 1993 ; 4(4) : 415-35.
59. Nallamuthu N, Braden M, Patel MP. Dimensional changes of alginate dental impression materials. J Mater Sci Mater Med. 2006; 17(12): 1205-10.
60. Caitucoli PF, Ferran P, Tarayre J, Blanchard JP. Les élastomères et l'élasticité. Cah Prothese. 1981 ; (35) : 105-31.
61. Lacoste-Ferré M, Dandurand J, Blandin M, Pomar P. Quels élastomères pour quelles empreintes ? Cah Prothese. 2006 ; (136) : 51-9.
62. Durand JC, Jacquot B, Pourreyron L, Margerit J. Les hydrocolloïdes : de la structure aux applications cliniques. Strateg Prothetique. 2011 ; 11(2) : 79-91.


Références bibliographiques électroniques

3. Felder E. Plasticité en mise en forme - Comportement rigide-plastique [Internet]. 2007 [consulté le 04 octobre 2017].
Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00574960/>
4. Felder E. Dureté des corps et analyse qualitative. Techniques de l'Ingénieur [Internet]. 2005 [consulté le 03 octobre 2017].
9. Wieckiewicz M, Grychowska N, Zietek M, Wieckiewicz W. Evaluation of the Elastic Properties of Thirteen Silicone Interocclusal Recording Materials. BioMed Res Int [Internet]. 2016 [consulté le 16 novembre 2017]; 2016: 7456046.
Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5056310/>
10. Courbon J. Calcul des structures, théorie de l'élasticité [Internet]. 1979. [consulté le 4 octobre 2017].
13. Dupuis D. Mesure de la viscosité Principes généraux. Techniques de l'Ingénieur [Internet]. 2008 [consulté le 4 oct 2017]
14. Chauvel B, Turpin Y. Les matériaux à empreinte [Internet]. 2009-2010 [consulté le 26 février 2018].
Disponible sur :
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK EwjSjpDWwlfAhWGvBQKHwKnDDEQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fcampus.cerimes.fr%2Fodontologie%2Fenseignement%2Fchap13%2Fsite%2Fhtml%2Fcours.pdf&usq=AOvVaw2s1mAi3hrtvNcLuzJanbt>

Annexes

Annexe 1 : Protocole de décontamination et traitement des empreintes.

(Source : CHRU NANCY)



CENTRE HOSPITALIER REGIONAL UNIVERSITAIRE
SERVICE D ODONTOLOGIE

Protocole de décontamination et traitement des empreintes

Recommandations générales :

- le port de gants à usage unique, masque et lunettes lors des premières étapes jusqu'à ce que la prothèse soit considérée comme « propre » est obligatoire
- Conformément aux principes qui président au traitement des dispositifs médicaux non stérilisables, la désinfection doit être réalisée au sein du service avant le conditionnement de l'empreinte et son expédition vers le laboratoire. Une traçabilité de ce traitement devra être assurée et doit faire l'objet d'une procédure écrite.
- Lors de la pulvérisation, être vigilant sur le fait que toutes les surfaces de l'empreinte doivent être traitées

C
L
I
N
I
Q
U
E

Empreinte désinsérée

Rinçage 15 secondes à l'eau courante.
Secouer énergiquement pour éliminer les excès d'eau.
Couper les excès de matériau.

Pulvérisation d'un désinfectant : hypochlorite de sodium à 0,5%* et conditionner dans un sachet (avec un peu d'eau si alginate)
Valider (case) + noter l'heure sur fiche labo interne (Temps T)

Transfert au laboratoire Interne **
avec l'ensemble des travaux et la fiche de travail signée
+ fiche pour labo interne

L
A
B
O
R
A
T
O
I
R
E

A temps T + 10 min : Rinçage 15 secondes à l'eau courante.
Secouer énergiquement pour éliminer les excès d'eau.

Alginates:
Coulées des empreintes et
préparation des moulages

Autres empreintes :
Mise en attente

Conditionnement et vérification pour départ labo externe
ou mise à disposition du demandeur

****Les empreintes d'études sont à décontaminer et à couler directement par le praticien (conditionnement en hygrophore et rinçage à T + 10 min)**

* : ce biocide a un large spectre désinfectant (Gram + et Gram -), sporicide, fongicide et virucide. La solution à 0,5% est préparée à partir d'une solution d'eau de javel à 2,6% que l'on dilue à raison de 200 mL d'eau de Javel pour 1 litre d'eau. Il est préparé quotidiennement dans un flacon pulvérisateur entretenu quotidiennement selon la procédure DM de bas niveau.

Table des matières

Introduction	15
1. Notions fondamentales.....	16
1.1. Dureté	16
1.2. Élasticité	19
1.3. Viscosité	20
1.4. Plasticité	22
1.5. Thixotropie	22
1.6. Déformation	23
1.7. Comportement hydrique	26
1.7.1. Mouillabilité – Tension superficielle	26
1.7.2. Hydrophilie / Hydrophobie.....	27
1.8. Précision / Reproduction de l'état de surface	29
1.9. Stabilité dimensionnelle	30
1.10. Temps de travail - Temps de prise.....	31
1.11. Déformations liées à la prise d'empreinte	33
1.11.1. Tirage	33
1.11.2. Trainage	35
1.11.3. Freinage	37
2. Les Empreintes.....	38
2.1. Définition de l'empreinte	38
2.2. Caractéristiques de l'empreinte idéale	40
2.3. Empreinte sectorielle ou empreinte globale ?	41
2.4. Quelle technique d'empreinte ?	45
2.5. Optimisation de l'empreinte.....	50
2.5.1. Accès à la limite cervicale et au sulcus	50
2.5.2. Incidences des prothèses provisoires sur la stabilité gingivale	58
2.5.3. Polissage des piliers	60
2.5.4. Utilisation d'un porte empreinte adapté	61
2.5.5. Insertion douce et progressive du porte-empreinte.....	66
2.5.6. Adhésif adéquat	67
2.5.7. Utilisation d'un surfactant (diminue le freinage)	69
2.5.8. Comblement des contre-dépouilles (tirage et trainage)	69
2.5.9. Utilisation des viscosités adéquates	70
2.5.10. Respect des temps de prise et de l'homogénéité du matériau.....	70
2.5.11. Désinsertion rapide et uni-axiale	72
2.5.12. Décontamination	73
3. Les matériaux d'empreinte.....	77
3.1. Introduction.....	77
3.2. A la recherche du matériau idéal.....	77
3.3. Les matériaux plastiques	79
3.3.1. Les plâtres	79
3.3.2. Les cires	80
3.3.3. Les compositions thermoplastiques	81
3.3.4. Les pâtes à oxyde de zinc	82
3.4. Les matériaux élastiques	83
3.4.1. Les hydrocolloïdes	83
3.4.2. Les élastomères.....	93

4. Analyse différentielle des propriétés des élastomères	107
5. Conclusion	108
6. Fiche synthétique à l'usage des étudiants	109

GLESS David – Les empreintes en prothèse fixée : connaître les propriétés du matériau pour éviter les pièges liés à son utilisation

Nancy 2018 : 122 p. ; 30 figures ; 17 tableaux.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy : 2018

Mots Clés : Empreinte – Matériaux d’empreinte – Bon usage – Propriétés.

Résumé :

La réalisation d’une prothèse adaptée repose en premier lieu sur une empreinte de qualité. Pour y parvenir une connaissance approfondie de la technique opératoire ainsi que des propriétés des matériaux à notre disposition est impérative.

Deux grandes techniques d’empreinte de prothèse fixée sont réalisées tous les jours en cabinet : la wash technique et la technique du double mélange. Tous les matériaux disponibles sur le marché ne sont ni compatibles ni interchangeables et notre choix devra se porter sur le meilleur matériau en fonction des situations cliniques.

Pour comprendre quels sont les critères de qualités d’une empreinte nous reviendrons dans un premier temps sur les notions fondamentales des biomatériaux dentaires.

Puis nous verrons comment optimiser notre procédé pour avoir le taux de réussite le plus haut possible. Nous devons être attentif à plusieurs stades : souvent négligée, les étapes précèdent l’empreinte (déflexion gingivale, choix du porte empreinte, comblement des contres dépouilles, utilisation de surfactant et adhésif...) sont elles aussi primordiales, suivies des étapes principales per-empreinte (insertion progressive lente, respect des temps de prise...), sans oublier les étapes suivant la prise d’empreinte (désinsertion rapide uniaxiale, décontamination, coulée dans un temps donné...).

Nous aborderons ensuite l’éventail de matériaux à notre disposition. Considérant leurs propriétés intrinsèques, (élasticité, hydrophilie, viscosité), les élastomères par adition sont actuellement les matériaux les plus couramment utilisés.

Enfin pour conclure nous proposerons une fiche synthétique à l’usage des étudiants, regroupant : propriétés principales, indications / contre-indications, avantage / inconvénient, relatif à chaque matériau.

Membre du Jury :

Président
Directeur de Thèse
Juge
Juge

Adresse de l’auteur :

GLESS David
10 Cours LEOPOLD
54000 Nancy

