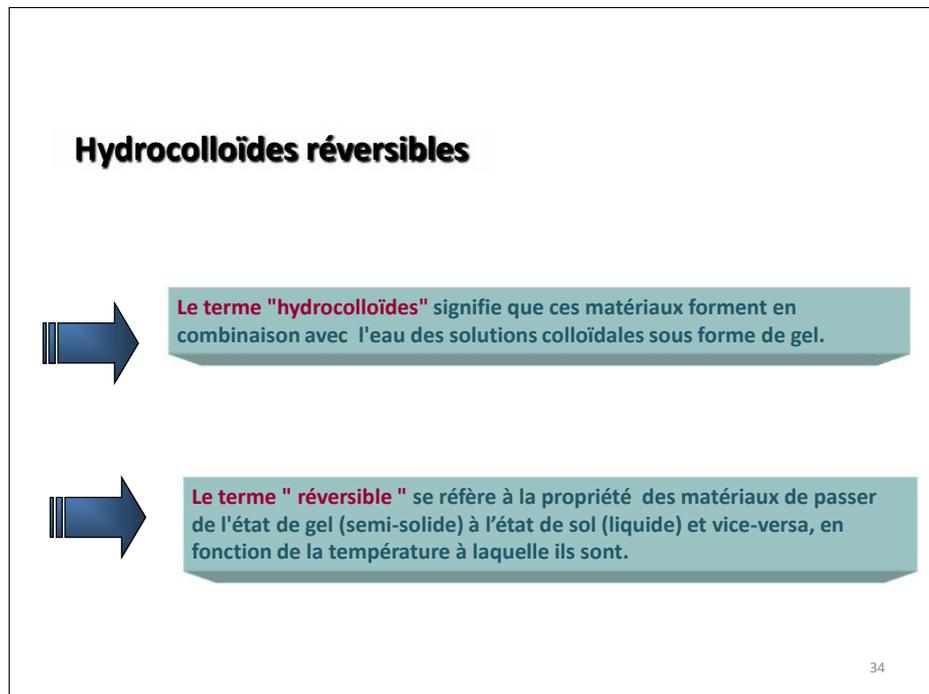




Introduction :

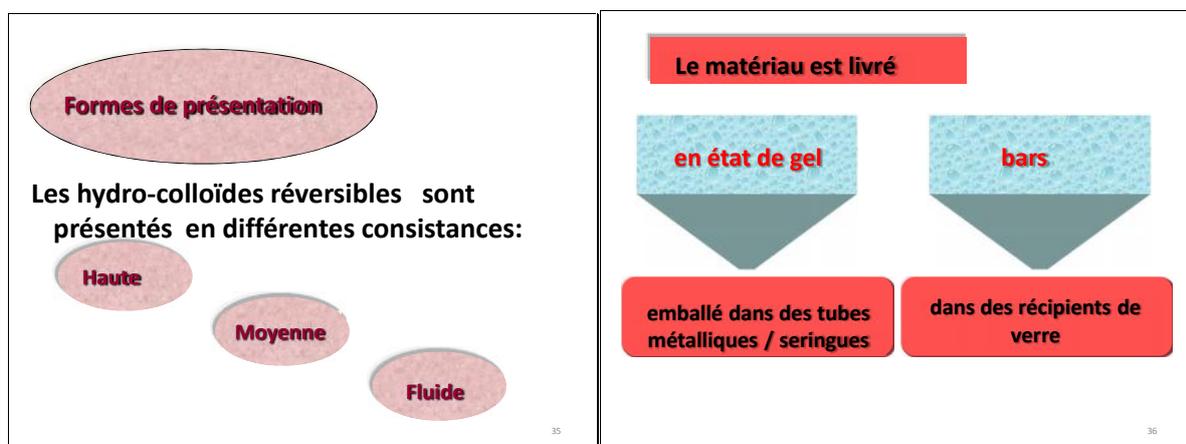
Les hydrocolloïdes réversibles ou irréversibles sont des polysaccharides extraits d'algues marines . Les matériaux utilisés pour les empreintes sont de solutions colloïdales de polysaccharides dans de l'eau. Mais qui existent plutôt sous deux formes :*Sol* ou *gel*.

- Dans sa forme sol ,les hydrocolloïdes sont fluides, de faible viscosité , car les chaînes polysaccharidiques n'ont pas d'organisation particulière .
- Par contre , dans sa forme gel le matériau est plus visqueux et peut développer des propriétés élastiques si les longues chaînes polysaccharidiques s'alignent. Leur alignement , comme des fibrilles , enferme la phase fluide et détermine une consistance similaire a une gelée.



I-Définition :

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).



II- **Composition :**

_L'*Agar-agar*, extrait des rhodophycées (algues rouges) , est un Ester sulfurique de gélose ; commun aux hydrocolloïdes , il n'entre ici que pour 5a15%dans la formule.

_Le borax (0,2%)augmente la viscosité et la résistance du gel, mais il constitue aussi un retardateur de prise du plâtre et peut altérer la qualité de l'état de surface du modèle d'où la faible proportion présente .

_Le sulfate de potassium($K_2 SO_4$) est nécessaire pour préserver la précision de surface du plâtre en empêchant l'empoisonnement des cristaux de gypse en formation , par le borax.

_Pour le reste les hydrocolloïdes réversibles sont constitués d'eau a 83%.

III.**Propriétés :**

Les hydrocolloïdes réversibles, dans leur forme sol , sont particulièrement fluides (matériau mucostatique) ; de plus il s'agit de matériaux hydrophiles ce qui permet une reproduction très fine des détails (de l'ordre de $10\mu m$) .Leur mouillabilité est bonne ; la précision de surface est donc élevée.

Par ailleurs, ils possèdent une très grande élasticité , leur permettant de supporter une déformation allant jusqu'à 80% avec une perte de précision de l'ordre de 0,05a0,1%.

Ce matériau ne subit pas de retrait lors du passage de la température buccale a la température ambiante , d'ou une précision dimensionnelle accrue.

Cependant , leurs propriétés physico-chimiques imposent un certain nombre de contraintes .

Leur caractère hydrophile favorable quant-a la finesse de l'empreinte , pose le problème de la stabilité dans le temps :

Synérèse/Imbibition :le gel comporte une densité en eau très élevée, telle qu'après la gélification , des variations dimensionnelles dues a instabilité hydrique peuvent intervenir .Laisse a l'air libre , un phénomène d'évaporation , de *synérèse* se produit , correspondant a l'élimination des molécules d'eau emprisonnées entre les chaînes polysaccharides .Des gouttelettes d'eau apparaissent a la surface de l'empreinte et cette perte hydrique se traduit par une contraction de l'empreinte .

Inversement , en présence d'eau , le gel d'*Agar* absorbe de l'eau , qui entraîne une rupture de l'alignement des chaînes polysaccharidiques , c'est l'*imbibition* .Par conséquent :

_ Assécher le champs opératoire s'avère indispensable lors de la prise d'empreinte, par conséquent la prise de l'empreinte de toute l'arcade est très difficile particulièrement a la mandibule , seule l'empreinte unitaire ou plurale en prothèse conjointe est réalisable

_ La coulée immédiate de l'empreinte est obligatoire pour éviter toute déformation.

Enfin les hydrocolloïdes réversibles présentent de faibles propriétés mécaniques, ils sont fragiles et se déchirent facilement sous des contraintes peu élevées : l'enregistrement des espaces inter proximaux et l'accès aux limites sous gingivales profondes est très difficile.

IV-Manipulation :

Les hydrocolloïdes réversibles présentés en tubes ou en seringue, a température ambiante , sont a l'état de gel .Un traitement thermique parfaitement défini va permettre leur utilisation :

Dans un premier temps ,placés dans un bain a 100°C , 8 a 12mn, le gel passe ainsi rapidement a l'état de sol et le contenu du tube devient très fluide . Puis le tube est transféré dans un bain a 60-65° ou il est conservé a l'état de sol jusqu'à son utilisation .

Quelques minutes avant l'empreinte , le matériau est remis dans un bain a 45° pour éviter de brûler le patient. Des porte-empreintes avec circulation d'eau intégrée sont indispensables pour permettre le refroidissement et ainsi le passage des hydrocolloïdes réversibles a l'état de Gel .

La réaction de gélification débute sous l'effet de la baisse de la température au contact du porte-empreinte et se termine au niveau des dents et de la muqueuse .

Le refroidissement ne doit pas être brutal (eau glacée) , car il provoquerait des déformations anarchiques.

V- DOSAGE.PRÉPARATION.TECHNIQUE DE TRAVAIL.

Le dosage est fait extemporanément, en fonction de la situation clinique, en coupant le matériau avec le couteau, en quantité requise pour l'empreinte;

Un équipement supplémentaire est nécessaire, qui se compose de:

- un bain thermostat avec 3 compartiments: le compartiment pour liquéfaction (80-100°C), le compartiment pour stockage (65-70°C), le compartiment pour tempérage (40-65°C);

- seringues spéciales;

- port-empreintes métalliques à double paroi faisant circuler l'eau courante;

- thermomètre.

- Le matériau est inséré dans la première chambre et maintenu à une température de 100 ° C pendant 10 minutes (changement de phase de phase de gel au sol) ;

- Transfert du matériau dans la deuxième section, où vous pouvez garder dans le sol pendant 5 jours ; est conseillé de vérifier la température de l'eau dans le compartiment de temps en temps;

- La quantité nécessaire de matériau est exprimée dans le porte-empreinte avec système de refroidissement et soumis dans le troisième compartiment pour 3-7 minutes pour que le matériau atteigne une température proche de celle de la bouche;

- Supprimer un mince couche de matériau (qui était en contact direct avec l'eau) et insérez le port-

Cours de Biomatériaux

Matériaux à empreinte Elastique

empreinte sur le champ prothétique;

- Connectez le système de refroidissement au circuit d'eau courante, pendant 5 minutes ; la température de l'eau ne doit pas être inférieure à 13°C (sinon, il ya un gélifiant rapidement avec l'apparition de contraintes dans l'intérieur du matériau et les effets de distorsion de l'empreinte);
- Enlever l'empreinte de champ prothétique par un mouvement fait rapide, ferme, dans l'axe des dents, puis nettoyer et enlever l'excès d'eau;
- Il est recommandé de réaliser immédiate le modèle coulée en plâtre dur ou extra-dur due à la sensibilité du matériau au phénomène de synérèse ou gonflement ; s'il n'est pas immédiatement possible de couler le modèle, nous recommandons de garder l'empreinte dans un environnement avec 100% d'humidité (lingettes humides) pour 30-60 minutes ou l'imprégnation de l'empreinte avec une solution de sulfate de potassium à 2%, 10 minutes avant de couler le modèle;
- Les matériaux non utilisés (second compartiment) peuvent être réutilisés, mais pas plus de 4 fois (la réutilisation



VI-INDICATIONS:

- les empreintes pour les micro-prothèses type inlays, onlays;

- les empreintes pour les couronnes, après la formation précédente du sulcus gingival;
- les empreintes duplicatas pour obtenir les modèles duplicatas.

VII-CONTRE-INDICATIONS:

- lorsque le sulcus gingival ne peut pas se préparer;
- préparation sous forme « end-knife »

- forme des empreintes avec des marges très minces;
- patients présentant macro-glossie ou la mobilité excessive de la langue.

<i>Matériau</i>	<i>Hydrocolloïde réversible</i>
Temps de gélification	Fonction de la température
Manipulation	Matériau sous forme de Sol dans un bain à 65°, placé à 45°, puis dans un porte empreinte à circulation d'eau
Indications	Empreinte de prothèse fixée unitaire ou plurale ; limites cervicales supra-gingivales
Contre-indications	Présence de salive ; présence de fortes contre-dépouilles

Hydrocolloïdes irréversibles

Les hydrocolloïdes irréversibles, ou alginates, sont les produits à empreinte les plus utilisés en dentisterie.

I-CLASSIFICATION

D'après le type de gélification:

Type I: avec gélification rapide

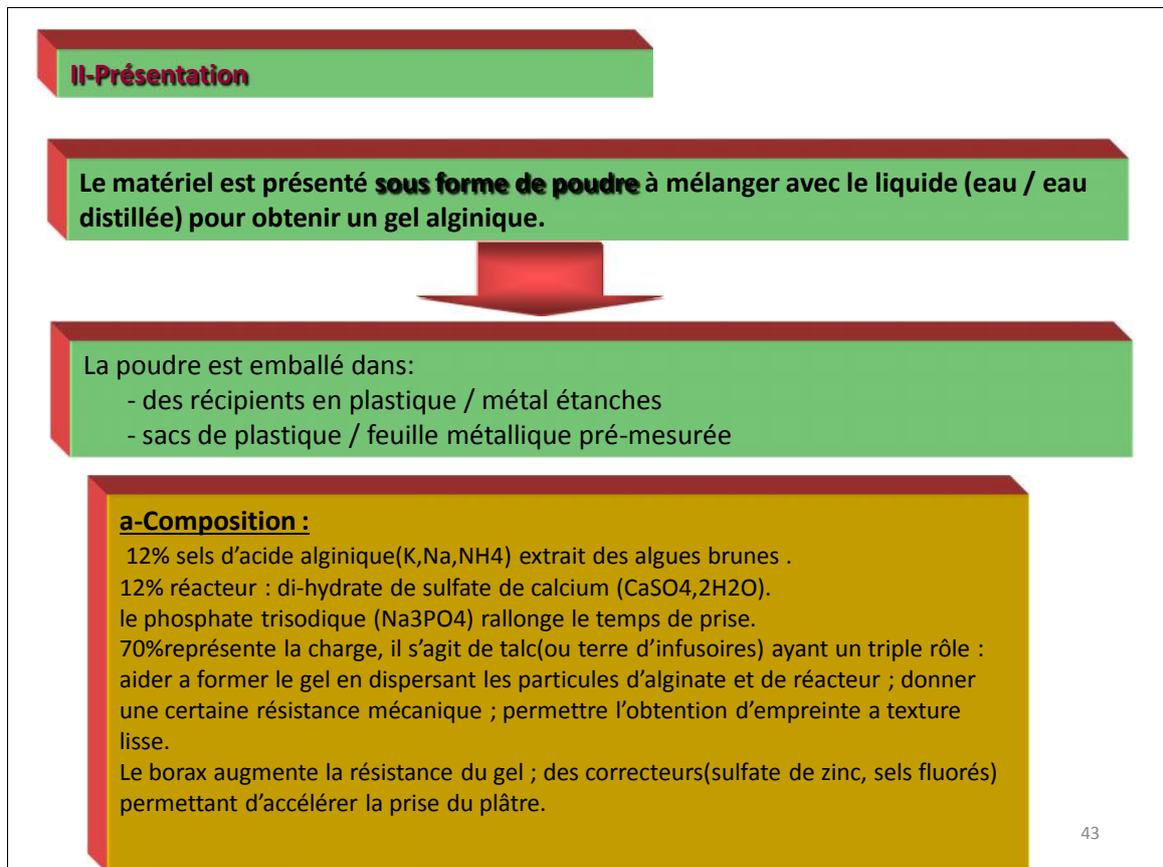
Type II: la gélification normale

D'après l'utilisation:

Classe A: pour les empreintes pour obtenir les prothèses uni-dentaires (inlays, couronnes, etc.)

Classe B: pour les empreintes d'arcade ou de héli-arcade

Classe C: pour obtenir les modèles d'étude et les port-empreintes individuels



II-Réaction de prise

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'alginates de calcium insoluble .Ce processus chimique, et non physique, est une estérification des groupements carboxyliques. La prise des hydrocolloïdes irréversibles dépend non seulement de leur composition, mais également du **rapport** poudre/liquide (10 g pour 20 ml), de **la température** de l'eau, et des conditions de **stockage**. Deux types commerciaux sont disponibles :

type 1 – prise rapide, type 2 – prise normale.

Certains produits récents voient leur couleur se modifier lors de la prise du fait d'une modification de leur pH. Le mélange automatique réduit significativement les temps de travail et de mélange, mais offre un matériau plus homogène, plus souple, avec une proportion de bulles nettement plus faible que lors d'un mélange manuel .

Les variations dimensionnelles des hydrocolloïdes irréversibles s'expliquent principalement par les mouvements de l'eau qu'ils renferment en grande quantité. A l'air libre, le matériau se contracte en perdant de l'eau par évaporation ; immergé, il se dilate en en absorbant. Si les alginates de classe A sont capables de reproduire des détails de 20 microns, cette précision ne peut être conservée au-delà d'une heure, même dans un milieu saturé d'humidité .

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 a celles obtenues par un simple rinçage et un séchage modéré.

IV-Dosage

- En conformité avec les instructions du fabricant et les cylindres et les cuillères qui accompagnent les emballages
- En cas des hydrocolloïdes de type II (avec gélification normale), la proportion idéale est de 15 g poudre/50 cm³ d'eau à 21°C. Écart de plus de 10% de ce rapport modifie le temps de la prise, les qualités du matériau, la résistance et la flexibilité
- Pour une utilisation facile sont utilisées les sacs de poudre pré-mesurées

V-PREPARATION

- mélange de la poudre avec de l'eau
- Peut-être fait de deux façons:
- **Préparation manuelle**
- Matériaux: bol large en caoutchouc + spatule en métal / en plastique
- Avant d'utiliser, vous secouez récipient contenant la poudre (pour son homogénéisation)
- Les deux composants doivent être dosés correctement et appliqués dans un bol en caoutchouc et on les mélange. Initial, les mouvements sont modérés pour humecter la poudre. Plus tard, les mouvements sont vigoureux, énergiques et rapides, pressant le matériau sur les parois du récipient avec une spatule jusqu'à le mélange change de couleur, devenant plus foncée que la couleur originale de la poudre
Le mélange manuel est réalisé jusqu'à l'obtenir d'une pâte visqueuse plastique, qui ne se détache pas de spatule.
Le temps de mélange est:
 - 1 minutes (au alginates de type II avec sortie normale)
 - 30-45 secondes (au alginates de type I, à prise rapide)**Le temps de travail est:**
 - 4 minutes (pour les hydrocolloïdes de type II avec prise normale)
 - 1,20 à 2 minutes (pour les hydrocolloïdes de type I, à prise rapide)
- **Préparation mécanique**
- Nécessite l'utilisation de dispositifs mécaniques spéciaux et des matériaux pré-mesurée par un malaxeur électrique ou de manière idéale par vibro-spatulation sous vide .
Avantage de la méthode mécanique:
- éviter l'incorporation des inclusions d'air dans le mélange.air dans le mélange)

- Une homogénéité optimale.
- Une absence quasi totale de bulles.
- Un état de surface extrêmement lisse.
- Un temps de travail allongé.
- Une optimisation des qualités mécaniques du matériau.

VI-INDICATIONS:

1. L'enregistrement des empreintes des dents antagonistes
2. L'enregistrement des empreintes préliminaires des champs prothétiques édentés partielles ou totaux
3. empreintes pour la coulée des modèles d'étude et de documentation
4. empreintes pour la coulée des modèles de travail en prothèses uni-dentaires (alginate de type «injection type»)
5. empreinte pour faire les modèles dupliqués
6. empreintes pour la coulée des modèles de travail en orthodontie
empreinte hydro-alginique dans la technologie des prothèses fixes

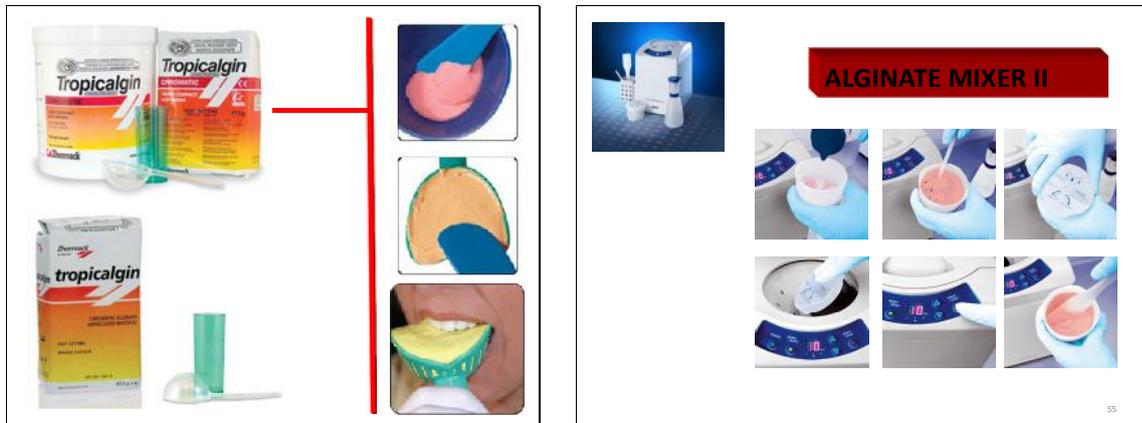
51

VII- Décontamination d'une empreinte à l'alginate : la décontamination des alginates pendant 20 minutes et après un nettoyage de 10 secondes sous l'eau courante est satisfaisante avant d'être enfermée dans un sachet. Ou bien par une pulvérisation avec du glutaraldéhyde 2% semble être un bon moyen de désinfection (après avoir rincé l'empreinte à l'eau claire).

CONSEILS PRATIQUES

- doivent être respectées les doses indiquées par le fabricant
- après l'utilisation la poudre sera hermétiquement fermée et stockée dans un endroit sec (20-22°C)
- le temps de mélange ne doit pas dépasser 1 minute
- pour les empreintes seront utilisés des porte-empreintes avec systèmes de rétention
- le modèle doit être coulé en 15-30 minutes après l'enregistrement de l'empreinte
- les empreintes enregistrées avec du matériau alginique sont conservées dans un environnement humide (lingettes humides, hydrophores) non pas dans l'eau
- le conditionnement de l'empreinte avant la coulée de modèle (nettoyage, désinfection, traitement de l'empreinte)

53



Matériau	Hydrocolloide irréversible
Temps de travail	1a2mn
Temps de prise	3a5mn
Manipulation	Mélange eau-poudre strictement dosé, avec une spatulation manuelle, automatique (malaxeur), voir une vibrospatulation
Indications	Empreinte d'étude, arcades antagonistes en prothèse fixée Empreinte 1aire en prothèse complète et partielle
Inconvénients	Résistance à la déformation Variation dimensionnelle Reproduction des détails Gamme de viscosité unique
Avantages	Mouillabilité Coût Facilité de manipulation

LES ÉLASTOMÈRES DE SYNTHÈSE

ÉLASTOMÈRES SYNTHÉTIQUES: POLYSULFURES, SILICONES ET POLYETHERS

1. Les caoutchoucs polysulfures
2. Les caoutchoucs silicones
3. Les caoutchoucs polyéthers

DÉFINITIONS

On appelle **polymère** une grande molécule constituée d'unités fondamentales appelées **monomères** (ou motifs monomères) reliées par des liaisons covalentes.

Un **monomère** est un composé constitué de molécules simples pouvant réagir avec d'autres monomères pour donner un polymère.

La **polymérisation** est la réaction qui, à partir des monomères, forme en les liants des composés de masse moléculaire plus élevée, les polymères ou macromolécules. Les noyaux des monomères sont le plus souvent constitués d'un atome de carbone (molécules organiques) ou d'un atome de silicium (polymères siliconés).

La **polymérisation** désigne la réaction chimique ou le procédé par lesquels des petites molécules (par exemple des hydrocarbures de deux à dix atomes de carbone) réagissent entre elles pour former des molécules de masses molaires plus élevées. Les molécules initiales peuvent être des monomères ou des pré-polymères ; la synthèse conduit à des polymères.

En général, en présence de réactifs et de catalyseurs, et sous l'action de la chaleur et de la pression, il se forme des chaînes macromoléculaires constituées de motifs de répétition identiques (homopolymère synthétisé) ou différents (copolymère obtenu), liés de façon covalente.

On obtient des polymères, de masses molaires éventuellement plus élevées :

- *monodimensionnels* (linéaires ou ramifiés) car issus de monomères bivalents ;
- *ou tridimensionnels*, issus de la polymérisation de monomères dont la valence moyenne est supérieure à deux, ou de la réticulation de polymères monodimensionnels.

Cours de Biomatériaux

Matériaux à empreinte Elastique

On distingue les polymères synthétiques comme le polyéthylène, par opposition aux polymères d'origine naturelle tels la cellulose et les artificiels (comme l'acétate de cellulose) qui sont préparés par modification chimique de polymères d'origine naturelle.

Typologie

Les réactions de polymérisation peuvent être classées selon deux critères :

- la formation ou non d'un **coproduit** de faible **masse moléculaire** lors de la polymérisation :
 - **polycondensations** : ces réactions classiques de la **chimie organique** portent sur des monomères **polyfonctionnels**. Elles se font avec départ de petites molécules souvent éliminées au fur et à mesure de leur apparition dans le milieu pour **déplacer l'équilibre réactionnel** : H₂O (souvent), HCl, NH₃, etc. On emploie parfois les catalyseurs classiques utilisés avec les petites molécules. Le polymère résultant de la polycondensation est appelé polycondensat. Exemples : **polyestérifications**, **polyamidifications** ;
 - **polyadditions** : ce sont des réactions de **polymérisation ionique** (anionique ou cationique) par ouverture de la double liaison d'un **composé carbonylé** ou par ouverture d'un **hétérocycle**. Elles se font sans élimination de petites molécules.
- le mécanisme de réaction :
 - **polymérisations par étapes** : réactions ayant lieu entre des **groupes fonctionnels**. La majorité des polymérisations par étapes se fait par polycondensation ;
 - **polymérisations en chaîne** : réactions ayant lieu grâce à la formation de **centres actifs** comme des **radicaux** ou des **ions**. La majorité des polymérisations en chaîne se fait par polyaddition.

I. LES ÉLASTOMÈRES POLYSULFURÉS

I.1 Indications

Les élastomères polysulfures, également connus sous les termes de thiocols, thiocaoutchoucs, sont les plus anciens élastomères de synthèse utilisés en dentisterie. Ces matériaux élastiques, qui offrent un temps de prise relativement long et différentes viscosités, sont tout particulièrement indiqués en prothèse adjointe partielle ou totale, lorsqu'un enregistrement muco-dynamique des surfaces muqueuses est souhaitable.



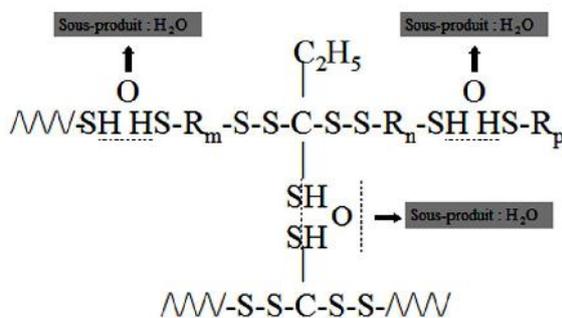
I.2 Composition

La pâte de base de couleur blanche est un polymère polysulfure de bas poids moléculaire possédant des radicaux thiol (-SH) terminaux ou intermédiaires, des charges et des plastifiants. Les charges, dont la concentration varie de 12 à 50%, sont constituées d'oxyde de zinc, de dioxyde de titane, de sulfate de zinc, ou de silice. Le catalyseur est une pâte brune contenant du dioxyde de plomb (30%), de l'oxyde de cuivre hydrate, du soufre (1 à 4%), des charges, et des plastifiants (huile, phtalates). Ces produits présentent une odeur désagréable et une propension à tacher.

I.3 Réaction de prise

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 pendants. 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 (PbO₂), créent des ponts inter-chaînes et se décomposent en radicaux et certains sous-produits volatils (alcool, cétone, aldehyde). 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 son caractère hautement élastique.

polycondensation du polysulfure



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 (auto-catalyse)

I.4 Propriétés

Les polysulfures présentent une grande élasticité leur permettant de franchir aisément les contre-dépouilles, mais en revanche une recouvrance élastique plus faible que les autres élastomères. La qualité d'enregistrement est variable, meilleure si la viscosité est moindre.

II. LES ÉLASTOMÈRES DE SILICONE

II.1 Indications

Depuis les années 70, les élastomères de silicone sont indiqués pour enregistrer les

Cours de Biomatériaux

Matériaux à empreinte Elastique

préparations destinées aux restaurations prothétiques fixées. Ce sont des polymères naturels ou synthétiques, ayant un faible module d'élasticité à température ambiante et supportant sans dommage (après réticulation) des allongements réversibles. En raison de leur grande variété de présentation, ils offrent de nombreuses options d'utilisation pour s'adapter aux différentes indications cliniques : technique d'empreinte rebasée, double mélange...

Empreinte en double-mélange avec des polyvinylsiloxanes



III.3.2 Composition

Les élastomères de silicone 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... Le processus de prise par condensation ou par addition, qui conditionne la nature des groupements organiques pendants, est à l'origine de leur classification en dentisterie.



II.3 Réaction de prise

Selon le type de réaction chimique par laquelle ils sont faits:

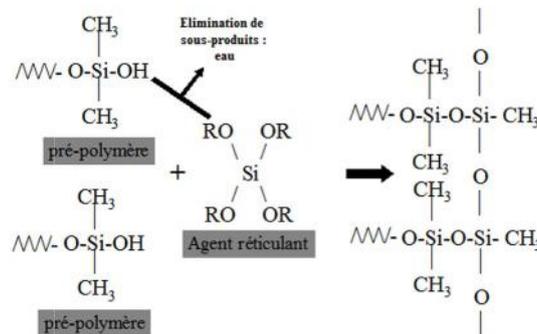


2 types d'élastomères de silicones

1. Silicones de condensation 2. Silicones d'addition

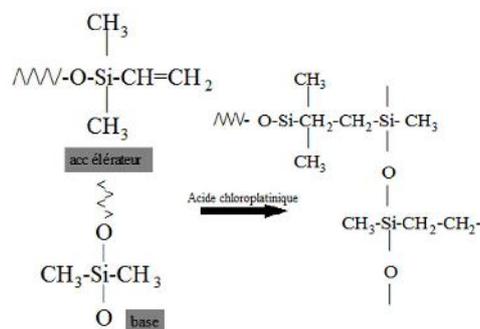
La présence de groupements organiques hydrocarbonés (methylé...) caractérise les polydiméthylsiloxanes, ou silicones par condensation. Leur base pâteuse, ou pré-polymère, se compose d'un polydiméthylsiloxane de poids moléculaire moyen avec des groupements terminaux hydroxyles. Des charges minérales de silice amorphe ou de fluorocarbonate, de 2 à 8 mm de diamètre, sont ajoutées dans des proportions variables pour ajuster leur consistance : fluide (light), normale (regular), épaisse (putty). Le catalyseur, sous forme pâteuse ou liquide, contient un ester métallique organique (octoate d'étain, silicate d'alkyle), de l'huile, et éventuellement un épaississant. La réticulation des silicones par condensation se produit entre des radicaux hydroxyles (-OH) terminaux du polymère et un agent de réticulation (alkoxyorthosilicate), en présence d'un activateur (dialkyltincaroxylate). 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.

polycondensation d'un polydiméthylsiloxane



Les silicones A, ou vinylpolysiloxanes, présentent globalement la même structure macromoléculaire que les silicones C. Ils se différencient par la présence de groupements vinyliques dont l'ouverture est à la base du phénomène de polymérisation. La base contient un pré-polymère obtenu par hydrolyse de silanes, des charges, des plastifiants, des pigments, et des substances aromatiques. Le catalyseur contient du polysiloxane, des sels de platine ou de nickel, des plastifiants et des pigments. Récemment, des surfactants ont été introduits pour améliorer leur hydrophilie. La polymérisation par addition se produit par ouverture des double-liaisons sous l'action d'un catalyseur, un sel de platine ou de nickel. Sans formation de sous-produit, elle aboutit à un matériau d'une grande stabilité dimensionnelle. Une production d'hydrogène est cependant susceptible de se produire et d'entraîner une porosité superficielle du matériau de réplique. Des absorbeurs, tel le palladium ou le platine, sont ajoutés à la formulation des silicones pour piéger ce produit volatil. Un délai d'une heure avant le traitement de l'empreinte peut limiter les effets de ce phénomène.

polyaddition d'un polyvinylsiloxane



II.4 Propriétés

Le principal inconvénient des silicones A est leur nature hydrophobe, leur module d'élasticité modéré et le dégagement possible d'hydrogène. Les matériaux de plus haute viscosité sont plus hydrophobes du fait d'un plus grand nombre de charges, elles-mêmes hydrophobes par nature (silice). Mais ce taux de charges élevé assure une meilleure stabilité dimensionnelle. Les silicones dits hydrophiliques ne semblent pas mieux reproduire les détails dans des conditions cliniques normales, c'est-à-dire en absence d'humidité, mais la coulée du plâtre y est optimisée. Cette hydrophilie toute relative entraîne malheureusement une stabilité dimensionnelle moindre.

III. LES ÉLASTOMÈRES POLYÉTHERS

III.1 Indications

Depuis les années 70, les élastomères polyéthers sont indiqués en prothèse conjointe pour l'enregistrement de préparations cavitaires et périphériques. Leur grande rigidité leur donne aujourd'hui un nouvel élan dans la réalisation des empreintes implantaires. Ils présentent également un intérêt certain pour réaliser le joint périphérique des empreintes secondaires en prothèse adjointe.

III.2 Composition

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.

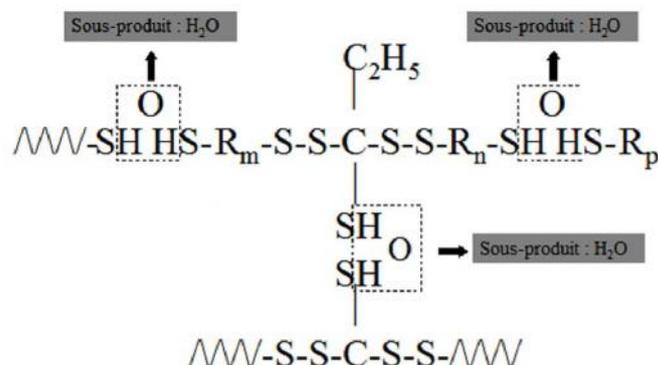
conditionnement en cartouches du polyéther pour le mélange automatique (pentamix®)



III.3 Réaction de prise

Le catalyseur de la réaction est un ester de l'acide sulfonique qui provoque l'ouverture des cycles ethylene-imine et la reticulation des différentes chaines linéaires macromoléculaires. L'absence de produit d'élimination, au cours de cette polymérisation par addition de type ionique, confère aux polyéthers une grande stabilité dimensionnelle. Le mélange automatique des polyéthers facilite l'homogénéisation de ces matériaux particulièrement visqueux.

Formule du polyéther



III.4 Propriétés

Les polyéthers et les silicones sont hydrophobes par nature. Cependant ces premiers se montrent plus hydrophiles et offrent une meilleure reproductibilité des surfaces. Mais en raison de cette hydrophilie toute relative, ils ont tendance à absorber les liquides,

surtout s'ils sont mélangés manuellement et qu'ils présentent une faible viscosité . Même s'ils ont tendance à perdre du poids par évaporation de sous-produits volatils lorsqu'ils sont stockés à l'air libre, les polyéthers doivent être conservés dans un environnement sec . Les polyéthers sont compatibles avec tous les matériaux de réplique et peuvent être coulés deux à trois fois, sans perte de précision .

IV. PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES COMPARÉES DES MATÉRIEAUX A EMPREINTE

La prise en compte de situations cliniques très différentes nécessite souvent d'exploiter les spécificités des différents matériaux à empreinte mis à notre disposition. Un certain nombre de paramètres conditionnent l'aptitude d'un matériau à répondre à ces différents objectifs cliniques.

IV.1 LA MOUILLABILITÉ

La mouillabilité traduit l'aptitude d'un fluide à s'étaler à la surface d'un solide. La faible mouillabilité d'un matériau à empreinte réduit son aptitude à l'étalement et en conséquence à l'enregistrement des surfaces bucco-dentaires dans un environnement où l'humidité est le paramètre clinique qu'il faut absolument maîtriser . D'une manière générale, elle dépend de la viscosité, de la thixotropie, et de l'hydrophilie du matériau qui influence la précision d'enregistrement et la qualité du modèle en plâtre .

IV.2 L'HYDROPHILIE

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... De nouveaux silicones, dits hydrophiliques, sont rendus moins hydrophobes en substituant à certains groupements hydrocarbonés, des groupements polaires . Ces composés (polyoxyéthylène, polyoxypropylène...) appelés tensioactifs ou surfactants, ont tendance à s'adsorber aux surfaces libres, ou aux interfaces, en modifiant par là leur énergie de surface : ils augmentent la réactivité de surface du matériau . La dispersion de ces produits est déterminante, car seule leur concentration à la surface du matériau est efficace . Leur adjonction 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 . Des traitements plus spécifiques (plasma...) donnent des résultats souvent efficaces, mais nettement plus complexes à mettre en œuvre sur des matériaux de nature différente . Les surfactants appliqués juste avant le traitement de l'empreinte sont efficaces , même s'ils ne sont malheureusement que rarement spécifiques des matériaux à empreinte disponibles sur le marché .

Il est à noter que pour un même couple liquide/solide, l'angle de contact varie en fonction de la rugosité , de la nature du substrat et du temps. Les silicones voient ainsi leur hydrophilie diminuer beaucoup plus rapidement que celles des polyéthers ils doivent donc être insérés rapidement en bouche. L'hydrophilie du matériau non encore polymérisé reste malheureusement encore difficile à apprécier .

IV.3 LA THIXOTROPIE

La viscosité initiale des élastomères est influencée par la température, et par l'intensité des contraintes appliquées. Ce dernier phénomène, dit de thixotropie, permet de moduler quelque peu la corrélation établie entre la baisse de la viscosité et la meilleure aptitude à

l'écoulement .

IV.4 LA VISCOSITÉ

Pour des élastomères de synthèse, par nature hydrophobe, l'étalement semble davantage en rapport avec la viscosité . La viscosité qui se définit comme la résistance a l'écoulement , est liée aux interactions intermoléculaires et au taux de charges présentes dans le matériau. Même si la viscosité n'intervient pas directement sur l'aptitude au mouillage d'un matériau, elle en influence la cinétique d'écoulement et détermine ainsi un facteur clinique fondamental, le degré de compression des tissus lors de l'empreinte. Elle conditionne également sa facilité de malaxage, sa possibilité d'injection a l'aide d'une seringue, et son aptitude a l'écoulement . Le mélange automatique des élastomères apporte de sérieux avantages : rapidité, homogénéité, souplesse... Après leur mélange, la fluidité et la mouillabilité des matériaux a empreinte diminuent : la possibilité de reproduire les détails se détériore plus ou moins rapidement selon la nature du matériau. Si la viscosité du plâtre augmente rapidement, celle de la pate oxyde de zinc eugenol ne varie que faiblement au cours de la prise. Cliniquement, l'initiation du phénomène de prise des silicones beaucoup plus rapide que pour les autres élastomères, amène un phénomène de tirage lors d'une insertion un peu tardive du porte-empreinte .

La viscosité du matériau conditionne son aptitude à l'étalement



Les matériaux plus visqueux possèdent une plus grande hydrophobie ; mais le taux plus important de charges siliceuses (hydrophobes) leur apporte une plus grande stabilité dimensionnelle et une contraction de prise plus faible.

IV.5 LA REPRODUCTION DES DÉTAILS

La reproduction des détails est optimisée par la mouillabilité du matériau a empreinte, sa viscosité faible et sa compatibilité avec le matériau de réplique. Tous les élastomères et les hydrocolloïdes sont capables de reproduire des détails de 20 microns que le plâtre n'est d'ailleurs rarement capable de restituer . Seuls les matériaux résineux (epoxy, polyuréthanes) sont capables de reproduire des détails aussi fins (≤ 5 microns) ; cependant leur contraction de prise est moins favorable pour compenser la contraction de prise de la grande majorité des matériaux a empreinte . La compatibilité des alginates et des plâtres n'est pas toujours optimale.

IV.6 LA STABILITÉ DIMENSIONNELLE

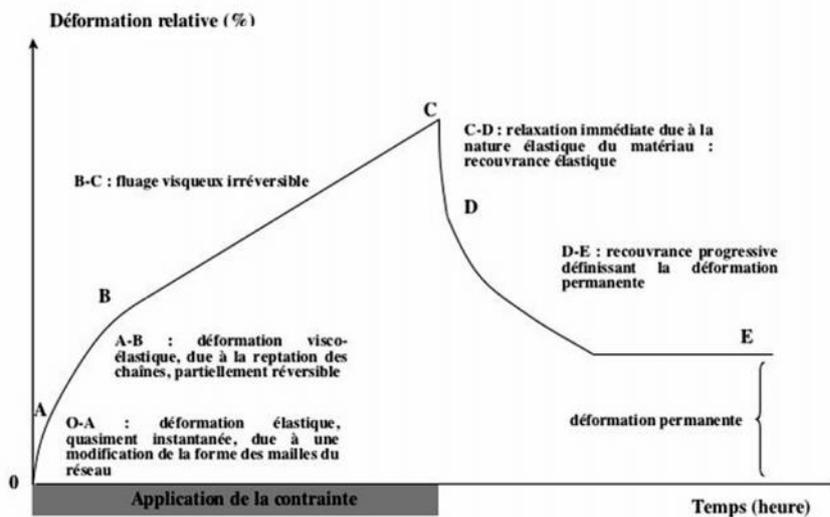
Si la précision dimensionnelle est un paramètre immédiat, la stabilité en est un a plus long terme . La stabilité dimensionnelle mesure le degré de conformité de l'empreinte avec la situation originelle. Les facteurs affectant la stabilité dimensionnelle sont les variations de

température par l'intermédiaire du Coefficient de Dilatation Thermique, la contraction due au phénomène de prise et à l'élimination de sous-produits volatils. Les modèles de plâtre obtenus à partir des empreintes aux élastomères montrent des dimensions légèrement surévaluées de 0,2 à 0,3 %. La stabilité dimensionnelle des matériaux dépend de leur support : le porte-empreinte. Espace de 2 à 3 mm grâce à des feuilles de cire ou d'étain, le porte-empreinte individuel assure une contraction inévitable, mais régulière du matériau. Pour éviter tout risque de décollement du matériau à empreinte (0,2 à 0,5 MPa), l'aménagement de retentions et/ou l'emploi d'un adhésif sont indispensables. Le temps de séchage de l'adhésif (au moins 5 min.), plus que sa spécificité, semble un élément important. Le comblement des contre-dépouilles présentes en bouche par de la cire peut limiter les contraintes lors du retrait. Dans la technique de l'empreinte rebasée, l'espacement au niveau du pilier prothétique peut être réalisé simplement en conservant dans un premier temps la dent provisoire. L'environnement de stockage est important pour assurer cette stabilité dimensionnelle. Les déformations qu'un matériau à empreinte peut présenter sont d'ordre mécanique, et/ou hydrocinétique. 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 dans un environnement saturé d'humidité.

IV.7 LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

Les propriétés élastiques des produits à empreinte dépendent du taux de réticulation, de la quantité de charges et de plastifiants. Les déformations possibles des matériaux résultent de qualités intrinsèques insuffisantes pour résister aux contraintes (retrait de la bouche, coulée du plâtre...). L'existence de liaisons chimiques fortes (covalentes, ioniques) entre les chaînes polymériques assure aux élastomères des propriétés mécaniques supérieures à celles des hydrocolloïdes. De faibles contraintes, en intensité et en durée, produisent un étirement minimum des matériaux dont les propriétés élastiques doivent permettre un recouvrement plus ou moins rapide et complet.

graphe temps/déformation, caractéristique d'un matériau visco-élastique soumis à une charge statique (partie OC), puis libéré de cette charge (partie CE)



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. Seul le respect d'un temps de prise suffisant et d'un mélange homogène garantissent les propriétés escomptées. Le retrait prématuré d'un matériau n'ayant pas totalement fini sa prise est une des causes de déformation les plus fréquentes.

IV.8 DÉSINFECTION

Il n'existe pas de protocole standard en raison du nombre important de matériaux et de produits désinfectants. Seule l'immersion assure une bonne désinfection de l'empreinte, contrairement à la pulvérisation dont le résultat est plus aléatoire.

Même si cette immersion a été longtemps contestée pour les polyéthers, le rapport de l'ADA (1991) précise que l'immersion est recommandée pour tous les élastomères à condition de respecter un temps d'immersion suffisant, mais pas excessif (moins de 1 heure). Une longue immersion des matériaux en modifie les dimensions, même pour les silicones ; les matériaux les plus fluides y étant les plus sensibles. Si l'immersion dans une solution désinfectante des hydrocolloïdes n'est pas indiquée, celle des polyéthers est encore sujette à controverses. Plus hydrophiles que les autres élastomères, ils peuvent être sujets à l'imbibition. L'insertion d'un désinfectant dans la poudre d'alginate est efficace. Le simple rinçage de l'empreinte supprime 90% des bactéries qui se retrouvent sur le modèle de plâtre. Si les désinfectants n'apportent pas une réelle amélioration des propriétés de surface du matériau, la présence de surfactants en optimise le traitement.

IV.9 TOXICITÉ

La biocompatibilité des élastomères de synthèse est souvent liée à leur instabilité chimique, leur faible énergie de surface et leur hydrophobie. Seuls les silicones par condensation ont présenté une certaine cytotoxicité en raison du relargage de sous-produits alcooliques. Certains catalyseurs peuvent également présenter un potentiel irritatif.

	ÉLASTIQUES - ÉLASTOMÈRES					HYDROCOLLOÏDES
	Silicones par condensation	Silicones par Addition		Polyéthers	Polysulfures	Alginate
		Manuels	Automatiques			
UTILISATION	<ul style="list-style-type: none"> Prothèse fixée 	<ul style="list-style-type: none"> Empreinte en prothèse fixée classique et implantaire 	<ul style="list-style-type: none"> Empreinte en prothèse fixée classique et implantaire 	<ul style="list-style-type: none"> Prothèse fixée, empreintes secondaires en prothèse adjointe partielle et complète 	<ul style="list-style-type: none"> Prothèse adjointe Empreinte secondaire prothèse complète ou partielle 	<ul style="list-style-type: none"> Modèles d'études, modèles antagonistes en prothèse adjointe ou fixée Empreintes primaires en prothèse adjointe partielle voire complète
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> Forte résistance aux forces de déchirement 	<ul style="list-style-type: none"> Stabilité dimensionnelle importante Précision des empreintes Récupération élastique Bonne durée de conservation des empreintes 	<ul style="list-style-type: none"> Mélange homogène Stabilité dimensionnelle importante Précision des empreintes Récupération élastique Pas de manipulation manuelle => gain de temps + ne nécessite un changement de gants 	<ul style="list-style-type: none"> Affinité avec l'eau Excellente précision de surface 	<ul style="list-style-type: none"> Empreintes de qualité chez des patients atteints de xérostomie ou ayant une fragilité muqueuse Qualité > Hydro colloïdes Résiste au déchirement 	<ul style="list-style-type: none"> Economique Hydrophile Classe A : permet la réalisation d'empreintes en prothèse fixée pour des éléments unitaires dont les limites cervicales sont supra ou juxta-gingivales
INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> Très hydrophobes Précision des surfaces limitée Moins pratique à utiliser 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite un malaxage manuel Incompatible avec les gants poudrés 		<ul style="list-style-type: none"> Forte rigidité après prise Désinsertion délicate Résistance à l'arrachement moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> Difficiles à utiliser en prothèse fixée Variations dimensionnelles élevées Temps de travail et de prise très long Récupération élastique très lente Nécessite un porte-empreinte individuel 	<ul style="list-style-type: none"> Fragilité (risque de déchirure) Faible stabilité dans le temps (coulée de l'empreinte immédiate)

CONCLUSION

Les empreintes constituent une étape déterminante des traitements prothétiques. Le choix du matériau et de la technique d'empreinte contribue largement à leur réussite. Seuls la connaissance des propriétés de ces matériaux et un examen clinique rigoureux sont à même de répondre aux circonstances cliniques rencontrées. L'optimisation des techniques d'empreinte est aujourd'hui davantage liée à l'amélioration des propriétés des matériaux qu'à l'évolution des techniques de mise en œuvre. Un problème récurrent pour le clinicien reste cependant le manque de corrélation entre les résultats expérimentaux et la clinique.