

Les ciments dentaires

Société Francophone de Biomatériaux Dentaires

J. COLAT-PARROS, F. JORDANA, PH. CHOUSSAT

Date de création du document 2010-2011

Table des matières

I	Introduction.....	4
II	Les ciments minéraux.....	6
	II.1 Les ciments au phosphate de zinc ou oxyphosphates.....	6
	II.1.1 Généralités.....	6
	II.1.2 Composition.....	6
	II.1.2.1 La poudre.....	6
	II.1.2.2 Le liquide.....	7
	II.1.3 Mécanisme de prise.....	7
	II.1.4 Facteurs de prise.....	8
	II.1.4.1 Facteurs physiques.....	8
	II.1.4.2 Facteurs chimiques.....	9
	II.1.5 Actions d’agents extérieurs.....	9
	II.1.6 Modifications.....	9
	II.1.7 Mise en œuvre.....	9
	II.2 Les silicates.....	10
	II.3 Les silico-phosphates.....	10
III	Les ciments organo-minéraux.....	11
	III.1 Les ciments oxyde de zinc – eugénol ou eugénates ou eugénolates.....	11
	III.1.1 Utilisation.....	11
	III.1.2 Composition.....	12
	III.1.3 Mécanisme de prise.....	13
	III.1.4 Facteurs influençant la prise.....	14
	III.1.4.1 Eléments activant la réaction.....	14
	III.1.4.2 Eléments ralentissant la réaction.....	14

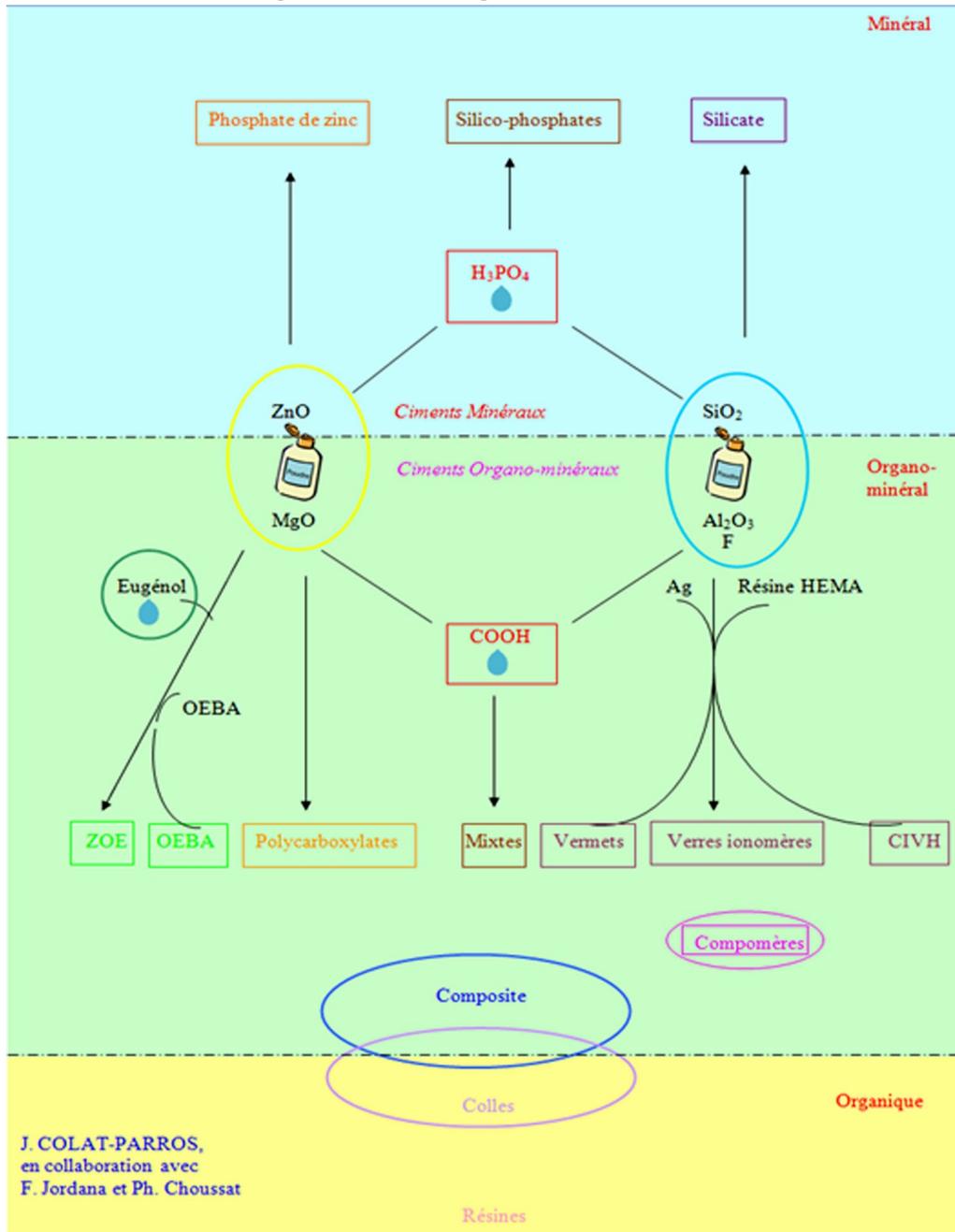
III.1.5	Contre-indications.....	15
III.1.6	Molécules susceptibles d'améliorer les oxydes de zinc - eugéno.....	15
III.1.7	Mise en œuvre.....	15
III.2	Ciment oxyde de zinc - eugéno amélioré : ciment EBA (ou OEBA).....	15
III.2.1	Indications.....	16
III.2.2	Composition.....	16
III.2.3	Réaction de prise.....	16
III.2.4	Mise en oeuvre.....	17
III.3	Les ciments polycarboxyliques.....	17
III.3.1	Indications.....	17
III.3.2	Composition.....	17
III.3.3	Réaction de prise.....	18
III.3.4	Mise en oeuvre.....	18
III.4	Ciments verres ionomères.....	19
III.4.1	Indications.....	19
III.4.2	Composition.....	20
III.4.3	Réaction de prise.....	20
III.4.4	Mise en oeuvre.....	21
III.5	Les ciments verres ionomères hybrides ou ciments verres ionomères modifiés par adjonction de résine.....	22
IV	Ciments minéro-métalliques : Vermets.....	23
V	Propriétés des ciments dentaires.....	24
VI	Annexes.....	30

I INTRODUCTION

Les ciments dentaires sont utilisés pour les obturations coronaires, les obturations canalaires ou encore les scellements en prothèse conjointe. La réaction de prise est le résultat de la réaction entre un acide (liquide) et une base (poudre). La classification en fonction de la nature chimique de leur matrice permet de différencier les ciments à :

- **matrice minérale :**
 - les phosphates de zinc
 - les silicates
 - les silico-phosphates
- **matrice organo-minérale :**
 - les ciments oxyde de zinc - eugénol
 - les ciments polycarboxylates de zinc
 - les ciments verre ionomère et les ciments verre ionomère modifiés par adjonction de résine
- **matrice organo-métallique :**
 - les vermetts.

Figure 1 : Schéma général des ciments



II LES CIMENTS MINÉRAUX

II.1 LES CIMENTS AU PHOSPHATE DE ZINC OU OXYPHOSPHATES

II.1.1 Généralités

Ils sont utilisés comme ciment de scellement d'usage, comme obturation provisoire ou comme fond de cavité (intermédiaire). Ce sont des isolants thermiques (conductibilité faible), électriques et mécaniques. Ils sont opaques et ne peuvent être utilisés comme ciment esthétique

La conductibilité électrique est très faible en milieu sec, mais pas en milieu humide (altérations marginales possibles par passage du zinc en solution et caractère conducteur de l'oxyde de zinc).

Ces ciments procurent une très bonne étanchéité.

On ne peut pas parler de liaison adhésive (interactions moléculaires entre la dent et le ciment), mais d'une pseudo-adhésion (interactions mécaniques par irrégularités de surface : micro-clavetage).

Il existe 2 types:

- type 1 : grains fins : 25 μm : scellement des pièces coulées de précision
- type 2 : grains moyens : 40 μm : tous les autres usages.

Chaque type est divisé en 2 classes :

- classe 1 : prise rapide
- classe 2 : prise normale.

II.1.2 Composition

Ils sont obtenus par mélange extemporané d'une poudre et d'un liquide. La poudre

II.1.2.1 La poudre

De couleur jaune, elle est formée presque essentiellement d'oxyde de zinc ZnO (88 %), avec :

- 1,5 à 10 % de magnésie ou oxyde de magnésium MgO : pour augmenter la résistance à la compression

- de la silice ou oxyde de silicium SiO_2 de résidus de calcination, en petite quantité (1 %)
- du sulfate de baryum SO_4Ba et de l'oxyde de Rubidium Rb_2O_3 ou de l'oxyde de bismuth Bi_2O_3 qui sont radio-opacifiants.

Etant donné la réactivité du liquide sur les éléments alcalins de la poudre (oxyde de zinc, magnésium), cette dernière est soumise à un frittage (c'est-à-dire à un chauffage à une température comprise entre 1000 et 1400 °C) qui permet une diffusion à l'état solide des composants et atténue parallèlement la réactivité du mélange. Après frittage, le mélange est à nouveau pulvérisé de façon à ramener les dimensions des grains au-dessous de 20 à 40 μm maximum.

II.1.2.2 Le liquide

Le liquide, incolore, est formé par :

- 66 % d'acide phosphorique H_3PO_4
 - 3/4 sous forme libre : milieu acide phosphorique (acide orthophosphorique)
 - 1/4 lié : phosphate d'aluminium AlPO_4 et phosphate de zinc $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$.
- 33 % d'eau.

La teneur en H_2O contrôle la dissociation ionique de l'acide et donc la vitesse de réaction.

II.1.3 Mécanisme de prise

La réaction de prise correspond à une action entre un liquide et un solide. Ce sont les régions superficielles du solide qui entrent en réaction, la partie interne restant souvent inattaquée. L'action de l'acide phosphorique sur la poudre se traduit par la formation de divers phosphates hydratés.

Il existe trois étapes lors de la réaction de prise :



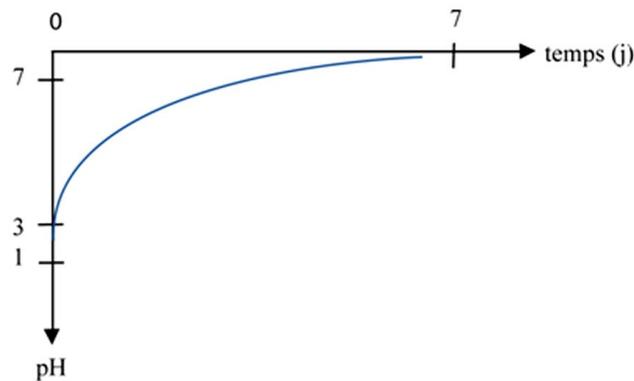
Le phosphate de zinc amorphe est une matrice qui lie les particules de ZnO non réagies et les autres substances.

L'action des phosphates forme un feutrage de cristaux qui provoquent la prise en masse et le durcissement ultérieur du ciment. La substance après prise est donc caractérisée par le

type dit de «matrice à coeur», étant donné l'hétérogénéité des particules solides (pas de mélange homogène des phosphates, mais des grains de ZnO, MgO, avec autour ces phosphates caractérisant la liaison). Ceci explique la porosité de ces ciments.

Le pH est acide à la fin du malaxage. Il tend rapidement vers la neutralité, ce qui permet d'expliquer la tolérance de ces ciments par les tissus dentaires.

Figure 2 : pH des ciments au phosphate de zinc, après malaxage



La prise est exothermique (4 à 10°C).

Le temps de prise sera inférieur à 2 minutes 30 pour la classe 1, et compris entre 4 minutes 30 et 8 minutes 30 pour la classe 2.

II.1.4 Facteurs de prise

II.1.4.1 Facteurs physiques

Température de frittage : plus on élève la température, plus la réactivité diminue.

Température : le temps de prise augmente quand la température diminue (plaque de verre froide).

Granulométrie : plus elle est fine, plus la réaction est rapide (augmentation des interfaces poudre - liquide).

Vitesse d'incorporation : le temps de prise augmente lorsque la vitesse d'incorporation diminue, en raison de la destruction des germes de cristallisation. Ces ciments doivent être mélangés lentement. On partage la poudre en 1/2, 1/4, 1/8 et 1/16. Le 1/16 est incorporé lentement dans le liquide en quelques secondes, puis le deuxième 1/8, puis le 1/4, puis le 1/2 incorporé partiellement de façon à régler la fluidité. Si l'incorporation est trop rapide, étant donné que la réaction est exothermique, la température de la masse s'élève, diminuant le temps de manipulation et fragilisant le ciment.

Rapport poudre - liquide : la prise est d'autant plus lente que la quantité de liquide est plus importante.

II.1.4.2 Facteurs chimiques

Teneur en H₂O : la vitesse de prise est très sensible à cette teneur, soigneusement réglée par le fabricant. Une augmentation de la teneur provoque une prise accélérée. La poudre et le liquide étant sensible au taux d'humidité, on placera une capsule de silicagel dans le bouchon. Un excès de liquide doit être jeté quand toute la poudre est consommée. L'humidité relative doit être maintenue à 80 %.

pH du liquide : il est réglé par un effet tampon.

II.1.5 Actions d'agents extérieurs

Le gaz carbonique CO₂ atmosphérique peut agir avec l'oxyde de zinc de la poudre, si le flacon n'est pas hermétiquement fermé, pour donner du carbonate de zinc.



Un dégagement gazeux (déplacement du gaz carbonique par l'acide orthophosphorique) se produit lors du mélange poudre - liquide. Celui-ci empêche une prise homogène et provoque une désagrégation partielle du ciment.

Les agents de sulfurations de la cavité buccale (sulfocyanures de la salive ou des gaz expirés) sont responsables d'une désagrégation et d'un noircissement.

Des colorations parasites peuvent aussi intervenir par les substances cosmétiques (dentifrices) ou les substances alimentaires (café, certains fruits).

II.1.6 Modifications

Par addition d'oxyde cuivrique noir CuO ou d'oxyde cuivreux rouge Cu₂O ou encore d'iodure de cuivre vert, on obtient des oxyphosphates antiseptiques, Mais, leur pH est plus bas, ce qui les rend agressifs pour la pulpe.

II.1.7 Mise en œuvre

Homogénéiser le liquide, car l'acide phosphorique est plus lourd que l'eau, démotter la poudre.

Prélever les quantités de poudre et de liquide nécessaires.

Mélanger lentement.

Sécher la zone de travail.

Mettre en place le ciment : il doit couler de la spatule pour un scellement et être crémeux pour un fond de cavité.

Ne pas utiliser un flacon de liquide présentant un dépôt de cristaux (évaporation), ni l'excédent de liquide (prévu par le fabricant).

Certains auteurs prônent l'intérêt de travailler avec une plaque de verre froide (10 °C) avec un temps de prise augmenté, permettant une plus grande quantité de poudre, d'où une prise plus rapide en bouche. Mais, cela est à déconseiller en raison de la condensation d'eau sur la plaque de verre entraînant des modifications au niveau de l'hydrolyse des acides phosphoriques.

II.2 LES SILICATES

Les ciments silicates consistent en la réaction d'une solution d'acide phosphorique H_3PO_4 tamponné et d' H_2O , sur une poudre composée en majorité d'alumines Al_2O_3 et de fluoroalumine de sodium ou cryolithe Na_3AlF_6 , avec adjonctions de silice SiO_2 , de phosphate de sodium $NaPO_4$ et de calcium $Ca_3(PO_4)_2$, de fluorure de calcium CaF_2 et de sodium FNa .

Le ciment obtenu donne un mélange extrêmement acide qui a du mal à revenir vers un pH neutre.

Ces ciments d'obturation à visée esthétique, utilisés avant l'apparition des composites, sont délaissés, car ils sont agressifs pour la pulpe, colorent la dentine et mettent en évidence des cinétiques de solubilisation élevées.

II.3 LES SILICO-PHOSPHATES

Les silico-phosphates résultent de l'action de l'acide phosphorique sur une poudre composée d'oxyde de zinc ZnO et de verre silicaté $Si_2O_7Al_2$.

Distribués sous plusieurs teintes, ils ont été utilisés pour le scellement des couronnes Jackets, pour leurs propriétés esthétiques.

Leur insuffisance en terme d'adhésion fait qu'ils sont aujourd'hui supplantés par les ciments verres ionomères et leurs dérivés hybrides, et plus récemment par les résines adhésives.

III LES CIMENTS ORGANO-MINÉRAUX

III.1 LES CIMENTS OXYDE DE ZINC □ EUGÉROL OU EUGÉNATES OU EUGÉNOLATES

Ce sont des ciments opaques.

Le pH avoisine 7, donc il ne présente pas d'agressivité pulpaire.

La contraction au cours de la prise est nulle.

La conductivité thermique de l'oxyde de zinc - eugénol est faible : de l'ordre de la conductivité dentinaire ($0,5 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$).

III.1.1 Utilisation

Ils sont utilisés comme :

- obturation provisoire
- fond de cavité
- obturation canalaire
- scellement provisoire
- pansement chirurgical
- matériau à empreinte.

Ils sont classés en 4 types :

- le type I pour le scellement temporaire, avec :
 - classe 1 : poudre et liquide
 - classe 2 : pâte-pâte durcissant
 - classe 3 : pâte-pâte durcissant
- le type II pour le scellement définitif : poudre et liquide
- le type III : obturation temporaire et base de restauration : poudre et liquide
- le type IV : revêtement de cavités :
 - classe 1 : poudre et liquide
 - classe 2 : pâte-pâte durcissant.

Ce matériau est utilisé comme substance à empreinte en prothèse amovible complète dans les produits de type «Impression Paste – SS White ®» où l'on trouve dans un tube le mélange : eugénol, talc ou silice, acide abictique, colophane hydrogénée ou gomme ester en solution. Dans un deuxième tube, on trouve de l'oxyde de zinc avec une huile minérale ou végétale.

III.1.2 Composition

Ils sont obtenus, pour les ciments de scellement définitif, par malaxage d'oxyde de zinc avec de l'eugénol (hydroxy 4-méthoxy 3 - allyl 1 - benzène), dérivé de l'essence de girofle.

La poudre est composée de :

- 70 à 85 % d'oxyde de zinc ZnO et d'oxyde de magnésium MgO
- 15 à 28 % de résine de type colophane (diminution de l'épaisseur du film, diminution de la fragilité et de la solubilité, propriétés adhésives, la colophane rend le produit plus lisse et plus homogène)
- silice SiO₂
- sels de zinc : stéarate de zinc, acétate de zinc (accélérateur) et sulfate de zinc.

L'oxyde de zinc - eugénol peut être modifié également par du polyméthacrylate de méthyle, du polystyrène et des polycarbonates.

L'oxyde de zinc doit être préparé à basse température, il est d'autant plus réactif que la température de préparation est basse.

La déshydratation de l'hydrate de zinc se fait avec une température de préparation de l'ordre de 300 °C, par la réaction :



Le liquide est constitué de :

- 85 % d'eugénol : hydroxy 4-méthoxy 3 - allyl 1 - benzène : C10122
- 15 % d'huile d'olive : adoucissant (correcteur de goût), plastifiant
- alcool : accélérateur
- acide acétique parfois : accélérateur

- baume du Canada ou du Pérou polyterpène (C1016)
- H₂O

L'eugénol est un sédatif pulpaire, il est germicide par la fonction phénol de l'eugénol libre. Il est agressif sur la gencive.

III.1.3 Mécanisme de prise

La pâte obtenue durcit spontanément à l'air.

On pensait que le durcissement était dû au groupement ortho-méthoxy-phénol, car effectivement le gaïacol et le méthyl-gaïacol sont susceptibles par mélange avec de l'oxyde de zinc de donner des produits durcissant dans le temps.

La présence d'eau est indispensable à la réaction. Le durcissement n'a pas lieu en l'absence d'humidité. C'est une réaction de poudre avec un liquide. Ce sont donc les parties superficielles de la poudre qui réagissent alors que le coeur n'est pas modifié. Le mélange de la poudre et du liquide pour obtenir un ciment convenable varie en fonction de la granulométrie.

Il faut incorporer beaucoup plus de poudre que l'on peut le prévoir d'après la réaction théorique. Elle est due à la réaction des groupements phénol avec l'oxyde de zinc, tandis que la chélation se produit entre les (2) groupements méthoxy et l'atome de zinc central.

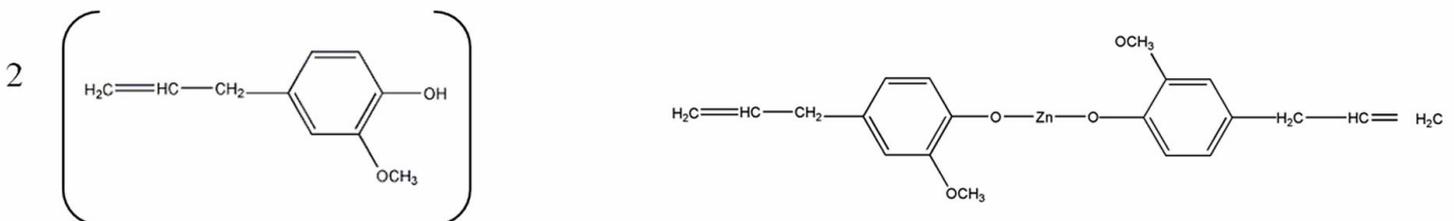
Réaction eugénol - oxyde de zinc.

La réaction est une chélation.

Le zinc fixe 2 molécules d'eugénol qu'il relie.



2 molécules d'eugénol et eugénolate de zinc



En clinique, le rapport liquide/poudre est de 4/1 ou 6/1. La résistance mécanique varie avec la quantité de poudre incorporée, selon un facteur de 1 à 6.

III.1.4 Facteurs influençant la prise

Humidité : la présence d'eau est indispensable au démarrage de la réaction.

L'eau, produit de la réaction, l'accélère à son tour.

Granulométrie de la poudre : une granulométrie fine diminue le temps de prise (diminution des interfaces poudre-liquide).

Etat de fraîcheur de l'eugénol : l'eugénol étant susceptible de subir des phénomènes d'oxydation (flacon opaque), de polymérisation et d'isomérisation.

Température : le temps de prise augmente quand la température s'abaisse.

Rapport poudre/liquide : le temps de prise augmente avec la proportion de liquide.

Présence d'éléments susceptibles d'activer ou de retarder la réaction.

III.1.4.1 Eléments activant la réaction

Sels ionisables organiques et minéraux : le chlorure de magnésium, le acétate de sodium ou de zinc (incorporés à la poudre ou au liquide), les radicaux acides (acide acétique), l'acide benzoïque.

Ces éléments peuvent appartenir à la série aliphatique ou à la série aromatique, moins active. Selon le type utilisé, la réaction de durcissement peut être ramenée à quelques minutes.

III.1.4.2 Eléments ralentissant la réaction

Ce sont des produits hydrophobes : huiles minérales ou végétales synthétiques et du colophane.

Les carbonates de zinc $ZnCO_3$ et des hydroxydes de zinc $Zn(OH)_2$, dont la formation est due au conditionnement non hermétique de la poudre, peuvent intervenir. Ces substances ressemblent à l'oxyde de zinc (blanches).

Elles peuvent être détruites par chauffage ($600^\circ C$) :

- $ZnCO_3 \rightarrow ZnO + CO_2$
- $Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO + H_2O$

III.1.5 Contre-indications

L'eugénol inhibant la polymérisation du méthacrylate de méthyle, il agit comme peptisant du polyméthacrylate ; il faut éviter d'utiliser les eugénates comme fond de cavité sous les résines, sous les composites par exemple.

III.1.6 Molécules susceptibles d'améliorer les oxydes de zinc - eugénol

Ce sont en particulier des dérivés de la colophane gomme, tels ces esters glycéridiques ou de la colophane hydrogénée. On trouve des corps de la série aromatique, tel que l'acide abictique.

Par addition de petites quantités de ces dérivés à la base oxyde de zinc - eugénol, on augmente la résistance mécanique de façon sensible (x2). On obtient des ciments dont la résistance à la compression atteint 40 MPa.

III.1.7 Mise en œuvre

Le rapport poudre/liquide est de 3 à 4.

Spatulation longue et vigoureuse, jusqu'à la consistance mastic, pour un mouillage faible.

Sécher la cavité, sans la déshydrater.

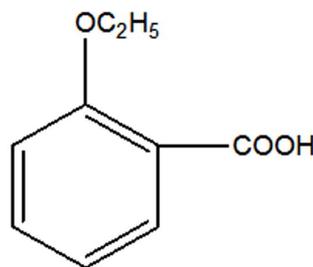
III.2 CIMENT OXYDE DE ZINC - EUGÉNOL AMÉLIORÉ : CIMENT EBA (OU OEBA)

Ce sont des ciments à l'Acide Ortho-Ethoxy-Benzoïque.

Brauer, en remplaçant une grande quantité de l'eugénol par de l'acide ortho-ethoxy-benzoïque, a obtenu un ciment dont la résistance à la compression et à la traction est beaucoup plus importante que celles des eugénates normaux.

Les propriétés biologiques sont proches de celles du ciment oxyde de zinc - eugénol.

Ciment EBA



III.2.1 Indications

Ce ciment de base, mélangé à de la silice ou du quartz pulvérisés, peut être utilisé comme scellement ou obturation. Le ciment EBA peut être utilisé pour le scellement sur dents pulpées.

III.2.2 Composition

Poudre :

- 74 % d'oxyde de zinc ZnO
- 6 % de colophane hydrogénée
- 20 à 30 % d'oxyde d'aluminium Al₂O₃
- 20 % de poudre de silice et des charges polymériques (polyméthacrylate de méthyle).

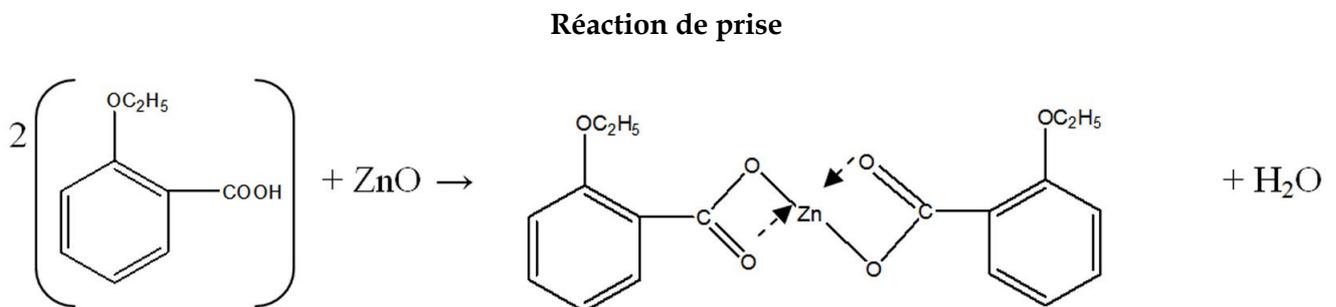
La colophane et le quartz renforcent les qualités mécaniques.

Liquide :

- 45 % d'eugénol
- 50 à 66 % d'OEBA.

III.2.3 Réaction de prise

Chélation entre l'eugénol, l'EBA et le ZnO.



Le temps de prise est de 7-13 minutes *in vitro* et 2-3 minutes en bouche.

La contraction est faible lors du durcissement.

III.2.4 Mise en oeuvre

Même protocole que les ciments oxyde de zinc - eugénoles.

La spatulation se fait en 2 minutes.

III.3 LES CIMENTS POLYCARBOXYLIQUES

Ils appartiennent à la famille des polyalkénoates.

Ils sont classés en 2 types :

- type 1 : pour scellement
- type 2 : pour obturation.

L'opacité est comparable aux eugénoles, mais ils sont plus translucides.

Au moment de la prise, ils subissent une légère expansion qui est favorable.

La conductibilité thermique est très faible.

Les ciments polycarboxyliques possèdent un caractère thixotrope.

Adhérence à la dentine et à l'émail par le pouvoir chélateur des groupements carboxyles vis-à-vis du calcium.

Ces ciments présentent une action peu irritante pour la pulpe, pour trois raisons :

- ne pénètre pas les canalicules de Tomes, car le poids moléculaire est élevé
- faible dissociation de l'acide polyacrylique.
- faible acidité de ces ciments en début de mélange, le pH évolue vite vers 7.

III.3.1 Indications

Ils sont utilisés pour :

- le scellement (inlay-onlay, coiffes, prothèse implanto-portée...)
- comme obturation intermédiaire : obturation provisoire ou fond de cavité.

III.3.2 Composition

Poudre :

- ZnO : 55 % (en proportions variables)
- MgO : 1 à 5 %.
- charges silicieuses : en proportions variables

- 10 à 40 % d'oxyde d'aluminium Al_2O_3 (alumine).
Les oxydes sont préalablement calcinés et broyés pour diminuer leur réactivité.
- fluorure stanneux.

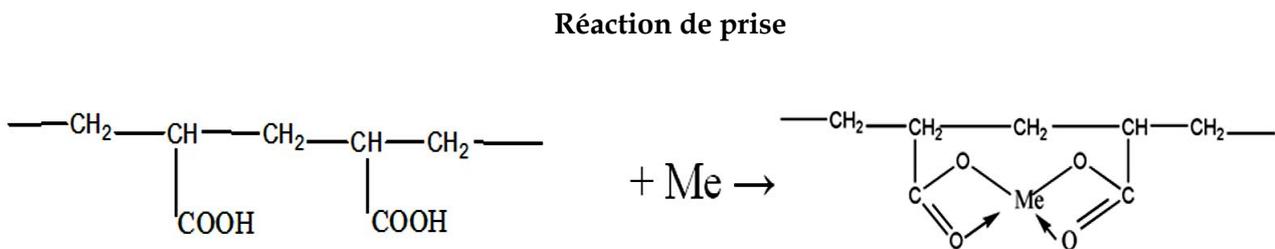
Liquide : solution visqueuse :

- d'acide polyacrylique (40 %), de poids moléculaire entre 25 000 et 50 000
- d'acide itaconique.

III.3.3 Réaction de prise

Acide acrylique : $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$.

Grâce à la double liaison, la polymérisation s'effectue par réaction radicalaire et formation d'un polyacrylate de zinc.



Avec le groupe carboxyle COOH , se forme une liaison de coordination : chélate.
Avec le groupe hydroxyle OH , se forme une liaison covalente.

L'acide polyacrylique est d'autant plus visqueux que la chaîne est longue.
Selon le degré de polymérisation, on obtient des viscosités différentes.

Structure de type matrice à cœur, avec une matrice constituée par un gel de polyacrylate de zinc amorphe qui emprisonne de nombreuses particules d'oxyde de zinc qui n'ont pas réagi.

Le ciment consiste donc en particules résiduelles d'oxyde de zinc reliées dans cette matrice amorphe.

III.3.4 Mise en oeuvre

Prélever le liquide juste avant utilisation (sinon évaporation de l'eau du liquide).

Incorporer la poudre au liquide.

Le rapport poudre/liquide peut varier de 1 à 2.

Insertion rapide du ciment (30 secondes).

Éviter tout contact avec la salive.

Ne pas utiliser le mélange quand celui est devenu terne, la viscosité est alors trop élevée.

Spatulation rapide : 30 à 40 secondes.

Le ciment doit avoir un aspect « lustré » pour son utilisation.

Le temps de prise varie selon différents facteurs.

Il diminue quand la température augmente.

Il est de 9 minutes pour le type 1, et de 5 minutes pour le type 2.

III.4 CIMENTS VERRES IONOMÈRES

Etant donné que dans la préparation de la poudre pour silicate, on réalise par fusion un verre contenant de la chaux, de l'alumine, du sodium, des fluorures divers et de la silice, Wilson et Kent ont pensé, en 1969, qu'une poudre analogue à celle-ci, susceptible de libérer en milieu acide des ions bi ou trivalents, pouvait interagir avec l'acide polyacrylique, comme ZnO et MgO. Ceci pour obtenir un ciment beaucoup moins opaque que les précédents. Les cations bi et trivalents réagissent sur l'acide polyacrylique et provoquent son durcissement par réticulation.

Les ciments verres ionomères sont des polyacrylates complexes ou polyalkénoates de verre. Les propriétés sont comparables à celles des ciments polyacryliques. Les ciments à verre ionomère ont été également utilisés comme ciments de scellement en raison de l'adhérence de l'acide polyacrylique sur les tissus dentaires de base.

La force d'adhésion est comparable à celle de certains agents de collage dentinaire.

L'adhérence est de 3,8 MPa pour l'émail et de 2,4 pour la dentine. Elle est améliorée par mordantage (acide polyacrylique) 40 % pendant 10 secondes puis rinçage à l'eau).

L'adhérence est due aux interactions ioniques dipolaires (COOH) et aux liaisons métalliques plus fortes (Ca). Les CVI entraînent la chélation du calcium. L'adhérence serait mauvaise pour les alliages précieux et les céramiques.

III.4.1 Indications

Les ciments verres ionomères sont utilisés pour :

- le scellement : type 1
- les lésions cervicales et les érosions de classe V ou les bases intermédiaires : type 2
 - a : esthétiques
 - b : renforcés (cermets).
- comme fond intermédiaire, dans la technique « sandwich » : type 3

- les fissures : type 4.

III.4.2 Composition

Au départ, les ciments ionomères étaient présentés sous la forme d'un liquide (acide polyacrylique) et d'une poudre (verre ionomère). Par la suite, étant donné la tendance à la polymérisation spontanée de l'acide polyacrylique en solution, on a réalisé des ciments à l'acide polyacrylique anhydre mélangé à la poudre de base. Il suffit de mélanger la poudre avec de l'eau pour solubiliser l'acide polyacrylique. Ces ciments sont improprement appelés ciments polymérisables par l'eau.

La poudre comporte des alumino-silicates fluorés (fluorure de calcium). Le fluor joue sur le pH et le temps de prise.

Composition de la poudre :

- silice SiO_2 : 30 %
- alumine Al_2O_3 : 16 %
- cryolithe Na_3AlF_6 : 5 %
- fluorure de calcium CaF_2 : 34 %
- trifluorure d'aluminium AlF_3 : 5%
- phosphate d'alumine AlPO_4 : 10%

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est plus élevé que pour les silicates traditionnels.

Le liquide est une solution aqueuse (50 %) copolymère d'acide polyacrylique avec, pour 45 à 50% :

- de l'acide itaconique (durcisseur)
- de l'acide tartrique (accélérateur de la prise)
- de l'acide maléique (durcisseur).

III.4.3 Réaction de prise

Au contact du liquide, la poudre se décompose en surface pour libérer les ions Ca^{2+} , Al^{3+} , F^- .

SiO_2 constitue le verre restant.

La poudre et le liquide, mélangés, donnent une masse plastique qui durcit avec le temps.

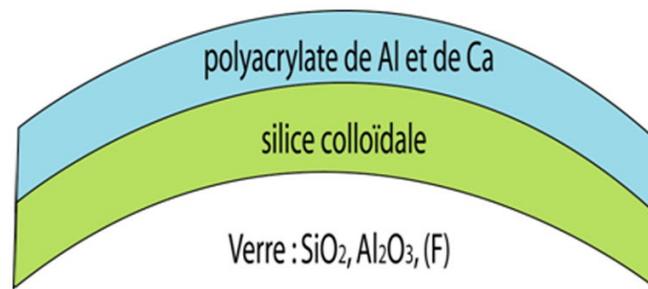
Les cations bivalents et trivalents qui réagissent sur l'acide polyacrylique et provoquent son durcissement par réticulation. La réaction de prise se fait en deux temps :

- les ions Ca^{2+} se mient aux chaînes de polyacrylate, donnant un gel plastique et sont combinés au bout de trois heures.
- les ions Al^{3+} continuent à réagir pendant 48 heures.

Lors de la prise, il y a :

- formation d'un gel de silice hydratée à la surface du verre
- formation de polyacrylate de calcium Ca et d'aluminium Al.

Figure 3 : Formation de polyacrylate de calcium Ca et d'aluminium Al



Structure de type matrice à cœur :

- matrice : sel complexe de polyacrylate de calcium et de polyacrylate d'aluminium
- cœur : particules de poudre de verre enrobées dans un gel silicique qui a perdu ses cations.

III.4.4 Mise en oeuvre

Respecter le dosage poudre-liquide (3 g/ml pour une restauration et 1,5 g/ml pour un scellement).

Utiliser les systèmes prédosés.

Eviter tout contact précoce avec la salive.

L'irritation pulpaire et dentinaire est de l'ordre des eugénates, en raison de la légère acidité et le poids moléculaire important.

Une sensibilité est possible, modérée à sévère, lors de scellement, due à l'acidité du début de la réaction de durcissement.

Ces ciments polyacryliques et ce verre ionomère ont l'avantage de présenter une relative innocuité vis-à-vis de la pulpe ; ce qui, ajouté à leur adhérence immédiate aux tissus

dentaires, à leurs propriétés mécaniques et à leur variation dimensionnelle au cours de la prise en font des produits à préjugé favorable, bien que le recul ne soit pas suffisant pour juger leurs qualités en terme de pérennité.

III.5 LES CIMENTS VERRES IONOMÈRES HYBRIDES OU CIMENTS VERRES IONOMÈRES MODIFIÉS PAR ADJONCTION DE RÉSINE

Ils se présentent généralement sous forme liquide / poudre et sont photopolymérisables.

Il existe deux types :

- **Première génération** : acides polyalkénoïques additionnés de monomères polymérisables (résine hydroxyéthyle méthacrylate HEMA) dans le liquide.

Exemple : Vitrebond™, GC Fuji™ Lining LC.

La présence d'HEMA modifie le mécanisme de chétopolymérisation, certaines des liaisons carboxyles étant prises par l'HEMA. Le caractère hydrophile de l'HEMA augmente l'absorption d'eau.

- **Deuxième génération** : modification du polyacide par greffage de chaînes latérales de type méthacryle, la polymérisation devient alors de type radicalaire.

Exemple : Vitremer™, Variglass™.

Les verres ionomères modifiés présentent un temps de travail prolongé et un temps de prise plus court que les traditionnels.

Les verres ionomères modifiés présentent une sensibilité à l'humidité initiale.

Leurs propriétés mécaniques sont supérieures aux CVI traditionnels.

IV CIMENTS MINÉRO-MÉTALLIQUES : VERMETS

Poudre (Vermets) :

- Ag : 40 %
- TiO₂
- alumine, silice, fluor : 50 %.

Liquide :

- copolymère 37 % :
 - acide acrylique : 18,5 %
 - acide maléique : 18,5 %.
 - acide tartrique : 9 %
- H₂O : 54 %

Exemple : Ketac Silver™ (3M Espe).

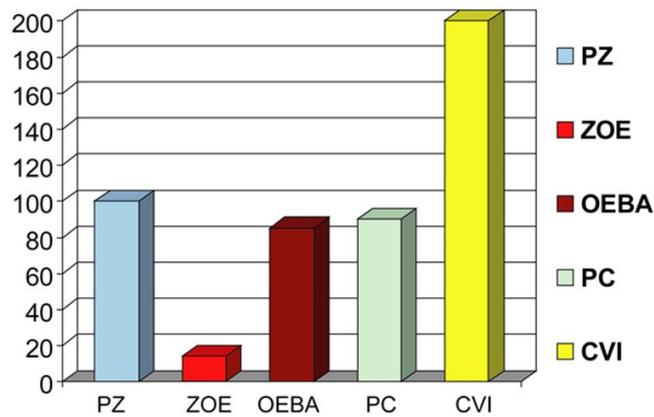
La prise des vermetts est plus rapide que celle des verres ionomères.

Les vermetts présentent un coefficient dilatométrique plus élevé que les verres ionomères.

Ils sont plutôt destinés aux obturations chez les enfants.

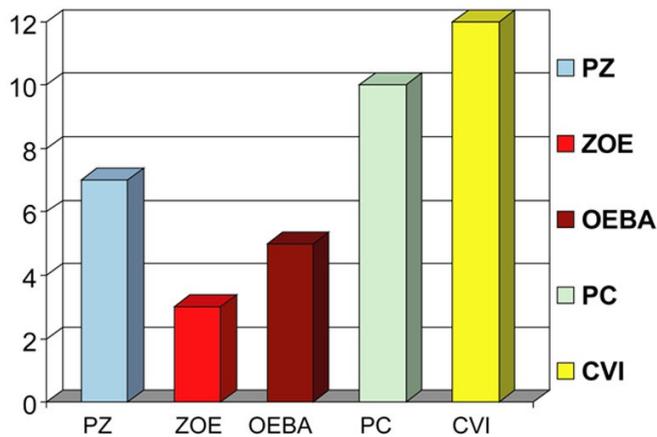
V PROPRIÉTÉS DES CIMENTS DENTAIRES

Figure 4 : Résistance à la compression des ciments dentaires



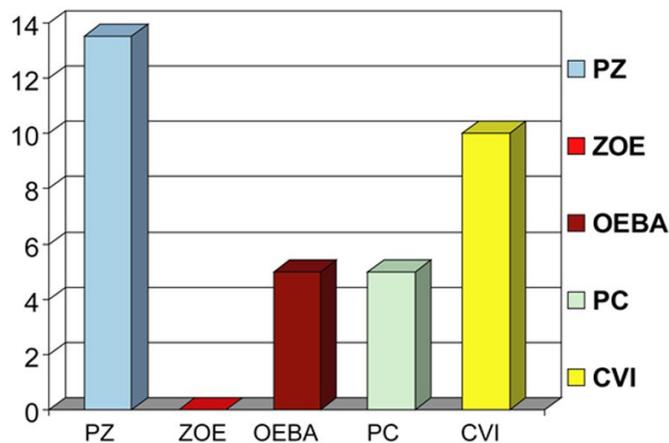
Résistance à la compression (MPa)

Figure 5 : Résistance à la traction des ciments dentaires



Résistance à la traction (MPa)

Figure 6 : Module d'élasticité des ciments dentaires

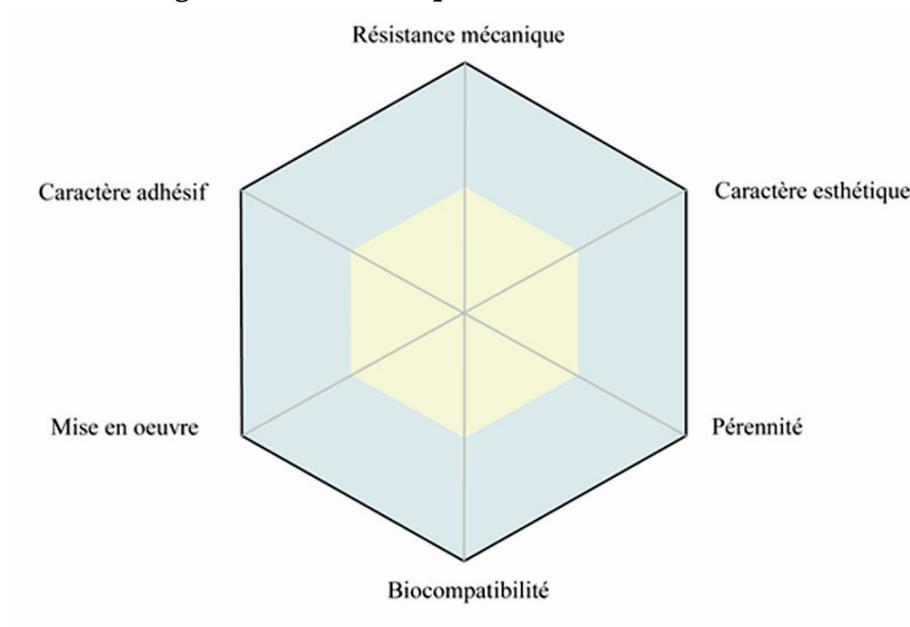


Module d'élasticité (GPa)

Sont représentées sur une échelle de 0 à 4, les caractéristiques fondamentales des ciments. Les valeurs ont été établies comme suit :

- 0 définit l'inaptitude totale du matériau à remplir la fonction
- 4 définit l'adéquation très importante entre le matériau et la fonction recherchée
- 2 autorise l'utilisation du matériau dans cette indication.

Figure 7 : caractéristiques des ciments dentaires



La **mise en oeuvre** est la facilité de manipulation du matériau, en prenant en considération :

- le dosage poudre/liquide
- la technique de spatulation, de malaxage
- l'application sur le support dentaire et/ou prothétique.

Le **caractère esthétique** est l'aptitude du matériau à réhabiliter la perte de dentine et d'émail telle qu'elle ne puisse être détectée à l'œil.

La **résistance mécanique** englobe des tests de laboratoire et des techniques d'évaluation clinique. Elle prend en considération :

- la résistance à la flexion, à la compression, à la traction
- la résistance à l'abrasion.

La **biocompatibilité** prend essentiellement en considération le caractère agressif du matériau à l'égard de l'organe dentino-pulpaire.

La **pérennité** est basée sur des critères d'évaluation clinique définis par l'intégrité structurale du matériau, la préservation de la liaison adhésive, le maintien de l'étanchéité bactérienne et l'absence de récurrence carieuse.

Le **caractère adhésif** signe une aptitude du matériau à établir une liaison de type adhésif en respectant les indications du fabricant (mordançage par exemple) sans faire intervenir d'agents de liaison supplémentaire.

Figure 8 : Phosphates de zinc

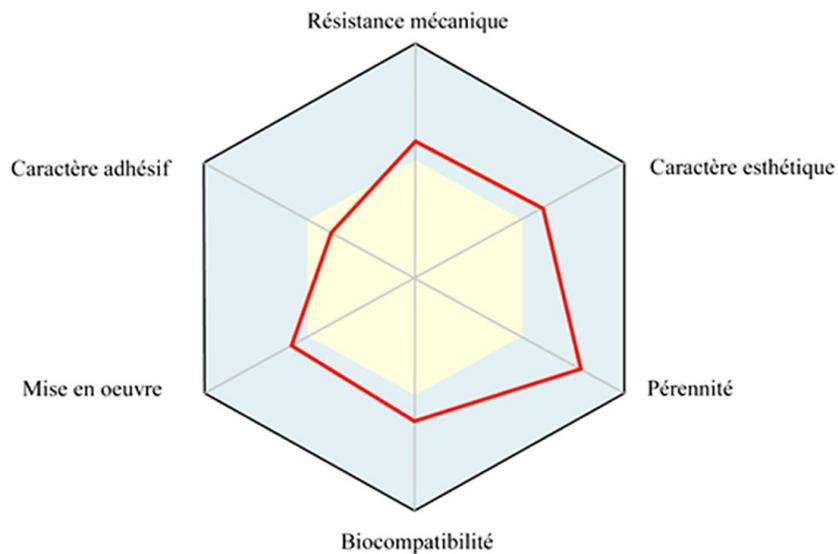


Figure 9 : Ciments oxyde de zinc □ eugénol

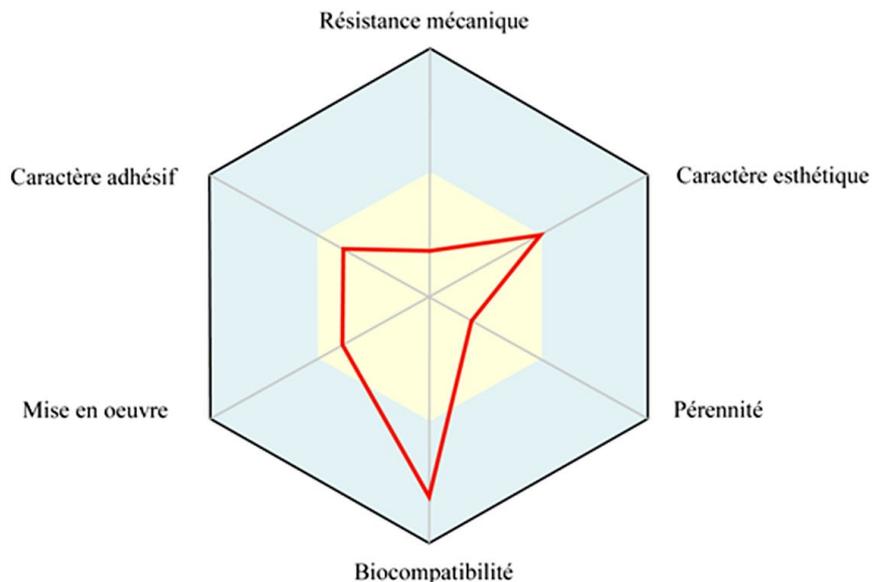


Figure 10 : Ciments oxyde de zinc □ eugénole EObA

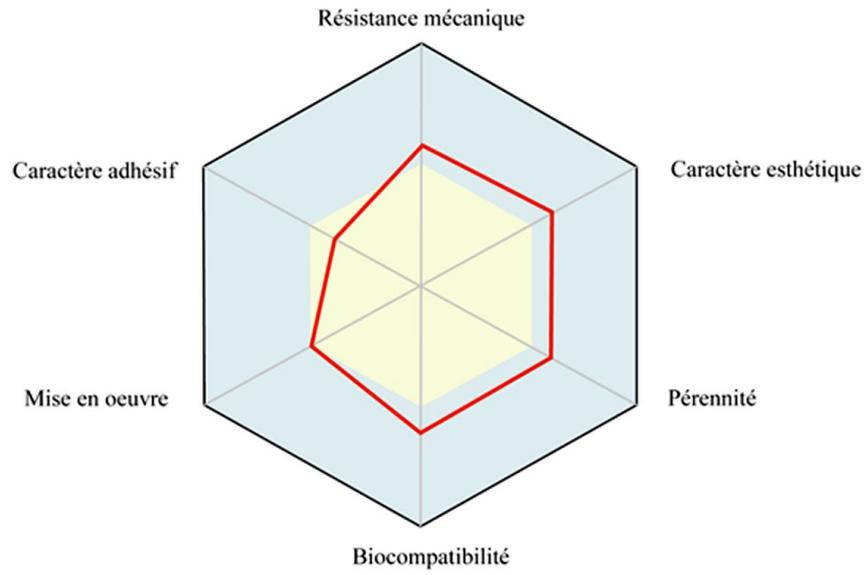


Figure 11 : Ciments polycarboxylates de zinc

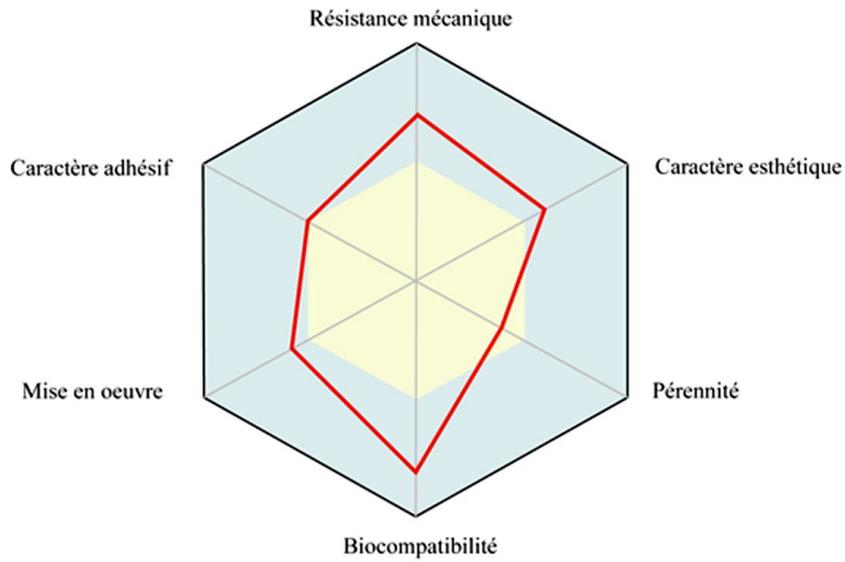


Figure 12 : Ciments CVI

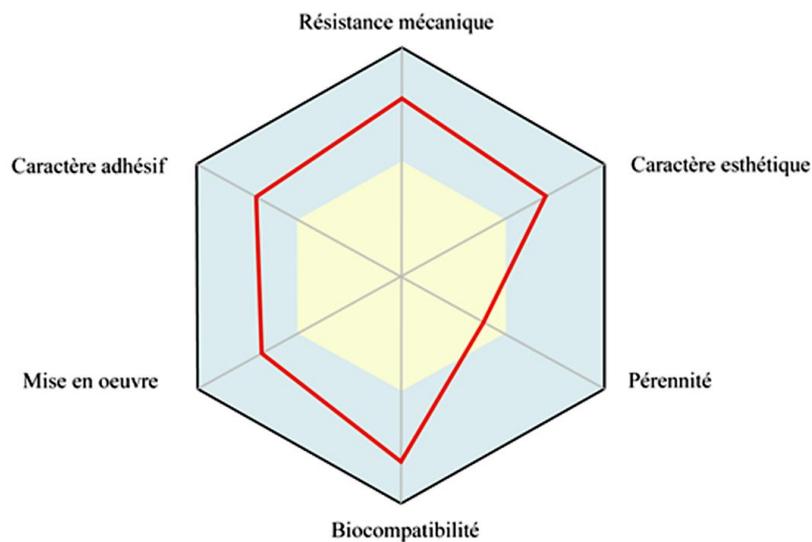
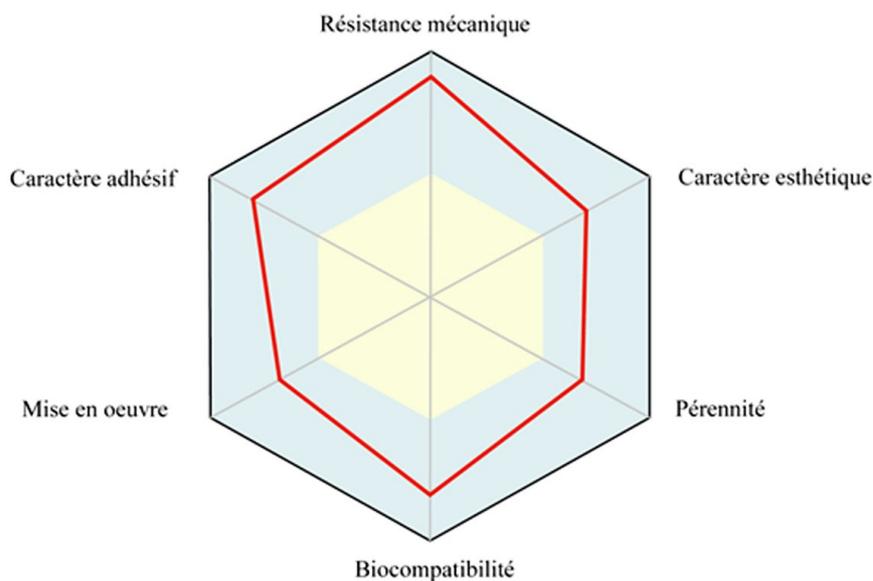


Figure 13 : Ciments VI hybrides



CONCLUSION

Les critères de choix guidant la mise en œuvre du ciment peuvent être définis par plusieurs paramètres.

L'âge du patient et la proximité pulpaire vont nous faire retenir les polyalkénoates (polycarboxylates et verres ionomères) qui vont être moins agressifs en terme d'attaque acide et thermique que les phosphates de zinc.

Une couronne clinique de faible hauteur et un manque de rétention peuvent nous orienter dans le même sens.

La recherche d'une pérennité longue sur des prothèses, en particulier de grande étendue, utilisant comme piliers des dents dépulpées et des faux-moignons métalliques coulés orienteront notre choix vers une mise en œuvre au phosphate de zinc. Leur caractère minéral engendre une solubilisation à long terme de moindre importance.

Du point de vue adhérence, les ciments minéraux ne vont agir que par micro-clavetage, alors que les polyalkénoates peuvent établir des liaisons plus importantes avec les substrats dentaires et avec les alliages non précieux.

Les verres ionomères sont proposés en capsules prédosées, mais ils doivent être impérativement isolés d'un environnement hydrique pendant leur prise, par l'intermédiaire de vernis ou de colles photopolymérisables.

Les verres ionomères hybrides qui associent une réaction acide-base traditionnelle à la polymérisation d'une résine de type HEMA, sont moins solubles et permettent d'espérer une plus grande pérennité des scellements.

Ces ciments minéraux, organo-minéraux hybrides sont aujourd'hui mis en compétition avec des résines et des composites de collage. Ces nouveaux matériaux de collage sont plus performants en terme d'adhérence, en particulier sur les substrats céramiques et ils présentent une meilleure tolérance dentino-pulpaire. Il faut cependant attendre des évaluations cliniques à long terme pour vérifier leur dégradation et une pérennité de l'étanchéité requise en prothèse conjointe.

VI ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

- Jacquot B, Panighi M. : Les verres ionomères modifiés par adjonction de résine et les composites modifiés par adjonction de verre-ionomère. J Biomater dent 1997;2:179-196
- Lasfargues J-J, Bonte E, Goldberg M, Jonas P, Tassery H, 1998. : Ciments verres ionomères et matériaux hybrides. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), Odontologie, 23-065-K-10, 18 p.
- Leforestier E, Bolla M, Muller M, Bertrand MF, Medioni E : Les ciments verres ionomères conventionnels. J Biomater dent, 2(2):153- 163
- Ogolnik R, Picard B : Les ciments de scellement : étude comparative. J Biomater dent 1998 ;13:155- 172
- Ogolnik R, Picard B, Denry I : Cahiers de Biomatériaux dentaires, cahier 1 : Matériaux minéraux, cahier 2 : Matériaux organiques. Paris:Masson; 1992.