

LY  
20

**INTRODUCTION**

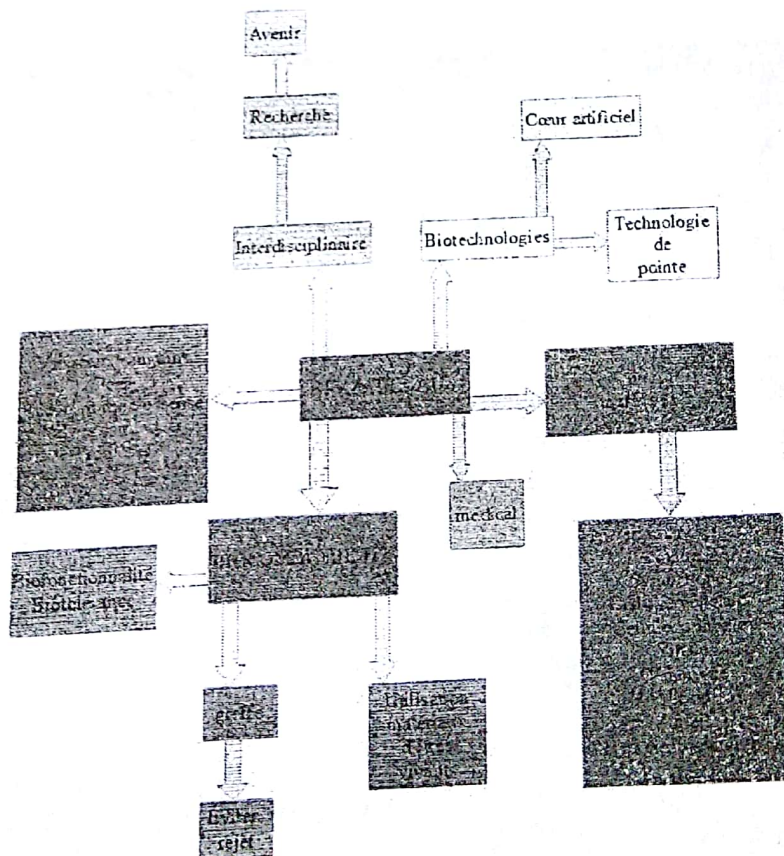
Il n'existe pas de matériau inerte, lorsqu'un matériau est inséré dans un tissu vivant, des interactions se produisent avec les systèmes biologiques complexes qui l'entourent. qui ont pour résultat une réponse biologique qui peut varier en fonction du matériau, de l'hôte, et des forces et conditions auxquelles le matériau est soumis (sa fonction). Le matériau a un effet sur l'hôte, et l'hôte a un effet sur le matériau. Qualifier un matériau d'inerte impliquerait une absence totale de telles réactions.

**1.1 La biocompatibilité est un processus dynamique**

La biocompatibilité est un processus dynamique qui dure dans le temps et ne peut pas être considéré comme statique. Un implant dentaire qui est ostéo-intégré aujourd'hui peut ne pas l'être (comme il peut l'être) à l'avenir. La réponse du corps à un matériau est dynamique car le corps peut se modifier sous l'effet d'un processus pathologique ou du vieillissement, le matériau peut s'altérer par corrosion ou fatigue, et les charges supportées par le matériau peuvent varier en raison de modifications occlusales ou encore de modifications du régime alimentaire.

**1.2 La biocompatibilité est une propriété du matériau et de son environnement**

La biocompatibilité n'est pas simplement une propriété d'un matériau mais une propriété propriété d'un matériau en altération avec son environnement.



**1.3- Evaluations et tests**

**1-1 L'Evidence Based Dentistry L'EBD**

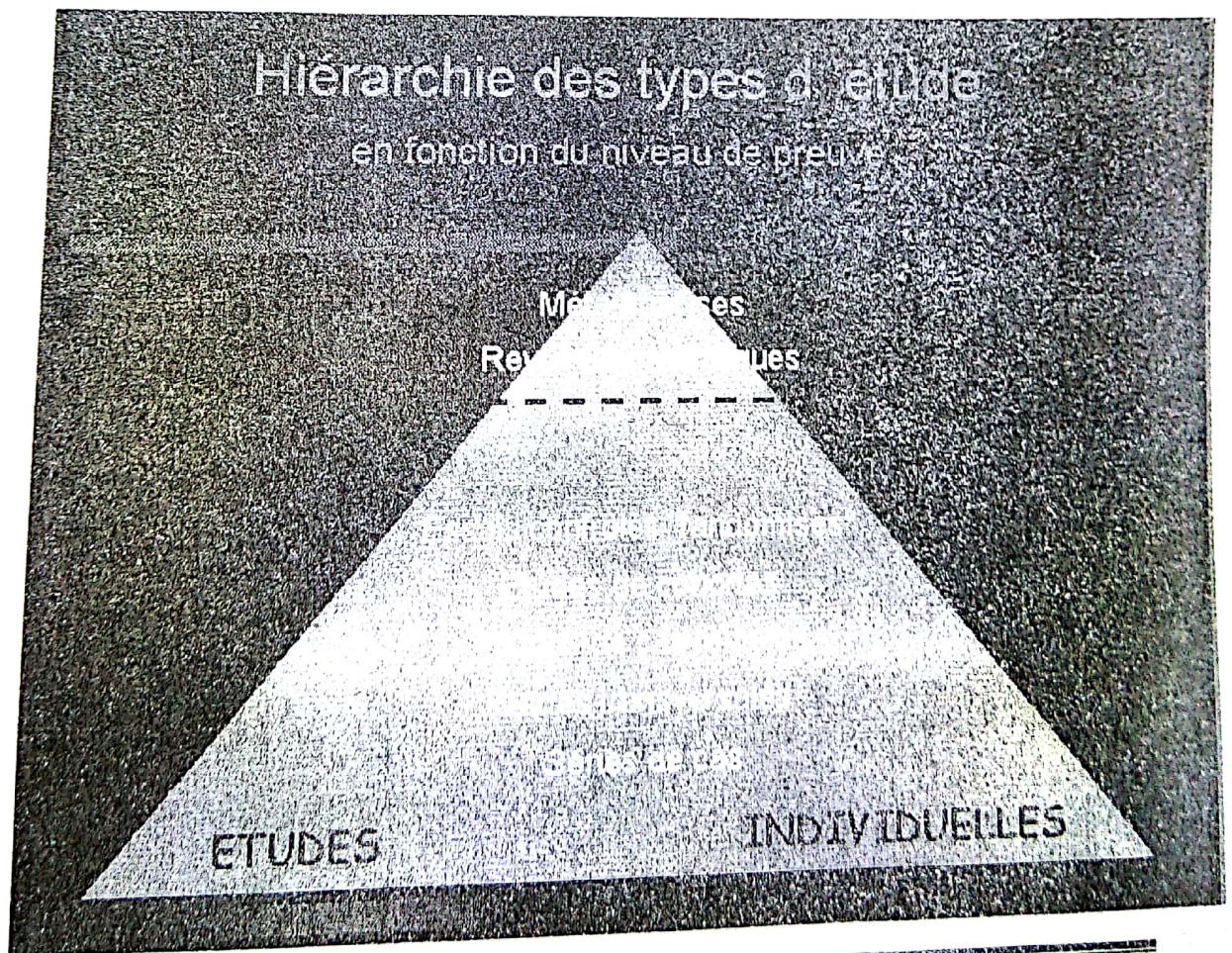
Les étapes fondamentales de L'Evidence Based Dentistry L'EBD :



- Poser la problématique
- Acquérir des preuves
- Évaluer les preuves
- Appliquer les preuves
- Évaluer les résultats

- est devenue une exigence forte de la dentisterie moderne. Les 2 principes fondamentaux de l'EBD sont les suivants :
- La décision médicale est un compromis C'est plus précisément un processus complexe basé sur la bonne intégration de 4 dimensions :
- **la situation clinique,**
- **les préférences du patient,**
- **la preuve scientifique**
- **et l'expérience du praticien.**

2. **Il existe une hiérarchie des niveaux de preuve** Cette hiérarchie est basée sur la capacité de généraliser les résultats de la recherche. Cette pyramide de valeur va de l'opinion d'expert (niveau 5) à la méta-analyse d'études contrôlées et randomisées (niveau 1, meilleur niveau).





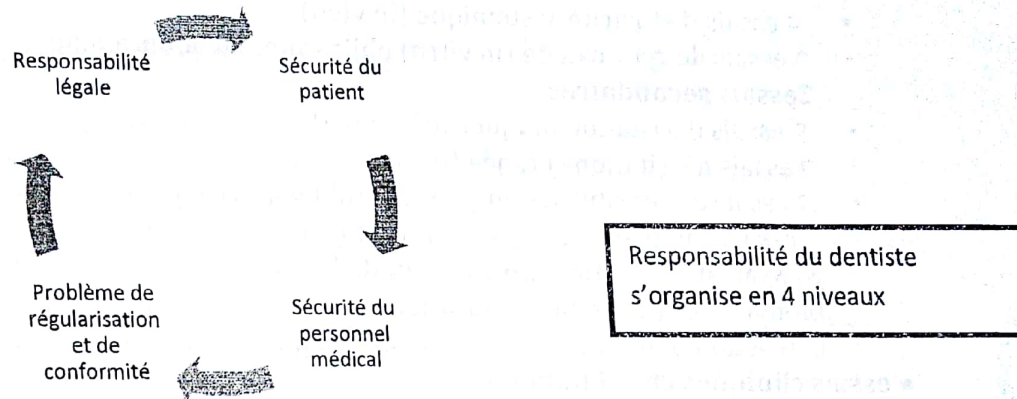
### 1.4 Comment l'odontogiste est-il concerné par la biocompatibilité ?

#### ➤ Sécurité du patient

Les soucis potentiels des praticiens en matière de biocompatibilité est d'éviter de nuire à son patient. Une question de biocompatibilité/sécurité du patient qui attire l'attention depuis quelques années est l'hypersensibilité des patients envers des biomatériaux dentaires.

#### ➤ Sécurité du personnel dentaire

Le personnel peut être exposé aux matériaux de façon chronique lors de leur manipulation, le contact répété avec des matériaux à base de latex ou des résine par exemple peut représenter un risque pour le personnel.



## A/LES TESTS PRIMAIRES

### 1. LES TESTS DE GÉNOTOXICITÉ

Ils évaluent les effets des dispositifs médicaux et de leurs produits de dégradation sur les mutations géniques, les changements de structure chromosomique ou toute autre modification des gènes et de l'ADN.

2. TEST DE CYTOTOXICITÉ Le matériau est mis en contact avec les cellules cibles puis leur viabilité est évaluée.

## B/LES TESTS SECONDAIRES

### 1 ESSAI DE SENSIBILISATION

Les animaux sont mis 2 fois en contact avec le biomatériau à 15 jours d'intervalle. La peau est observée à 24, 48 et 72 heures et la réaction cutanée évaluée selon un tableau permettant de la classer en 5 grades

### 2 ESSAI D'IMPLANTATION

- implantation intraosseuse du matériau dans la mandibule ou le fémur de lapin
- Après préparation histologiques les résultats sont analysés selon les critères de la norme ISO 10-993 suivants : - présence de cellules de l'inflammation - interposition fibreuse - dégénérescence de la moelle osseuse - nécrose osseuse - présence de débris - granulome Ceci permet de classer les réactions en : absente, légère, modérée et sévère



**C/LES ESSAIS D'UTILISATION (DE BIOFONCTIONNALITÉ)**

- Ces essais sont peu nombreux car ils sont onéreux, et difficiles à justifier quand un fabricant propose un nouveau matériau qui ressemble comme deux gouttes d'eau à un matériau déjà existant.

**D/LES ESSAIS CLINIQUES**

- Ils sont réalisés chez l'homme après avis du comité départemental d'éthique. Ils sont initiés par un « promoteur », réalisés en clinique par un « investigateur » et les résultats sont vérifiés par un « moniteur » indépendant.

**1.5 CHRONOLOGIE** Il existe une chronologie des tests réalisés**1 essais primaires**

- ○ essais de génotoxicité in vitro (obligatoire en odontologie)
- ○ essais de cancérogénicité et reproduction (in vivo)
- ○ essais d'hémolyse (in vitro)
- ○ essais de toxicité systémique (in vivo)
- ○ essais de cytotoxicité (in vitro) obligatoire en odontologie

**2 essais secondaires**

- ○ essais d'irritation muqueuse (in vivo)
- ○ essais d'irritation cutanée (in vivo)
- ○ essais de sensibilisation (in vivo) (obligatoire en odontologie)
- ○ essais d'implantation (in vivo) (obligatoire en odontologie)

**3 essais d'utilisation chez l'animal**, dans les conditions normales d'utilisation du biomatériau (exemple : réalisation de cavités de classe V chez le singe afin d'évaluer la réaction pulpo-dentinaire à la mise en place d'un composite).

● **essais cliniques chez l'homme****1.5 TESTS IN VITRO ET DES TESTS IN VIVO****1 Les tests in vitro**

- ● avantages
  - ○ plus rapides que les tests in vivo.
  - ○ moins onéreux.
  - ○ reproductibles.
  - ○ les tests in vitro permettent d'évaluer séparément les effets biologiques de chacun des composants du matériau.
- ● inconvénients
  - ○ ils n'ont que peu de rapport avec la clinique.
  - ○ ils sont trop sensibles

**2 Les tests in vivo .**

- ● avantages
  - ○ ils sont beaucoup plus proches de la clinique
  - ○ ils permettent d'évaluer les effets d'un matériau sur des organes loin de l'organe cible.
  - ○ ils permettent d'évaluer la toxicité des métabolites. Un matériau peut en effet se révéler biocompatible alors que ses produits de dégradation, une fois métabolisés par l'organisme se révèlent être dangereux.
  - ○ l'interprétation des résultats est parfois plus facile car le rapport avec la clinique est souvent plus évident.



- • **inconvenients**
- ○ les tests réalisés sur des animaux de laboratoire (deux espèces de mammifères) peuvent ne pas avoir de rapport avec l'espèce humaine
- ○ l'effet néfaste peut passer inaperçu s'il est non recherché donc non évalué
- ○ timing incorrect de l'essai (l'effet délétère se manifeste après les périodes d'observation) l'évaluation et l'interprétation des résultats peut être difficile
- ○ il peut être difficile de simuler la pathologie préexistante (carie, lésion parodontale).

### **1.6 LA NORME ISO 10-993**

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO.

L'ISO 10993 Son but avoué est la protection des êtres humains et celle des animaux. Consiste à l'Évaluation biologique des dispositifs médicaux.

## **II. Biocompatibilité des matériaux implantables**

### **2.1 Biomatériaux non métalliques**

L'objectif général de ces biomatériaux est de promouvoir la reconstruction totale et reproductible des structures tissulaires détruites.

Face à une perte osseuse d'origine parodontale ou chirurgicale, de nombreuses techniques de reconstructions ont été mises au point. Elles sont basées sur l'utilisation de nombreux biomatériaux : les greffes osseuses biologiques ou synthétiques tels que ; les médiateurs biologiques; les membranes résorbables ou non résorbables.

#### *2.1.1 Greffes osseuses d'origine biologique*

##### **Autogreffe**

L'autogreffe reste le matériau de référence en matière de greffe osseuse . Elle associe en effet une compatibilité immunologique à des qualités biologiques qui lui permettent d'induire une réparation osseuse optimale.

#### *2.1.2 Greffes osseuses d'origine synthétique*

Ce sont essentiellement des céramiques, les bioverres et les matériaux composites associés ou non à des médiateurs biologiques.

##### **Céramiques**

Les phosphates de calcium sont les substituts osseux les plus représentés. Ce sont des céramiques ostéoconductrices, bioactives, qui servent de support passif à la colonisation cellulaire en raison de leur structure poreuse et de leur composition chimique proche de celle de la matrice minérale de l'os.

##### **Bioverres**

Ce sont des silicates qui contiennent différentes oxydes, Ils présentent une bioactivité (relargage d'ions à intérêt biologique) importante.



Enfin, en présence de fortes contre-dépouilles, le matériau au moment de la désinsertion peut se déchirer, il en résulte la présence de résidus de matériaux rétenteurs de plaque notamment dans les espaces inter dentaires' qu'il faut parfaitement éliminer afin de ne pas générer de réaction inflammatoires locales.

### 3-2 Hydrocolloïdes irréversibles

L'acceptation par les patients de ce matériau est relativement malgré cela, on peut identifier quelques points négatifs au plan de biocompatibilité

Il a été observé chez certains individus l'apparition de petites vésicules.

Certaines industries ont rajouté dans la composition de la poudre des agents antimicrobiens. Ces derniers sont susceptibles d'engendrer des irritations localisées. Les antimicrobiens incriminés sont les ammoniums quaternaires.

### 3-3 Élastomères aux silicones

Ces matériaux sont ceux qui jouissent auprès des patients de la meilleure acceptabilité. Les silicones présentent une excellente biocompatibilité. Néanmoins, quelques précisions doivent être apportées pour chacune des deux classes de silicone

#### **Silicones Par condensation : diméthylpolysiloxanes condensés**

Des réactions inflammatoires ont été observées à la suite de la réalisation d'une empreinte à l'aide de silicones par condensation dans le cadre d'une prothèse maxillofaciale. Ces réactions sont liées à la persistance du matériau à long terme au contact de la muqueuse. Ceci concorde avec les études de cytotoxicité qui ont démontré que les silicones par condensation présentaient une cytotoxicité à 24 heures, d'une manière générale le risque pour les patients est donc totalement négligeable compte tenu de la durée de la présence en bouche du matériau.

#### **Silicones par addition : polyvinylsiloxanes**

Les études de cytotoxicité ont révélé que les silicones étaient non toxiques, même après un contact prolongé au contraire des diméthylpolysiloxanes. L'étude de la littérature a permis de mettre en évidence un cas exceptionnel d'obstruction intestinale liée à l'ingestion accidentelle de silicone. Comme pour tous les autres matériaux à empreinte il faut veiller à ne pas laisser de résidus après le retrait du porte empreinte. En effet, la persistance de silicone dans le sillon gingivodentaire à la suite d'une empreinte peut entraîner des abcès parodontaux.

### 3-4 Polysulfures (ou tiokols, polysulfures, thiocautchoucs)

Le catalyseur est nocif par inhalation et par ingestion, en cas d'ingestion, les consignes de sécurité préconisent de faire vomir la personne. La toxicité des polysulfures est directement liée à la présence de peroxyde de plomb. Une ingestion importante peut provoquer un empoisonnement au plomb ainsi qu'une sensation d'étouffement. Ce matériau peut également provoquer des irritations de la peau, des yeux et des muqueuses buccales lorsqu'il reste à leur contact.



Enfin, en présence de fortes contre-dépouilles, le matériau au moment de la désinsertion peut se déchirer, il en résulte la présence de résidus de matériaux rétenteurs de plaque notamment dans les espaces inter dentaires' qu'il faut parfaitement éliminer afin de ne pas générer de réaction inflammatoires locales.

### 3-2 Hydrocolloïdes irréversibles

L'acceptation par les patients de ce matériau est relativement malgré cela, on peut identifier quelques points négatifs au plan de biocompatibilité

Il a été observé chez certains individus l'apparition de petites vésicules.

Certaines industries ont rajouté dans la composition de la poudre des agents antimicrobiens. Ces derniers sont susceptibles d'engendrer des irritations localisées. Les antimicrobiens incriminés sont les ammoniums quaternaires.

### 3-3 Élastomères aux silicones

Ces matériaux sont ceux qui jouissent auprès des patients de la meilleure acceptabilité. Les silicones présentent une excellente biocompatibilité. Néanmoins, quelques précautions doivent être apportées pour chacune des deux classes de silicone

#### **Silicones Par condensation : diméthylpolysiloxanes condensés**

Des réactions inflammatoires ont été observées à la suite de la réalisation d'une empreinte à l'aide de silicones par condensation dans le cadre d'une prothèse maxillofaciale. Ces réactions sont liées à la persistance du matériau à long terme au contact de la muqueuse. Ceci concorde avec les études de cytotoxicité qui ont démontré que les silicones par condensation présentaient une cytotoxicité à 24 heures. D'une manière générale le risque pour les patients est donc totalement négligeable compte tenu de la durée de la présence en bouche du matériau.

#### **Silicones par addition : polyvinylsiloxanes**

Les études de cytotoxicité ont révélé que les silicones étaient non toxiques, même après un contact prolongé au contraire des diméthylpolysiloxanes.

L'étude de la littérature a permis de mettre en évidence un cas exceptionnel d'obstruction intestinale liée à l'ingestion accidentelle de silicone.

Comme pour tous les autres matériaux à empreinte il faut veiller à ne pas laisser de résidus après le retrait du porte empreinte.

En effet, la persistance de silicone dans le sillon gingivodentaire à la suite d'une empreinte peut entraîner des abcès parodontaux.

### 3-4 Polysulfures (ou tiokols, polysulfures, thiocautchoucs)

Le catalyseur est nocif par inhalation et par ingestion, en cas d'ingestion, les consignes de sécurité préconisent de faire vomir la personne. La toxicité des polysulfures est directement liée à la présence de peroxyde de plomb. Une ingestion importante peut provoquer un empoisonnement au plomb ainsi qu'une sensation d'étouffement. Ce matériau peut également provoquer des irritations de la peau, des yeux et des muqueuses buccales lorsqu'il reste à leur contact.



### **3-5 Polyéthers**

Les études de cytotoxicité ont révélé qu'en présence de polyéther la prolifération cellulaire était diminuée. D'autres études portant sur la possibilité d'apparition de réactions allergiques ou toxiques en présence de polyéther. Elles ont conclu que la base seule n'engendrait pas de réaction néfaste. L'utilisation de l'activateur seul provoque des réactions d'hypersensibilité.

Ainsi, les auteurs insistent sur le fait que les praticiens doivent prendre des précautions de façon à obtenir un matériau parfaitement malaxé afin d'éviter la présence de résidus de catalyseur qui pourraient entrer en contact avec la peau ou les muqueuses et induire des réactions tissulaires.

Les polyéthers absorbent l'eau et doivent être utilisés dans un environnement humide. Ils sont contre indiqués chez les sujets présentant des problèmes d'hyposialie. De plus, ils présentaient un goût désagréable qui les rend peu populaires auprès des patients.

### **3-6 Oxyde de zinc eugénol**

L'eugénol (activateur) est un irritant des tissus mous. Il peut être à l'origine chez certains patients de sensations de picotements et d'une brûlure. Il laisse également un goût désagréable tenace. De plus, le matériau a tendance à adhérer à la peau, ainsi, lors de l'insertion et de la désinsertion de l'empreinte, des excès ont tendance à venir se loger dans les lèvres. La solution consiste à protéger les lèvres avec de la vaseline.

On trouve également dans leur composition de la colophane.

### **3-7 Cires**

Les cires dentaires sont sans odeur et sans goût. Elles ne présentent pas de risque biologique. La seule précaution à prendre concerne la température lors de leur utilisation en bouche. En effet, il faut veiller à ne pas provoquer des lésions irréversibles d'origine thermique dans le parenchyme Pulpaire.

### **3-8 Pâtes thermoplastiques**

On retrouve dans leur composition de la colophane. Cette dernière est susceptible d'engendrer des réactions allergiques (stomatite, rougeurs de la peau et des muqueuses). On peut reprocher également à ces matériaux des risques d'atteintes pulpaire liées aux chocs thermiques.

## **IV-Biocompatibilité des matériaux à destinée prothétique**

### **4-1 Résines acryliques**

De nombreux facteurs jouent un rôle dans l'évaluation des effets biologiques secondaires aux matériaux prothétiques. Le type, la forme, le contour, l'étendue de la prothèse, les médicaments pris par le patient, le taux de flux salivaire, la xérostomie, l'hygiène buccale ainsi que la qualité de l'adaptation et de la fonction de la prothèse constituent tous des conditions pouvant affecter les réactions locales en plus de celles causées par les matériaux eux-mêmes.



De nombreux matériaux sont utilisés pour réaliser les prothèses amovibles en résine. Les produits à base de cellulose peuvent se déformer dans la bouche et engendrer un goût de camphre lié à la présence des plastifiants. Le camphre peut être à l'origine d'aphtes et de colorations de la muqueuse après plusieurs mois de séjour en bouche.

La résine acrylique ou polyméthylméthacrylate (pMMA) est à l'heure actuelle le matériau de choix pour la réalisation des prothèses amovibles. La résine est créée en mélangeant une poudre et un liquide qui doivent être parfaitement mixés. La polymérisation qui conduit à la formation d'un solide rigide peut se faire de différentes façons : par la chaleur, par la lumière ou par des activateurs chimiques à température ambiante ou à température buccale.

D'une manière générale, le pMMA est biocompatible. Toute fois, nous pouvons constater chez certains patients des réactions toxiques et des réponses allergiques liées à la présence de monomères de méthylméthacrylate chez des individus déjà sensibilisés, spécialement avec les prothèses n'ayant pas subi une polymérisation suffisante.

Plus le taux de résidus de monomères est élevé, plus le risque de réactions allergiques est important. Chez ces patients, nous distinguons des rougeurs et des gonflements de la muqueuse affectée, ou encore des sensations de brûlure. Ces réactions ont tendance à apparaître rapidement après la pose de la prothèse.

Une mauvaise mise en œuvre, notamment lors du ratio poudre-liquide, conduit à la création d'une résine poreuse qui constitue autant de zones de rétention pour la colonisation bactérienne et qui peut être à l'origine de complications sérieuses tels que des affections respiratoires, notamment chez les patients âgés et fragilisés.

#### 4-2 La céramique

Sa place dans la dentisterie moderne est de plus en plus importante: les recherches ont permis d'avancer énormément ces dernières années pour la restauration des dents sans métal.

Du fait de son inertie chimique et physique, elle ne provoque pas de réaction biologique ou d'allergie, et de part son comportement non magnétique, elle ne perturbe pas les examens scanner et IRM.

Dans la bouche la gencive qui ne présentera pas d'inflammation réactionnelle ou de taches noires autour de la prothèse (contrairement à une prothèse en métal). La céramique retiendra également moins la plaque dentaire que le métal ou la dent naturelle.

#### 4-3 Les métaux non précieux

La présence de plusieurs métaux dans la bouche ayant un potentiel électrique différent et baignant dans une solution électrolytique comme la salive rassemble toutes les conditions nécessaires pour générer un courant électrique appelé courant galvanique.

Ce courant électrique, autour de 5 microampères, bien que faible aux yeux de l'électricien, est suffisant dans une bouche pour irriter les gencives même avec une bonne hygiène de la part du patient et toute la bonne volonté du dentiste traitant.



Les métaux non précieux comme le mercure (Hg), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) sont des exemples de matériaux trouvés dans la bouche et utilisés dans la fabrication de restaurations, de couronnes, de ponts ou de prothèses partielles. Ces différents métaux interagissent entre eux pour créer une véritable pile. Notons que le système nerveux central fonctionne sur un courant de quelques nanoampères, ce qui est 1000 fois moins que les courants générés dans la bouche par le plurimétallisme.

À lui seul, l'amalgame de mercure, communément appelé plombage gris, compte cinq métaux (mercure/Hg 50%, argent/Ag 34,6%, cuivre/Cu 6%, étain/Sn 8,9%, zinc/Zn 0,5%) et chacun d'eux comporte un potentiel d'oxydoréduction différent. Une plus grande acidité de la salive apparentée à une alimentation non équilibrée va même augmenter l'activité électrique dans la bouche et vraisemblablement causer plus de répercussions négatives aux tissus environnants mais aussi à la santé et au bien-être général. Plus l'activité électrique est importante, plus l'évaporation de mercure provenant des amalgames sera grande. Les personnes qui grincent des dents ou qui mâchent fréquemment de la gomme vont également accentuer de façon substantielle l'évaporation de mercure si elles en ont.

Il n'est d'ailleurs pas rare de trouver au pourtour des couronnes en or sur la gencive une coloration grisâtre imprégnée profondément dans les tissus qu'on appelle tatou d'amalgame. Cette coloration provient de la déposition du mercure (anode) des restaurations avoisinantes attirées par l'or (cathode) lorsque les deux alliages se retrouvent dans une même bouche. Si le seul fait de porter un bijou de moins bonne qualité peut engendrer une rougeur, voire même une réaction allergique sur la peau, on peut imaginer comment les tissus mous de la bouche, encore plus perméables que la peau, peuvent être irrités et enflammés par la présence permanente des métaux non précieux et devenir un accès grand ouvert sur la circulation sanguine et le reste du corps.