

IV.6. Propriétés chimiques

On appelle **inertie chimique** la capacité à résister aux attaques chimiques. Les céramiques oxydes étant déjà oxydées, elles résistent beaucoup mieux aux effets corrosifs que certains métaux.

IV.7. Propriétés de radioactivité

Un matériau **combustible** est une matière capable de dégager de l'énergie par fission ou fusion nucléaire. Il existe plusieurs types de céramiques combustibles.

Le **combustible** nucléaire le plus important est le *bioxyde d'uranium* UO_2 . Il s'agit d'une substance brun-noirâtre qui a tendance à s'oxyder dans l'air. La composition U_3O_8 est la plus stable dans l'air. Du fait de la faible teneur en uranium dans ses minéraux, l'extraction s'avère difficile. Le minerai le plus important (jusqu'à 4 % d'uranium) est la *pechblende* (ou uranite) qui contient des **oxydes** de composition différentes et qui peut être enrichie jusqu'à contenir 50 % de U_3O_8 . L'uranium est un **matériau fissile**. On essaie aussi d'utiliser le *carbure d'uranium* UC pour lequel la proportion d'uranium est plus élevée, sa conductibilité étant nettement plus élevée (il a une conductibilité métallique). Hélas, il n'est jamais pur et contient du *dicarbure* UC_2 . De plus, il résiste mal au bombardement neutronique. Le dicarbure a des propriétés encore moins favorables que celles du monocarbure. Il s'avère cependant être l'unique composé stable dans certains cas.

Il existe aussi des céramiques à base de *thorium*. Tout le thorium est destiné à des emplois nucléaires comme **matériau fertile** se trouve dans les sables monazitiques. Une fois enrichis par des moyens physiques, ils contiennent de 5 à 8% de thorium. On a quelquefois besoin d'un matériau à la fois **fissile** et **fertile**. Pour cela, on utilise des céramiques à base d'*uranium - thorium*.

IV.8. Propriétés de bioréactivité

IV.8.1. Réactivité des céramiques

Dans le domaine biomédical, la **réactivité** entre l'implant et les tissus mène à distinguer deux types de matériaux. Il existe des céramiques qui *ne réagissent pas* de façon notable et celle qui *réagissent fortement*.

Les céramiques peuvent offrir les avantages d'une composition chimique ne conduisant pas au dégagement de composés toxiques et d'une excellente résistance au frottement et à l'usure.

Par exemple, jusqu'ici les articulations artificielles mettaient en contact une partie métallique avec une cavité en polyéthylène, ce qui provoquait la production de poussières avec des conséquences néfastes. Désormais, on recouvre les parties en contact à l'aide d'aluminates à haute dureté qui assurent une faible production de corps étrangers.

IV.8.2. Céramiques bio-inertes

Les **céramiques bio-inertes** sont essentiellement des céramiques à base d'*oxydes*, de *carbones* ou de *nitrures*. L'*alumine*, mis à part le *carbone*, est la principale céramique bioinerte.

La *zircone* a des caractéristiques intéressantes car elle présente une élasticité identique à celle des métaux et une ductilité élevée. Elle apparaît comme une biocéramique d'avenir. Elle est, en général, stabilisée à l'aide d'additifs comme MgO, CaO, Y₂O₃, Al₂O₃, dont le taux est de l'ordre de 5 à 10%.

Les zircons partiellement stabilisés présentent une forte résistance à la compression et aux chocs thermiques. Les *carbures* et les *nitrures* de titane font aussi partie des **céramiques bio-inertes**. On effectue une brève description des deux céramiques bio-inertes les plus importantes :

L'*alumine* est parfaitement biocompatible, c'est à dire qu'elle est chimiquement inerte et électriquement neutre. Son coefficient de friction est très bas, son taux d'usure presque nul et son coefficient de résistance à la compression excellent. Elle est utilisée, entre autres, pour les applications dentaires.

IV.9. Propriétés des céramiques diélectriques

Les **isolants** sont des corps pour lesquels les électrons de valences liées aux atomes ne peuvent pas se déplacer sous l'effet d'un champ électrique. Cependant la présence d'impuretés peut fournir des charges électriques mobiles. Les **isolants** ne laissent donc passer que difficilement les courants électriques, leur conductibilité électrique augmentant cependant avec la température.

Les matériaux céramiques isolants sont les matériaux composés de mélanges de *feldspath*, *quartz*, *hydrosilicates d'aluminium* et de *magnésium*. Ils obtiennent les caractéristiques exigées par la classification des matériaux céramiques isolants en étant soumis à une certaine cuisson. Pour les isolateurs, la résistance superficielle a une grande importance.

3. Utilisation des céramiques piézo-électriques

Les **céramiques piézo-électriques** sont de la même famille (celle des oxydes ferroélectriques) que les céramiques à haute **constante diélectrique**. On utilise les matériaux piézo-électriques du type $BaTiO_3$ pour la fabrication des cellules de lecture des tourne-disques, les accéléromètres et les capteurs et émetteurs d'ultrasons. Le **quartz** étant piézo-électrique, il est utilisé pour les filtres et les oscillateurs comme dans le cas des montres et des horloges d'ordinateur. Les transducteurs ultrasonores de détection sous-marine ou de contrôle non destructif utilisent les *PZT* (composés appartenant au système $PbO-ZrO-TiO_2$) pour transformer des oscillations électriques en vibrations mécaniques.

V. Le Procédé Sol-Gel

La technique sol-gel est un procédé d'élaboration de matériaux permettant la synthèse de verres, de céramiques et de composés hybrides organo-minéraux, à partir de précurseurs en solution. Il permet de réaliser des couches minces constituées d'empilements de nanoparticules d'oxydes métalliques.

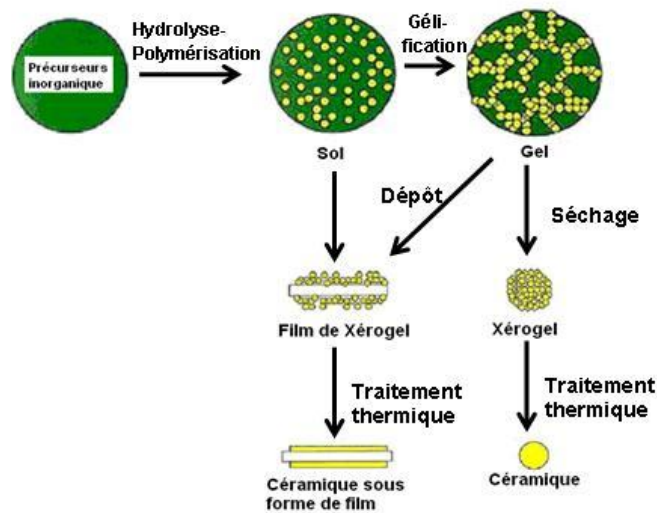


Figure VII : Principe de fonctionnement du Sol Gel .

L'appellation sol-gel est une contraction des termes « solution-géllification ».

Avant que l'état de gel ne soit atteint, le système est dans l'état liquide : il est constitué d'un mélange d'oligomères colloïdaux et de petites macromolécules ainsi que, selon le degré d'avancement de la réaction de polymérisation, de différents monomères partiellement hydrolysés. Cette dispersion stable de particules colloïdales au sein d'un liquide est appelée « sol ». La taille des particules solides, plus denses que le liquide, doit être suffisamment petite pour que les forces responsables de la dispersion ne soient pas surpassées par la gravitation.

Le gel est constitué d'un réseau d'oxyde gonflé par le solvant, avec des liaisons chimiques assurant la cohésion mécanique du matériau en lui donnant un caractère rigide, non déformable (un gel peut présenter un caractère élastique, mais pas de viscosité macroscopique). Le gel correspond à la formation d'un réseau tridimensionnel de liaisons de Van der Waals.