

# **Alumine et Zircone en orthopédie: des céramiques monolithiques vers les nano-composites**

## **Alumina and zirconia in orthopaedics : from monolithic ceramics to nano-composites**

**Laurent Gremillard, Jérôme Chevalier**

\*Laboratoire MATEIS  
INSA-Lyon – 69621 Villeurbanne Cedex  
e-mail : [laurent.gremillard@insa-lyon.fr](mailto:laurent.gremillard@insa-lyon.fr)  
[jerome.chevalier@insa-lyon.fr](mailto:jerome.chevalier@insa-lyon.fr)

### **RESUME**

Les céramiques ont été introduites en orthopédie dans les années 1970, pour la réalisation de têtes de prothèses totales de hanche (PTH). Du fait de leur grande stabilité chimique, toute métallose (« empoisonnement » des tissus environnant la prothèse par des ions métalliques) est évitée. De plus, leur grande dureté engendre d'excellentes propriétés en frottement, donc une production moindre de débris d'usure et un moindre risque de descellement aseptique des prothèses. Elles apparaissent donc comme des alternatives intéressantes aux têtes métalliques. Jusqu'ici, les deux seules céramiques utilisées pour la réalisation de têtes de PTH sont l'alumine et la zircone stabilisée avec 3% molaires d'oxyde d'yttrium (3Y-TZP).

Depuis son introduction en orthopédie par Boutin [1], l'alumine a connu une évolution assez forte, allant dans le sens de l'affinement de sa microstructure, de l'élimination des défauts et de l'introduction de phénomènes de renforcement (figure 1-a). Néanmoins sa fragilité intrinsèque demeure, même si les taux de rupture sont passés de 13.4% au début des années 70 à 0.004% maintenant [2]. Cette fragilité rend impossible la réalisation de pièces soumises à d'importantes charges mécaniques, telles par exemple des têtes de petit diamètre (22.22 mm) ou des prothèses de genoux.

Introduite une dizaine d'année plus tard, la zircone a tout d'abord semblé être un « matériau miracle », du fait de ses propriétés mécaniques (notamment ténacité et contrainte à la rupture) exceptionnelles pour une céramique oxyde [3]. Un engouement rapidement atténué par les travaux de Kobayashi [4] mettant en évidence l'existence d'une dégradation de la zircone en atmosphère humide (appelée vieillissement, qui est une transformation en surface, en présence d'eau, de la phase quadratique métastable, vers la phase stable monoclinique). Ces problèmes de stabilité sont bien réels, et ont été mis sur le devant de la scène en 2001 lors d'une série de fracture de têtes Prozyr®, toutes provenant exclusivement de deux lots défectueux. Un effet moins spectaculaire du vieillissement, mais qui concerne l'ensemble des prothèses en zircone implantées, est la lente dégradation de la rugosité au cours du temps, qui se traduit par une augmentation des taux d'usure [5]. Les vingt années de recul ont néanmoins permis de mesurer un taux de fracture très bas (0.01% en moyenne [6], compte non tenu des ruptures en série de 2001). De plus les designs les plus exigeants (petites têtes et genoux) sont accessibles avec ce matériau.

L'avenir des céramiques en orthopédie passe donc par un matériau aussi stable que l'alumine, et présentant une ténacité et une contrainte à la rupture au moins équivalentes à celles de la zircone yttrée. Différentes pistes sont envisagées, dont le recours à des céramiques non oxydes (nitride de silicium par exemple). Mais la