

Implants orthopédiques : la pérennité passe par l'innovation technologique

Michel Queruel

À travers leur capacité à maîtriser et mettre en oeuvre des procédés et matériaux innovants, les mécaniciens font régulièrement progresser les performances des implants. Chaque année, depuis 10 ans, une journée intitulée « Innovez dans les implants orthopédiques »* permet aux professionnels de la filière de faire le point sur les avancées technologiques.

Les procédés et matériaux utilisés pour réaliser des implants orthopédiques représentent un enjeu particulièrement important pour leur fiabilité et leur durée de vie. L'exemple des prothèses de hanches est à cet égard édifiant : sur les 100 000 unités posées chaque année en France, près de 15 % le sont parce que la prothèse initiale est jugée « trop fatiguée » par le praticien hospitalier au bout de 10 ou 15 ans. Les mécaniciens sont d'autant plus concernés par ces « reprises » que cette fatigue exagérée résulte souvent d'un problème de frottement entre surfaces. La rugosité des surfaces s'accroissant au fil des années, elle crée des défauts qui génèrent des débris d'usure et des fissurations lentes. À partir d'un certain volume de débris, le phénomène déclenche une inflammation puis une ostéolyse qui peut évoluer vers un descellement. Selon les experts, les phé-

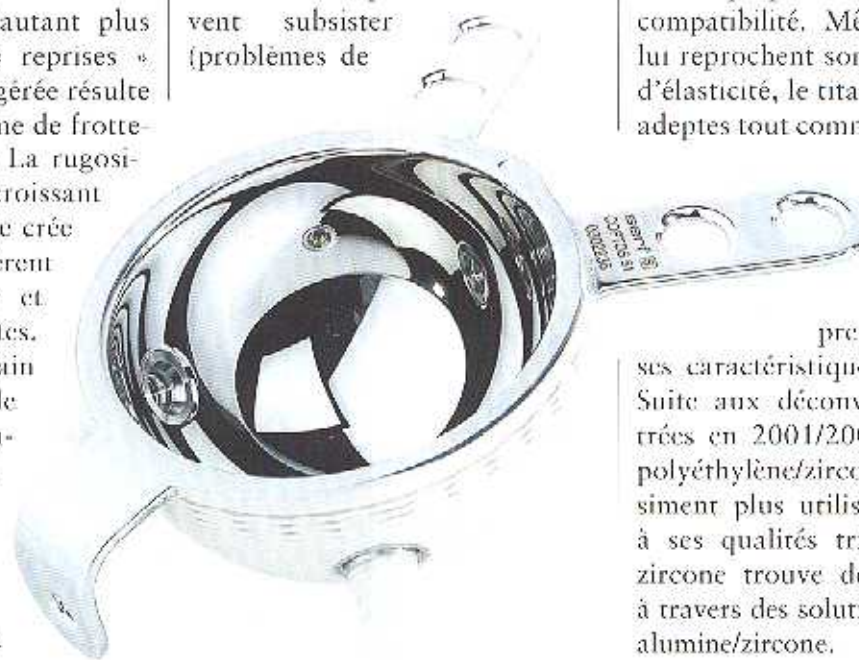


Pôle des Technologies Médicales



nomènes de tribocorrosion constituent, avec le design de l'implant et sa biocompatibilité, l'un des principaux points faibles des prothèses de hanche. Dans le cas des prothèses de hanche métal/polyéthylène, l'une des solutions utilisées pour limiter les phénomènes de tribocorrosion et pour minimiser la production de débris d'usure consiste à réduire le couple de frottement en utilisant de nouveaux matériaux comme le polyéthylène PE hautement réticulé. Le remplacement du polyéthylène par un couple de matériaux durs (alumine/alumine ou métal/métal) constitue aussi une alternative mais des inconvénients peuvent subsister (problèmes de

migration en particulier). Malgré les progrès réalisés en matière de tribocorrosion, les experts sont d'accord sur le fait qu'il n'existe pas de solution parfaite lorsqu'il s'agit de faire frotter indéfiniment deux matériaux l'un contre l'autre, sans qu'ils ne génèrent de particules, ni de débris dans le corps. Qu'elles mettent en œuvre un couple de matériaux « durs » ou combinent un matériau « dur » avec un « mou », toutes les solutions présentent des avantages et des inconvénients ! À l'heure actuelle, de nombreux professionnels privilégient la solution métal / polyéthylène ou le couple céramique/céramique pour son niveau de biocompatibilité. Même si certains lui reprochent son faible module d'élasticité, le titane conserve ses adeptes tout comme le Poly Ether



Ketone Ketone (PEKK) qui doit encore faire ses

preuves au plan de ses caractéristiques mécaniques. Suite aux déconvenues enregistrées en 2001/2002, la solution polyéthylène/zircone n'est quasiment plus utilisée mais, grâce à ses qualités tribologiques, la zircone trouve des applications à travers des solutions composites alumine/zircone.

Une « peau » de carbone pour les petits implants

Utilisé depuis les années 80 par des fabricants d'implants, le pyrocarbone (une « peau » de carbone déposée en couches minces sous vide sur des pièces en graphite) a largement fait ses preuves dans le domaine des petits implants d'interposition, en particulier au niveau des os de la main. Grâce à lui, de nombreux patients ont retrouvé la mobilité de leur poignet ou de leur pouce. Ce matériau développé par l'entreprise grenobloise Bioprofile (essaimée du CEA) présente d'excellentes propriétés mécaniques, un haut coefficient de frottement et une grande biocompatibilité. Selon Yves-Alain Ratron, responsable de la recherche du groupe Tornier (qui contrôle aujourd'hui Bioprofile), une enquête menée sur 1800 patients et une période de 16 ans n'a révélé aucun cas de dégradation de l'implant ni d'usure osseuse. Ce matériau qui sert aussi à réaliser des valves cardiaques devrait permettre, à moyen terme, de développer des implants plus volumineux. Bien qu'ils constituent un bon moyen d'améliorer la résistance à la corrosion des implants, les fabricants utilisent relativement peu, jusqu'à présent, les aciers inoxydables austénitiques à cause de leur faible résistance et de leur faible duré. Grâce au Kolsterising, un traitement mis au point par le groupe Bodycote, ils peuvent dorénavant améliorer les propriétés d'usure mécanique de ces aciers sans les effets indésirables générés par les traitements thermiques classiques.



Se rapprocher de l'organe humain

Les praticiens spécialisés en chirurgie orthopédique attendent des fabricants de prothèses qu'ils leur fournissent des prothèses se rapprochant le plus possible de l'anatomie réelle de l'organe humain qu'elles remplacent. Cette tendance à la personnalisation des implants va favoriser le développement des techniques numériques de simulation et de conception mais aussi les procédés de fabrication directe par fusion laser. Selon Stéphane Abed, président de la société Poly Shape spécialisée dans ce dernier domaine, cette approche évite l'utilisation d'outillages et de moules puisque le fabricant reconstruit l'anatomie 3D du patient en utilisant la CAO et une maquette numérique obtenue par prototypage rapide. L'amélioration des performances des implants passant par une meilleure connaissance des besoins des patients, le laboratoire biomécanique

du CETIM a lancé une étude visant à mieux appréhender le « profil de mission » des prothèses. Selon Y. Suchier, son responsable, l'objectif est de développer une méthodologie baptisée DEFH (Démarche de conception Fiabiliste en Fatigue pour l'Industrie) qui permet de mieux dimensionner en fatigue les implants et donc d'accroître leur fiabilité. Dans le cadre de cette étude, un échantillon représentatif de patients a été interrogé sur ses attentes et ses pratiques. Il en ressort que les « utilisateurs » sont de plus en plus exigeants : « ils veulent pouvoir continuer à vivre normalement, à faire du sport, de la marche, de la course à pied et ce le plus longtemps possible ». Dans le cadre de son étude, le laboratoire a simulé les pratiques d'utilisateurs virtuels « types » et évalué le niveau des sollicitations en fatigue sur 10 ans afin de définir

des niveaux de résistance en fatigue optimale des matériaux des prothèses orthopédiques. Cette approche s'avère plus performante que la méthode classique consistant à déterminer un niveau de contrainte et à appliquer un coefficient de sécurité.

** en juin 2010 la journée a été organisée par le Pôle des Technologies Médicales, le CETIM, le Cercle Prothèse, le SNITEM, Ardi Rhône-Alpes, l'Observatoire stratégique de la sous-traitance et le Cercle d'études des matériaux (CEM).*

Contact

CETIM
F-42000 St. Etienne
www.cetim.fr