La physique est au service du vivant comme l'expliquent Jacques Texereau, physicien à l'Ensma, et Louis-Etienne Gayet, chirurgien au CHU de Poitiers

Par **Lise Michaud** Photos **Bruno Veysset**

L'homme réparé

Le corps humain se répare-t-il ? Peut-on remplacer les pièces usées ou brisées de cette machine fragile et complexe ? Une personne handicapée soit par une maladie telle l'arthrose ou la scoliose, soit par suite de l'ablation d'une tumeur, parvient-elle, moyennant une intervention chirurgicale, à recouvrer une vie active ? Autant de questions auxquelles répondra le pôle «L'homme réparé» de l'exposition «La physique au service du vivant», à l'Espace Mendès France à partir du 22 mars. Elle porte sur la collaboration entre des chirurgiens du CHU de Poitiers et des physiciens.

Jacques Texereau est responsable de l'équipe d'enseignants-chercheurs au laboratoire de mécanique et de physique des matériaux (LMPM) à l'Ensma : «Mon travail de recherche consiste à créer des modèles numériques, afin d'étudier la répartition des contraintes dans l'os et la prothèse. La valeur des efforts ne revêt pas une importance capitale. Je me borne à optimiser les formes en effectuant des comparaisons avec du matériel existant.»

Une distinction s'impose : la prothèse est un dispositif interne de remplacement définitif d'une articulation, et l'implant, un appareil placé dans le corps pour suppléer un organe défaillant. En les soumettant à divers tests, le LMPM vise à améliorer ces prothèses et implants. «C'est ainsi, note Jacques Texereau, qu'on a conseillé au docteur Duport, médecin au CHU, de modifier ses attaches de l'omoplate sur la cage thoracique des myopathes.»

Elasticité, résistance, biocompatibilité et force maximale de rupture font l'objet de vérifications. D'abord, l'implant et la prothèse doivent pouvoir se conformer à l'élasticité de l'os. Puis, il faut mesurer leur résistance à la fatigue équivalant à une activité humaine de quinze à vingt ans. On s'assure ensuite qu'ils sont, ainsi que leur revêtement, biocompatibles, c'est-à-dire qu'ils ne provoquent ni réaction à corps étranger auprès des tissus voisins, ni réactions immunologiques. Le dernier test mais non le moindre concerne la force maximale de rupture – on exerce une pression sur la prothèse ou l'implant jusqu'à ce qu'ils se brisent.

Le chercheur cède maintenant la place au médecin. Selon le professeur Louis-Etienne Gayet, chirurgien-orthopédiste-traumatologue au CHU de Poitiers, «il existe des prothèses et implants adaptés à tous les besoins. Mais nous ne posons pas dans cet hôpital, par exemple, de membres myoélectriques, mus par l'influx nerveux du patient.» Prothèse de la hanche ou du genou, de l'épaule ou du coude, chacun trouve à sa mesure. On va même prochainement remplacer les dis-

Actu67.pmd 46 06/01/2005, 16:56

ques intervertébraux avec une prothèse pour réparer la colonne vertébrale déstabilisée par une discopathie sévère. Elle comprend un élément amortisseur en polyéthylène capable de reproduire la fonction discale.
Afin de remédier à la mobilité engendrée par la déshydratation et l'affaissement de disques surmenés, le chirurgien pose parfois un espaceur. Il s'agit d'une cage métallique renfermant un greffon d'os spongieux, qui repousse. Cette intervention profite beaucoup aux maçons, aux routiers et aux déménageurs qui, à quarante ou quarante-cinq ans, ont les disques usés. «Au bout de trois à six mois, une fois la fusion osseuse accomplie, il arrive que les implants postérieurs soient retirés. Cependant, la colonne en se régénérant incorpore le tout. Alors, sauf infection par exemple, on les laisse. Car il faudrait alors pour les récupérer enlever beaucoup d'os», explique le professeur Gayet.
On peut également redresser des scolioses importantes par du matériel adapté (tiges, crochets et vis). La rotation de la tige cintrée épousant la déviation de la colonne redresse celle-ci. Et le professeur Gayet de préciser : «A moins de 45°, on n'opère pas, on place un corset ; en deçà de 15°, on prescrit la rééducation. Fait à signaler : on opère nettement plus de jeunes en fin de croissance que d'adultes, des adolescentes surtout. Le risque opératoire augmente avec l'âge.» D'autres tiges sont nécessaires, une, deux ou trois selon le cas, reliées entre elles par des vis en acier inoxydable ou en titane, de texture semblable à celle des vis à bois, matière apparentée à l'os. Enfin, des barres transversales (dtt) viennent renforcer le montage. Souvent, la scoliose principale se trouve réduite de 70° à 28°. La fusion osseuse est obtenue après trois mois environ et le résultat esthétique s'avère satisfaisant.
Quant à la prothèse de hanche, la taille de la tige introduite à l'intérieur de l'os est calculée au préalable sur le cliché pré-opératoire. «Dans les cas de fracture du col fémoral, elle comporte un écrou de compression dynamique pesant sur le fémur de façon à aider l'os à se réparer lui-même, donc à favoriser l'ostéosynthèse.»
Pour le genou, le type varie selon la gravité du problème. En l'absence du ligament, il faut une prothèse à charnière. Sinon, un modèle à glissement suffit à assurer le mouvement de rotation. «Par ailleurs, le patient ayant reçu une prothèse du genou sort généralement de l'hôpital au bout d'une semaine, selon Louis-Étienne Gayet. Après quelques mois, lorsque la récupération fonctionnelle est acquise, il peut reprendre une activité normale sans les douleurs de l'arthrose.»
Les implants actuels durent de quinze à vingt ans. Il faut donc les remplacer au cours d'une vie. La recherche sur les matériaux laisse entrevoir des progrès : des implants à la fois plus durables et biocompatibles. Mais pas d'illusions, l'être futuriste mi-homme mi-robot relève toujours de la science-fiction ! ■

Avec quels matériaux ?

Les prothèses et implants, ainsi que leur revêtement, se composent de matériaux variés. Un point commun : ils doivent tous être inertes pour éviter d'interagir avec l'organisme humain. L'acier inoxydable, fort répandu parce que moins cher, est cependant de moins en moins utilisé. Trop rigide et étranger à la matière osseuse, il perd sa place au profit du titane supérieur en souplesse et en légèreté. D'autant qu'il s'agit d'un métal ostéoinducteur, capable de fusionner avec l'os. Acier et titane entrent tous deux dans la fabrication des prothèses et implants, à savoir tiges, vis, barres, plaques, fils, voire cages.
A signaler : l'effet à mémoire de forme, mis en évidence sur un alliage de nickel-titane en 1963. Les métaux à mémoire de forme regroupent un ensemble d'alliages présentant des propriétés variées. Celle qui intéresse le domaine biomédical correspond à l'effet mémoire double sens. Il permet à l'alliage de retrouver sa forme initiale après une déformation mécanique ou thermique. Ses applications vont des agrafes servant à consolider la fracture des petits os dans les mains et les pieds à l'instrumentation pour la chirurgie. On conçoit bien qu'il ne puisse, par exemple, s'employer dans les implants vertébraux, car la colonne se déformerait suivant les fluctuations de la température corporelle !
Parmi les autres matériaux utilisés figurent la céramique et le polyéthylène (plastique). La céramique est pratiquement inusable mais elle coûte cher et on la réserve aux prothèses pour jeunes. Le polyéthylène, sensible à la chaleur, se dégrade en particules pouvant provoquer des réactions dans l'organisme. Il demeure indispensable la plupart du temps comme élément amortisseur des prothèses.
Reste le revêtement des implants : le ciment en cas d'ostéoporose ou l'hydroxyapatite (cristal formé d'un sel complexe de calcium et de phosphate, formant la substance minérale osseuse), si l'os est de bonne qualité.

LA PHYSIQUE AU SERVICE DU VIVANT

Dans le cadre de l'année mondiale de la physique, l'Espace Mendès France propose, avec la Société française de physique du Centre-Ouest, une exposition sur «La physique au service du vivant», du 22 mars au 3 juillet. Quatre conférences sont programmées.
«L'effet Doppler, du fœtus à l'astronaute», par Philippe Arbeille, directeur de l'unité Médecine et physique spatiale à la faculté de médecine de Tours, le 1er mars à 20h30.
«Radioactivité et médecine nucléaire», par Rémy Perdrisot et François Salmon, médecins au CHU de Poitiers, le 22 mars à 20h30.
«De la microscopie électronique à la microscopie ionique : les apports en biologie et en médecine», par le professeur Pierre Galle, correspondant de l'Académie des sciences, le 30 mars à 20h30.
«Nouvelles prothèses pour réparer l'homme», par Louis-Etienne Gayet, le 5 avril à 20h30.

Actu67.pmd 47 06/01/2005, 16:57