

# Des prothèses bioniques

➔ **Les patients ayant subi une amputation de la main peuvent aujourd'hui bénéficier de prothèses qui leur permettent de retrouver une certaine mobilité.** Mais, la communication entre cerveau, nerfs et muscles n'existant plus, le défi des chercheurs porte aussi sur l'amélioration de la sensibilité grâce à la mise au point de prothèses bioniques.

Réalisé avec Marc Maier, de l'École des neurosciences (unité FR3636), CNRS - Université Paris Descartes.

## ■ MOBILITÉ ET SENSIBILITÉ

La main humaine est un « outil » extraordinaire : l'opposition du pouce avec les autres doigts, leur sensibilité et leur mobilité apportent une précision du geste unique. Pour les personnes amputées d'un membre supérieur, c'est donc une perte considérable. Pour remplacer cet « outil », des prothèses de plus en plus performantes ont été mises au point ces dernières années.

➔ **LA PROTHÈSE MYOÉLECTRIQUE.** Développée depuis une quinzaine d'années, ce type de prothèse fonctionne grâce aux muscles du bras (ceux fonctionnant encore après l'amputation), eux-mêmes commandés par le cerveau. De fines électrodes sont placées sur la peau, au niveau du triceps et du biceps notamment. Elles enregistrent les contractions musculaires et les transforment en impulsions électriques qui commandent la prothèse, par exemple l'ouverture et la fermeture des doigts, ou la rotation du poignet. Pour le patient, un long travail de rééducation est nécessaire pour apprendre à contrôler les mouvements de sa prothèse.

### PLUS DE SENSIBILITÉ, MOINS DE DOULEUR

Redonner de la sensibilité au niveau d'un membre amputé permet aussi de faire disparaître les douleurs du *membre fantôme* ! C'est ce qu'a pu constater un Autrichien amputé sous le genou, et équipé récemment avec la toute première prothèse de jambe sensible. Mise au point par l'équipe de Hubert Egger, à l'université de Linz, cette prothèse expérimentale permet au patient de savoir s'il marche sur un sol meuble ou dur, accidenté ou plat.

**Q** **Membre fantôme** : désigne la sensation associée à un bras ou une jambe pourtant amputé.



Une prothèse bionique sensible sur un patient américain.

© Ryan Ronnett

➔ **LA PROTHÈSE SENSIBLE.** Pour adapter la force du geste, c'est-à-dire serrer plus ou moins l'objet qu'il attrape, un patient équipé d'une prothèse myoélectrique ne peut se fier qu'à sa vision. Dustin Tyler et son équipe d'ingénierie biomédicale de l'université Case Western Reserve (États-Unis) travaillent à la mise au point d'une prothèse sensible : elle transmet des informations au cerveau, qui en retour peut adapter les ordres de mouvements donnés à la prothèse elle-même. Ainsi, il est par exemple possible pour un patient équipé d'équeuter des cerises les yeux fermés sans même les écraser ! Un geste d'une finesse impressionnante. Cette prothèse permet aussi d'éprouver des sensations réalistes comme appuyer son doigt sur la pointe d'un stylo ou toucher une boule de coton.

5

**Le contrôle des mouvements :** le cerveau adapte les ordres de pression et de mouvements qui sont délivrés aux muscles qui commandent la prothèse.

4

**L'information sensorielle** remonte par la moelle épinière jusqu'au cerveau, où elle est analysée.

1

**Au bout du pouce,** de l'index et du majeur, 20 capteurs détectent les variations de résistance du matériau et son revêtement.

2

**Des impulsions électriques** sont délivrées, grâce à 20 petites électrodes, situées autour des nerfs du bras supérieur, dont la fonction naturelle est de transmettre des informations sensorielles en provenance de la main.

3

**Les informations sensorielles** sont traitées par un processeur informatique, situé dans un petit boîtier.

### 8 000 À 15 000 PERSONNES AMPUTÉES...

... d'un membre supérieur, en France, selon l'Association de défense et d'étude des personnes amputées. Dans deux cas sur trois, elles ont moins de 40 ans et exercent encore une activité professionnelle.

## ■ GAGNER EN PRÉCISION ET AUTONOMIE

➔ **AMÉLIORER LA SENSIBILITÉ.** À l'université de Stanford (États-Unis), Zhenan Bao et son équipe ont récemment mis au point une peau artificielle qui pourrait recouvrir des prothèses de main. Parsemée de capteurs miniaturisés sensibles à la pression, cette peau adresse un signal électrique au cerveau. Elle n'a, pour l'instant, été testée que sur des neurones *in vitro*, mais les chercheurs espèrent très prochainement la tester *in vivo*. De quoi envisager de rendre les prothèses sensibles à la température ou à la rugosité d'un matériau.

➔ **DES PROTHÈSES COMMANDÉES DIRECTEMENT PAR LE CERVEAU.** Pour pouvoir équiper les

personnes amputées au niveau de l'épaule, ou même les tétraplégiques, des chercheurs tentent de mettre au point des prothèses bioniques, dont les mouvements sont commandés par des électrodes directement implantées dans le cerveau. Plusieurs expériences sont en cours, notamment aux États-Unis, en Allemagne et en Suisse.

➔ **DES PROTHÈSES COMMANDÉES PAR SMARTPHONE.** D'autres équipes développent des petits logiciels pour smartphones afin de commander la prothèse myoélectrique pour certains gestes du quotidien comme ouvrir une porte, se brosser les dents...