



## La médecine bio-électronique ou l'avènement de traitements par implants électriques miniatures

Publié le vendredi 30 septembre 2016

Voir en ligne : <https://www.france-science.org/La-medecine-bio-electronique-ou-l.html>

Scientifiques et industriels travaillent depuis des années au développement de micro-équipements capables de suivre, voire d'agir, sur les influx nerveux et électriques du corps humain. La plupart de ces projets sont toujours à un stade très expérimental. Néanmoins, ce champ prometteur de la médecine souvent nommé "médecine bio-électronique" (*bioelectronic medicine*) ou "électroceutique" (*electroceuticals*), consistant à utiliser des implants miniaturisés pour administrer des signaux électriques nerveux dans un but thérapeutique, semble s'approcher de premières solutions disponibles.

### Une percée technologique à UC Berkeley

C'est peut-être une avancée décisive dans la direction d'une médecine véritablement préventive et d'une convergence entre biologie et électronique. Des chercheurs de UC Berkeley ont présenté le mois dernier la dernière technologie qu'ils ont mise au point : des capteurs sans-fil miniatures, baptisés "poussière nerveuse" (*neural dust*) - en raison de leur taille comparable à des grains de poussière - pouvant être implantés dans des organes, muscles ou connexions nerveuses afin de suivre en temps réel leur activité. [1]

L'une des barrières technologiques les plus importantes au développement des interfaces cerveau-machine concerne l'absence de dispositif neuronal implantable qui puisse rester en activité sur la durée de vie d'un primate (ou d'un humain). [2] Afin de pallier ce problème, l'équipe de recherche de UC Berkeley, dirigée par le neuroscientifique Jose Carmena et l'ingénieur en génie électrique Michel Maharbiz, a développé une nouvelle génération d'implants sans-fil et sans batterie, basés sur une technologie utilisant des ultrasons, à la fois pour produire l'énergie nécessaire à leur fonctionnement et pour assurer la communication sans fil des données récoltées par ses capteurs.

Cet implant est composé plus précisément d'un émetteur-récepteur ainsi que d'un nœud capteur (*dust mote*) miniaturisé (0.8x1x3 mm). L'émetteur-récepteur émet des pulsations ultrasoniques en direction d'un cristal piézoélectrique présent au sein de l'implant, qui les convertit ensuite en électricité afin de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement du capteur. Le fonctionnement est ensuite le suivant : l'implant enregistre en temps réel les signaux électriques au niveau du tissu au sein duquel il est implanté via des électrodes, et utilise le signal pour modifier légèrement la vibration du cristal en question. Ces vibrations sont ensuite renvoyées en direction de l'émetteur-récepteur, permettant ainsi au signal d'être enregistré, au terme d'un processus appelé "rétrodiffusion" (*backscatter*). La légère modification constatée permet ainsi de déterminer la tension électrique. [3]

Selon les chercheurs de UC Berkeley, c'est la première fois que les ultrasons sont utilisés à la fois pour alimenter un implant et assurer la communication produite, ce qui permet d'envisager une multitude d'applications au sein de nombreux tissus organiques et à des profondeurs encore non envisagées. Notons ici que les ultrasons sont en outre particulièrement adaptés à l'utilisation médicale, ces ondes étant capables de pénétrer sans problème la quasi-totalité des tissus corporels, là où des ondes radio en seraient incapables.

Durant leurs expériences, l'équipe de recherche de UC Berkeley a implanté ses capteurs dans des muscles et des nerfs périphériques de rats, pour des résultats extrêmement positifs en terme de fonctionnement, de

récupération de données et de facilité d'implantation. Dès aujourd'hui, les chercheurs confirment qu'il est désormais possible et aisé d'implanter ces capteurs près d'un muscle ou d'un nerf et d'instantanément récolter et lire les données d'activité de ces organes.

Néanmoins, à plus long terme, les chercheurs ambitionnent d'aller encore plus loin que le "simple" suivi de l'activité d'organes ou de l'activité cérébrale ou périphérique. En effet, ils ambitionnent de développer dans le futur des implants capables à la fois de suivre mais surtout de stimuler l'activité des nerfs, permettant ainsi un contrôle infiniment précis du fonctionnement du système nerveux.

Ces projets ont un potentiel immense dans ce champ relativement récent que constitue la médecine bio-électronique, dont les applications peuvent aller du traitement de maladies neurologiques au contrôle de la vessie par exemple, en passant par la suppression de l'appétit ou le contrôle du diabète.

### **Maturation technologique et investissement privé**

Dans un esprit connexe, GlaxoSmithKline a récemment annoncé une collaboration avec Verily (anciennement Google Life Sciences) dans la création de Galvani Bioelectronics. Ce joint-venture a pour objectif de développer des équipements implantables capables d'utiliser et de modifier les signaux électriques de l'organisme dans le but de traiter des pathologies chroniques. Le projet est d'investir plus de 715 millions de dollars sur les sept prochaines années dans le développement de Galvani (les premiers produits étant attendus sur le marché pour 2023), en ciblant des pathologies du système nerveux périphérique de prime abord (diabète, arthrite, asthme), ce qui représente un marché énorme. [4]

Les prochains défis à relever pour les chercheurs restent néanmoins de valider la viabilité de ces implants et leur fonctionnement dans un organisme à long terme, ainsi que de tester leur résistance à la vie mobile des animaux et des humains. A terme l'idée est également de réduire encore leur taille, de valider la capacité de stimulation nerveuse locale, ainsi que d'ajouter d'autres types de capteurs (pH, oxygène, biomarqueurs, etc.).

Si des dispositifs électroniques implantables sont utilisés depuis plusieurs années (pacemakers, pompes à insuline, etc.), l'innovation de rupture de la nouvelle génération d'implants bio-électroniques tient en 3 points majeurs : la réduction considérable de la taille de l'implant (réduisant ainsi de manière drastique le caractère invasif de la procédure), la durée de vie du dispositif au sein d'un organisme animal ou humain, et enfin le caractère autonome à terme de la gestion des données à la fois en ce qui concerne la récolte en temps réel d'informations, mais également quant à la prise de décision de donner des impulsions électriques au moment jugé nécessaire.

La vision à long terme consistera ainsi à implanter un grand nombre de ces capteurs dans le corps humain, capteurs qui pourront être activés à tout moment afin de suivre en temps réel ou stimuler de manière chronique une fonction particulière de l'organisme.

Du fait de leur caractère invasif limité ainsi que de l'absence d'effets indésirables systémiques en raison de la précision et du caractère local et spécifique de leur action, ces implants miniatures représentent à n'en pas douter un champ de la recherche biomédicale à suivre de près dans les années à venir.

---

### **Rédacteur :**

- Hocine Lourdani, Attaché adjoint pour la Science et la Technologie, San Francisco, [hocine.lourdani@ambascience-usa.org](mailto:hocine.lourdani@ambascience-usa.org) ;
- Retrouvez l'actualité en Californie du Nord sur <http://sf.france-science.org> ;
- Retrouvez toutes nos activités sur <http://france-science.org>

Crédits photo : UC Berkeley - Ryan Neely

Notes

[1] <http://news.berkeley.edu/2016/08/03/sprinkling-of-neural-dust-opens-door-to-electroceuticals/>

[2]

<https://swarmlab.eecs.berkeley.edu/projects/4887/neural-dust-ultrasonic-low-power-solution-chronic-brain-machine-interfaces>

[3] <http://news.berkeley.edu/2016/08/03/sprinkling-of-neural-dust-opens-door-to-electroceuticals/>

[4]

<http://www.gsk.com/en-gb/media/press-releases/2016/gsk-and-verily-to-establish-galvani-bioelectronics-a-new-company-dedicated-to-the-development-of-bioelectronic-medicines/>