

# LES DÉFIS DE L'INNOVATION

Quatre projets porteurs d'espoir qui s'élaborent dans le domaine des transports, de la santé, de l'urbanisme ou de l'informatique.

## FRANCE *L'exosquelette*

### Une armure pour se déplacer par la force de la pensée

« Aujourd'hui, seules les personnes parapégiques parviennent à remarcher grâce à des exosquelettes motorisés: des attelles de jambes articulées qui nécessitent l'utilisation des bras. Faire remarcher des personnes tétrapégiques, qui n'ont plus que l'usage de leur cerveau, est un défi plus ambitieux. Tout se joue dans l'interface cerveau-machine. Exécuter un mouvement ou l'imaginer provoquent la même activité cérébrale. Il suffit donc de connecter le cerveau du paralysé à un exosquelette: sans besoin de commande extérieure, le patient transforme alors son désir de mouvement en mouvement réalisé par l'exosquelette, une sorte d'armure motorisée dans laquelle il s'est glissé.

Une équipe américaine avait déjà permis à des tétrapégiques de piloter mentalement un bras robotisé via l'implant d'une matrice de 96 microélectrodes, fixée dans le cortex des patients. Un dispositif très invasif, avec risque hémorragique et d'une durée limitée. L'implant neuronal développé par le

centre de recherche Clinatec, à Grenoble, s'affranchit de ces inconvénients: il s'agit d'un disque de 5 cm, doté de 64 électrodes, ne dépassant pas 7 mm d'épaisseur, fixé sous la peau du crâne, à la surface du cortex moteur. La pose de deux implants (un sur chaque hémisphère du cerveau) est sans danger, sans limite de durée et invisible. Ces disques en silicone biocompatible sont alimentés par une antenne intégrée dans un casque audio porté par le patient. Ce dispositif microélectronique enregistre les signaux électriques du cerveau et les transmet en Wi-Fi à l'ordinateur embarqué qui pilote l'exosquelette. Baptisé Emy – pour *Enhancing Mobility* (« augmenter la mobilité ») –, l'exosquelette de Clinatec en est à sa troisième version: une armure, d'une cinquantaine de kilos, dotée de quatre membres anthropomorphiques recouverts d'une coque en plastique blanc qui rappelle les soldats clones de *Star Wars*.

### Un espoir pour pallier d'autres handicaps

Mais rien n'empêche de rêver à l'exosquelette du futur: une combinaison semblable à celle des pilotes de chasse. Confortable, discrète et, pourquoi pas, élégante. Sous réserve des autorisations nécessaires, les premières implantations pourraient démarrer dans quelques mois. Mais toute promesse de miracle, du type "Lève-toi et marche", est à proscrire. Penser les mouvements demande une persévérance qui varie selon les individus. La plasticité cérébrale jouera un rôle majeur dans l'apprentissage. Ce dispositif pourrait s'étendre à d'autres sortes d'invalidités: on réfléchit déjà à adapter l'implant au cortex visuel pour les malvoyants. Et à le connecter non plus à un exosquelette mais à une caméra. ■

Propos recueillis par Mélanie Déchalotte, journaliste



**Alim-Louis Benabid**

Ce neurochirurgien a inventé une technique chirurgicale qui supprime les symptômes de la maladie de Parkinson. Alim-Louis Benabid a créé le centre de recherche Clinatec, à Grenoble.

CLINATEC - ANDRÉA AUBERT

L'exosquelette est une armure à quatre membres avec vérins en aluminium et moteurs électroniques.



## JAPON *Le Maglev*

### Un train à très grande vitesse qui flotte au-dessus des rails

« Le Japon vient de fêter le 50<sup>e</sup> anniversaire du Shinkansen. Alors que Tokyo accueillait les jeux Olympiques d'été, en 1964, le premier train à grande vitesse nippon couvrait les 515 km entre la capitale et Osaka en 4 h, avec des pointes à 210 km/h. Aujourd'hui, il met 2 h 25 min pour relier les deux mégapoles, et peut atteindre la vitesse de 320 km/h. En un demi-siècle, le Shinkansen n'a connu aucun accident majeur: ni déraillement ni collision. C'est notamment grâce aux Japonais, qui sont très soucieux de sécurité. Le train nippon est semblable au TGV français, à une différence notable: le premier circule dans un archipel montagneux en suivant des trajets tortueux, il dispose par conséquent de systèmes de stabilisation adaptés dont le second n'a pas besoin, puisqu'il se déplace principalement sur des terres planes.

J'ai été chargé de la politique urbaine à Tokyo, et j'ai donc étudié l'impact du Shinkansen sur notre territoire. Le Japon, ce n'est pas la France. Vous n'avez qu'une seule grande ville, Paris. Nous avons Tokyo, mais aussi Nagoya, Osaka et d'autres encore. Mais l'arrivée du Shinkansen a bouleversé la donne. Une fois les villes d'Osaka et Tokyo connectées, certaines activités de l'une ont transité vers l'autre. Au final, le pouvoir d'Osaka s'est amoindri, et celui de la capitale s'est renforcé.

Désormais, le Japon développe le Maglev, un nouveau type de train, à sustentation magnétique. Le Maglev ressemble à un avion sur terre, car il flotte à près de 10 cm au-dessus du sol, propulsé par des aimants supraconducteurs. Sa vitesse de circulation est de 500 km/h en moyenne. En avril 2015, un prototype a atteint 603 km/h, un record mondial!

La première ligne devrait être mise en service en 2027 entre Tokyo et Nagoya. Ce trajet, qui se fait aujourd'hui en 1 h 40 min, demandera moins de 40 min. Autrement dit, Nagoya va devenir la



Le Maglev sera propulsé en lévitation grâce à un courant magnétique. Ce sera le train le plus rapide du monde.

banlieue de Tokyo. Toutefois, je ne pense pas que le Maglev aura le même impact que le Shinkansen. Nagoya, avec une forte industrie automobile, est différente de la capitale, les deux villes sont complémentaires et risquent fort de bénéficier l'une comme l'autre de l'arrivée de ce train ultrarapide.

### Une technologie clé pour le pays

À part les États-Unis, personne ne s'intéresse au projet. Ce dernier constitue un défi majeur pour le Japon. La seule ligne Tokyo-Osaka via Nagoya devrait coûter plus de 70 milliards d'euros. Et tout n'est pas encore au point. En effet, le Maglev consomme à peu près deux à trois fois plus d'électricité que le Shinkansen, mais chaque année les résultats sont meilleurs. Espérons que nous ferons mieux dans 20 ans!

Le Maglev, c'est un rêve devenu réalité. Je ne sais pas s'il sera un jour partout sur la planète, mais le Japon l'exportera dans certains pays, c'est sûr. Que pourrions-nous inventer après? Concevoir ce train exige plusieurs dizaines d'années. D'une certaine manière, le Japon travaille déjà à son futur. ■

Propos recueillis par Rafaële Brillaud, journaliste (Japon)



**Hiroo Ichikawa**

Diplômé en architecture et en planification urbaine et régionale, Hiroo Ichikawa est professeur de politique urbaine et doyen à l'université Meiji à Tokyo. Il est l'auteur de *Pourquoi le Maglev va transformer le Japon* (en japonais).