



Un double robotique pour une seconde vie

Roboticiens, psychologues et neurologues tentent de dissoudre la frontière entre corps humains et machine.

Par **RAFAËLE BRILLAUD**
Correspondance à Kyoto

Imaginez que vous puissiez participer à un trekking au Népal, passer voir un ami à New York ou admirer le mont Fuji, tout cela sans jamais bouger de chez vous. Plus fort encore, alors même que vous êtes incapable de bouger un seul de vos membres. Pure science-fiction, à l'image du célèbre film *Avatar* de James Cameron où un militaire immobilisé dans un fauteuil roulant mène la rébellion sur la planète Pandora à l'aide d'un corps hybride ? Pas si sûr. Car, grâce aux avancées scientifiques d'une poignée de laboratoires à travers le monde, le rêve d'un double robotique, conçu comme une seconde enveloppe corporelle et piloté par la pensée, est en passe de devenir réalité.

YEUX-CAMÉRA. Dans les locaux du Joint Robotics Laboratory (JRL) à Tsukuba, près de Tokyo, ce double prend la forme d'un HRP-2, un robot humanoïde d'1,50 m pour 60 kg. Un doctorant enfle un casque doté d'une dizaine d'électrodes localisées au niveau de la nuque, c'est-à-dire du cortex visuel, et s'installe devant un écran, où s'affiche ce que « voit » le

robot, autrement dit ce que filment ses yeux-caméra. Sans bouger le moindre petit doigt, il parvient à faire exécuter par le robot une série d'opérations : attraper une boisson, se diriger vers une table, la poser à un endroit précis. « C'est la première fois qu'un robot humanoïde réussit à effectuer plusieurs tâches différentes par le biais d'une interface cerveau-machine », souligne Abderrahmane Kheddar, le directeur de ce laboratoire mixte franco-japonais (1).

En l'absence de pilotage manuel, le système se fonde sur les SSVEP (pour « steady state visually evoked potential »), des signaux neuronaux qui oscillent à la même fréquence qu'un stimulus visuel clignotant. En clair, lorsque le robot repère dans son environnement des bouteilles ou des canettes, des symboles s'incrémentent sur les images de ces boissons prises par le robot et se mettent à clignoter à des fréquences différentes sur l'écran de contrôle. L'opérateur se concentre alors sur le symbole de son choix et, une centaine de millisecondes après, un signal de la

En juin 2012, un étudiant de l'université Bar-Ilan en Israël a « incarné » une machine à plus de 2 000 km de distance. Il a guidé un robot qui évoluait dans une pièce de l'IUT de Béziers, en France.

même fréquence est détecté dans son cortex visuel. La machine n'a plus qu'à traduire l'intention de l'opérateur en commande pour le robot : saisir la canette. De même, lorsque HRP-2 se déplace, des flèches de direction clignotent sur l'écran ; l'opérateur se contente de les fixer du regard pour orienter le robot.

Bien sûr, on est très loin d'un système polyvalent, où le robot serait capable d'exécuter n'importe quelle tâche. La succession d'actions est définie à l'avance et la marge de manœuvre de l'opérateur se limite encore au

choix d'une boisson, puis d'une table, et enfin d'un emplacement sur cette table. Impossible de lui confier soudain la mission d'aller ramasser le journal ou de fermer le placard. La commande est également légèrement fastidieuse, puisqu'elle exige de décliner chaque option en fréquences distinctes. « Il ne suffit pas d'imaginer une action pour qu'elle se réalise », souligne les scientifiques. *Aucun système n'est capable de scruter la pensée.* Le contrôle de l'humanoïde n'est par conséquent pas aussi immédiat et instinctif qu'on aurait pu l'espérer et nécessite un court apprentissage. Mais au bout d'un entraînement de six minutes, quatre personnes ont obtenu un taux de succès de 80% en moyenne. La mécanique semble donc bien rodée.

FRONTIÈRES. Surtout, l'objectif de ces recherches est plus ambitieux qu'une simple commande à distance d'un humanoïde. Les travaux du JRL s'inscrivent dans le cadre du projet européen Vere (pour Virtual embodiment and robotic re-embodiment) qui réunit

roboticiens, mais aussi psychologues et neurologues, pour « dissoudre la frontière » entre corps humains et représentations de substitution, qu'elles soient virtuelles ou réelles. « Nous essayons de faire en sorte qu'une personne s'approprie la machine, qu'elle fasse comme s'il s'agissait de son propre corps, détaille Abderrahmane Kheddar. En anglais, on parle d'« embodiment », que l'on peut traduire par « incarnation » ou « incorporation », pour reprendre le terme du philosophe Michel Balat. Nous cherchons à comprendre comment faire en sorte que l'opérateur ait l'impression d'être présent là où il n'est pas. »

Dès lors, il ne s'agit plus seulement d'augmenter le nombre de tâches remplies par le robot ou d'améliorer sa vitesse de réactivité. « Le système peut être très performant, s'il

n'inspire pas confiance, cela ne marchera pas », expliquent les chercheurs. L'équipe scientifique doit trouver par quels biais cognitifs l'opérateur pourrait avoir l'illusion que le robot est son avatar, agissant et pensant comme lui. Impossible ? En dépit d'une installation encore assez rudimentaire, le miracle s'est déjà produit.

En juin 2012, toujours dans le cadre du projet Vere, un étudiant de l'université Bar-Ilan en Israël a incarné une machine à plus de 2 000 km de distance. Allongé dans un appareil d'IRM, qui scannait son cerveau et affichait son activité en temps réel, il a guidé un petit robot qui évoluait dans une pièce de l'IUT de Béziers, en France. Quand il pensait à déplacer sa main gauche ou droite, le robot bougeait de 30 degrés vers la gauche ou vers la droite. Quand il pensait à bouger ses jambes, le robot marchait en avant. En retour, l'étudiant pouvait juste voir ce que le robot voyait et entendre le bruit de ses déplacements.

«HEY, POSE-MOI!» Le contrôle à distance, bien que lent, fut une réussite. Mais c'est au moment où l'expérimentation semblait terminée que le plus étonnant a eu lieu. « Une personne en France a saisi le robot pour le déplacer, raconte Abderrahmane Kheddar, et l'étudiant en Israël s'est écrié : « Hey, qu'est-ce que tu fais, pose-moi ! » Au bout de quelques minutes à peine, quelque chose s'est créé dans le cerveau et il s'est approprié ce corps ! »

Pour des patients paralysés ou des atteints du syndrome d'enfermement, cette symbiose représente la promesse de pouvoir, un jour, de nouveau interagir avec le monde. Le JRL doit d'ailleurs tester son interface cerveau-machine avec des tétraplégiques en 2014. ♦

(1) Le JRL est un laboratoire international associant le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et l'Advanced Industrial Science and Technology (AIST).

(2) www.vereproject.eu