

Exosquelettes, une révolution encore en marche

Des machines sont déjà utilisées pour la rééducation. Mais elles restent imparfaites et n'ont pas encore prouvé leur bénéfice médical.

EMMA CONFRÈRE
@emmaconfrere

TECHNOLOGIE Nés dans l'esprit de l'ingénieur russe Nicholas Yagin en 1890, les exosquelettes ont d'abord été développés « dans les années 1950 aux États-Unis, en rapport avec la conquête spatiale, raconte Nathanaël Jarrassé, chargé de recherches CNRS à l'Institut des systèmes intelligents et robotiques (Isir). Le but était de découpler la force des astronautes, souvent avec des robots très imposants. » En 1960, il devient question d'assister les personnes parapégiques à la marche. Mais le chemin est long... La société israélienne Argo Medical Technologies lance Rewalk en 2005, mais les patients ont besoin de béquilles pour se déplacer. En 2019, la française Wandercraft met sur le marché Atalante, robot bipède, autotabilisé et sans béquilles.

Cet exosquelette recouvre les jambes et une partie du dos du patient. Il possède 12 moteurs pour autant d'articulations robotisées, actionnées par télécommande ou par la voix. Il suffit ensuite au patient de donner une légère impulsion avec le haut du corps pour signaler qu'il est prêt à bouger. Atalante s'active alors, son intelligence artificielle analysant en temps réel la situation avec 1000 actualisations par seconde. « Il s'agit du seul exosquelette capable de reproduire aussi fidèlement la marche dynamique tout en laissant libres les membres supérieurs du patient », note Nathanaël Jarrassé.

Aujourd'hui, Atalante est utilisée principalement dans des établissements de santé et des centres de rééducation en France, en Belgique, au Luxembourg et aux États-Unis. La fondation hospitalière La Renaissance sanitaire, près d'Évreux, s'est équipée en janvier 2020. « Nous l'utilisons pour différents types de patients, ayant fait un AVC, atteints de maladies neurodégénératives comme Parkinson, ou parapégiques », précise Bérénice Paul, responsable psychomotricienne de l'hôpital.

Avec l'aide des kinésithérapeutes, le patient commence par enfile l'exosquelette de 70 kg, qui s'adapte à différents profils mesurant entre 1,60 et 1,90 mètre et pesant moins de 90 kg. « Au début, les patients sont souvent impressionnés », note Bérénice Paul. C'est un véritable bouleversement émotionnel. « Kevin Piette, devenu parapégique après un accident de moto, pilote Atalante depuis son lancement. Le jeune homme témoigne du changement que cela a créé dans sa relation aux autres : « Ce qui est chouette, c'est de pouvoir être debout, plus haut. C'est la possibilité de regarder les gens droit dans les yeux et d'avoir une certaine prestance. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, l'exosquelette n'est pas lourd, il me porte. Il m'emmène et je sens la puissance qu'il contient. »

Une fois la machine apprivoisée, place aux exercices. En accord avec le personnel médical, le patient décide ce qu'il souhaite réaliser et suivant ses capacités



Jean-Louis Constanza, directeur commercial et clinique de Wandercraft, aide son fils Oscar à utiliser un exosquelette robotisé au siège de la société, à Paris, le 9 juillet 2021.

CHRISTIAN HARTMANN/
REUTERS

motrices peut se balader dans les couloirs, aller jusqu'au gymnase, jouer au ping-pong... « Au fur et à mesure, on baisse l'intensité d'accompagnement d'Atalante. Ainsi, la personne donne le maximum d'elle-même », explique Maxime Gilliaux, responsable de la recherche clinique des établissements La Musse. Pour la responsable rééducation de l'hôpital, Patricia Le Fol, « il y a une vraie complémentarité entre le robot et le professionnel. Ce serait difficile de nous enlever Atalante dorénavant ». D'autant que les bénéfices de l'exosquelette ne s'arrêtent pas à la marche : Kevin Piette a vu une amélioration de son transit et de son tonus musculaire au bas du tronc, et ressent « moins de douleurs, ce qui me permet de réduire mon traitement médicamenteux. Je ne m'y attendais pas du tout. »

Atalante n'est pas le seul dispositif existant, et nombreux sont les laboratoires de recherche qui travaillent à la mise au point d'exosquelettes. L'hôpital Henry-Gabrielle, près de Lyon, teste depuis octobre le japonais HAL, qui fonc-

tionne grâce à un système d'électrodes reconnaissant l'action du patient. Bernard Massenet, cadre de santé rééducateur de l'hôpital, note une « évolution même lorsque les patients ne portent plus l'exosquelette. Ils sont plus à l'aise pour marcher, mais aussi pour effectuer

« Il y a une vraie complémentarité entre le robot et le professionnel. Ce serait difficile de nous enlever Atalante dorénavant »

PATRICIA LE FOL, RESPONSABLE RÉÉDUCATION DE L'HÔPITAL LA MUSSE

les transferts entre leur fauteuil et leur lit ». D'autres dispositifs plus simples se concentrent sur un point particulier du corps, s'apparentant presque à des vêtements techniques. Ainsi la ceinture biomimétique de l'entreprise française Japet, commercialisée depuis 2019, accompagne les mouvements tout

en soutenant la colonne vertébrale grâce à quatre moteurs. Aujourd'hui, elle est utilisée principalement dans l'industrie, la logistique, les services à la personne et le BTP, mais une étude est en cours chez des patients souffrant de sciatique. « Il faut faire attention que ces solutions ne soient pas portées plusieurs heures d'affilée », note cependant Nathanaël Jarrassé.

Le chercheur rappelle aussi que les bénéfices médicaux des exosquelettes restent à prouver. « Des normes de sécurité existent, mais il n'y a aucun standard, chacun fait ce qu'il veut. Par exemple l'entreprise de HAL, Cyberdyne, n'a réalisé que très peu de publications scientifiques et se concentre davantage sur l'aspect marketing. » Selon le chercheur, des dizaines d'années seront nécessaires avant que les exosquelettes reproduisent parfaitement les mouvements humains. « Il faut déjà bien comprendre comment notre cerveau contrôle le corps et pourquoi nous réalisons ces gestes d'une certaine façon et pas d'une autre... » ■