

# TechnoScope

by satw 3/17

## Des robots conçus pour l'homme

### Interview sur l'exosquelette

VariLeg est le nom de l'exosquelette conçu par l'ETH Zurich pour permettre aux personnes à mobilité réduite de se tenir à nouveau debout. Depuis le succès rencontré lors de sa participation au Cybathlon 2016, l'exosquelette VariLeg a fait l'objet d'améliorations. Technoscope a demandé à Stefan Schrade (doctorant RELab ETH Zurich, chef d'équipe VariLeg) et Patrick Pfreundsuh (bachelier en génie mécanique ETH Zurich, porte-parole VariLeg) de nous fournir un aperçu du projet VariLeg.



#### ***Le Cybathlon 2016 vous a-t-il fourni de nouvelles informations qui pourront servir à perfectionner le VariLeg?***

L'entraînement aux différents obstacles du parcours a permis de simuler de nombreuses situations de la vie quotidienne. Cela nous a fourni des données intéressantes, en particulier concernant la difficulté d'apprentissage et d'exécution pour les utilisateurs. Certains obstacles, faciles à franchir avec le VariLeg pour un pilote d'essai en bonne santé, ont posé plus de difficultés pour les paraplégiques que ce que nous avons imaginé (p. ex. pour remonter des pentes abruptes). En revanche, contrairement à nos attentes, d'autres obstacles se sont avérés aussi complexes pour le pilote en bonne santé que pour les paraplégiques (p. ex. le plan incliné). On a notamment relevé la nécessité de modifier la fixation du pilote à l'appareil. Les obstacles ont aussi démontré que la motorisation et la robustesse de l'appareil n'étaient pas encore optimales et qu'il sera nécessaire de les adapter dans les versions ultérieures.

Nous avons pu toutefois tirer un bilan extrêmement positif car nous sommes parvenus à former deux utilisateurs paralysés à notre exosquelette. Avec eux, nous avons participé avec succès au Cybathlon, ce qui nous a permis de jeter les bases de nos travaux de recherche complémentaires.

#### ***À qui VariLeg est-il destiné? Quelles sont les applications prévues?***

Le VariLeg convient aussi bien aux personnes ayant un usage complet ou partiel de leurs jambes qu'aux paraplégiques (pour autant qu'ils disposent d'une certaine stabilité du tronc et d'un usage suffisant des bras pour utiliser des béquilles). Pour le moment, le VariLeg n'est pas encore utilisé dans la vie quotidienne, mais sur le parcours d'essai de notre laboratoire ou occasionnellement en plein air. Nous imaginons qu'à moyen terme l'appareil servira avant tout de dispositif thérapeutique pour la rééducation, puis de dispositif d'entraînement et de complément au fauteuil pour les patients chroniques. Les instants où nous

allons au distributeur avec nos utilisateurs en VariLeg pour y boire notre café debout nous offrent des perspectives d'avenir et illustrent la finalité de notre travail. De plus, pour un projet de film, nous nous sommes déjà promenés sur la plateforme d'observation du Pilate.

### ***Combien de personnes ont déjà testé le VariLeg et comment ont-elles réagi?***

Jusqu'à présent, plusieurs pilotes d'essai en bonne santé ainsi que deux paraplégiques ont testé l'appareil sur une longue durée. Comme le VariLeg est un prototype, les pilotes ont proposé quelques améliorations qui ont déjà été partiellement intégrées. Dans l'ensemble, ils ont apprécié l'utilisation du VariLeg même s'ils déclarent qu'en termes de sensations, cela n'est pas encore comparable à une véritable marche. Ils apprécient toutefois la possibilité de pouvoir remarquer pour entraîner leurs jambes (p. ex. les os et les articulations). L'un de nos utilisateurs nous a également rapporté que la marche avait une répercussion positive sur la régulation de son transit intestinal et sur sa mobilité.

### ***L'utilisation n'est pas simple et requiert un entraînement. Quelle est l'intensité de l'entraînement pour l'utilisateur? À quel point est-ce fatiguant pour des utilisateurs expérimentés de marcher avec VariLeg?***

Nos deux pilotes d'essai ont dû s'entraîner deux à trois fois par semaine pendant près de deux mois avant de pouvoir marcher correctement en ligne droite et tourner avec l'appareil. Toutefois, d'autres adaptations et améliorations ont été apportées à l'appareil durant cette période, ce qui a permis de réduire la durée d'apprentissage. De plus, nous nous sommes exercés à surmonter des obstacles tels que des escaliers, des pentes et des plans inclinés pour le Cybathlon. Ces obstacles ont nécessité un entraînement supplémentaire. De manière générale, les besoins dépendent surtout de la condition physique personnelle et de la caractéristique de la lésion corporelle. Nos expériences ne sont donc pas généralisables. Au commencement, l'utilisation du VariLeg a été très éprouvante pour les pilotes car il a d'abord fallu que leur corps et leur système circulatoire s'adaptent aux mouvements et aux charges. Au début de l'entraînement, les pilotes étaient épuisés après quelques minutes, mais à présent, ils peuvent suivre des entraînements d'une heure et la marche en ligne droite ne les essouffle plus.

### ***L'articulation réglable du genou distingue VariLeg des autres exosquelettes. Mais comment fonctionne-t-elle? L'utilisateur***

### ***doit-il adapter au préalable la rigidité du genou au terrain ou l'articulation du genou s'adapte-t-elle automatiquement?***

Les cuisses du VariLeg contiennent des ressorts qui sont pré-contraints par un moteur supplémentaire. Ce moteur permet de régler la rigidité dans l'articulation du genou. Il est donc possible d'amortir le pas plus ou moins fortement en fonction de la vitesse de marche et du sol, comme avec une articulation de genou naturelle. Nous essayons de reproduire ce comportement avec l'appareil, comme pour le réglage des châssis de voitures modernes. Par rapport aux autres appareils, l'utilisateur a donc l'avantage de pouvoir mieux adapter son appareil aux irrégularités du sol et aux différents environnements. À l'heure actuelle, la rigidité doit encore être réglée manuellement, mais cela devrait changer à l'avenir. En effet, nous sommes occupés actuellement à concevoir une commande autonome améliorée.

### ***Une utilisation sans béquilles est-elle prévue?***

Pour le moment, aucune utilisation du VariLeg sans béquilles n'est encore prévue mais des concepts sont à l'étude pour permettre à l'utilisateur de contrôler l'appareil sans les béquilles. Elles resteront néanmoins nécessaires pour assurer la stabilisation. Il existe également d'autres projets de recherche qui poursuivent cet objectif.

### ***La vitesse de déplacement est limitée. S'agit-il d'une limitation technique ou est-il possible de l'augmenter grâce à l'entraînement?***

Au début de l'entraînement, le facteur de limitation était lié au manque d'expérience des pilotes avec l'appareil. Désormais, les pilotes ont suffisamment progressé pour exploiter pleinement la limite technique de la vitesse de l'exosquelette. Cette limite est imposée par notre combinaison moteur-réducteur mais sera probablement adaptée dans les versions ultérieures de l'appareil.

### ***Combien pèse l'exosquelette? Le poids est-il dévié au sol par la structure ou l'utilisateur doit-il le porter?***

Le VariLeg pèse environ 35 kilos. Toutefois, l'utilisateur ne ressent pas le poids comme avec un sac à dos car le poids est dévié au sol par la structure. Pour certaines manœuvres comme pivoter sur place ou tenir en équilibre, l'utilisateur ressent malgré tout un poids supplémentaire.

### ***La durée de vie de la batterie est limitée à deux heures. Est-il possible de la prolonger?***

Non, il est impossible de la prolonger pour des raisons techniques. De plus, comme nos entraînements avec les pilotes ne nécessitent pas une durée de fonctionnement plus longue, cet aspect ne constitue pas notre priorité.

***L'équipe VariLeg participera-t-elle au Cybathlon 2020 avec une nouvelle version de l'exosquelette VariLeg? En quoi sera-t-elle différente et qu'en attendez-vous?***

Il est prévu en effet que le VariLeg participe au Cybathlon 2020 mais nous ne souhaitons pas encore dévoiler sous quelle forme exactement. Il est évident toutefois que nous miserons sur un appareil amélioré et que nous espérons ravir une meilleure place au classement.

***Peut-on prévoir à partir de quand le VariLeg sera disponible pour les utilisateurs finaux?***

Il est encore impossible de dire si le VariLeg sera disponible pour les utilisateurs finaux et, si oui, à partir de quand. Actuellement, la question scientifique relative à l'actionneur est notre priorité. Si les études démontrent que l'intégration d'une capacité d'adaptation de la rigidité offre les avantages souhaités, nous espérons bien entendu que nous pourrons l'intégrer dans un produit et en faire profiter les personnes concernées. Ainsi, les robots marcheurs du futur pourraient fournir un entraînement plus efficace ainsi qu'une assistance au quotidien de meilleure qualité et plus flexible.

**Impressum**

Académie suisse des sciences techniques

[www.satw.ch](http://www.satw.ch)

Septembre 2017