



# Notre ami le robot

Ils ne seront plus froids, métalliques et rigides, les robots du futur – mais tendres, souples et dotés d'empathie. Ils pourraient être mis à contribution lorsqu'il faut intervenir dans une situation trop dangereuse pour des humains ou assumer des tâches pour lesquelles le personnel nécessaire fait défaut. Lors d'un événement organisé par TA-SWISS à la demande des Académies suisses des sciences A+, des spécialistes ont présenté les perspectives qu'offrent les robots doux.

## Robot Companions for Citizens

Le 22 mai 2012, TA-SWISS a présenté au centre de congrès Blumenberg, à Berne, le projet européen « Robot Companions for Citizens », candidat pour l'« Initiative phare » de l'UE. Ce colloque intitulé « RoboCom – Rise of Sentient Machines? » a donné un éclairage technologique, juridique et éthique de ce projet.

De plus amples informations à son sujet, les principaux exposés, de la documentation de base et des comptes-rendus de presse sont à disposition gratuitement sous [www.ta-swiss.ch/fr/projets/biotechnologie-medecine/robotique/](http://www.ta-swiss.ch/fr/projets/biotechnologie-medecine/robotique/).

L'Union européenne ouvre largement sa bourse pour des recherches prometteuses: elle veut consacrer 50 millions d'euros par an – et ceci durant sept ans - pour encourager deux domaines particulièrement innovants qui apportent une importante plus-value à la société. Elle a certes réduit un peu le cadre financier initialement prévu, qui était de 100 millions par an pendant une décennie, mais ses plans restent néanmoins ambitieux. Une phase pilote est en cours pour six projets tests, en vue de déterminer les domaines qui bénéficieront de cette manne. Chacun d'entre eux reçoit 1,5 millions d'euros pour sa réalisation jusqu'au milieu de 2012 et la préparation de sa candidature à ce programme connu sous le nom d'« initiative phare ».

Dans son allocution d'ouverture, Ulrich Suter, président de l'Académie suisse des sciences techniques et professeur de chimie à l'EPF de

Zurich, a relevé que la Suisse est associée à un double égard à cette entreprise. D'une part, elle participe comme bailleuse de fonds et bénéficiaire de moyens financiers destinés à des projets scientifiques européens. D'autre part, des chercheurs de hautes écoles suisses sont à la pointe dans plusieurs des domaines des projets tests en lice.

Pour lancer la réflexion publique au sujet de ce programme de recherche de l'UE, les Académies suisses ont organisé pour chacun des domaines retenus pour les projets tests une manifestation d'information suivie d'une table ronde. TA-SWISS a présenté le projet «Robo-Com – Robot Companion for Citizens». Traduit librement, cela signifie «Les robots comme compagnons des citoyens».

### **Nouvelles voies de recherche pour le développement de robots**

Aujourd'hui, la plupart des robots sont encore machinaux et peu avenants. Pour leur conférer souplesse et empathie, de profonds changements sont nécessaires dans les laboratoires du domaine. Paolo Dario, professeur au BioRobotics Institute de la Scuola Superiore Sant'Anna à Pise (It) et directeur du projet test «RoboCom», a esquissé dans son exposé introductif les piliers sur lesquels devra s'appuyer le futur développement des robots.

- Des matériaux innovants seront indispensables pour produire des nouveaux types de robots. Des nanomatériaux multifonctionnels joueront un rôle déterminant, notamment pour assurer l'alimentation des appareils en électricité.
- Les tâches seront réparties autrement que jusqu'ici entre l'unité centrale de contrôle et de commande – le «cerveau» du robot – et le corps de ce dernier, dans le sens de ce que les spécialistes appellent «morphological computation». L'idée est que pour donner forme aux robots de la génération future, la technique doit copier des concepts et stratégies de la nature vivante. L'aspect extérieur des appareils doit contribuer à résoudre efficacement les tâches qui leur sont assignées. Une partie de l'intelligence est

ainsi transférée de l'unité de contrôle et de commande vers le «corps» du robot.

- L'unité de commande de ces nouveaux types de robots prend elle aussi les êtres vivants pour modèle. Au cours de l'évolution, ceux-ci ont appris en effet à trouver rapidement leurs marques dans un environnement complexe en réduisant la multiplicité des impressions sensorielles en éléments plus simples. Le «cerveau» de futurs robots fonctionnera aussi suivant ce principe dit de simplicité, qui vise un état d'équilibre entre complexité externe et réduction interne à l'élémentaire.
- La simplicité exige que le robot procède en permanence au couplage rétroactif de prévisions sensorimotrices avec les observations de ses actions. Cela implique une harmonisation précise entre capteurs, alimentation électrique et éléments externes, déjà au stade de la planification de ces nouveaux types de robots. Il est indispensable aussi que les sciences techniques collaborent étroitement avec des branches médicales telles que la neurologie et la physiologie.
- Il s'agit enfin de prévoir aussi les rétroactions des nouveaux robots sur la société et de s'en préoccuper: il faut tenir compte des craintes selon lesquelles des «hommes-machines» pourraient prendre le contrôle sur leurs créateurs ou du moins se substituer toujours plus à eux.

La formation traditionnelle des ingénieurs ne permettra guère de remplir les exigences à satisfaire lors de la planification des futures générations de robots. A cet égard, l'initiative phare vise aussi à promouvoir de nouvelles formes de collaboration entre les disciplines et à développer une science ouverte qui ne se laisse pas confiner dans les enceintes de la spécialisation. Les chances d'atteindre les objectifs fixés grandissent, selon Paolo Dario, notamment grâce au financement à long terme qui garantit une certaine continuité du travail de recherche.

### **Domaines d'application prévisibles**

La collectivité publique en tant que bailleuse de fonds ne devra toutefois pas patienter

aussi longtemps pour bénéficier des premiers fruits de la recherche en robotique. Paolo Dario s'attend à une récolte continue de produits et résultats intermédiaires utiles – quand bien même ceux-ci ne sont pas prévisibles à l'heure actuelle. A son avis, l'imprévisibilité est même une caractéristique de la recherche innovante: à suivre trop étroitement une feuille de route, on perd en capacité de réagir et en créativité.

Au terme de la période de recherche phare, les robots devraient pouvoir servir dans cinq domaines d'utilisation: dans les soins de santé, dans l'étude et exploration de l'environnement, comme soutien au processus de travail, comme aide universelle polyvalente, et comme équipement portatif d'assistance musculaire. Ces deux derniers domaines pourraient être particulièrement intéressants pour la réhabilitation et la prise en charge de malades et pour des applications militaires.

### **Des corps intelligents et bon marché**

La forme «molle» de futures générations de robots accroîtra fortement leur intelligence. Telle est du moins la conviction de Rolf Pfeiler, informaticien à l'Université de Zurich. Le corps d'un robot agit sur son comportement, en d'autres mots: des appareils de formes différentes se comportent aussi autrement, même si leur unité de commande est identique. Les spécialistes appellent «embodiment» le concept censé rendre scientifiquement saisissable l'interaction entre le cerveau et le corps compris dans sa forme et matérialité.

Il existe aujourd'hui déjà une série de robots de conception simple fabriqués dans un matériau qui leur permet d'avoir des mouvements souples et d'apparence naturelle. Le poisson-robot «Wanda» par exemple n'est constitué que de deux plaques et d'une charnière; en dépit de ce design sommaire, il se meut aussi bien à l'horizontale qu'à la verticale, et grâce à l'élasticité optimale du matériau utilisé, les impulsions données par sa queue le font glisser élégamment dans l'eau. Autre exemple, la démarche du «Passive Dynamic Walker» ressemble fortement à celle d'un être humain; son unité de commande simple ne fait que donner une impulsion aux jambes de manière à ce qu'elles s'élancent en avant comme un

pendule. Le matériau du corps fait le reste, et le robot marche en quelque sorte sans cervelle à travers le monde ([http://www.youtube.com/watch?v=\\_2pAMe\\_5VeY](http://www.youtube.com/watch?v=_2pAMe_5VeY)). Des robots marcheurs plus évolués disposent en outre de l'aptitude à s'autostabiliser. C'est ainsi que l'armée US-américaine a développé des porteurs mécaniques à quatre jambes qui, même s'ils sont bousculés, ne se renversent pas. Enfin, une seule articulation permet au robot «Stumpy» d'effectuer un répertoire considérable de mouvements incluant des sautilleries, tortillements et autres pas de danse.

Une constante se dégage clairement de ces exemples: la séparation entre le cerveau qui contrôle tout et le corps qui exécute est supprimée. Dans les robots du futur, le contrôle n'est plus au centre, mais la commande, le design, les matériaux, les capteurs et les rétroactions correspondantes sont orchestrés les uns avec les autres. L'avant-garde des développeurs de robots mise sur un design aussi simple et peu coûteux que possible. Car si des appareils bon marché étaient en mesure d'assumer des tâches dans la production industrielle, certaines étapes de fabrication pourraient être réalisées en dégageant un bénéfice aussi en Europe et dans d'autres pays à salaires élevés.

### **La dimension morale de l'utilisation des robots**

Lorsque des robots entrent en action pour seconder des humains dans des travaux quotidiens, ils acquièrent rapidement une importance sociale et, partant, aussi morale. Dans une société vieillissante notamment, ces assistants mécaniques pourraient jouer un rôle important pour soutenir des personnes faibles et infirmes dans leur autonomie.

L'éthicien Noel Sharkey (Université de Sheffield, département des sciences de l'ordinateur) tempère toutefois l'euphorie qui émane des laboratoires de développement de robots: dans la plupart des logements, les appareils actuels n'auraient pas assez de place pour se mouvoir de manière à se rendre utile; nombre de seniors seraient probablement mieux servis avec un simple élévateur ou avec des caméras et des écrans leur rappelant les tâches à faire. Et des chaises mécaniques qui peuvent être transformées

automatiquement en un lit ou un fauteuil roulant sont certes utiles, mais étant donné la fragilité de leurs utilisateurs, elles doivent satisfaire à de hautes exigences de sécurité. Un mauvais fonctionnement peut avoir des conséquences fatales, c'est pourquoi l'autorisation médicale pour ces appareils est assujettie à une procédure coûteuse et laborieuse.

Du point de vue de l'éthicien, les robots sont à rejeter complètement lorsqu'ils remplacent l'affection et le contact humains. Par exemple, des appareils prônés au Japon pour garder les enfants sont très discutables. Les petits jouent certes très volontiers avec des robots et s'attachent à eux; ils les apprécient un peu comme ils aimeraient un chien. Cependant, la relation unilatérale à cet appareil sans vie peut conduire à des déceptions et à des troubles de l'attachement. Les enfants doivent apprendre en outre à interpréter la riche mimique des visages humains – une tâche vouée à l'échec avec un robot. Un autre aspect dont il faut tenir compte, à part les dangers relevant des rapports avec ces compagnons mécaniques, tient aux conséquences pour l'image qu'un être humain a de soi et des autres: si l'on occupe des personnes démentes avec des robots moelleux en forme d'animaux domestiques, on les incite à agir de manière infantile et les prive éventuellement de leur dignité.

Au moment d'envisager le recours à des robots, le principe à suivre de façon générale est de placer au centre de la réflexion les personnes à prendre en charge – et ni les hôpitaux, ni l'économie.

### **Qui est coupable?**

Le fait que des robots puissent se mêler à nous de façon autonome soulève la question des responsabilités juridiques. Qui répond pour les dommages provoqués par un appareil ? L'éventualité de traiter les propriétaires de robots de façon analogue aux employeurs recourant à du personnel auxiliaire est en discussion parmi les juristes pour régler cette question des responsabilités. L'art. 55 du droit des obligations stipule ceci: «L'employeur est responsable du dommage causé par ses travailleurs ou ses autres auxiliaires dans l'accomplissement de leur travail, s'il ne prouve qu'il a pris tous les

soins commandés par les circonstances pour détourner un dommage de ce genre ou que sa diligence n'eût pas empêché le dommage de se produire.» Le second paragraphe fait toutefois surgir des difficultés en déclarant que l'employeur «a son recours contre la personne qui a causé le préjudice, en tant qu'elle est responsable du dommage». Les critères usuels en science de la législation, tels que les intentions ou la sensibilité aux raisons, auxquels on fait appel pour définir le statut légal d'un individu, semblent en tous cas difficilement applicables aux robots.

La juriste Susanne Beck, de l'Université de Würzburg, plaide de ce fait pour que les robots soient pris comme des «e-personnes», en analogie avec la «personne légale». Leurs droits et devoirs devraient être définis et fixés dans un registre. Car dans sa manière d'agir, un robot ressemble tout à fait à une personne en chair et en os: il est parfois imprévisible et jusqu'à un certain degré capable d'apprendre; et constater qui a commis la faute à l'origine d'une action inadéquate est souvent plus difficile avec lui qu'avec d'autres machines. A vrai dire, ces caractéristiques ne s'appliquent pas seulement à des appareils automatiques, mais aussi à des assistants électroniques: si ceux-ci concluent par exemple des contrats de façon autonome, cela n'est pas sans conséquences pour leur propriétaire humain. Du point de vue juridique, les auxiliaires électroniques devraient donc également valoir comme «e-personnes».

### **Les robots dans une société vieillissante**

Dans la société industrielle, le fondement de la pyramide des âges s'effrite: un nombre croissant de personnes âgées font face à toujours moins de jeunes. Des robots pourraient jouer un rôle important de soutien des seniors dans le travail professionnel et domestique. Ces auxiliaires mécaniques pourraient intervenir aussi dans les hôpitaux et les maisons de retraite.

Heidrun Becker, directrice adjointe de la recherche et développement en ergothérapie de la Haute Ecole zurichoise des sciences appliquées, a mis en évidence pour TA-SWISS les chances et les risques des robots dans les soins de santé.

Elle distingue trois types de robots:

- Les robots sans interaction sociale, utilisés p.ex. pour aider quelqu'un à marcher, comportent relativement peu de risques.
- Les prothèses fondées sur des capteurs et les robots de service, qui offrent un soutien social, présentent un risque moyen.
- Mais c'est le recours aux robots socialement interactifs et semi-autonomes, tels que les robots ayant fonction d'animaux de compagnie ou d'aide à la personne, qui recèle les dangers les plus importants.

Du point de vue de cette spécialiste, il est problématique que le développement des robots avance en premier lieu sous l'impulsion de techniciens: des entreprises du secteur automobile par exemple essaient en partie d'exploiter de nouveaux champs de production, parce que leur marché traditionnel est saturé. Ceci augmente le danger que les besoins des utilisateurs ne soient pas suffisamment pris en compte – d'autant plus que ces derniers sont dans nombre de cas difficiles à consulter : les personnes démentes par exemple, ou les autistes. Ce qui figure au premier plan des exigences posées aux robots diffère selon les utilisateurs. Parmi ces derniers, les professionnels souhaitent améliorer les soins aux malades et les rendre plus efficaces – mais ils craignent d'être remplacés dans leur travail par des machines. Les utilisateurs non-professionnels espèrent avoir plus d'autonomie grâce aux robots et être associés davantage à la vie sociale – mais ils redoutent la perte de contacts humains. Toujours selon cette spécialiste, c'est dans l'organisation de la vie quotidienne des handicapés et de leurs familles que les auxiliaires mécaniques offrent les plus grands potentiels. Un obstacle qu'il ne faut pas sous-estimer à l'utilisation plus large de robots pourrait résider toutefois dans les préférences liées au sexe: l'intérêt pour des moyens techniques se manifeste plutôt chez les hommes; or ce sont en majorité des femmes qui travaillent dans les soins.

### **Diversité des points de vue**

La table ronde a réuni, à part les oratrices et orateurs, aussi Hannes Bleuer, spécialiste de la mécatronique à l'EPF de Lausanne, l'entrepreneur et ancien élève de l'EPF de Zurich Nicola Tomatis ainsi que Tony Prescott, expert en

intelligence artificielle de l'Université de Sheffield. L'idée qu'une unité de langage entre les différentes disciplines concernées serait utile s'est exprimée à plusieurs reprises. Le développeur de robots Paolo Dario et l'éthicien Noel Sharkey ont débattu par exemple sur l'expression «machines sensibles» («sentient machines»). Dans l'optique du représentant des sciences humaines, les sensations sont liées à des sentiments que l'on doit dénier à des machines. Le technicien par contre s'est montré convaincu que de futurs robots pourraient atteindre le niveau de conscience («level of awareness») d'un chien. Une clarification est nécessaire aussi du point de vue juridique : les idées sur ce qu'est l'«autonomie» sont tout sauf homogènes, et l'éthicien a relevé que l'on n'a même pas défini clairement ce qu'il faut entendre par un robot.

A propos de la crainte souvent exprimée du point de vue social et sociologique, de voir à moyen terme les robots se substituer aux humains dans de nombreuses tâches, les techniciens se sont fait rassurants. La communauté des spécialistes du domaine a pour objectif avant tout de soutenir les humains, pas de les remplacer. En général, l'attention se focalise trop sur les robots humanoïdes. Or des percées sont à attendre plutôt pour des appareils très spécialisés, dont la forme ne prend absolument pas des êtres vivants comme modèles.

Les ingénieurs ont répondu avec optimisme aussi aux questions ayant trait au danger d'accidents causés par des robots. Aujourd'hui déjà, des robots sont utilisés dans les processus industriels de fabrication et dans le secteur des transports (aériens notamment) et ont contribué à diminuer le nombre d'accidents dans ces domaines. De ce point de vue, les moyens techniques semblent plus fiables que l'homme.

Participant et participantes ont été unanimes sur le fait que seule l'utilisation des robots par de nombreuses personnes permettra de trancher sur la question de savoir s'ils sont une malédiction ou une bénédiction pour la société. La conduite d'un débat public sur ce champ de recherche porteur d'avenir n'en a que plus d'importance.

*Texte: Lucienne Rey*

*Traduction: Jean-Jacques Daetwyler*