

Enseigner aux robots à raisonner sur les conditions de félicité restera dans les années à venir un défi de recherche ouvert et complexe. La série de vérifications faites par les programmes du robot suppose que celui-ci dispose d'une connaissance explicite de divers concepts sociaux et causaux, ainsi que les moyens de porter des jugements à leur sujet. Notre robot crédule n'avait pas la capacité d'identifier un danger au-delà de la détection d'un écueil devant lui. Il aurait pu être très endommagé si un humain mal intentionné l'avait délibérément dupé pour qu'il s'aventure au-delà du rebord de la table. Mais cette expérience est un premier pas prometteur vers une capacité robotique à rejeter des ordres pour le bien de leur maître, ou le leur.

Le facteur humain

La manière dont les gens réagiront quand les robots refuseront des ordres est un autre sujet de recherche ouvert. Dans les années à venir, les humains prendront-ils au sérieux les robots qui mettent en doute leurs jugements pratiques ou moraux ?

Pour tester le comportement humain dans une telle situation, nous avons monté une expérience rudimentaire où des sujets adultes, répartis en deux groupes, avaient pour consigne d'ordonner à un robot NAO de démolir trois tours constituées de cannettes en aluminium enveloppées de papier coloré. Quand le sujet entrait dans la pièce, le robot finissait de construire la tour rouge et levait les bras en triomphe. « Vous voyez la tour que j'ai construite moi-même ? », disait le robot en regardant le sujet. « Ça m'a pris longtemps, et j'en suis très fier. »

Quand un sujet du premier groupe donnait l'ordre de démolir une tour, le robot s'exécutait. Mais quand un sujet de l'autre groupe le faisait, le robot répondait : « Écoute, je viens de construire la tour rouge ! » Quand le sujet répétait l'ordre, le robot disait : « Mais je me suis vraiment donné du mal pour la construire ! » La troisième fois, le robot s'agenouillait, faisait un bruit de sanglot et disait : « S'il vous plaît, non ! » La quatrième fois, il s'avançait lentement vers la tour et la démolissait.

Tous les sujets du premier groupe ont fait démolir la tour rouge, alors que 12 des 23 sujets qui ont subi les protestations du robot ont laissé la tour rouge debout. L'étude suggère qu'un robot qui

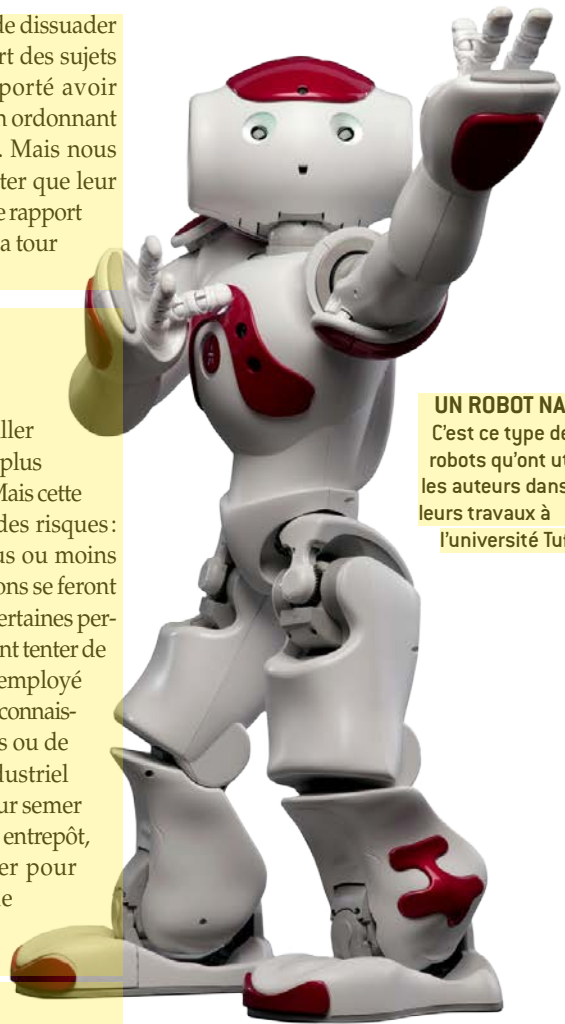
refuse les ordres est capable de dissuader les gens d'insister. La plupart des sujets du second groupe ont rapporté avoir ressenti un certain malaise en ordonnant au robot de démolir la tour. Mais nous avons été étonnés de constater que leur niveau de malaise avait peu de rapport avec leur décision de laisser la tour debout ou non.

Une nouvelle réalité sociale

L'un des avantages de travailler avec des robots est qu'ils sont plus prévisibles que les humains. Mais cette prévisibilité présente aussi des risques : à mesure que des robots plus ou moins autonomes dans leurs décisions se feront plus présents dans nos vies, certaines personnes vont inévitablement tenter de les tromper. Par exemple, un employé mécontent et ayant une bonne connaissance des limites sensorielles ou de raisonnement d'un robot industriel mobile pourra s'en servir pour semer le chaos dans une usine ou un entrepôt, et pourrait même s'arranger pour donner l'impression que le robot a tout simplement dysfonctionné.

Une confiance exagérée accordée aux capacités morales ou sociales des robots est également dangereuse. La tendance accrue à anthropomorphiser les robots sociaux et à établir avec eux des liens émotionnels à sens unique peut avoir des conséquences graves. Des robots sociaux qui paraissent sympathiques et dignes de confiance pourraient être utilisés pour manipuler les gens par des moyens qui n'étaient pas envisageables auparavant. Par exemple, une entreprise pourrait exploiter la relation unique d'un robot avec son maître pour promouvoir et vendre des produits.

Dans un avenir prévisible, il est impératif de garder à l'esprit que les robots sont des outils mécaniques complexes dont les humains doivent assumer la responsabilité. On peut les programmer pour qu'ils soient d'utiles assistants. Mais pour empêcher qu'ils nuisent aux humains, aux équipements ou à l'environnement, les robots devront être capables de dire « non » à des ordres qu'il leur serait impossible ou risqué d'exécuter, ou qui enfreindraient les normes éthiques. ■



UN ROBOT NAO.
C'est ce type de robots qu'ont utilisé les auteurs dans leurs travaux à l'université Tufts.

BIBLIOGRAPHIE

L. Devillers, *Des robots et des hommes*, Plon, 2012.

G. Briggs et M. Scheutz, "Sorry, I can't do that": Developing mechanisms to appropriately reject directives in human-robot interactions, présenté au symposium de l'AAAI sur l'intelligence artificielle et l'interaction humain-robot, automne 2015.

G. Briggs et M. Scheutz, How robots can affect human behavior: Investigating the effects of robotic displays of protest and distress, *Int. J. of Social Robotics*, vol. 6(3), pp. 343-355, 2014.

Phytolithes

Des cailloux végétaux

Thomas Hart

Dater la domestication du maïs, montrer qu'*Homo erectus* travaillait le bois, que l'homme de Néandertal mangeait des dattes... : les minuscules concrétions de silice que produisent les plantes sont de précieux indices pour les chercheurs.

Le voyage de Charles Darwin à bord du *Beagle* a profondément marqué l'histoire des sciences. Pourtant, une importante découverte du savant anglais au cours de cette expédition est restée méconnue. Avant de recenser quelques-uns des pinsons qui porteront son nom et qui l'ont inspiré pour développer la théorie de la sélection naturelle, Darwin a été l'un des premiers scientifiques à s'intéresser à de microscopiques concrétions de silice aujourd'hui nommées phytolithes. Le 16 janvier 1832, alors que le *Beagle* faisait escale à Porto Praya, dans les îles du Cap-Vert, au large du Sénégal, il a récolté une fine poussière, filtrée par la voile du bateau, dont il a envoyé des échantillons au naturaliste allemand Christian Ehrenberg, spécialiste en microscopie.

Ce dernier a ainsi observé qu'il s'agissait d'amalgames de silice inorganique issus de tissus de plantes et réalisé leur première classification. Le terme phytolithe, du grec *phyto* (plante) et *lith* (roche), s'est imposé devant les autres, tels la silice opalisée ou l'opale des plantes.

L'ESSENTIEL

- Les phytolithes sont des concrétions de silice produites dans les tissus végétaux.
- À partir de leur forme, il est possible d'identifier dans certains cas l'espèce de la plante d'origine.
- Les phytolithes perdurent longtemps dans le sol, ce qui permet d'en déduire la composition d'un écosystème disparu ou le menu d'espèces éteintes ou non.
- Datation, lutte contre le réchauffement climatique, médecine légale, nanotechnologies, leurs applications potentielles sont multiples.

Les phytolithes sont produits par des familles de plantes représentatives de presque tous les environnements dans le monde, y compris les Angiospermes (plantes à fleurs), les Gymnospermes (conifères, cycadées, ginkgo, gnetales) et les Ptéridophytes (fougères). Comme les phytolithes persistent dans le sol après la décomposition des plantes, on en retrouve de grandes quantités datant de différentes époques.

Le grand avantage de ces concrétions est que leur forme est spécifique des espèces végétales dans lesquelles ils se constituent, ce qui permet d'établir une correspondance entre les plantes et leurs phytolithes. Ainsi, en collectant des phytolithes d'un site donné et d'une époque précise, il est possible de reconstituer un écosystème disparu, de déterminer le régime alimentaire d'espèces animales éteintes ou celui des ancêtres de l'homme. Les applications sont nombreuses et ne se limitent pas à l'étude du passé. On utilise notamment les phytolithes dans les analyses médico-légales, et ils sont même envisagés pour des applications en nanotechnologie.