

prospective



INDUSTRIE // L'IA générative et l'arrivée de moteurs électriques plus puissants rendent probable l'essor de la robotique humanoïde, même si la question des applications reste posée.

L'avènement des robots humanoïdes se rapproche

Frank Niedercorn

Est-ce le nouvel âge d'or des robots humanoïdes ? En tout cas les investisseurs y croient. Aux Etats-Unis, Elon Musk avec Optimus et Jeff Bezos avec Figure AI ont relancé l'intérêt pour ces robots à l'apparence humaine. Quant à la Chine, dans la foulée de l'Etat qui en a fait une priorité, les industriels multiplient les nouveaux modèles. « *La forme anthropomorphique avec tête, bras, jambes et torse n'est pas seulement esthétique. Elle permet un comportement ressemblant à celui de l'homme pour agir dans un environnement pensé pour l'humain* », explique Serena Ivaldi, directrice de recherche à l'Inria et organisatrice de Humanoids 2024, la conférence internationale sur la robotique humanoïde qui s'est tenue à Nancy du 22 au 24 novembre dernier.

Moteurs électriques

L'engouement actuel doit aussi beaucoup à une révolution technologique. Celle de l'intelligence artificielle. « *L'avènement des IA génératives change la donne et permet l'interaction vocale. A tel point que la possibilité de faire des robots généralistes, auxquels on pourrait demander de nous aider à faire des crêpes et le lendemain de ramasser des feuilles dans la cour, semble désormais atteignable* », explique Jean-Baptiste Mouret, directeur de recherche au Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications (Loria), qui dépend de l'Inria et du CNRS.

Un objectif qui semblait pourtant hors de portée il y a peu, car les robots manquaient d'une qualité propre à l'être humain. Ce « sens commun » grâce auquel on sait que si une porte est fermée, il faut d'abord l'ouvrir ou que s'il n'y a pas de lumière dans une pièce, il faut sans doute appuyer sur un interrupteur. « *Les grands modèles de langage ont appris des "règles" statistiques qui leur permettent de deviner que le réfrigérateur devrait être dans la cuisine que si on lâche un objet il tombera etc.* », précise Jean-Baptiste Mouret. Pilotés par ces IA génératives les robots deviennent ainsi opérationnels. Miroka, le robot mis au point par l'entreprise parisienne Enchanted Tools, comprend ce qu'on lui dit et exécute des tâches. L'institut du cancer de Montpellier va tester un de ces prototypes pour accompagner des jeunes patients lors de leurs séances de radiothérapie et contribuer à réduire l'anxiété. « *Le robot est autonome mais il est guidé par les*

Les robots stars

- **Optimus**, le robot présenté par Tesla en 2022, a relancé l'intérêt pour la robotique humanoïde.
- **Figure 01**, le robot de Figure AI, la jeune entreprise soutenue par Jeff Bezos et OpenAI, s'appuie sur ChatGPT pour interagir avec ses interlocuteurs. Il a éclipsé Optimus par ses performances.
- En mars 2024, l'entreprise chinoise Unitree Robotics a montré une vidéo dans laquelle son robot **HI** dépasse la vitesse de 12 kilomètres/heure en marchant.
- **Tiangong** est le premier robot humanoïde chinois entièrement électrique et surtout développé en open source.

consignes que lui ont données auparavant les soignants », décrit Jérôme Monceaux, créateur de l'entreprise en 2021.

Les robots sont aussi plus performants grâce aux progrès plus discrets mais décisifs de la mécatronique. Jusqu'à récemment les engins les plus performants, comme ceux de Boston Dynamics capables de courir et de sauter, étaient mus par des systèmes hydrauliques puissants mais coûteux. L'arrivée de nouveaux moteurs électriques utilisés pour les drones change la donne en robotique. « *Cela apporte à la fois de la puissance et du couple tout en permettant de simplifier la conception et aussi le contrôle des robots* », précise Justin Carpentier, chercheur à l'Inria.

Pourtant les robots humanoïdes sont loin d'être prêts. Leur principal handicap ? Tout simplement la marche. « *Il n'y a pas encore de solution algorithmique permettant de maîtriser la marche bipède pour différents environnements* », reconnaît Justin Carpentier. C'est bien ce qui fait le succès des robots quadrupèdes, plus simples à concevoir et déjà affectés à des tâches de surveillance. Ces engins ne sont pas beaucoup plus adroits de leurs mains. « *N'ayant pas encore le sens du toucher, les robots actuels sont encore incapables d'avoir une manipulation fine* », reconnaît Justin Carpentier.

En conséquence les industriels revoient leurs ambitions à la baisse. Ainsi Miroka qui vise le marché du service se déplace sur un « rolling globe », un gyroscope sur une boule. Quant à ses mains à quatre doigts, elles ne manipulent qu'un nombre restreint d'objets comme des plateaux qui sont dotés d'une poignée spécifique. Il faudra aussi qu'ils soient capables d'apprendre. Il existe plusieurs écoles. La première consiste à entraîner les algorithmes à imiter les humains à partir d'énormes quantités de vidéos. Elle a le vent en poupe mais reste critiquée pour son impact environnemental. Une approche alternative cherche à faire progresser les robots, par exemple pour la manipulation d'objets, en les récompensant à chaque étape.

Certains chercheurs vont encore plus loin en essayant d'inculquer aux robots une sorte de « curiosité artificielle ». C'est l'enjeu du projet Pillar dont « *l'ambition est que le robot se construise des compétences même en l'absence d'une tâche et de la récompense associée* », précise Stéphane Doncieux, professeur à l'Isir (Institut des systèmes intelligents

et de la robotique) qui dépend de Sorbonne Université et du CNRS.

En Chine ou aux Etats-Unis, on anticipe déjà ces progrès et on verrait bien ces robots humanoïdes à l'usine. « *Je ne suis pas très convaincu par cette vision étant donné le prix de ces robots qui va rester élevé. Je les imagine plutôt remplacer les humains pour des tâches pénibles ou dangereuses. Ou bien des travaux à valeur ajoutée. La conquête spatiale devrait se faire avec des robots car cela reste très coûteux* », analyse Serena Ivaldi.

Certains s'alarment déjà de l'enjeu environnemental lié à une industrie robotique produisant des robots par milliers. « *En France, il existe déjà une réflexion avancée sur le sujet. Il faut dès maintenant poser la question du caractère soutenable de la multiplication des robots* », insiste Justin Carpentier.

Pourtant, les robots humanoïdes sont loin d'être prêts. Leur principal handicap ? Tout simplement la marche.

Car pour la plupart des chercheurs l'avènement des robots humanoïdes s'approche. « *9000 articles scientifiques sur les LLM et la robotique ont déjà été publiés cette année, soit 30 articles par jour. Les progrès sont tels qu'il est désormais difficile de voir les limites. J'imagine assez bien voir des applications de robots humanoïdes dans la vie quotidienne d'ici à trois ans* », prédit Stéphane Doncieux.

Un sérieux problème subsiste tout de même dès lors que ces robots vont s'appuyer pour leur fonctionnement sur de l'IA générative. Celles-ci sont loin d'être fiables et fréquemment coupables d'hallucinations, ces réponses ayant toute l'apparence de la vérité et pourtant fausses ou trompeuses.

Conséquence les robots pourraient adopter des comportements imprévisibles ou irrationnels. « *L'utilisation des grands modèles de langage nous obligera sans doute à avoir une réflexion afin que les robots ne soient pas dangereux pour les humains* », prédit Stéphane Doncieux : « *l'écrivain de science-fiction Isaac Asimov avait anticipé le problème avec ses trois lois de la robotique. A l'époque, les robots restaient dans les usines. Dès lors qu'ils seront parmi nous et pourront comprendre notre langage, cela pourrait redevenir d'actualité.* » ■

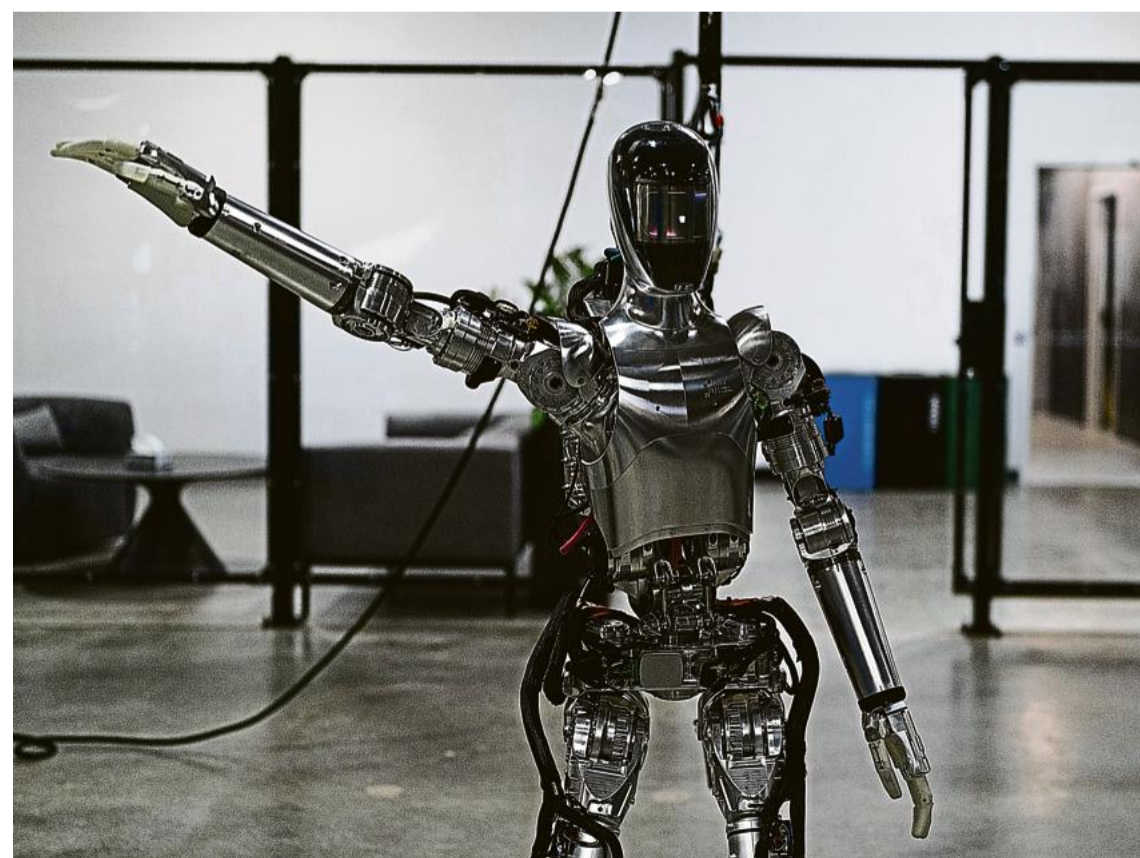


Figure 01 est le fruit d'un travail d'acteurs clés provenant de Boston Dynamics, Google DeepMind, Tesla et Archer Aviation, dans l'objectif de créer « le premier robot humanoïde à usage général commercialement viable au monde ». Photo Jae C. Hong/AP/Sipa

Quelles réactions auriez-vous face à un robot ?

Pour le programme de recherche AS3 (décision, apprentissage, interactions sociales) de l'Inria, les cobayes ne seront pas les robots mais... le public. Dans le cadre du PEPR robotique organique piloté par l'Inria, il s'agit d'étudier comment les humains réagissent en présence des robots. Tiago, un robot semi-humoïde sur roues, va être mis en service à la cafétéria et dans les couloirs du Loria (Laboratoire lorrain de recherche en informatique et ses applications). Les roboticiens mais aussi des anthropologues et des sociologues, superviseront les choses à travers les yeux du robot et pourront au besoin intervenir. « *Car il existe parfois des effets positifs et la création de nouveaux liens sociaux entre les gens eux-mêmes. On a aussi pu observer dans certains cas des réactions négatives* », précise Serena Ivaldi directeur de recherche à l'Inria qui pilote le programme.