Une épreuve de football à quatre lors de la RoboCup 2019, à Sydney, en Australie.

ICMS AUSTRALASIA - M.TUMELAIRE

# Dans les coulisses de la ROBOCUP

La robotique française est en ébullition : Bordeaux s'apprête à accueillir la Coupe du monde des robots ! Foot, secourisme, aide à domicile et productivité sont au programme, avec toujours plus de technologie et de créativité.

Est-ce qu'une machine dribblera un jour Kylian Mbappé ? Est-ce que l'aspirateur-robot de votre grand-père sera bientôt capable de lui servir le café ? Cet été, sous le soleil d'Aquitaine, près de 40 000 visiteurs venus du monde entier se surprendront à se poser ces drôles de questions. Mais ne pensez pas que la chaleur leur aura fait perdre la tête : ils assistent simplement à la 26e édition de la RoboCup, la grand-messe mondiale de la recherche en robotique, organisée à Bordeaux.

Un événement, puisque c'est seulement la seconde fois que la France accueille cette compétition, 25 ans après l'édition de 1998. Du 4 au 10 juillet prochain, des dizaines d'équipes de chercheurs internationales s'affronteront, par robots interposés, dans quatre épreuves : football ; aide à domicile ; secourisme et logistique. L'occasion, également, de rappeler que la robotique n'est pas qu'une affaire d'ingénierie. *"Elle adresse d'immenses défis technologiques et scientifiques en mécanique, électronique, prise de décision automatique, programmation, perception d'information et traitement de signal… Les équipes doivent être multicasquettes"*, souligne Damien Pellier, l'un des coordinateurs de la compétition et chercheur à l'université Grenoble Alpes.

*"C'est aussi l'occasion de faire de la pédagogie autour de ce sujet qui fascine et parfois inquiète"*, renchérit Olivier Ly, chercheur à l'université de Bordeaux et co-organisateur de la compétition. La RoboCup est d'ailleurs née après l'un des premiers coups d'éclat de l'IA aux yeux du grand public : la victoire de Deep Blue, en 1997, sur le champion du monde d'échecs d'alors, Gary Kasparov. Depuis, les progrès en robotique ont été fulgurants. *"Après Deep Blue, la recherche s'est réorientée sur l'intelligence incarnée : comment faire évoluer des robots de façon autonome dans un environnement réel, mouvant et partiellement inconnu"*, explique le roboticien.

## UN MAXIMUM DE TECHNOLOGIES

Ainsi, à la RoboCup, les machines doivent s'adapter en direct aux actions de leurs adversaires, et parfois à l'inattendu. *"Le côté 'compétition' nous oblige à concevoir des robots robustes qui fonctionnent à coup sûr, et pas une fois sur trois pour de belles vidéos de démonstration"*, souligne Olivier Ly. Le tout avec les moyens du bord – les équipes académiques ayant rarement les moyens d'aligner des robots à plusieurs millions d'euros, l'événement pousse à tirer le maximum des technologies accessibles. *"Ce qui va dans le sens de futurs robots utiles et accessibles à tous"*, conclut Sébastien Delpeuch, coordinateur de l'équipe Catie Robotics. De quoi offrir une compétition d'autant plus équitable. Plongeons dans ces Jeux Robolympiques…

## Disputer un match de foot

Ce n'est pas le nouveau Lionel Messi, mais peut-être celui qui s'en approche le plus parmi les machines. Artemis, robot humanoïde dernier cri de l'université de Californie, devrait fouler les pelouses synthétiques de la RoboCup pour la première fois cette année. Son secret ? Des moteurs miniaturisés nouvelle génération permettant des mouvements particulièrement fins. Tous les regards seront braqués sur lui lors de la compétition reine de l'événement.

Pourquoi le football ? *"C'est un jeu qui nécessite un bon repérage spatial et des actions rapides, deux grands défis pour les robots autonomes",* explique Olivier Ly, quadruple champion consécutif, dans la catégorie "Petits Robots humanoïdes", avec l'équipe Robhan de l'université de Bordeaux. Les règles strictes – communications limitées entre coéquipiers et GPS interdit – obligent les machines à se comporter comme des footballeurs humains. *"C'est-à-dire qu'ils doivent percevoir leur environnement à partir des caméras qui leur tiennent lieu d'yeux, prendre une décision et la traduire en actions",* poursuit le chercheur. Les progrès récents de l'apprentissage profond – qui ont révolutionné la reconnaissance d'image – sont ici pleinement mis à profit. Et l'apprentissage par renforcement, autre technique phare de l'IA, gagne en popularité chez les compétiteurs : elle consiste à laisser le robot effectuer des actions aléatoires, et à lui donner des récompenses uniquement lorsque celles-ci répondent aux attentes du programmeur. *In fine,* le robot progresse peu à peu vers des mouvements appropriés. *"On l'utilise de plus en plus pour l'apprentissage de la marche, par exemple",* illustre Olivier Ly.

Pour évaluer leur position à tout moment, les robots sont truffés de capteurs : gyromètres, accéléromètres, capteurs de pression… Reste que toute électronique, même perfectionnée, comporte un certain degré d'incertitude : *"Aucun robot ne peut être tout à fait certain de sa position,* souligne Olivier Ly. *Il doit donc établir ses décisions sur des calculs de probabilités."* Avec pour conséquences de la lenteur, beaucoup de chutes et des tirs manqués… Le football robotique n'a pas encore de quoi faire chavirer les foules, mais les chercheurs n'ont pas dit leur dernier mot.

ROMELA AT UCLA

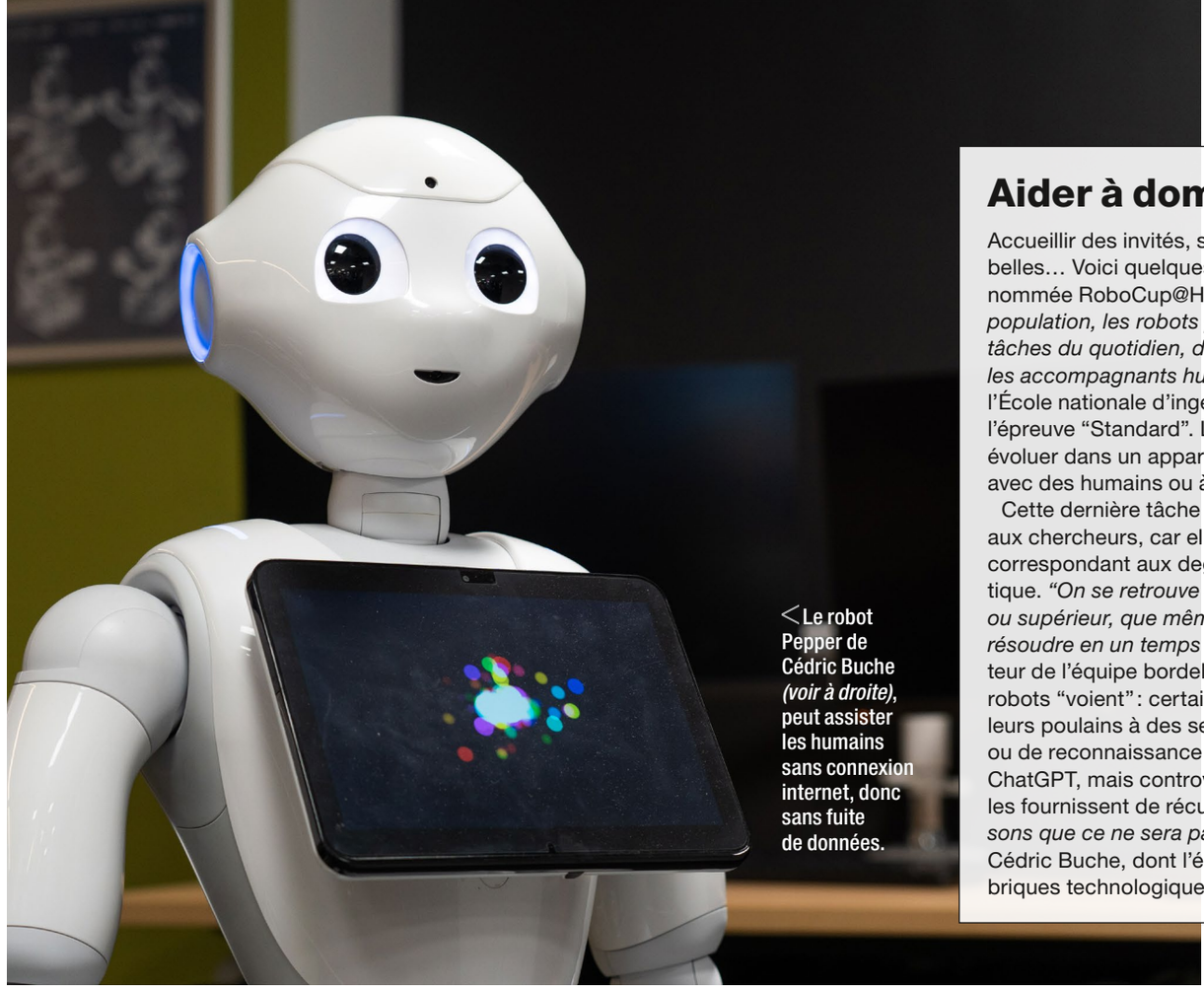
> Artemis a un jeu de jambes particulièrement fin grâce à ses "actionneurs" dernier cri.

## Mener des missions de sauvetage

Plus agile, compact, habile et mobile que ses concurrents, voici le Fuhga3. Issu du laboratoire mondialement réputé Matsuno Lab de l'université d'Osaka – dont plusieurs robots sont déjà utilisés sur le terrain au Japon –, il est le champion en titre de la compétition "Secourisme" depuis 2019. Ici, les juges évaluent la capacité des robots à intervenir en conditions réelles pour se faufiler en zone accidentée, repérer des victimes et dégrossir le travail des secouristes… Ainsi, les épreuves forcent les candidats à parcourir des labyrinthes en un temps minimal, à cartographier leur environnement et à déplacer des objets.

*"C'est la seule catégorie où les robots ne sont pas totalement autonomes mais télé-opérés, le challenge se focalisant plutôt sur la conception mécanique et électronique",* précise Damien Pellier, coordinateur de l'épreuve et chercheur à l'université Grenoble Alpes. Les équipes misent généralement sur des machines constituées d'un corps et de quatre membres couverts de chenilles indépendantes, le tout surmonté d'un bras robotique. Plusieurs dispositifs leur permettent de s'orienter et de repérer des victimes dans différentes situations : caméras classiques, thermiques et capteurs de $CO_2$.

En 2022, Fuhga3 était venu à bout des monticules de débris et des flaques d'eau que les organisateurs avaient dressés sur sa route. Reste à voir si la star nippone surmontera aussi facilement les embûches cette année.



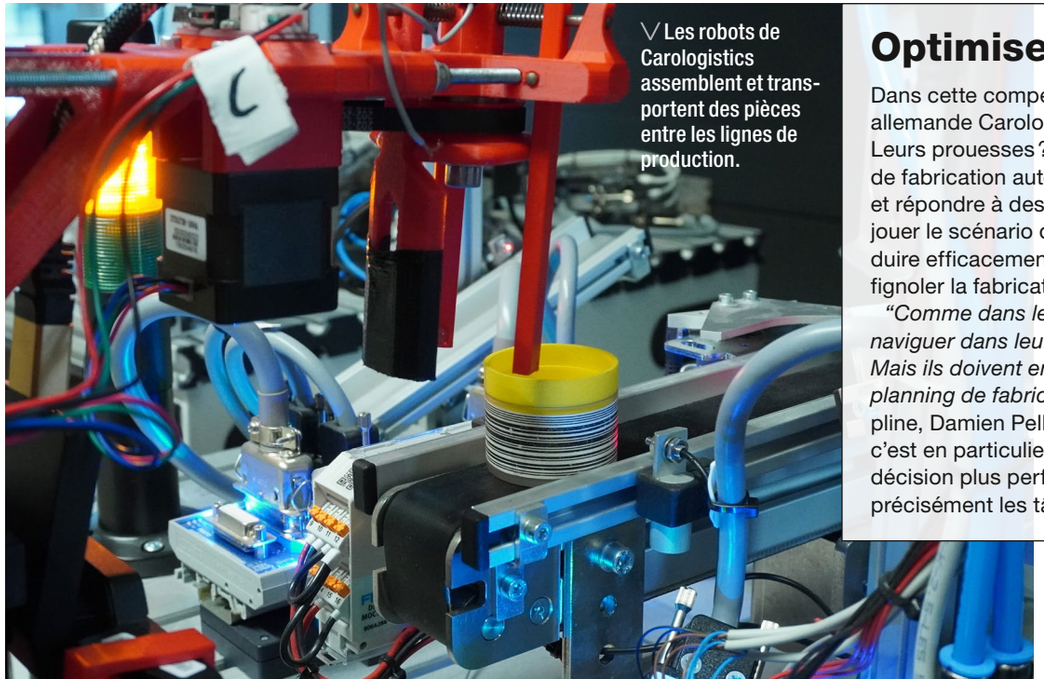
< Le robot Pepper de Cédric Buche *(voir à droite)*, peut assister les humains sans connexion internet, donc sans fuite de données.

## Aider à domicile

Accueillir des invités, servir un café, faire des courses, sortir les poubelles… Voici quelques épreuves de la compétition "Aide à domicile" nommée RoboCup@Home. *"Dans un contexte de vieillissement de la population, les robots pourront aider les personnes âgées dans leurs tâches du quotidien, de façon complémentaire à ce qu'apporteront les accompagnants humains",* prévoit Cédric Buche, chercheur à l'École nationale d'ingénieurs de Brest (CNRS), et tenant du titre dans l'épreuve "Standard". Les juges évaluent ici la capacité des robots à évoluer dans un appartement ou un supermarché ; à communiquer avec des humains ou à saisir des objets.

Cette dernière tâche donne tout particulièrement des sueurs froides aux chercheurs, car elle impose un très grand nombre de variables correspondant aux degrés de liberté des articulations du bras robotique. *"On se retrouve avec des équations très complexes, de degré 8 ou supérieur, que même des ordinateurs puissants ont du mal à résoudre en un temps réduit",* résume Sébastien Delpeuch, coordinateur de l'équipe bordelaise Catie Robotics. Encore faut-il que les robots "voient" : certaines équipes choisissent ainsi de connecter leurs poulains à des services en ligne de compréhension du langage ou de reconnaissance d'objets. Une stratégie rationnelle à l'heure de ChatGPT, mais controversée car elle permettrait aux entreprises qui les fournissent de récupérer des données trop intimes. *"Nous pensons que ce ne sera pas acceptable pour les utilisateurs",* analyse Cédric Buche, dont l'équipe a fait le choix inverse : embarquer ces briques technologiques au sein du robot, sans connexion.

∨ Depuis 2019, le Fuhga3 est le champion en titre de la catégorie "Secours".



∨ Les robots de Carologistics assemblent et transportent des pièces entre les lignes de production.

## Optimiser la productivité

Dans cette compétition axée sur la logistique, l'équipe allemande Carologistics et ses robots règnent depuis 2017. Leurs prouesses ? Transporter des pièces entre des lignes de fabrication automatisées pour assembler des produits et répondre à des objectifs mouvants. En d'autres termes, jouer le scénario d'une usine intelligente, capable de produire efficacement pour livrer rapidement, mais aussi de fignoler la fabrication si besoin est.

*"Comme dans les autres compétitions, les robots doivent naviguer dans leur environnement et attraper des objets. Mais ils doivent en plus travailler en équipe et gérer un planning de fabrication",* résume le coordinateur de la discipline, Damien Pellier. Si l'équipe Carologistics se distingue, c'est en particulier grâce à des algorithmes de prise de décision plus performants, qui lui permettent de planifier précisément les tâches à effectuer.

TWITTER - ENIB/CNRS - TEAM CAROLOGISTICS