

Et voici les plantes cyborgs

On connaît les transhumanistes qui tentent de booster les facultés humaines à l'aide d'implants et de prothèses. Ce qu'on ignore, c'est que l'alliance du vivant et de la technologie s'incarne aussi chez les végétaux ! **Elsa Abdoun** nous en présente les premiers spécimens.

Quand on parle de "cyborg", on a vite en tête des personnages de science-fiction comme Robocop ou Terminator. Ou bien on songe à ces transhumanistes qui espèrent augmenter leurs facultés intellectuelles à l'aide d'implants cérébraux. Dans tous les cas, on ne pense jamais à un ficus ou à une orchidée.

À tort. Car l'idée de développer des pouvoirs inédits par la fusion de l'organique et de la mécanique n'est pas réservée aux humains : depuis quelques années, c'est même chez les plantes que cette quête s'incarne le mieux ! Cresson lumineux, rose rechargeable, épinard communicant... De véritables cyborgs végétaux font leur apparition (voir encadrés). Issus de quelques laboratoires pionniers, ces organismes d'un nouveau genre incarnent l'alliance contre nature des fleurs et des feuilles

avec l'électronique et les nanotechnologies. Et remettent en question, par la racine, les frontières entre le vivant et la machine.

Pour Joseph Richardson, chercheur en ingénierie chimique à l'université de Melbourne (Australie) et un des pionniers de ces plantes bioniques, leur intérêt est double : "Les supermatériaux tel le graphène sont très limités dans leur capacité à mener certaines réactions chimiques, comme la catalyse, que la biologie maîtrise parfaitement ; tandis que la biologie est limitée dans la gestion des électrons et des photons, que les supermatériaux assurent très bien."

D'où l'idée de s'appuyer sur ces technologies artificielles pour doter les plantes de nouvelles capacités que des millions d'années d'évolu-

Repères

Le terme "cyborg", surtout employé en science-fiction, correspond à la contraction d'"organisme cybernétique". Les scientifiques lui préfèrent le terme "bionique", contraction de "biologique" et de "technique".

Le cresson lumineux

"Nous avons peut-être créé l'organisme le plus lumineux ayant jamais existé !" Michael Strano (MIT) peut être fier de son exploit : faire produire par une plante l'équivalent de la moitié de la puissance lumineuse d'une LED de 1 microwatt... soit "plusieurs centaines de fois plus que ce que la seule manipulation génétique avait réussi à produire jusqu'à présent". Et le tout sans consommer aucune électricité. Son secret ? Une combinaison de différentes nanoparticules, notamment fluorescentes, insérées dans des plantes à l'aide d'une chambre pressurisée. "Alors que la lumière ne durait que 4 heures au début, aujourd'hui elle tient plusieurs semaines", affirme Michael Strano, qui a poussé la démonstration jusqu'à développer... un interrupteur chimique pour sa lampe végétale. Le mode d'emploi est des plus simples : saupoudrer le cresson de coenzyme A pour l'allumer, et de déshydrogluciférine pour l'éteindre.

tion et plusieurs décennies d'ingénierie génétique n'ont pas réussi à faire émerger – car la biologie, même sélectionnée ou génétiquement modifiée par l'intelligence humaine, suit des règles précises qui lui imposent des limites.

Dans le même temps, les scientifiques peuvent apporter aux technologies certaines propriétés du vivant que les ingénieurs n'ont pas encore pu copier: *“Les plantes fabriquent et stockent leur propre énergie, tout en étant biodégradables”*, cite par exemple Michael Strano, professeur d'ingénierie chimique au Massachusetts Institute of Technology (États-Unis), *“les transformer pour remplacer antennes téléphoniques ou lampes, par exemple, c'est un pas vers plus de durabilité”*. Bien sûr, prévient tout de suite ce dernier, il s'agit là encore d'applications *“futuristes”*. *“C'est un champ de recherche émergent”*, confirme Eleni Stavrinidou, pionnière des *“plantes électroniques”* à l'université Linköping (Suède).

ARTIFICIALISATION EXTRÊME

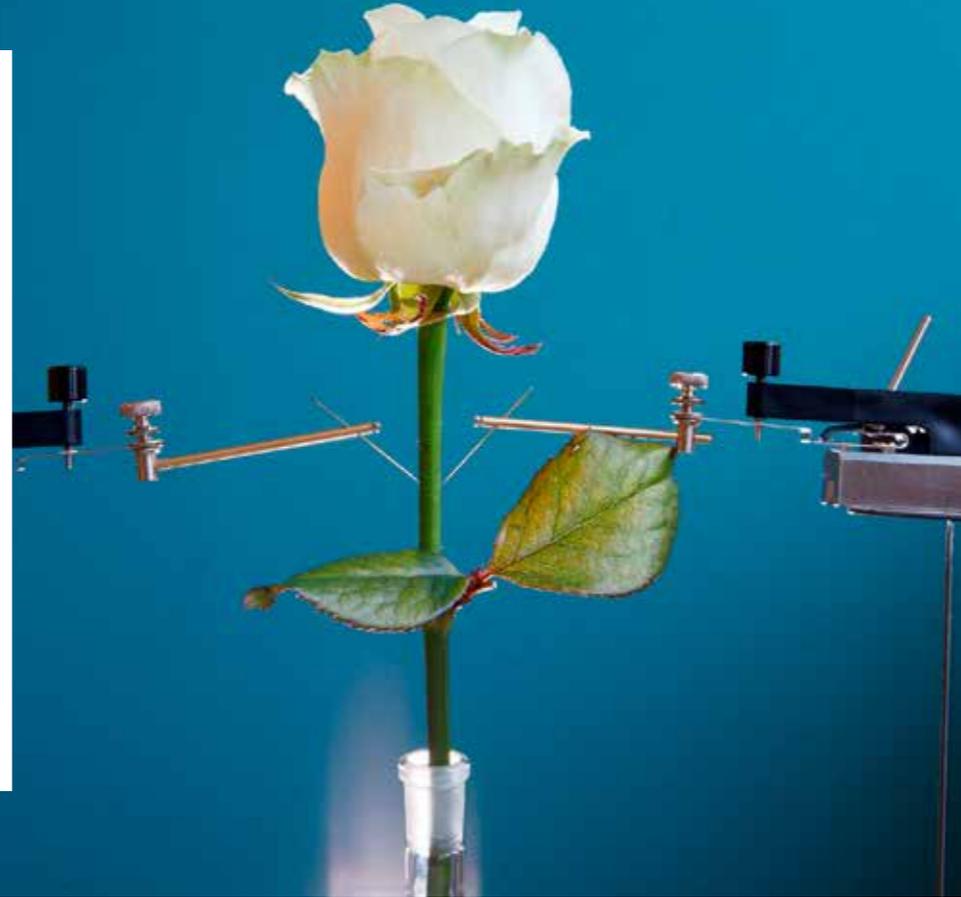
Il reste en effet aux scientifiques à améliorer les performances de leurs créatures et à répondre à de nombreuses questions. À commencer par celle de la survie à long terme des plantes chargées en nanoparticules ou en circuits électroniques. Celle, aussi, des risques de pollution par les composants artificiels en cas de culture de ces plantes dans la nature. D'ailleurs, si ces végétaux sortent un jour des laboratoires, nul doute que cette artificialisation extrême du vivant ne manquera pas de susciter la polémique.

Une forme de transgression qui constitue un moteur intellectuel pour les auteurs de ces recherches: *“On a tendance à penser que la technologie est quelque chose de purement artificiel, c'est intéressant de lui trouver des liens avec le vivant”*, juge ainsi Eleni Stavrinidou. *“Ces recherches sont passionnantes sur le plan philosophique, confirme Joseph Richardson; par exemple, si on utilise un supermatériau qui empêche la croissance et la reproduction d'une plante, est-ce qu'on peut toujours considérer cette dernière comme vivante?”*

Après les transhumanistes, voici donc venue l'ère des *“transvégétalistes”*. Des scientifiques à l'imagination tellement débordante que même la science-fiction ne nous avait pas préparés à leur avènement.

La rose rechargeable

À l'ère des cyborgs, harmonie des couleurs et sensualité des fragrances ne suffisent plus: même les roses doivent se rendre utiles. Celle révélée en 2017 par l'université Linköping (Suède) est ainsi capable de stocker de l'électricité. Pour réussir cette gageure, les scientifiques ont baigné leurs roses dans une solution contenant des polymères de carbone, capables de conduire l'électricité. Ces derniers ont progressivement pénétré le réseau vasculaire de la fleur, jusqu'à y former un véritable circuit électrique, dont les chercheurs ont pu confirmer la capacité à conduire de l'électricité, et même à en stocker. De quoi alimenter un petit appareil électrique pendant quelques minutes! *“Notre but est de récupérer, à l'avenir, l'énergie de la photosynthèse”*, affirme Eleni Stavrinidou, qui a mené les expériences.



L'épinard communicant

Chez les plantes aussi, les nouvelles générations sont connectées. C'est du moins le cas de l'épinard dévoilé en 2016 par l'équipe de Michael Strano (MIT). Les scientifiques ont intégré dans ses feuilles, à l'aide d'une seringue, un assemblage de nanotubes de carbone à fluorescence infrarouge et de peptides capables de réagir à la présence de composés nitro-aromatiques (molécules composant certains explosifs). Résultat: en présence de ces molécules (qu'elles se trouvent au niveau des racines ou des feuilles), l'épinard émet moins d'infrarouges, ce qui peut être détecté comme un signal de présence par un smartphone placé à près d'un mètre de distance. De tels systèmes de détection à distance, s'appuyant sur les plantes, pourraient être utilisés pour repérer des polluants dans l'environnement *“et ainsi remplacer des réseaux de détecteurs en plastique ou métalliques qu'il faut entretenir, protéger de la pluie et recharger”*, affirme Michael Strano.

L'arabette super-photosynthétique

Elle restera dans l'histoire comme la première plante cyborg ayant jamais poussé sur Terre: l'arabette des dames. L'équipe de Michael Strano (MIT) a inséré dans ses feuilles des nanotubes de carbone capables de réagir à des longueurs d'onde de lumière visible, des UV et de l'infrarouge, que les plantes n'absorbent pas naturellement. Résultat: l'efficacité de la photosynthèse s'est accrue de 30%! L'utilité d'un tel exploit n'est toutefois pas évidente, car *“la photosynthèse n'est pas le facteur limitant de la croissance pour la plupart des plantes”*, explique Michael Strano. Augmenter son efficacité ne permet donc pas de les faire pousser plus vite. Mais le chercheur y voit avant tout la démonstration de ce que l'on peut gagner à allier biologie et nanotechnologies: *“On a réussi à améliorer une fonction modérée par des millions d'années d'évolution”*, se félicite-t-il.



Le chrysanthème résistant aux radiations

C'est le dernier-né, révélé il y a quelques mois par l'équipe de Joseph Richardson à l'université de Melbourne: un chrysanthème dont les feuilles et les fleurs ont été recouvertes d'un assemblage de molécules appelé *“réseau métallo-organique”*, ayant la propriété de protéger des UVC. Des rayons ultraviolets absents de la surface de la Terre, mais terriblement néfastes pour un organisme qui se retrouverait dans l'espace. Les scientifiques ont démontré l'efficacité de leur méthode en plaçant leurs plantes sous des lampes à UVC: celles protégées par les réseaux métallo-organiques présentaient une décoloration moins importante. *“Cela pourrait peut-être, un jour, permettre de faire pousser des plantes sur Mars ou sur la Lune, sans avoir à construire de serre protectrice”*, imagine Joseph Richardson.

