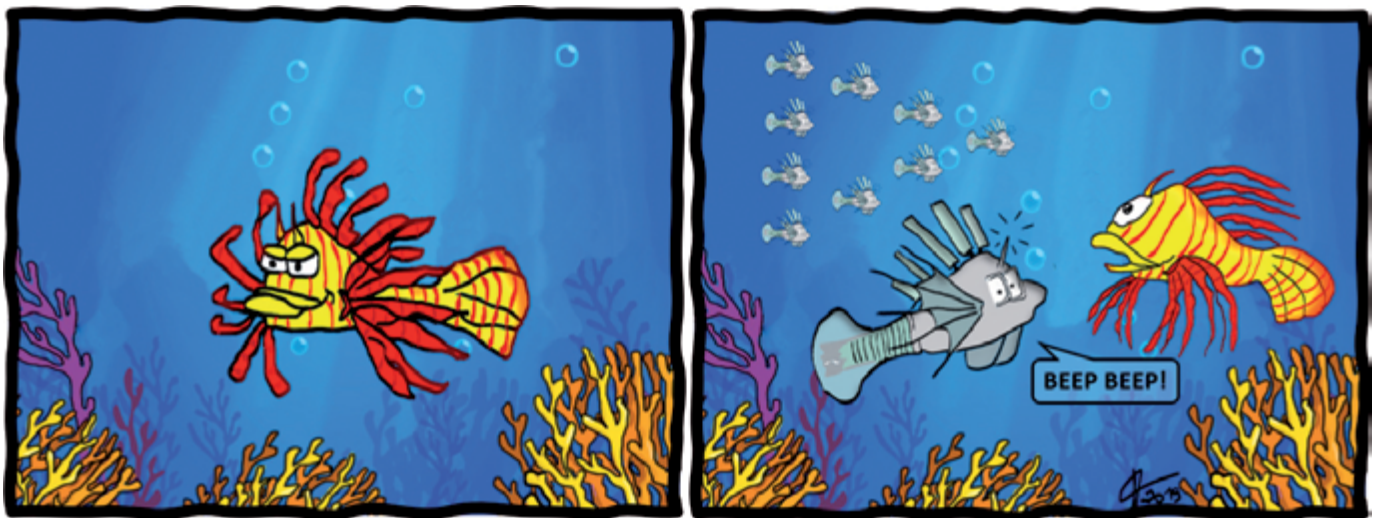


Le poisson robot

L'homme s'est de tout temps inspiré de la nature pour concevoir de nouveaux objets, nous en avons souvent parlé dans ces chroniques : bardane et bande velcros, martin-pêcheur et train à grande vitesse japonais, dauphin et sous-marin, nautilaire et soucoupe plongeante, poisson-coffre et concept-car allemand... La liste est très longue. Dans ce domaine du biomimétisme, la biorobotique explore le vivant afin d'élaborer des dispositifs capables de se mouvoir, de voler, de marcher, de nager ou de percevoir des signaux.



© Illustration : Nathalie Técher

A ppliquée au domaine marin, la biorobotique, largement développée au Massachusetts Institute of Technology (MIT) depuis la fin des années 1980, a déjà fourni de très nombreux robots expérimentaux. Mais le nouveau robot développé par les scientifiques de l'Université de Cornell en collaboration avec l'Université de Pennsylvanie est beaucoup plus innovant que ses prédécesseurs. Un robot classique est généralement composé de deux systèmes majeurs : un système assurant les mouvements du robot grâce à un fluide hydraulique qui circule autour de moteurs et un système de batteries assurant le stockage de l'énergie. Si on souhaite augmenter l'autonomie du robot, la seule solution est de multiplier le nombre de batteries, mais cela augmente le poids du robot qui, en conséquence, sera plus difficile à mettre en mouvement : ce problème n'a pas encore de solution... ou en tous cas n'en avait pas jusqu'à la publication d'un article, il y a quelques semaines, dans la célèbre revue scientifique *Nature* décrivant le « Sang du Robot » (« Robot blood »).

Le rôle du sang

Les auteurs de cette première se sont inspirés du vivant pour construire leur robot. Habituellement, les pièces d'un robot ont pour

fonction d'assurer le mouvement, ou d'assurer le stockage de l'énergie, alors que la vie crée des organes plurifonctionnels. Prenons l'exemple du sang : celui-ci transporte l'oxygène des poumons (ou des branchies) vers les organes et le gaz carbonique en sens inverse, des organes vers les poumons. Le sang assure également l'apport d'énergie (sous la forme de sucre par exemple) dans l'ensemble du corps. Il transporte les déchets toxiques éliminés par les reins, assure le transport des molécules de signalisation par les hormones, transporte l'eau par les ions, homogénéise la température... Chez de nombreux invertébrés, le sang assure aussi le rôle de squelette hydrostatique : comme l'air dans le ballon qui assure sa forme et sa rigidité, le squelette hydrostatique assure le maintien de la forme de l'organisme en l'absence de squelette osseux. Le sang a ainsi de multiples fonctions.

Les chercheurs de l'Université de Cornell ont alors eu l'idée de s'inspirer du sang pour bâtir un poisson-robot (on parle ici de bio-inspiration) : ils ont utilisé une batterie liquide qui assure à la fois les mouvements du poisson-robot (grâce à des nageoires ondulantes) et le stockage de son énergie. Pour rendre le poisson plus léger, il est fabriqué d'un simple squelette externe de silicone, la batterie liquide assurant sa rigidité.

Le « sang du robot »

Cette nouvelle génération de batterie liquide, appelée le sang du robot, est constituée d'un fluide d'iodure de zinc liquide qui circule grâce à deux petites pompes s'inspirant du cœur des poissons, entre des anodes solides. Cette batterie à flux redox, a un stockage d'énergie égal à la moitié d'une batterie classique lithium-ion de type Tesla, pour un poids largement inférieur. La morphologie du poisson-robot s'inspire de celle du poisson-lion. Sa batterie fluide occupe jusqu'à 90% du volume du robot, qui, avec une longueur d'environ 40cm, a une autonomie de près de 40 heures.

Au-delà de la preuve de faisabilité d'un robot autonome, premiers pas vers les robots du futur, notre poisson-robot a du pain sur la planche car ses concepteurs imaginent déjà de nombreuses applications, de l'exploration autonome des grands fonds par un « banc » de poissons-robots, aux travaux en milieux profonds pour la recherche d'épaves, ou en milieu dangereux au cœur d'un réacteur nucléaire...

La nature a encore beaucoup de choses à nous apprendre, si on sait l'observer !

● Professeur Denis ALLEMAND

Directeur scientifique du Centre Scientifique de Monaco
Scientific Director of the Centre Scientifique de Monaco

Retrouvez la Chronique du CSM et d'autres informations sur www.centrescientifique.mc

The robot fish

Humans have always taken inspiration from nature when designing new objects, as we have often mentioned in these articles: burrs and Velcro, kingfishers and the Japanese high-speed train, dolphins and submarines, the nautilus and diving sources, the puffer fish and a German concept car... The list is a very long one. In this area of biomimicry, biorobotics is exploring living things in order to develop devices that can move, fly, walk, swim and receive signals.

When applied to the marine field, biorobotics, which has principally been in development at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) since the end of the 1980s, has already provided a large number of experimental robots, but a new robot developed by scientists at Cornell University in collaboration with the University of Pennsylvania is far more innovative than its predecessors.

A classic robot is usually made up of two main systems: one that makes it possible for the robot to move thanks to a hydraulic fluid that circulates around the motors and a system of batteries that stores energy. If we want to increase a robot's autonomy, the only solution is to increase the number of batteries, but this increases the robot's weight, which means that it is more difficult to make it move around. This problem does not yet have a solution... or at any rate it did not have one until the publication of an article describing "Robot Blood" published a few weeks ago in the renowned scientific journal *Nature*.

The role of the blood

The authors of this original idea were inspired by living beings when building their robot. Usually, the function of a robot's parts is to ensure movement and store energy, whereas life creates multifunctional organs. Take the example of blood: it carries oxygen from the lungs (or the gills) to the organs, and carbon dioxide in the opposite direction, from the organs to the lungs. Blood also ensures that energy (in the form of sugar, for example) is provided to the entire body. It transports the toxic waste that is eliminated by the kidneys, ensures that signalling molecules are carried by hormones, transports water by ions and standardizes the temperature of the body. In the case of many invertebrates, blood also acts as a hydrostatic skeleton. Like the air in a balloon that guarantees its shape

and stiffness, the hydrostatic skeleton ensures that the shape of the organism is maintained where there is no bony skeleton. Blood therefore has multiple functions.

The researchers at Cornell University had the idea of taking inspiration from blood to build a robot fish (the term used here is bio-inspiration): they used a battery fluid that guarantees both the robot fish's movements (thanks to its undulating fins) and energy storage. In order to make the fish lighter, it has a simple silicone external skeleton, and the battery fluid means that it remains rigid.

The "robot blood"

This new generation of battery fluid known as robot blood consists of a liquid zinc iodide fluid that circulates between two solid anodes thanks to two small pumps inspired by fishes' hearts. This redox flow battery can store an amount of energy equal to half a classic Tesla-type lithium-ion battery, but weighs far less. The morphology of the robot fish is inspired by the lionfish. The battery fluid occupies up to 90% of the robot's volume, which is approximately 40 centimetres long and has almost 40 hours of an autonomy.

Apart from the feasibility study of an autonomous robot, which is a first step towards the robots of the future, the robot fish still needs significant work; its designers are already thinking about numerous applications, from the autonomous exploration of the deep sea by a "school" of robot fish to looking for shipwrecks in deep environments, or working in a dangerous environment at the heart of a nuclear reactor...

Nature still has a great deal to teach us, if we know how to observe it! ●

You can find the CSM Chronicle and other information at www.centrescientifique.mc

SERVICE
TRANSPORT
PLUS
MONACO



www.serviceplus.mc info@serviceplus.mc tél. 06 06 906 906
30, bd Princesse Charlotte 98000 Monaco