

## Kheops : un nouveau robot pour lever le mystère de la pyramide ?

Aline Kiner

**CAVITÉ**. Depuis la découverte, au cœur de Kheops, d'une immense cavité, tout le monde en rêve ! Un mini-robot capable de pénétrer à partir du trou le plus petit possible dans les entrailles de la grande pyramide. Et d'aller voir ce qu'elle cache encore. C'est donc une excellente nouvelle que cette annonce faite le 29 novembre 2017 par Inria et le CNRS. Les deux institutions scientifiques ont rejoint la mission ScanPyramids, à l'origine de la découverte du mystérieux vide, pour développer le concept d'un engin d'exploration "minimalement invasif".

C'est Jean-Baptiste Mouret, chercheur Inria dans **l'équipe Larsen\***, qui dirige le projet. "Pour l'instant, l'idée n'est pas d'envoyer un robot dans Kheops, insiste le spécialiste en intelligence artificielle. Mais de profiter de cette mission internationale pour imaginer d'autres façons d'étudier le patrimoine." Lancée en 2015 par l'Institut HIP (Heritage, Innovation, Préservation) et l'université du Caire, ScanPyramids est en effet devenue un véritable laboratoire pour l'archéologie du futur, mobilisant les technologies les plus innovantes – simulation, réalité virtuelle et surtout muographie – autour des monuments funéraires de la IV<sup>e</sup> dynastie. Bertrand Duplat, inventeur-ingénieur et conseiller scientifique de la mission, a d'ailleurs participé à l'invention du concept robotique avec Jean-Baptiste Mouret.

Celui-ci doit être développé en deux étapes. D'abord un robot tubulaire suffisamment petit pour être inséré dans un trou d'un diamètre inférieur à 3,5 centimètres. Équipé d'une torche et d'une caméra haute définition orientable, il pourra réaliser des clichés de 15 000 pixels de large, tout en permettant aux scientifiques de scruter tous les recoins de l'espace étudié. "Il aura une mission de reconnaissance afin que nous sachions s'il est adéquat d'envoyer ensuite un robot d'exploration", souligne Jean-Baptiste Mouret.

Ce second robot représente l'étape la plus spectaculaire du concept. Car il s'agit d'un engin volant qui doit pouvoir se glisser lui aussi à travers un trou de 3,5 centimètres. L'équipe travaille actuellement à la conception d'un ballon dirigeable miniature. Celui-ci, plié à l'intérieur d'un tube, serait gonflé à distance une fois parvenu dans la cavité. Il pourrait alors quitter sa base pour évoluer dans l'espace à la manière d'un vaisseau spatial. Avant d'y revenir, sa mission terminée, afin d'être dégonflé puis extrait de la cavité grâce à la structure tubulaire. Dirigé par radio, équipé de quatre moteurs, de plusieurs sources de lumière, d'une caméra, d'un petit ordinateur de bord et de toute une panoplie de capteurs, l'engin devrait avoir une charge utile d'à peine 50 grammes.

### *Les chercheurs se sont inspirés du déplacement des abeilles*

"Pour pouvoir exécuter toutes ces manœuvres, le robot s'appuie sur les capteurs bio-mimétiques conçus à l'Institut des sciences du mouvement (CNRS/Aix-Marseille université), explique Jean-Baptiste Mouret. Les chercheurs se sont inspirés du déplacement des mouches et des abeilles qui, placées dans un couloir, se dirigent en mesurant le flux optique, c'est à dire la vitesse de défilement des objets sur leurs rétines. Les petits capteurs électroniques du futur robot devraient mettre en œuvre la même technique. Il pourra ainsi se déplacer de manière autonome et revenir seul à sa base s'il perd la connexion radio."

Le déploiement de la nacelle à la sortie du tube demeure le plus gros défi pour l'équipe. Il faudra encore des mois – si ce n'est des années – pour mettre au point cet engin de science-fiction. Le premier robot, quant à lui, existe déjà à l'état de prototype. Et l'on se plaît à imaginer, malgré la prudence affichée par l'équipe, qu'avec l'autorisation des autorités égyptiennes, il pourrait être utilisé dans Kheops. Car si la fameuse cavité découverte par ScanPyramids semble inaccessible, tant elle est profonde dans le massif de pierre, la mission a également identifié un début de couloir, juste derrière les chevrons de la face nord. Or celui-ci est situé exactement dans le même axe qu'elle. Y introduire un mini robot équipé d'une caméra permettrait peut-être de savoir si le couloir se poursuit dans sa direction. Offrant une voie d'entrée inespérée.

**\* Équipe commune Inria/CNRS/Université de Lorraine.**