

# Un robot au service des archéologues

**L**ES CHERCHEURS du Laboratoire d'informatique, de robotique et de micro-électronique de Montpellier (Lirmm) développent le robot sous-marin qui a participé aux fouilles archéologiques dans le lac Titicaca en Bolivie, mettant au jour des trésors précolombiens.

▼ Une tête de puma en céramique au fond du lac Titicaca  
© Jean Triboulet

Des plaques d'or taillées en forme d'animaux, des têtes de pumas sculptées dans la pierre, des vases en céramique... ces vestiges archéologiques d'une immense valeur ont été remontés du fond du lac Titicaca en Bolivie, lors d'une campagne de fouilles sous-marines menée au cours de l'été 2013. Une mission délicate pour les archéologues car avec une altitude de 3800 mètres, le lac Titicaca est le plus haut du monde. « Plonger à 10 mètres de fond à cette altitude équivaut à plonger à 20 mètres au niveau de la mer, ce qui réduit de moitié le temps de prospection sous l'eau », explique Jean Triboulet, plongeur et chercheur au Lirmm. Comment dans ces conditions explorer les profondeurs lacustres sans mettre en danger les plongeurs ? La solution s'appelle Jack. Un plongeur chevronné ? Non, un robot mis au point par les chercheurs du Lirmm.

## Un robot envoyé en exploration sous-marine

« Il y a quelques années j'ai eu l'opportunité de participer aux fouilles archéologiques qui se sont déroulées dans le Rhône, raconte Jean Triboulet. Je me suis alors rendu compte des problématiques spécifiques liées à ces plongées dans des milieux souvent difficiles à explorer pour des plongeurs, notamment en raison d'une visibilité particulièrement mauvaise ». Pour le chercheur qui travaille au sein de l'équipe Explore, consacrée à la robotique mobile pour l'exploration de l'environnement, la solution est évidente : pourquoi ne pas envoyer un robot en exploration sous-marine ? Il planche avec ses collègues sur le projet REEA, robotique d'exploration de l'environnement aquatique, qui aboutit à l'arrivée de Jack,



© Jean Triboulet

## JACK À LA RECHERCHE DE L'OR BLEU

Si le robot sous-marin se révèle une aide précieuse pour les archéologues, il intéresse également les hydrogéologues. Les chercheurs de l'équipe Explore collaborent avec Hervé Jourde, du laboratoire Hydrosociences Montpellier (HSM) dans le cadre du projet KARST soutenu par le laboratoire d'excellence NUMEV (solutions numériques, matérielles et modélisation pour l'environnement et le vivant). Objectif : développer l'exploration des karsts, ces gruyères souterrains constitués de conduits et de cavités qui recèlent les précieuses réserves d'eau de notre région. Précieuses et dangereuses, lorsque le karst sature et restitue brusquement le trop plein d'une forte pluie. Problème : ce réseau souterrain est mal connu et sa dynamique difficile à prévoir.

« Les spéléo-plongeurs réalisent des exploits, au prix de risques démesurés, mais les données profondes manquent », souligne Lionel Lapierre, nous proposons donc d'utiliser Jack pour établir une cartographie des réseaux karstiques ». Les chercheurs collaborent sur ce projet avec l'industriel Cénote, spécialisé dans la recherche et l'expertise dans le domaine des karsts pour mettre au point un système spécialisé pour l'exploration karstique immergée. « La transdisciplinarité est le terreau des projets KARST et ARCHEO. Lâcher un robot dans le karst soulève un tas de questions scientifiques et technologiques passionnantes. C'est dans la spécialisation du système aux méthodes, modèles, outils et objectifs des partenaires qu'on les résoudra. HSM nous apprend l'hydrogéologie et Cénote en tire des services qui impactent le territoire. Nous tenons à cet ancrage dans les problématiques locales ».

le fameux robot qui a exploré le fond du lac Titicaca, développé en partenariat avec l'industriel Ciscrea. « Grâce à Jack nous avons pu réaliser des explorations jusqu'à 40 mètres de fond alors que les plongeurs ne sont pas descendus en dessous de 20 mètres », souligne le chercheur-plongeur.

Comment Jack aide-t-il les plongeurs dans leurs explorations ? « Il est destiné à faire de la fusion multimodale, explique Jean Triboulet. Grâce à deux caméras embarquées sur le robot, on peut reconstituer en 3D le paysage sous-marin et ainsi identifier les sites potentiellement intéressants pour les fouilles archéologiques, si la visibilité le permet ». Mission accomplie pour Jack qui s'est révélé d'une aide précieuse lors de la mission bolivienne. « Le robot sous-marin a permis d'accéder à des zones profondes inaccessibles aux plongeurs afin de récolter des données sur le fond lagunaire », témoigne Christophe Delaere, l'archéologue de l'Université Libre de Bruxelles, responsable de la mission.

### Un défi technologique pour les chercheurs

Prochaine étape pour les chercheurs du Lirmm : optimiser Jack pour le rendre encore plus performant. « Pour l'instant le robot est télé-opéré avec un câble, nous travaillons à développer une version autonome sans fil », explique Lionel Lapierre. Un véritable défi technologique compte tenu des contraintes liées aux difficultés de communication en milieu sous-marin. Autre défi à relever : permettre à Jack d'opérer en flottille, en lien avec d'autres robots, afin de couvrir des zones d'exploration plus étendues. « Nous planchons également sur un modèle équipé d'un sonar sédimentaire qui permettra de repérer les objets recouverts par les couches de sédiments au fond de l'eau », complète Jean Triboulet. La collaboration entre les chercheurs du Lirmm et les archéologues va se poursuivre pour la plus grande satisfaction du ministre de la Culture bolivien, Pablo Groux, qui a souligné que ces découvertes exceptionnelles témoignent « de la grandeur, de l'importance et de la transcendance historique au temps de la civilisation de Tiahuanaco ». ○