



# LA ROBOTISATION, ALLIÉE DE LA PROTECTION ANTICORROSION

LOIN D'ÊTRE UNE PANACÉE POUR TOUS LES CHANTIERS, L'INNOVATION QUE REPRÉSENTE LA PRÉPARATION ROBOTISÉE D'UN OUVRAGE PEUT CONSTITUER UNE SOLUTION PERTINENTE, REPRODUCTIBLE ET SOURCE DE MAÎTRISE DE L'ENVIRONNEMENT. LES CHANTIERS DE LA COCHE ET DU BENS EN ATTESTENT.

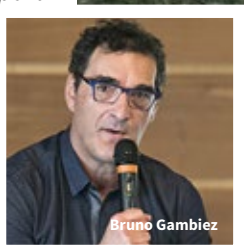
**M**algré un contexte général de restriction budgétaire, la protection anticorrosion par peinture démontre sa capacité à innover en proposant des solutions structurées de mise en œuvre pour répondre à des enjeux à la fois techniques, environnementaux et humains. Qu'il s'agisse de maintenance ou de rénovation, les acteurs, maître d'ouvrages,

bureaux d'ingénierie, entrepreneurs de peinture et industriels montrent leur capacité à proposer des moyens robotisés adaptés, sans précédent et, en même temps, reproductibles. Néanmoins, pour répondre à une maîtrise des risques et des coûts tout en tenant compte de l'impact environnemental considéré, ces nouvelles approches d'industrialisation exigent l'organisation de phases

préparatoires rigoureuses. Deux retours d'expérience, présentés lors des Rencontres de la Peinture Anticorrosion, les 19 et 20 mars derniers, font la preuve de cette adaptation, qu'il s'agisse de la maintenance sur l'extérieur de l'ouvrage hydraulique du site de La Coche, dans les Alpes, ou de la rénovation robotisée de l'intérieur d'une conduite forcée de faible diamètre, sur le site du Bens, en Savoie.

## ENJEUX DE DÉPART

La conduite forcée de la Coche (maître d'ouvrage EDF Unité de Production Alpes) a été construite en 1974. Cet ouvrage quarantenaire est d'une longueur de 1 400 m dans sa partie aérienne, d'une largeur de 2,70 m et d'une surface extérieure de 10 000 m<sup>2</sup>. Si plusieurs chantiers simultanés ont été menés sur la conduite, qui concernaient la réfection intérieure et un renforcement structurel localisé, c'est la maintenance extérieure qui a retenu l'attention en matière d'innovation. « Jusqu'ici, sur ce type de chantiers, le montage de l'échafaudage, le confinement et l'héliportage représentaient une part financière importante », explique Bruno Gambiez, Chargé d'Affaires au Centre d'Ingénierie Hydraulique d'EDF. « Aucune maintenance extérieure n'avait été réalisée, jusqu'à ce qu'une inspection ne constate la présence de végétation (feuilles, arbres, mousses, etc.) sur la conduite et en périphérie. » Si la conduite était dans un état général de dégradation et d'enrouillement modéré, il importait de définir une approche de maintenance adaptée à un ensemble de contraintes topographiques et climatiques ainsi qu'à la configuration de la structure sur son support au sol. En outre, un objectif d'efficacité économique s'ajoutait aux autres. Il va en naître une solution de robotisation dont les mérites sont multiples. Autre lieu, autre problématique. La conduite forcée du Bens, construite en 1960, présente une longueur de 2 000 m pour un diamètre de seulement 90 cm, dans un environnement de moyenne montagne aux accès compliqués. Son revêtement intérieur bitumineux épais, supérieur à 1 000 µm, sans amiante ni plomb, comportait cependant de nombreux chancres de corrosion. « En général, les problèmes observés sur les revêtements anticorrosion finissent à terme par créer des pertes d'épaisseurs et à engendrer des conséquences structurelles sur ces ouvrages », souligne Milène Jammarron, Chargée d'Affaires au sein d'Hydrostadium (Groupe EDF), bureau d'ingénierie spécialisé dans l'eau vive et maître d'œuvre.



Bruno Gambiez

« Tout en remettant en état la protection anticorrosion pour pérenniser l'ouvrage dans le temps, il importait de réduire les risques et la pénibilité du travail des opérateurs sur ce type de conduite ». En outre, la rénovation sur ce type d'ouvrage, de diamètre inférieur à 1 m, n'était pas non plus documentée en retours d'expériences.

## ROBOTISATION COLLABORATIVE ET ADAPTÉE

Sur ce chantier du Bens, de l'étape préparatoire au développement de nouvelles techniques répondant au cahier des charges ainsi qu'aux réalités du terrain, la robotique a pris une place essentielle dans un environnement aux contraintes multiples. Une approche globale entre EDF, Hydrostadium, Battaglino et sa filiale Battakarst a permis de mettre au point, au bout de 18 mois de R&D, un procédé robotisé de décapage, contrôlé à distance et réalisant une préparation de surface au niveau de performance attendu, en envisageant les déplacements au sein de la conduite forcée, tout en prévoyant la logistique sur le terrain (comme la définition des zones héliportées, le besoin en énergie, la sécurité, etc.). « *La solution proposée, et produite en 7 mois après la validation et la commande, est un robot héliportable, piloté à distance via un pupitre situé à l'extérieur de la conduite pour une sécurité améliorée* », détaille Frédéric Debieuvre, Directeur Général de Battakarst, joint-venture entre Battaglino et Hydrokarst, spécialisée dans ce type de solutions robotisées. « *Le décapage est automatisé avec une captation des résidus à la source et une unité de recyclage en continu, qui réduit l'impact des déchets et la pénibilité des opérateurs* ». Quant au robot à proprement parler, il remonte de façon autonome dans la conduite, en suivant son profil en temps réel, en fonction des irrégularités. « *Le cœur de l'innovation, c'est la captation à la source à sec et le recyclage d'abrasif en continu* », ajoute Frédéric Debieuvre.



Flexibles d'alimentation et de commande du robot de décapage intérieur



Commande rapprochée du robot de décapage extérieur

Pour La Coche, concernant la surface extérieure d'une conduite, des solutions alternatives, c'est-à-dire sans échafaudage et sans confinement, étaient déjà en cours de réflexion depuis 2012 en collaboration avec des structures comme la CARSAT, la DREAL, l'OPPBTB et le CEREMA. C'est bien dans le but de ce chantier, effectué en 2018, qu'EDF avait réalisé, trois ans plus tôt, un prototype de support d'outil se déplaçant sur la conduite. Deux robots ont été élaborés, et mis en œuvre dans un contexte de co-activité avec les autres opérations sur La Coche. Le premier est un outil de lavage muni d'une pompe placée en amont, près du treuil et d'une buse de lavage tournante ou fixe, de hauteur réglable, couplée avec une brosse rotative et une boîte de captation et de filtration de l'eau. Ce robot est muni d'un dispositif de sécurité (palpeurs bloquant la translation en cas d'obstacles) et d'un anémomètre arrêtant le chantier en cas de vent.



De nouvelles compétences requises pour les opérateurs

## INTERVIEW



**Frédéric DEBIEUVRE,**  
Directeur Général de Battakarst

### UNE AVENTURE HUMAINE ET INDUSTRIELLE

**Comment qualifiez-vous la rénovation robotisée de la conduite forcée du Bens, en Savoie ?**

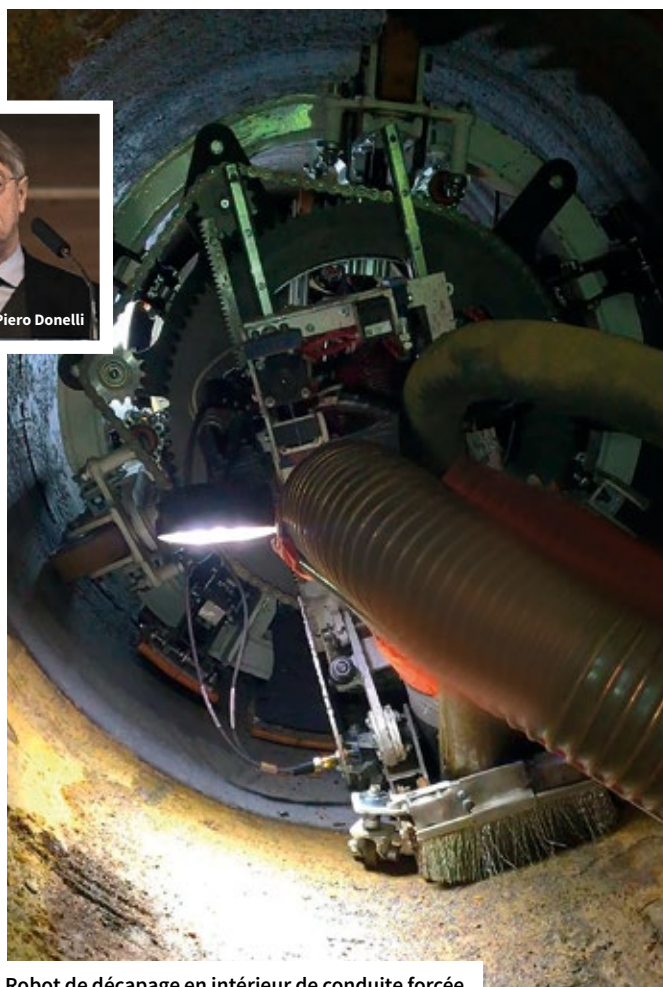
**Frédéric Debievre :** C'est une aventure humaine, industrielle, un vrai projet d'innovation avec un écosystème de partenaires. Celle-ci a permis d'assembler une solution complète en associant, d'une part, la partie traditionnelle issue de Battaglino, comprenant la maîtrise de la peinture anticorrosion et des préparations de surfaces et, d'autre part, le transfert de cette expertise au sein d'une solution robotisée, avec des équipements à mobiliser en montagne. Cette approche ne

pouvait se matérialiser qu'au sein de Battakarst, une filiale de Battaglino. L'expérience chantier a été marquante, notamment en matière de recrutement du personnel, de formation, d'adaptations des profils à de nouveaux outillages et à de nouvelles techniques de travail. La typologie de profil a complètement changé, avec des mécaniciens, électrotechniciens, ingénieurs d'études, qui apparaissent désormais dans l'organisation. Nous continuerons à les faire travailler en réalisant de nouveaux chantiers et en continuant à étudier les problématiques de nos clients pour leur donner entière satisfaction.

Quant au robot pour le décapage UHP, il est entraîné par deux treuils régulièrement déplacés sur la conduite. « C'est un système à circuit fermé qui permet de minimiser la consommation d'eau et la production des déchets, l'eau filtrée étant stockée dans des cuves pour être renvoyée vers la pompe UHP », précise Piero Donelli, Directeur Technique Groupe Donelli.



Au final, le bilan des solutions robotisées est plus que satisfaisant puisque celles-ci répondent à la fois aux cahiers des charges des maîtres d'ouvrages et aux contraintes de terrains. Outre l'obtention de la performance technique visée, elles répondent aussi à des préoccupations environnementales et aux problématiques de sécurité et de pénibilité du travail. Sur La Coche, l'autocontrôle interne a été complété par un contrôle externe à chaque point d'arrêt, effectué par un inspecteur ACQPA / FROSIO ou NACE de l'entreprise et un contrôle extérieur par le Centre d'Ingénierie Hydraulique d'EDF. Les neuf mois de ce chantier ont totalisé 35 000 heures de travail (hors sous-traitants) pour 9 100 m<sup>2</sup> lavés, 15 tonnes de peinture, de fibre carbone et d'adhésif époxyde utilisés, sans aucun accident ni « presque accident », ce qui est à souligner. L'absence d'échafaudages confinés et la forte réduction des héliportages, réduits grâce à la captation à la source, ont été saluées par l'ensemble des acteurs et notamment la CARSAT Rhône-Alpes. Du côté de la conduite forcée du Bens, le résultat est également à la hauteur. « Nous avons pu développer en peu de temps une technique de décapage à l'abrasif avec intervention automatisée en milieu confiné dans un diamètre inférieur à 1 m, et avec captation à la source et aspiration des résidus », se félicite Frédéric Debieuvre. Une opération de maintenance d'envergure pour la petite hydraulique ainsi résolue grâce à la robotisation.



Robot de décapage en intérieur de conduite forcée

## INTERVIEW



**Philippe LE CALVÉ,**  
Dirigeant d'Anticorr Conseil,  
ingénieur du projet

## CE CHANTIER SE CARACTÉRISE PAR UNE RÉELLE AUDACE

**Quelles sont les particularités des opérations de maintenance de La Coche ?**

**Philippe Le Calvé :** L'ensemble du chantier est porteur d'innovations qui émanent à la fois d'une évolution de doctrine de la part d'EDF, et qui s'appuie aussi sur des expériences relatives à d'autres domaines d'activité. C'est le cas en particulier du domaine maritime, qui relève

de ma spécialité. L'objectif est de pérenniser les ouvrages, en optimisant les coûts et les référentiels. S'il fallait résumer ce chantier, c'est bien l'audace et le volontarisme qui en sont les maîtres mots. Dans un monde établi, il est difficile de trouver une telle audace capable de fédérer un certain nombre d'acteurs autour d'un projet collaboratif. Et c'est ce que nous avons réussi sur ce chantier.



**Milène JAMMARON**,  
Chargée d'affaires de la société  
Hydrostadium

## MALGRÉ LES CONTRAINTES, NOUS AVONS TROUVÉ UNE SOLUTION, QUI PEUT ENCORE ÊTRE PERFECTIONNÉE

**Si vous ne deviez retenir qu'un seul élément du chantier du Bens ?**

**Milène Jammaron :** Les aspects qui ont primé sur ce chantier ont été de mettre pour la première fois en œuvre des moyens mécanisés sur des conduites de diamètre inférieur à 1 mètre, pour travailler sur les aspects amélioration des conditions de travail, pénibilité et

sécurité, tout en gardant en tête les exigences techniques de qualité d'exécution que l'on souhaite avoir. Même si on a eu un certain nombre de contraintes à gérer, qui ne nous ont pas permis de remplir tous nos objectifs, nous avons pu malgré cela mettre en œuvre une solution de décapage. Il existe donc une technique qui fonctionne, mais qui reste à fiabiliser. C'est une bonne base de travail pour la suite.

## SOLUTION ROBOTISÉE HÉLIOPORTABLE POUR DÉCAPAGE INTERNE

