

# L'hydroélectricité n'a pas forcément besoin de barrages

Le projet d'une hydrolienne fluviale est testée grandeur nature dans un canal de Lavey (VD), proche de la frontière valaisanne. Pourrait-elle être commercialisée? Les chercheurs de la HES-SO du Valais auront bientôt la réponse.



Le premier prototype d'une hydrolienne fluviale est installé dans le canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Lavey (VD) pour une durée de six mois.

Photo: màd

Dans le cadre d'un projet pilote et démonstrateur de l'Office fédéral de l'énergie, cofinancé par la fondation The Ark et soutenu par le Centre de compétence suisse pour la recherche énergétique, le groupe hydroélectricité de la HES-SO Valais a développé un premier prototype d'une hydrolienne d'une puissance maximale de 1 kW en collaboration avec l'entreprise Stahleinbau GmbH. La turbine est actuellement installée dans le canal de fuite de la centrale hydroélectrique de Lavey des Services industriels de Lausanne (SIL) pour une durée de six mois, afin d'évaluer ses performances.

### A l'origine: une hydrolienne marine

A l'origine de ce projet, il y a une première expérience de développement d'un design d'une hydrolienne marine lorsque j'étais en post-doctorat au laboratoire de machines hydrauliques de l'EPFL. En arrivant à la HES-SO Valais, nous avons monté avec l'EPFL un projet visant à récupérer le potentiel des infrastructures existantes dans le domaine de la petite hydraulique, soutenu par le programme The Ark Energy de 2012 à 2015. L'idée de développer une hydrolienne fluviale fut lancée.

Cette turbine, installée dans un canal artificiel, permet de récupérer l'énergie de l'eau, en particulier son énergie cinétique, et de la transformer en énergie mécanique puis électrique. Cette machine est constituée d'un carénage, un tube en forme de venturi qui va permettre de capter un maximum d'eau qui passera ensuite dans la roue équipée de trois aubes motrices. Ces aubes sont entraînées par l'eau et mettent en rotation l'arbre de la machine. A cet instant l'énergie cinétique de l'eau est transformée en énergie mécanique. Ensuite, l'arbre va entraîner une génératrice qui va transformer cette énergie mécanique en énergie électrique.

### Potentiel de plus de 10 GWh en Suisse

Avec une puissance maximale de 1 kW, si elle tournait 24h sur 24, l'hydrolienne pourrait produire 8000 kWh, ce qui représente la consommation d'un ou deux



Cécile Münch-Alligné.

Photo: mäd

foyers. En installant plusieurs machines dans une section du canal, on pourrait multiplier cette production. Une section du canal de fuite de Lavey pourrait accueillir une vingtaine de ces turbines et ainsi produire suffisamment d'électricité pour 20 à 40 foyers. Une première estimation du potentiel des canaux de fuite a permis d'identifier un potentiel de plus de 10 GWh en Suisse. Ce type de turbine pourrait aussi alimenter en électricité des systèmes de surveillance des aménagements hydroélectriques au niveau des prises d'eau, valoriser les débits résiduels ou encore participer à l'efficacité énergétique des stations d'épuration.

### Evaluation en condition réelle

Pour tester cette turbine, il faut un canal à surface libre, soit équipé d'une plateforme se déplaçant avec la machine dans un fluide au repos, soit avec un écoulement dont les vitesses sont de l'ordre du m/s et d'une taille suffisante pour éviter les effets de bords. Nous n'avons pas l'infrastructure dans le laboratoire d'hydraulique de l'école, il a alors été envisagé d'identifier directement un site pilote permettant d'évaluer les performances de la machine en condition réelle. La centrale de Lavey est une centrale au fil de l'eau équipée de trois turbines

Kaplan avec une puissance installée de 90 MW. Elle produit en moyenne 400 GWh par année en turbinant l'eau du Rhône. Un barrage permet de capter une partie du débit du fleuve qui est turbiné puis rejeté dans le Rhône à la sortie du canal de fuite. Dans ce canal, l'eau est partiellement filtrée par la centrale en amont, et les vitesses de l'eau varient au cours de l'année entre 0,5 et 1,7 m/s. C'est un laboratoire idéal pour tester cette nouvelle technologie. Ce canal a l'avantage de se situer relativement proche de l'école. De plus, les SIL ont tout de suite trouvé ce projet intéressant et décidé de nous mettre à disposition cette infrastructure. Afin de réaliser ce premier prototype, le groupe hydroélectricité de la HES-SO Valais a ainsi réalisé, par simulations numériques des fluides et des structures, le développement du design hydraulique de la turbine, le design mécanique de la machine et de la plateforme. La mise au point de la plateforme a fait en particulier l'objet d'un travail de diplôme d'un étudiant de l'école. La génératrice a été dimensionnée et testée en laboratoire, et l'instrumentation ainsi que l'électronique de puissance adaptée pour contrôler la turbine ont été choisies. La société Stahlembau a ensuite fabriqué la turbine et la plateforme de test, pesant ensemble plus de 10 tonnes. La plateforme permet aux chercheurs de faire les mesures de performance de la machine sur le site pilote en toute sécurité. Une analyse de risque a été réalisée par la société Swiss-Sit pour garantir les conditions d'exploitation de l'installation.

Au terme de ces six mois de tests, les mesures de performance seront comparées à celles prédites par simulation numérique. Si les résultats sont concluants, une phase d'industrialisation pourra être envisagée. Avant d'aller plus loin, une étude approfondie du potentiel en Suisse et en Europe devra être réalisée. Une étude d'impact sur l'environnement devra aussi être envisagée. Contrairement aux centrales hydroélectriques, il

n'y a dans ce cas pas de barrage, seule l'énergie cinétique de l'eau étant récupérée, mais il faudra vérifier que ce type de turbine est compatible avec l'éco-système des eaux canalisées. Une étude sur la réduction des coûts sera aussi menée afin de rendre le produit économiquement intéressant.

*Cécile Münch-Alligné,  
professeure en hydraulique, en charge  
du groupe hydroélectricité de la  
HES-SO Valais à Sion*

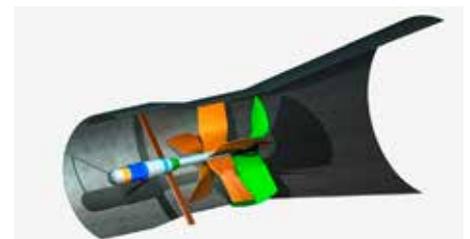
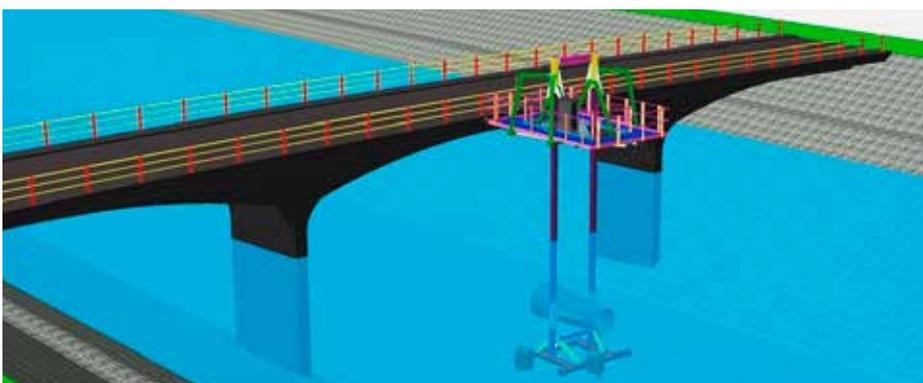
## ZUSAMMENFASSUNG

### Wasserkraft einmal anders: Mit der Miniturbine im Kanal von Lavey

Im Unterwasserkanal des Wasserkraftwerks Lavey ist der erste Prototyp einer Durchströmturbine installiert, die im Rahmen eines Pilotprojekts entwickelt wurde. Um die Leistungen dieser Turbine während sechs Monaten zu messen und die Ergebnisse der vorgängig durchgeführten Simulationen zu bestätigen, wurde eine spezifische Outdoor-Versuchsplattform gebaut. So soll ermittelt werden, ob eine solche Turbine Serienreife erlangen kann, um dieses Potential auch an anderen Orten in der Schweiz und im Ausland nutzen zu können.

Dieses Pilotprojekt der Hochschule für Ingenieurwissenschaften der HES-SO Wallis zur Entwicklung eines ersten Prototyps einer Durchströmturbine wird durch das Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) und die Stiftung The Ark mitfinanziert. Ziel ist die Herstellung einer Turbine mit einer Leistung von 1 kW zur Rückgewinnung der kinetischen Energie von Wasserläufen.

Leiterin der Forschungsgruppe «Wasserkraft», Professorin und Projektleiterin ist Cécile Münch-Alligné.



Modélisation de l'implantation de la plateforme dans le canal de fuite. (à gauche). En haut: vue en coupe de l'Hydrolienne.

Photos: mäd