

# A LA RECHERCHE DE LA GRILLE OPTIMALE

Pour maintenir l'endommagement des turbines aussi faible que possible, l'eau est débarrassée des éboulis, des graviers et du sable avant son utilisation dans les centrales hydroélectriques. Depuis peu, lesdites grilles Coanda sont appliquées à cette fin. Une équipe de chercheurs de la Haute école technique et économique de Coire (HTW) constate qu'elles représentent une bonne alternative aux grilles traditionnelles (‹ prises d'eau tyroliennes ›) avec dessableur. Toutefois, les grilles ne respectent pas toutes les promesses du fabricant.



L'ingénieur Franco Schlegel, chargé de cours à l'Institut pour les constructions dans l'espace alpin (IBAR) de la HTW de Coire verse un mélange de débris dans le Mühlbach (Oberschan/SG) devant la grille Coanda. La part du mélange qui ne traverse pas la grille est récupérée dans un bac situé sous la grille Coanda. Photo : HTW Chur



La première grille Coanda en Suisse a été installée en 1998 sur le Rappierbach dans la commune de Hinterrhein (GR). L'espace entre les barres de la grille d'un mètre de large s'élève à 1 mm et la capacité spécifique de débit à 140 l/s. Sur l'image, la grille Coanda est cachée sous la grille de protection. La grille sert à maintenir les grosses pierres à distance de la grille Coanda en cas de crue. Photo : HTW Chur

Dans les centrales hydroélectriques haute pression, l'eau atteint une grande vitesse avant d'entrer violemment en contact avec les lames de la turbine. Dans cette situation, les corps étrangers de l'eau endommagent les turbines. Même les grains de sable développent une grande force sous haute pression et laissent des traces durables sur les lames. « Ils ont le même effet que des tirs », affirme Dr. Imad Lifa, directeur de l'Institut pour les constructions dans l'espace alpin (IBAR) de Haute école technique et économique de Coire (HTW). Les dommages dus à l'abrasion sur les turbines en acier inoxydable sont inévitables. Des revêtements spéciaux ou des alliages aident à retarder l'usure des turbines et donc leur remplacement.

Dans ce contexte, il va de soi que les exploitants des centrales hydroélectriques font leur possible pour éliminer soigneusement les graviers et le sable de l'eau au niveau des captages. Lorsque l'eau provient de lacs, le processus est relativement simple dans la mesure où les corps étrangers se déposent dans le lac et n'atteignent pas du tout la prise d'eau. La situation de départ est plus délicate lorsque l'eau est prélevée directement d'un fleuve. Dans ce cas, les roches et les éboulis sont filtrés de l'eau à travers une grille dans une première étape. L'eau grossièrement épurée circule ensuite dans un bassin de décantation, ledit dessableur. Les graviers et le sable s'y déposent avant que l'eau ne parvienne aux turbines en pas-

sant par une galerie sous pression ou le tube de force.

### **La grille Coanda retient également les particules fines**

Les grilles laissent passer le sable, les graviers et même les petites pierres car l'espace entre les barres est typiquement de 3 à 10 cm. On se demande alors s'il serait possible d'épurer les eaux fluviales avec des grilles plus fines qui permettraient d'éliminer également les graviers et le sable et ainsi de renoncer à la deuxième étape de nettoyage, le dessableur. C'est précisément l'objectif de la grille Coanda. L'espace entre les



Gros plan d'une grille Coanda : Les barres métalliques horizontales agissent comme des lames de rasoir qui coupent l'eau par couches. Photo : HTW Chur

barres est ici de 0,1 à 3 mm seulement, ce qui permet d'éliminer les plus petites particules de l'eau (voir la zone texte). La première grille Coanda a été installée en Suisse en 1998 sur le Rappierbach dans la commune de Hinterrhein. Depuis, des grilles Coanda ont été installées sur 50 prises d'eau en Suisse. Grâce à cette nouvelle grille, les exploitants de centrales hydroélectriques pourraient économiser les frais du dessableur (bassin de décantation) et éviter la dénaturation du paysage.

Les grilles Coanda jouissent d'une grande popularité en Autriche et dans le Tyrol du Sud. En Suisse en revanche, leur utilisation est hésitante car certains ingénieurs en construction fluviale ne font pas encore entièrement confiance à cette installation encore relativement récente (crainte d'une obturation due au sable et à la glace, peur de l'usure rapide). L'équipe de chercheurs d'Imad Lifa de la HTW s'est fixé pour objectif de prévoir des bases scientifiques solides concernant la grille Coanda. Une étude financée par l'Office fédéral de l'énergie

a été réalisée au cours des deux dernières années. Les auteurs ont analysé les expériences de 22 installations équipées de grilles Coanda en Suisse, en Autriche (Vorarlberg, Tyrol), en Allemagne (Bavière) et en Italie (Tyrol du Sud). Deux essais sur le terrain réalisés sur le Mühlbach à Oberschan (SG) et sur le torrent Samina à Frastanz (Vorarlberg) constituait une partie de l'étude. Ces deux essais avaient pour but de déterminer dans quelle mesure une grille Coanda peut retirer du sable et des pierres de différentes tailles de l'eau. Dans le premier cas, une analyse par tamisage a été réalisée et dans le second cas, une diffractométrie au laser pendant une cru.

### **Le degré de rejet est inférieur aux indications du fabricant**

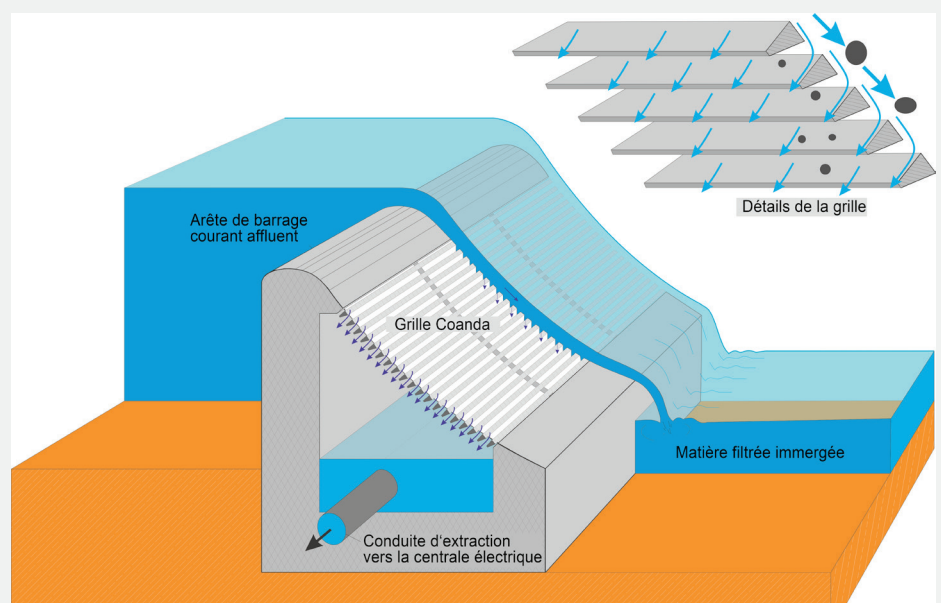
Le bilan du professeur Imad Lifa concernant l'analyse est principalement positif : le chercheur de la HTW, qui a suivi ses études à Dresde et à Damas en se spécialisant, entre autres, dans la construction hydraulique, résume ainsi les résultats

## **VOICI COMMENT FONCTIONNE L'EFFET COANDA**

Lorsque dans les Alpes, les centrales hydroélectriques haute pression prélèvent l'eau à partir des rivières, on utilise généralement des grilles traditionnelles (également : prises d'eau tyroliennes) : il s'agit d'une grille en acier dont les barres sont espacées de 3 à 10 cm et installée généralement dans le sens d'écoulement. Les prises d'eau tyroliennes retiennent les roches et les éboulis (diamètre > 6,3 cm) mais pas les graviers (diamètre de 2 à 6,3 mm) ni le sable (diamètre < 2mm). Une prise d'eau tyrolienne ne permet pas toujours de retenir les débris comme les branches et les feuilles.

Le degré d'épuration de la grille Coanda est beaucoup plus élevé. En effet la largeur des grilles est jusqu'à 100 fois plus petite que celle de la prise d'eau tyrolienne (0,2 - 3 mm). Les barres sont perpendiculaires au débit et forment un coude descendant. Ce coude est sélectionné de telle sorte que l'eau de passage y adhère, Chaque barre sépare une fine couche d'eau (comme la lame d'un rasoir multilame). L'adhérence de l'eau est due à l'effet Coanda qui tient son nom du physicien roumain Henri Marie Coanda (1886 - 1972).

Les grilles Coanda sont adaptées pour les centrales hydroélectriques moyenne et haute pression mais pas pour les centrales basse pression (hauteur de chute de l'eau inférieure à 15 m). Selon le type de grille Coanda, elle peut provoquer une perte de 0,7 à 2,2 m de hauteur de chute et son application est peu rentable ici. BV



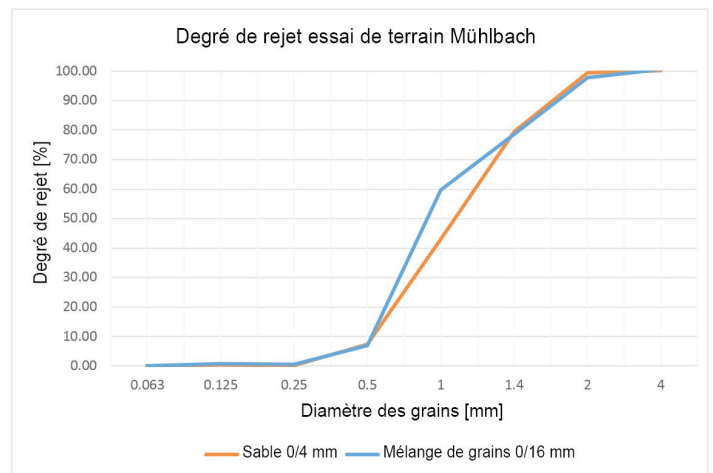
principaux : « les grilles Coanda retirent les particules fines de l'eau avec suffisamment de force pour pouvoir éviter la construction d'un dessableur ». En outre, la construction des grilles Coanda serait également plus économique et plus rapide, les grilles nécessitent moins de maintenance et seraient recommandées pour les endroits trop petits pour accueillir un bassin de décantation.

De plus, le degré de rejet des grains de sable est moins élevé que ce qu'indiquent les fabricants de prises d'eau. En effet, les fabricants promettent que les grilles ne retiennent pas seulement les matières solides plus volumineuses que l'espacement des barres mais également une part considérable de matières solides plus fines. Ainsi, une grille Coanda avec un espace de 1 mm entre les barres rejettent encore 90 % des grains de sable d'une taille de 0,5 à 1 mm. Lors des essais sur le terrain des chercheurs de la HTW, le degré de rejet s'élevait seulement à 43 ou 60 % en fonction du mélange de grains utilisé pour le test.

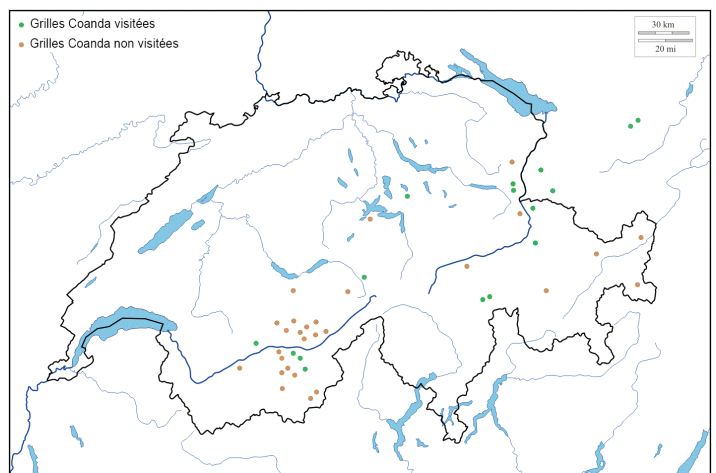
#### « Un potentiel de développement considérable »

Selon les informations des scientifiques impliqués, les grilles Coanda présentent des caractéristiques particulières par rapport aux grilles traditionnelles. La grille est autonettoyante, les matières charriées et le sable sont simplement reconduits tandis qu'un dessableur traditionnel doit être vidé et rincé régulièrement. Le système permet le passage des poissons qui peuvent descendre (mais pas monter) au-dessus de la grille Coanda, sachant que la population halieutique est partiellement inexistante dans les torrents et rivières concernés. Les frais d'exploitation sont faibles mais les grilles Coanda sont soumises à un niveau élevé d'usure ; les chercheurs de Coire n'ont pas réalisé de calcul de rentabilité correspondant. Concernant la capacité spécifique du débit, la grille Coanda (de 50 à 250 l/s par mètre sur la largeur de la grille) est nettement inférieure à la prise d'eau tyrolienne (jusqu'à 2'000 l/s par mètre). Actuellement, les grilles Coanda peuvent assumer un débit maximum de 4 m<sup>3</sup>/s en raison des largeurs réalisables dans la pratique. Concernant la capacité de débit spécifique, la grille Coanda « dispose encore d'un potentiel de développement technologique considérable », écrivent les chercheurs de la HTW dans leur rapport final.

Pour donner de nouvelles impulsions, l'équipe de scientifiques du professeur Lifa souhaite poursuivre ses recherches sur la grille Coanda dans le cadre d'un projet de suivi. Le cœur de ce nouvel objectif serait un banc d'essai qui permet-



Lors de l'essai de terrain sur le Mühlbach à Oberschan (SG), les chercheurs de la HTW ont renversé deux mélanges de sable différents de 20 kg chacun dans le torrent puis ont mesuré la partie retenue par la grille Coanda (espace entre les barres de 1 mm). Le premier mélange était composé de sable et de graviers d'un diamètre maximum de 4 mm (courbe bleue) et le second mélange de sable, de graviers et de pierres d'un diamètre maximum de 16 mm (courbe orange). Le graphique montre que les grains de sable d'un diamètre inférieur à 0,5 mm sont majoritairement passés à travers la grille, les particules plus volumineuses ont été de plus en plus retenues par la grille. La représentation illustre les valeurs moyennes de quatre échantillons de chacun des deux mélanges. En principe, on s'attendrait à ce que la grille retienne toutes les pierres d'un diamètre supérieur à 1 mm dans la mesure où elles sont trop grosses pour traverser la grille. Imad Lifa explique pourquoi le graphique indique un autre résultat comme suit : « Le concept d'essai explique que la ligne relative à la taille des grains ne monte pas à 100 %. La grille a rejeté certaines particules mais ces dernières ne sont pas arrivées dans le bac de récupération car elles ont dévié trop loin ou sur le côté. Dans la mesure où nous calculons le passage de la grille avec un calcul de différence avec les matériaux récoltés dessous, nous considérons ces particules comme non retenues. La ligne est passée à 100 % lors d'une expérience en laboratoire au cours de laquelle toutes les particules pouvaient être récupérées. » Graphique : HTW Chur



Environ 50 grilles Coanda sont aujourd'hui installées en Suisse. Les chercheurs de Coire en ont pris une partie (en vert) en considération dans leur projet. Graphique : HTW Chur

trait de savoir si les grilles Coanda gèlent effectivement moins que les grilles traditionnelles, une hypothèse parfois émise. La géométrie de la grille (par ex. la largeur des fentes, hauteur) doit également faire l'objet de recherches afin d'optimiser la fabrication et l'utilisation de la grille.

- L'ingénieur Dr. Klaus Jorde (klaus.jorde[at]kjconsult.net), directeur du programme de recherche de l'OFEN sur l'énergie hydraulique, communique des **informations supplémentaires**. Il est également en mesure de fournir le rapport final du projet sur demande.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et les démonstrations dans le domaine de l'énergie hydroélectrique sur : [www.bfe.admin.ch/CT/hydro](http://www.bfe.admin.ch/CT/hydro).