



**VOITH**

LE MAGAZINE DES TECHNOLOGIES HYDROÉLECTRIQUES

# HyPower

N° 26 | 2015

L'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE, BIEN PLUS QUE DE L'ÉNERGIE PROPRE

## STIMULANT

EXPERTISE INTERNATIONALE  
DES INFRASTRUCTURES PRÉCIEUSES POUR LE NORD DE L'INDE RURAL

FOURNISSEUR COMPLET  
LES GRANDS IMPACTS D'UN PETIT PROJET HYDROÉLECTRIQUE EN  
AMÉRIQUE CENTRALE ET EN AMÉRIQUE DU SUD

## MARQUE D'ÉDITEUR

### Publié par :

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG  
Alexanderstr. 11  
89522 Heidenheim, Allemagne  
www.voith.com

### Personne responsable :

Ute Böhringer-Mai  
Rédacteur en chef : Lukas Nemela  
Tél. : +49 7321 37 0  
Télec. : +49 7321 37-7828  
Courriel : info.voithhydro@voith.com

### Éditeur :

C3 Creative Code and Content GmbH,  
Heiligegeistkirchplatz 1, 10178 Berlin, Allemagne  
www.c3.co

Les actionnaires de C3 Creative Code and Content GmbH sont Burda Gesellschaft mit beschränkter Haftung (une société à responsabilité limitée), Offenburg et KB Holding GmbH, Berlin, qui détiennent chacun 50 % des actions. L'unique actionnaire de Burda Gesellschaft mit beschränkter Haftung est Hubert Burda Media Holding Kommanditgesellschaft (société en commandite), Offenburg. Les actionnaires de KB Holding GmbH sont Lukas Kircher (directeur général, Berlin) et Rainer Burkhardt (directeur, Berlin), qui détiennent chacun 50 % des actions.

### Papier :

HyPower est imprimé sur du papier Respecta Silk.  
Ce papier a été produit sur une machine à papier Voith.

### Copyright :

Aucune partie de ce document ne peut être copiée, reproduite ni transmise, et son contenu ne peut être utilisé, en partie ou en entier, dans tout autre ouvrage, et ce, de quelque façon que ce soit, sans l'autorisation expresse écrite du rédacteur en chef.



**VOS COMMENTAIRES : Si vous avez des commentaires ou des questions sur ce numéro de HyPower, veuillez communiquer avec nous, à l'adresse : [hypower@voith.com](mailto:hypower@voith.com)**



### Photographies :

Page couverture : shutterstock/ixpert; p. 6 Caio Coronel/Itaipu Binacional, p. 8-9 Laif/Peter Bialobrzewski; p. 11 age fotostock/LOOK-foto; p. 12 Laif/Wen Zhenxiao; p. 14-16 Micha Wolfson (2), p. 17 : Marius Hoefinger; p. 18-19 Illustration : Hokolo 3D; p. 23-25 : interfoto/Danita Delimont, Manitoba Hydro (2); p. 26-27 Antonio Carreiro (2) Foto Divulgação, HMV Ingenieros Ltda.; p. 28-29 Caio Coronel/Itaipu Binacional; p. 34 : Dawin Meckel; p. 35-37 : dpa Picture Alliance (2), all mauritius-images, action press; p. 44-45 Brook Christopher, Scott Christopher, Tessa Traeger; p. 46 Hayman Studio; p. 47 Illustration : Hokolo 3D

Toutes les autres photos sont de Voith Hydro.



[https://twitter.com/voith\\_hydro](https://twitter.com/voith_hydro)

## L'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE : PUISSANTE ET AVANTAGEUSE



**La croissance rapide de la population**, les efforts en matière de développement économique et social ainsi que les changements climatiques stimulent les recherches pour trouver des sources d'énergie renouvelables fiables. Pourtant, une des meilleures solutions qui existent depuis plus de cent ans. Cette solution à la fois fiable, éprouvée, efficace et abordable, c'est l'énergie hydroélectrique.

Depuis le jour où quelques ingénieurs et inventeurs créatifs, dont les noms sont toujours reconnus dans l'industrie, ont fait avancer la technologie hydroélectrique au milieu du 19<sup>e</sup> siècle, l'énergie hydroélectrique a remporté un succès mondial. Cette technologie permet aujourd'hui de produire de l'électricité propre, stable et abordable aux quatre coins du monde. Bien qu'il s'agisse d'une des sources d'énergie les mieux établies, c'est aussi une des plus novatrices, pour laquelle de nouvelles technologies sont constamment développées afin de mieux répondre aux besoins croissants en électricité.

L'énergie hydroélectrique est véritablement multifonctionnelle. En effet, les barrages servent à assurer la protection contre les inondations et à offrir un meilleur contrôle des profondeurs d'eau, ce qui permet d'améliorer la navigation fluviale. Les régions environnantes profitent aussi de meilleurs systèmes d'irrigation ainsi que d'un approvisionnement sûr en eau potable, tandis que les réservoirs alimentés par une station de pompage procurent un moyen de stocker l'énergie et d'apporter de la stabilité au réseau. Ce dernier élément est essentiel en cette ère où nous observons une hausse de l'utilisation des énergies renouvelables volatiles comme le vent et le soleil.

Malgré tout, les plus grands avantages de l'énergie hydroélectrique sont probablement d'ordre social et économique. La simple présence d'un réseau électrique fiable peut faire une grande différence dans la vie d'un grand nombre de gens qui habitent dans des régions éloignées et sous-développées. De plus, il peut apporter un certain nombre d'autres avantages, comme la construction de routes, d'hôpitaux et d'écoles et de nouvelles perspectives d'emploi. L'éducation, la santé et la possibilité de développement social, professionnel et personnel sont des éléments clés d'un avenir meilleur et l'énergie hydroélectrique peut contribuer à réunir les conditions préalables à ces éléments.

Comme tous ces avantages positifs sont parfois ignorés, nous les présentons de façon détaillée dans ce nouveau numéro de HyPower pour rappeler à quel point l'hydroélectricité est une ressource puissante et avantageuse.

Bonne lecture!

Cordialement,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ute Böhringer-Mai', written in a cursive style.

Ute Böhringer-Mai  
Chef des communications



8



17



Apprenez-en davantage au sujet de Voith dans ses autres publications informatives.



**RUBRIQUES RÉGULIÈRES**

- 3 ÉDITORIAL
- 6 QUOI DE NEUF
- 7 AU SUJET
- 41 L'UNIVERS DE VOITH
- 42 DES ARCHIVES
- 44 PERSPECTIVES D'UN INVITÉ
- 46 5 QUESTIONS POUR...

**ORDRE DU JOUR**

- 8 **BIEN PLUS QUE DE L'ÉNERGIE**  
Aperçu des nombreux avantages de l'énergie hydroélectrique : d'une énergie propre au développement social
- 14 **PERSPECTIVES FAVORABLES**  
Des écoles aux hôpitaux, en passant par les infrastructures routières, le président et directeur général de Voith Hydro, le Dr Roland Münch, nous parle des nombreux avantages de l'énergie hydro-électrique, aujourd'hui et à l'avenir

- 17 **RÉCOMPENSES**  
Voith remporte le prix PR Image de l'année

**FOURNISSEUR COMPLET**

- 18 **EXPERTISE COMPLÈTE**  
Des alternateurs aux turbines en passant par l'automatisation : Voith propose toute la gamme de produits
- 20 **PLUS FIABLE QUE JAMAIS**  
Souligner davantage les avantages des réserves pompées en Écosse

**PARTENARIATS FRUCTUEUX**

- 23 **RÉGLAGE DES PARAMÈTRES**  
Approche novatrice d'appels d'offres et de conception dans la froidure canadienne
- 26 **GRAND IMPACT D'UN PETIT PROJET HYDROÉLECTRIQUE**  
Avantages d'un petit projet hydroélectrique en Amérique latine



**COMBINAISON D'ÉNERGIES VERTES**

**28 DES EAUX PLUS CLAIRES**

Nouvelles perspectives sur le lien entre les réservoirs et les gaz à effet de serre

**31 MOMENT DE RÉFLEXION**

La beauté sereine du barrage Nuozhadu en Chine

**32 ÉCONOMISER DU TEMPS, ASSURER LA QUALITÉ**

L'amélioration continue des processus apporte des avantages importants aux clients et à l'environnement

**EXPERTISE INTERNATIONALE**

**35 INCOMPARABLE**

Le barrage des Trois-Gorges continue de battre des records

**38 AU PAYS DES DIEUX**

Description des avantages de la centrale Karcham Wangtoo dans le nord de l'Inde par les habitants de la région

**RÉPERTOIRE**

**47 POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE**

Guide visuel de la puissance hydroélectrique mondiale potentielle et installée par continent



## COMME UNE HORLOGE SUISSE

**PAYS DE GALLES** Voith Hydro aide à donner un nouveau souffle à la plus grande centrale hydroélectrique de RWE Innogy au Royaume-Uni, la centrale de Dolgarrog, au Pays de Galles. Après avoir fourni de l'énergie pendant plus de 100 ans, elle a subi des travaux de remise à neuf importants. En plus du renouvellement complet des conduites, l'unité 4 a été modernisée par la division spécialisée dans les petits projets hydroélectriques de Voith : Kössler. Elle est maintenant dotée d'une nouvelle roue fonctionnant comme une « horloge suisse », souligne le chef de la direction de Kössler, Josef Lampl. En raison des conditions d'installation sur place, la roue a été conçue par dynamique des fluides numérique au centre de R. et D. mondial de Voith. L'installation à l'intérieur de l'étroite centrale électrique a tout de même posé un défi. D'ailleurs, afin que l'équipement s'adapte parfaitement, le procédé d'assemblage a d'abord été modélisé en 3D. Maintenant que la centrale est en service, la roue de 10 MW aide celle-ci à répondre aux fortes demandes d'énergie du réseau national. //



## BATTRE DES RECORDS

**BRÉSIL** La plus grande roue jamais fabriquée par Voith Hydro en Amérique Latine a été expédiée au projet Belo Monte en janvier. Une remorque à 12 essieux a quitté l'atelier de fabrication de Voith à Manaus, au Brésil, chargée d'une roue de 8,5 x 5 mètres, pesant 320 tonnes. Cette dernière a ensuite été chargée sur une barge en vue d'un périple de 890 kilomètres vers la centrale hydroélectrique Belo Monte. Le nouvel emplacement de Voith à Manaus est situé stratégiquement entre plusieurs projets hydroélectriques prévus ou en cours. « Grâce à cette proximité, nous disposons d'une plus grande souplesse et nous sommes plus rapides. Nos clients profitent de ces avantages de l'achat à l'entretien de l'équipement », explique Marcos Blumer, président et chef de la direction de Voith Hydro Amérique latine. La centrale hydroélectrique Belo Monte sur la rivière Xingu devrait entrer en service en 2019 et disposera d'une puissance installée de 11 233 MW. Voith doit livrer quatre turbines Francis, quatre alternateurs et des auxiliaires électriques et mécaniques, en plus de fournir des systèmes d'automatisation complets et les services d'ingénierie pour le projet. //

## CÉLÉBRER LE PASSÉ ET L'AVENIR

**CANADA** Voith Hydro Mississauga, en Ontario, a célébré son 25e anniversaire en avril lors d'un symposium spécial de deux jours, au cours duquel on a donné de la formation spécialisée, organisé une visite des installations et présenté divers sujets liés à l'avenir de l'industrie hydroélectrique canadienne. Le site de Mississauga s'est imposé comme centre d'excellence en matière de modernisations de bobines et de services, en plus de collaborer avec de nombreux clients et toutes les installations de Voith Hydro au monde. Ce centre comprend une installation de pointe, entièrement modernisée en 2009, et une équipe internationale d'employés hautement spécialisés et très expérimentés. //



## ÉQUILIBRER LE RÉSEAU

**LUXEMBOURG** Voith Hydro Heidenheim doit remettre à neuf quatre groupes électrogènes de la centrale à réserve pompée de Vianden, au Luxembourg. Les travaux de modernisation visent à prolonger le fonctionnement sûr et stable des machines très flexibles. Les centrales à réserve pompée comme Vianden peuvent non seulement être mises sous tension dans un court délai et passer rapidement d'un mode de fonctionnement à un autre, mais elles peuvent stocker de l'énergie, équilibrer les variations de charge et, par conséquent, contribuer grandement à l'intégration d'énergies renouvelables dans un réseau. La modernisation comprend aussi une nouvelle construction des pôles du rotor pour faciliter l'inspection et le remplacement des pôles. //

# L'EAU DANS LE MONDE

Que ce soit pour l'alimentation ou l'hygiène, l'eau sert beaucoup plus qu'à éteindre la soif. Toutefois, la ressource la plus importante de la planète demeure une denrée rare pour des millions de personnes dans le monde.



États-Unis : 380 litres



Europe : 190 litres



Afrique : 19 litres

## 1 Prédominance de l'eau salée



About 97% of all water on Earth is salt water, leaving only 3% as freshwater. Approximately two-thirds of this freshwater is locked in glaciers and ice caps, making them unusable.



## 2 Consommation contrastée

- Les habitants de l'Afrique subsaharienne n'utilisent qu'entre 7 et 19 litres d'eau par jour.
- Les Européens utilisent en moyenne environ 190 litres d'eau par jour.
- Les Américains utilisent environ 380 litres d'eau par jour.

## 3 Périple pour l'eau

Les habitants d'Afrique et d'Asie doivent marcher en moyenne 6 kilomètres pour aller chercher de l'eau. Selon l'ONU, les habitants de l'Afrique subsaharienne perdent à eux seuls 40 milliards d'heures par année à aller chercher de l'eau, soit l'équivalent de toutes les heures travaillées en une année complète en France.

## 4 Besoins essentiels

# 783 000 000

d'individus, sur une population mondiale totale d'environ 7,3 milliards, n'ont pas accès à de l'eau pure et près de 2,5 milliards de personnes n'ont pas accès à des installations sanitaires satisfaisantes.



## 5 Proportion d'eau

- Tomate : 95 %
- Humains : 53 à 75 %
- Bois de chauffage : 50 %
- Verre de plastique recyclé : 50 %

# 6 litres

## 6 Jetés aux égouts

En moyenne, une toilette utilise six litres d'eau pure par chasse d'eau.

## 7 Plus que vous le pensiez?

Tout ce que nous mangeons et buvons a besoin d'eau, soit dans sa culture, soit dans sa production :

1 pomme 70 litres

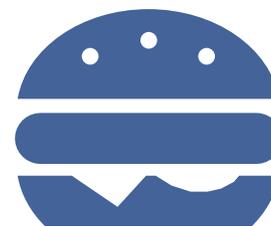
150 g de bifteck 2 025 litres

Tranche de pain 40 litres

1 hamburger

2 400 litres

1 tasse de café 140 litres



# BIEN PLUS QUE



À l'image de la demande croissante d'électricité, la ville d'Abu Dhabi a connu une croissance fulgurante en quelques décennies, passant d'un petit port à une métropole financière mondiale qui grandit chaque année.

# DE L'ÉNERGIE

L'énergie hydroélectrique n'est pas seulement une source d'énergie renouvelable fiable, **elle apporte aussi de multiples avantages socio-économiques** dans de nombreuses parties du monde.

Une population mondiale devrait passer de 7,3 milliards de personnes à 8 milliards dans les neuf prochaines années. Cela représente une immense croissance de la demande en électricité à une époque où l'humanité lutte pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le problème c'est que dans la plupart des pays du monde, industrialisés ou émergents, le développement économique est intrinsèquement lié à des niveaux élevés d'émissions de carbone en raison de la dépendance excessive aux combustibles fossiles. La « solution de rêve » est une source d'énergie infinie, qui génère des dépenses de carburant et des émissions presque nulles, et qui est également fiable et flexible. Cette solution n'est pas aussi utopique qu'on pourrait le croire.

Il y a trente ans, la Commission mondiale sur l'environnement et le développement soulignait que les centrales hydroélectriques développées et exploitées de façon viable, écologiquement et socialement responsable représentent le meilleur concept de développement ▸



« Le département de l'Énergie estime que nous avons la capacité de produire 300 GW d'énergie hydroélectrique supplémentaire en Amérique. »

Lisa Murkowski, sénatrice américaine, présidente du comité sur l'énergie et les ressources naturelles

▷ durable. « Cela fait référence à un développement qui répond aux besoins actuels des gens sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins », indiquait la Commission.

Aujourd'hui, plus de 30 pays, du Brésil au Mozambique, en passant par le Népal et la Norvège, comptent sur l'énergie hydroélectrique pour plus de 80 % de leur électricité. Même dans les pays riches en combustibles fossiles, l'énergie hydroélectrique peut jouer un rôle important. Aux États-Unis, par exemple, l'énergie hydroélectrique représente plus de la moitié de toute la production d'énergie renouvelable et 7 % de la production d'électricité totale. En fait, la production de toutes les sources d'énergie renouvelable est en croissance rapide; elle a d'ailleurs doublé entre 1991 et 2011. Cependant, l'énergie hydroélectrique représente toujours une partie considérable de celles-ci, elle constitue d'ailleurs environ 16 % de la production d'électricité mondiale.

### QUALITÉS UNIQUES

Parmi les sources d'énergie renouvelable, l'énergie hydroélectrique est unique. Comme la plupart des autres, elle offre l'énorme avantage d'utiliser une ressource principale qui ne dépend pas des fluctuations quotidiennes des prix internationaux. Elle est gratuite et disponible. Toutefois, contrairement aux autres énergies renouvelables, l'énergie hydroélectrique est la seule qui associe un ratio coûts-à-ages élevé et une grande efficacité à la souplesse et à la fiabilité. Les coûts de construction des centrales solaires et éoliennes peuvent être aussi élevés que ceux des centrales hydroélectriques, mais elles produisent beaucoup moins d'énergie parce qu'elles présentent des facteurs de capacité inférieurs. L'efficacité du système de conversion d'énergie d'une centrale hydroélectrique bien exploitée se situe autour de 85 % à 95 %, comparativement à environ 35 % dans le cas de l'énergie éolienne, à 15 % pour l'énergie solaire et à moins de 50 % dans les centrales thermiques traditionnelles. Des études récentes montrent que lorsque tous les coûts pour la

### Potentiel de croissance mondial de l'énergie hydroélectrique

Selon les recherches de l'Institut Leibniz d'écologie des eaux douces et des pêches intérieures de Berlin, le développement de l'énergie hydroélectrique se concentre principalement dans les pays en développement ainsi que dans les économies émergentes de l'Asie du Sud-Est, de l'Amérique du Sud et de l'Afrique. Les Balkans, l'Anatolie et le Caucase sont d'autres centres où des barrages seront construits dans le futur.

La construction d'au moins 3 700 grands barrages, tous d'une puissance de plus de 1 MW, est soit en cours, soit prévue. Ceux-ci devraient augmenter la puissance hydroélectrique mondiale, qui se situe autour de 1 000 GW, de 70 %, la faisant ainsi passer à 1 700 GW au cours des 10 à 20 prochaines années. Plus de 40 % de la puissance hydroélectrique en construction ou prévue sera installée dans des pays où le revenu se situe entre les niveaux faible et moyen inférieurs.

Il existe également beaucoup de potentiel dans la mise à niveau des barrages existants qui n'ont pas encore été utilisés pour la production d'énergie hydroélectrique. Aux États-Unis seulement, moins de 20 % des barrages servent à produire de l'électricité à partir de l'énergie hydraulique. Les 80 000 barrages qui ne sont pas électrifiés représentent un potentiel estimé à 70 GW.

durée de vie d'un projet sont pris en compte, l'énergie hydroélectrique offre les coûts d'électricité les plus bas parmi toutes les sources d'énergie. Comme Meike Van Ginneken, directrice du secteur de l'eau de la Banque mondiale, le souligne : « l'énergie hydroélectrique est la solution la moins chère pour fournir de l'électricité dans de nombreux pays en développement, avec un coût moyen actualisé se situant entre 0,03 \$ et 0,05 \$ le kilowattheure, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. De plus, c'est le mode de production d'énergie renouvelable le plus important et le plus facilement modulable actuellement disponible. Étant donné son faible coût, l'énergie hydroélectrique peut également rivaliser avec les autres technologies de production d'énergie à grande échelle, comme les centrales thermiques au charbon et au gaz. »

### SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

L'énergie hydroélectrique répond aussi à une préoccupation croissante, particulièrement dans de nombreux pays développés, quant à la sécurité énergétique. Les ressources en combustibles fossiles ne sont pas réparties de façon égale et de nombreux pays dépendent des importations. En raison de la volatilité des prix mondiaux de l'énergie et de la nécessité de payer en devises étrangères, les importations de pétrole peuvent poser des défis économiques nationaux considérables et provoquer des inquiétudes pour bon nombre de pays.

Il s'agit d'une préoccupation importante même pour les économies qui disposent déjà de ressources hydroélectriques bien développées. La sénatrice américaine de l'Alaska

Lisa Murkowski, nouvelle présidente du comité sénatorial sur l'énergie et les ressources naturelles, croit que son État donne un aperçu de l'énorme potentiel de l'énergie hydroélectrique : « Elle génère déjà 24 % de l'ensemble de notre électricité, et avec 200 sites prometteurs et des projets d'une puissance totale de 300 MW faisant l'objet de discussions, cette source pourrait produire suffisamment d'électricité pour permettre à l'État d'atteindre l'objectif



Gratuite, facilement accessible et non soumise aux fluctuations de prix, l'eau est une excellente source d'énergie fiable.

de produire la moitié de son électricité à l'aide d'énergie renouvelable d'ici 2025. »

### SOUPLESSE INÉGALÉE

L'énergie hydroélectrique est également un filet de sécurité idéal pour tous les réseaux. Les installations hydroélectriques modernes disposent d'une caractéristique unique : elles peuvent passer rapidement de l'arrêt à une puissance maximale en quelques minutes.



« La longue durée de vie utile et le carburant à coût nul permettent de fournir de l'électricité propre à faible coût pour nos résidences et nos entreprises. »

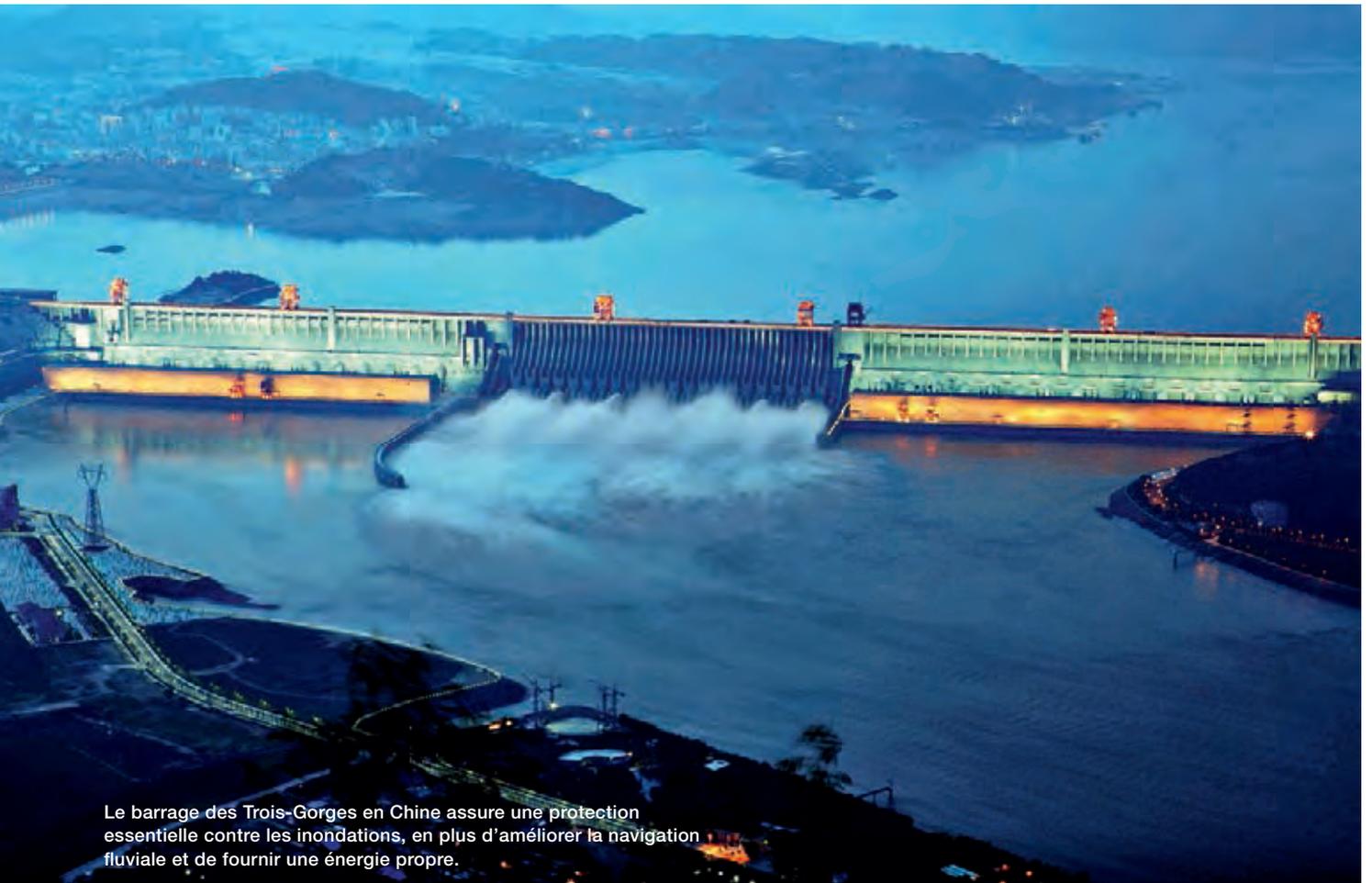
Linda Church Ciocci, directrice générale de l'US National Hydropower Association

Cette souplesse contribue à équilibrer les variations dans la capacité de production des autres énergies renouvelables. C'est d'ailleurs une des principales raisons pour lesquelles ce type d'énergie devrait être adopté avec enthousiasme, selon Atle Harby, chercheur scientifique principal du SINTEF Energy Research et directeur du centre de recherche CEDREN en Norvège.

« L'énergie éolienne varie énormément au cours d'une même semaine en raison de l'évolution des régimes climatiques. À certaines périodes, les régimes climatiques ont tendance à persister et ainsi toucher de nombreuses installations. L'énergie hydroélectrique est la seule source renouvelable permettant de stocker l'énergie pour l'utiliser lorsque cela est nécessaire. » Linda Church Ciocci, directrice générale de l'US National Hydropower Association, est entièrement d'accord. « L'énergie hydroélectrique jouera un rôle essentiel dans notre avenir alors que l'Amérique exige de l'énergie non seulement plus propre, mais aussi moins chère. La longue durée de vie utile, les faibles coûts d'exploitation et d'entretien et le carburant à coût nul permettent de fournir aux consommateurs de l'électricité propre à faible coût pour les résidences et les entreprises partout au pays. Sans oublier les centaines de milliers d'emplois que ce secteur d'activités a déjà créés. »

### LE POUVOIR DE CHANGER DES VIES

Les avantages peuvent être nombreux et très importants pour les économies en développement. Meike Van Ginneken indique que pour les pays en développement, l'énergie hydroélectrique contribue à diminuer la pauvreté et à stimuler le partage de la prospérité. ▷



Le barrage des Trois-Gorges en Chine assure une protection essentielle contre les inondations, en plus d'améliorer la navigation fluviale et de fournir une énergie propre.

▷ De plus, l'accumulation d'eau associée à certains projets hydroélectriques peut apporter une contribution importante à la sécurité hydrique et alimentaire ainsi qu'à la résistance au climat.

La centrale hydroélectrique de Karcham Wangtoo dans le nord de l'Inde, dont la construction s'est terminée en 2011 a laissé derrière elle une nouvelle école, un hôpital ainsi qu'un centre de formation industrielle pour les villageois (consultez la page 38 pour en savoir plus). Après une récente remise en état, la centrale de Cambambe en Angola, dans le sud-ouest de l'Afrique, fournit de l'électricité fiable essentielle au réseau, alors que les logements utilisés durant la construction ont été transférés aux gens qui habitent dans les environs. Les redevances versées par le projet d'Itaipu aux gouvernements locaux du Brésil et du Paraguay ont contribué à améliorer considérablement l'infrastructure; par exemple, Foz do Iguaçu aurait le meilleur service d'autobus et le meilleur système d'éducation parmi toutes les grandes villes du Brésil.

Au Costa Rica, les entreprises de développement de l'énergie hydraulique doivent fournir des fonds de développement communautaire afin de favoriser le développement économique dans le périmètre du projet. Au Brésil, les entreprises doivent payer des frais pour l'eau qu'elles utilisent pour produire de l'énergie, 45 % de ces fonds sont versés aux municipalités qui perdent des terres en raison de la mise en eau du réservoir et 45 % sont versés aux autorités de l'État ou de la province. Il est également important de reconnaître que l'énergie hydroélectrique a beaucoup à offrir. » Ses infrastructures, particulièrement les réservoirs, sont généralement complémentaires à différents objectifs économiques et sociaux.

L'amélioration de la navigation, la protection contre les inondations, les réserves d'irrigation saisonnière, la création d'approvisionnement durable en eau douce pour prévenir la sécheresse et les possibilités récréatives et de pêche sont toutes des avantages susceptibles de contribuer largement au développement social et économique local.

Ces exemples ainsi que de nombreux autres montrent comment les projets hydroélectriques peuvent procurer des avantages positifs à des communautés entières, tout en atténuant de façon considérable les effets pour ceux qui peuvent avoir été le plus touchés directement par la construction. //



« L'énergie hydroélectrique est la solution la moins coûteuse pour fournir de l'électricité dans de nombreux pays en développement. »

Meike van Ginneken, directrice du secteur de l'eau, Banque mondiale

# L'ÉNERGIE HYDROÉLECTRIQUE EST...



## ...renouvelable

En exploitant la puissance de l'eau courante sans épuiser la source pour produire de l'électricité, l'énergie hydroélectrique est véritablement renouvelable.



## ...un catalyseur

Les réservoirs d'accumulation offrent une flexibilité opérationnelle incomparable parce qu'ils peuvent répondre rapidement aux fluctuations de la demande d'énergie. Cette flexibilité facilite donc l'intégration d'énergies renouvelables plus intermittentes, comme l'énergie éolienne et solaire, en plus d'assurer la stabilité du réseau.



## ...abordable

Hautement efficace et ayant de faibles coûts d'exploitation et d'entretien ainsi qu'une durée de vie moyenne de 50 à 100 ans, une centrale hydroélectrique est un investissement à long terme qui procure un ratio coûts-avantages élevé. Et, contrairement au combustible ou au gaz naturel, l'eau fluviale n'est pas soumise aux fluctuations du marché.



## ...fiable

Disponible en tout temps, l'énergie hydroélectrique peut combler une charge de base avec faible émission de carbone.



## ...bonne pour le développement économique et social

En plus de fournir une énergie propre, les projets hydroélectriques dotent des régions éloignées d'infrastructures comme des routes et des ponts. Ils peuvent aussi rendre les rivières plus navigables tout en améliorant les établissements de santé et scolaires.



## ...propre

Le cycle de vie de l'énergie hydroélectrique produit de très petites quantités de gaz à effet de serre. En compensant les émissions produites par les centrales alimentées aux combustibles fossiles, elle peut contribuer à ralentir le réchauffement climatique. De plus, les centrales hydroélectriques ne produisent pas de sous-produits toxiques.



## ...polyvalente

Les centrales hydroélectriques peuvent avoir différentes tailles et formes. Alors que les grandes installations approvisionnent le réseau public, les petites centrales hydroélectriques peuvent alimenter des entreprises et des résidences individuelles. L'énergie est produite lorsqu'elle est nécessaire.



## ...d'un grand secours

Les barrages peuvent protéger des zones vulnérables aux inondations, alors que les réservoirs servent de moyen incomparable de stocker de l'eau pour la consommation ou l'irrigation.



## ...récréative

Les réservoirs peuvent servir pour les sports nautiques, le tourisme et la pêche, et ainsi apporter à la fois du plaisir et une source de revenus supplémentaire précieuse.

# BIEN PLUS QUE DE L'ÉNERGIE PROPRE

Des écoles aux routes en passant par les hôpitaux, **les projets hydroélectriques peuvent apporter de nombreux autres avantages aux régions en développement** partout dans le monde, souligne le PDG de Voith Hydro, Dr Roland Münch.

**Comme PDG vous voyagez partout dans le monde pour rencontrer des clients et inspecter des projets hydroélectriques. Qu'est-ce qui vous a le plus impressionné?**

Comme ingénieur, je dois admettre que la taille de nos turbines et de nos alternateurs, leur production d'énergie et la densité de puissance sont extrêmement impressionnantes. Les plus grandes turbines que nous avons construites peuvent produire de l'électricité pour plus d'un million de personnes, tandis que même l'équipement hydroélectrique de petite taille peut générer de l'énergie pour près de 10 000 personnes. L'ampleur des chantiers de construction nécessaires pour ces projets, qui impliquent parfois plusieurs milliers d'employés, est également remarquable.

**Ces projets nécessitent souvent de nombreuses nouvelles infrastructures. Est-ce que les populations locales en profitent une fois que la construction est terminée?**

Oui, particulièrement dans les régions qui ne sont pas très développées ou qui sont très éloignées. Les nouvelles infrastructures peuvent inclure des systèmes de transport ou des réseaux routiers, ainsi que tout ce qui est nécessaire pour la main-d'œuvre comme des logements, des cantines, des écoles, des hôpitaux et des installations de traitement des eaux usées. Au cours de diverses visites de centrales en exploitation, j'ai pu constater que ces installations sociales sont très appréciées et qu'elles contribuent à améliorer le niveau de vie au sein de la population locale. C'est ainsi que l'énergie hydroélectrique soutient le développement régional, améliore le niveau de vie et offre l'accès à l'éducation.

**Et malgré cela, il y a encore des mouvements de contestation contre les grands projets hydroélectriques parce qu'on estime qu'ils font du tort à des modes de vie bien établis. Pouvez-vous expliquer ces mouvements?**

Bon nombre de gens des pays développés disent que nous devrions laisser les gens vivre dans les conditions auxquelles ils sont habitués. Cela signifie en fait les laisser vivre sans accès à l'éducation, aux soins médicaux ou aux infrastructures modernes. Je crois que les enfants sans instruction n'ont pas d'avenir. L'éducation est la clé du développement. Nous, qui vivons dans un monde hautement développé, n'avons pas le droit de décréter que les enfants des pays en développement soient privés d'un avenir. La Banque mondiale a également reconnu que l'énergie hydroélectrique contribue au développement et a augmenté son soutien dans ce secteur.

**Pouvez-vous nous donner quelques exemples concrets de développement local réalisé dans le cadre d'un projet d'énergie hydroélectrique?**

Karcham Wangtoo en Inde est un bon exemple. J'ai d'ailleurs eu l'occasion de constater ces résultats positifs de mes yeux. Les enfants de cet endroit



**Le Dr Münch est convaincu que l'énergie hydroélectrique offre de nombreux avantages et qu'elle connaîtra une croissance positive, plus particulièrement dans les régions en développement.**

vont maintenant à l'école et cela leur offre de nombreuses possibilités. Nous collaborons aussi avec des clients à l'organisation de plans de formation locaux à l'intention du personnel commercial, comme dans le projet Cambambe en Angola. Comme entreprise, nous avons acquis une grande expérience dans la réalisation de projets et la formation du personnel, et nous la transmettons dans nos projets partout dans le monde.

**En termes purement structurels, une centrale hydroélectrique peut être considérée comme une installation à usage multiple. De quels types d'avantages peut-on parler?**

Un aspect important est la protection contre les inondations. L'inondation du Yangzi Jiang a déjà entraîné la mort de millions de personnes, mais grâce à la construction du barrage des Trois-Gorges, cette menace est sous contrôle. Les autres avantages comprennent l'irrigation pour l'agriculture locale et un approvisionnement sûr en eau potable. Cela aide notamment les populations à traverser les périodes de sécheresse en Afrique. Par ailleurs, l'amélioration de la navigation fluviale et des lacs artificiels peuvent élargir les possibilités récréatives locales.

**Quels autres avantages l'énergie hydroélectrique apporte-t-elle aux régions éloignées des pays en développement?**

L'énergie hydroélectrique est une forme de production d'énergie exceptionnellement stable et fiable, tout à fait adaptée à la

production d'électricité décentralisée. Plus particulièrement, elle peut remplacer les nombreux groupes électrogènes diesel utilisés entre autres en Inde, en Afrique et en Asie du Sud-Est, et même dans les régions éloignées du Portugal, comme source permanente d'approvisionnement ou source de secours. L'énergie produite par des groupes électrogènes diesel est coûteuse, il est souvent difficile de s'approvisionner en combustible et, surtout, elle constitue une source de pollution environnementale massive.

**Ainsi, dans ces pays, l'énergie hydroélectrique constitue à la fois la meilleure solution et la solution la plus environnementale?**

Oui, absolument. On peut même parfois le ressentir physiquement. Je me trouvais récemment dans un bon restaurant quelque part en Afrique et j'avais de la difficulté à apprécier la bonne cuisine. J'avais constamment un goût de suie de diesel dans la bouche, sans mentionner le vrombissement des groupes électrogènes diesel en arrière-plan. Et, même comparée à l'énergie solaire et éolienne, l'énergie hydroélectrique demeure préférable, car elle offre une capacité de base, ce qui signifie qu'elle est disponible en tout temps. De plus, à long terme, il s'agit d'une ressource très économique qui fournit de l'énergie à un coût concurrentiel sans dépendre des combustibles.



- 1 Le Dr Münch est optimiste quant à l'avenir de l'énergie hydroélectrique et souligne la vaste gamme de produits de Voith.
- 2 L'école Jay Jyoti n'est qu'un des héritages laissés dans le cadre du projet Karcham Wangtoo en Inde...
- 3 ...qui comprend aussi des installations de soins de santé essentielles pour les villages des environs.

▷ **Est-ce que l'évolution des marchés se tourne davantage vers les pays en développement?**

Oui, c'est certain. Au cours des dernières années, nous avons vu le marché se tourner considérablement vers les régions en développement. En général, le marché a connu une amélioration en 2014 par rapport aux années précédentes, particulièrement en raison des projets réalisés dans les régions en développement. Par ex.: Tarbela au Pakistan, Cambambe en Angola. En fait, l'Afrique dispose d'un énorme potentiel hydroélectrique. Il y a aussi des pays comme le Laos et le Népal, où nous avons obtenu des commandes intéressantes récemment (respectivement Nam Hinbou et Rasuwaghadi). Il ne faut pas oublier la Chine, qui représente encore un des marchés les plus importants au monde pour les nouveaux projets.

**Quels types de technologies sont importants pour ces marchés?**

Ils peuvent choisir parmi toute une gamme de produits que nous offrons, qu'il s'agisse de grands projets hydroélectriques visant à répondre aux besoins énergétiques croissants de ces pays en développement dynamiques, ou de petits projets servant à un approvisionnement électrique local et décentralisé. En tant que fournisseur complet, nous proposons la gamme globale de produits pour les centrales hydroélectriques de toutes tailles : turbines, alternateurs et automatisation, ainsi que l'équipement électrique et mécanique nécessaire. Ainsi, nous pouvons satisfaire aux différentes exigences de nos clients de partout dans le monde, notamment avec de nouveaux produits comme notre solution pour petits projets hydroélectriques StreamDiver, qui nous permet de réaliser la mise à niveau de barrages existants.

**Quelles sont vos attentes quant à l'essor futur des marchés pour les nouveaux projets?**

Nous prévoyons que les tendances actuelles se poursuivront. La Chine recèle encore d'un énorme potentiel, et la Corporation des Trois Gorges, par exemple, développe plusieurs nouveaux

« Si on la compare à l'énergie éolienne et solaire, l'énergie hydroélectrique est plus avantageuse parce qu'elle offre une capacité de base. »

**Dr. Roland Münch**, président et directeur général de Voith Hydro

mégaprojets. Nous entrevoyons d'importantes possibilités de croissance pour l'énergie hydroélectrique en Inde et espérons que le nouveau gouvernement favorisera les développements. L'Asie du Sud-Est ainsi que les régions montagneuses de l'Asie centrale représentent d'autres marchés importants en expansion. Nous venons tout juste d'ouvrir un nouveau bureau en Malaisie, en plus de nos succursales bien établies en Chine, en Inde et au Japon. Autrement dit, nous sommes en bonne position pour tirer profit des possibilités offertes dans cette région et être près de nos clients.

**Vous avez donc une vision positive de l'avenir?**

Nous pouvons regarder l'avenir avec optimisme. Bien entendu, nous devons également relever des défis dans certains milieux. La transition énergétique en Allemagne, par exemple, a entraîné le versement d'innombrables subventions dans les secteurs de l'énergie solaire et éolienne et une diminution importante des investissements dans l'énergie hydroélectrique, à la fois en Allemagne et dans les pays voisins. Le gaz de schiste bon marché contribue aussi à la baisse des investissements dans l'énergie hydroélectrique, particulièrement aux États-Unis. Cependant, à l'échelle mondiale, nous sommes assurés que l'énergie hydroélectrique a encore de bonnes années devant elle. //

# RÉCOMPENSES

L'esthétique de la technologie : Voith remporte le prix **PR Image de l'année**.



« D'une beauté exceptionnelle, esthétique pure », tel fut le verdict du jury devant cette photo d'une roue Francis de Voith. Cette image a obtenu le prix PR Image de l'année, parmi plus de 1 700 photos soumises par les entreprises en Allemagne, en Suisse et en Autriche. La roue sera installée à la centrale hydroélectrique Bratsk en Sibérie pour améliorer la puissance et l'efficacité. Avec une production annuelle d'environ 30 000 gigawattheures, Bratsk est une des centrales hydroélectriques les plus puissantes au monde.

# EXPERTISE COMPLÈTE

Qu'il s'agisse des différents modèles d'alternateurs et de turbines ou des systèmes d'automatisation sur mesure, **la gamme de produits de Voith couvre tout le cycle de vie** des petites et des grandes centrales hydroélectriques.

## Schéma fonctionnel d'une central

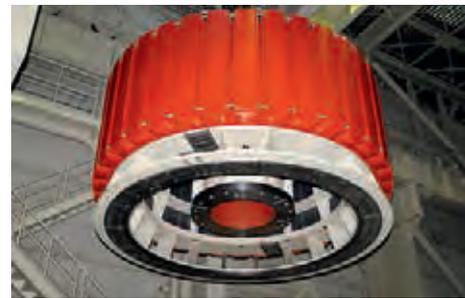
- 1 La grille** empêche les débris présents dans l'eau d'entrer dans les turbines.
- 2 La vanne de prise d'eau** permet d'arrêter le débit d'eau pour les travaux d'entretien ou dans les cas d'urgence.
- 3 Les transformateurs** convertissent l'énergie électrique et la transmettent à différents niveaux de tension.
- 4 Le poste extérieur et les lignes de transport H.T.** acheminent l'énergie électrique et assurent le transport sur longue distance.
- 5 La salle de commande** est le lieu central où s'effectue le réglage et la supervision du mode d'exploitation de la centrale.
- 6 Le système d'excitation** communique avec le système de commande, il agit sur le rendement, la disponibilité et la stabilité de fonctionnement de l'alternateur.



### Alternateur classique

Refroidi par air ou par eau, il peut être installé à l'horizontale ou à la verticale. Voith produit à la fois des machines de basse et grande vitesse.

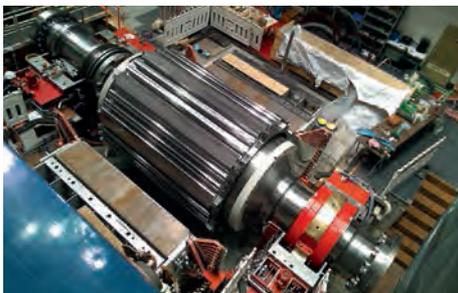
> Puissance apparente : jusqu'à 1 100 MVA; Tension : jusqu'à 25 kV



### Groupe bulbe

Machines de basse vitesse pour les turbines bulbes. Habituellement installées à l'horizontale et refroidi par air; les machines de plus petite taille peuvent être refroidies par eau par la coquille du bulbe.

> Puissance apparente : jusqu'à 100 MVA; Tension : jusqu'à 13,8 kV



### Groupe électrogène

Habituellement des machines à grande vitesse, refroidies par air ou par eau, fonctionnant avec des pompes-turbines réversibles ou dans les systèmes ternaires.

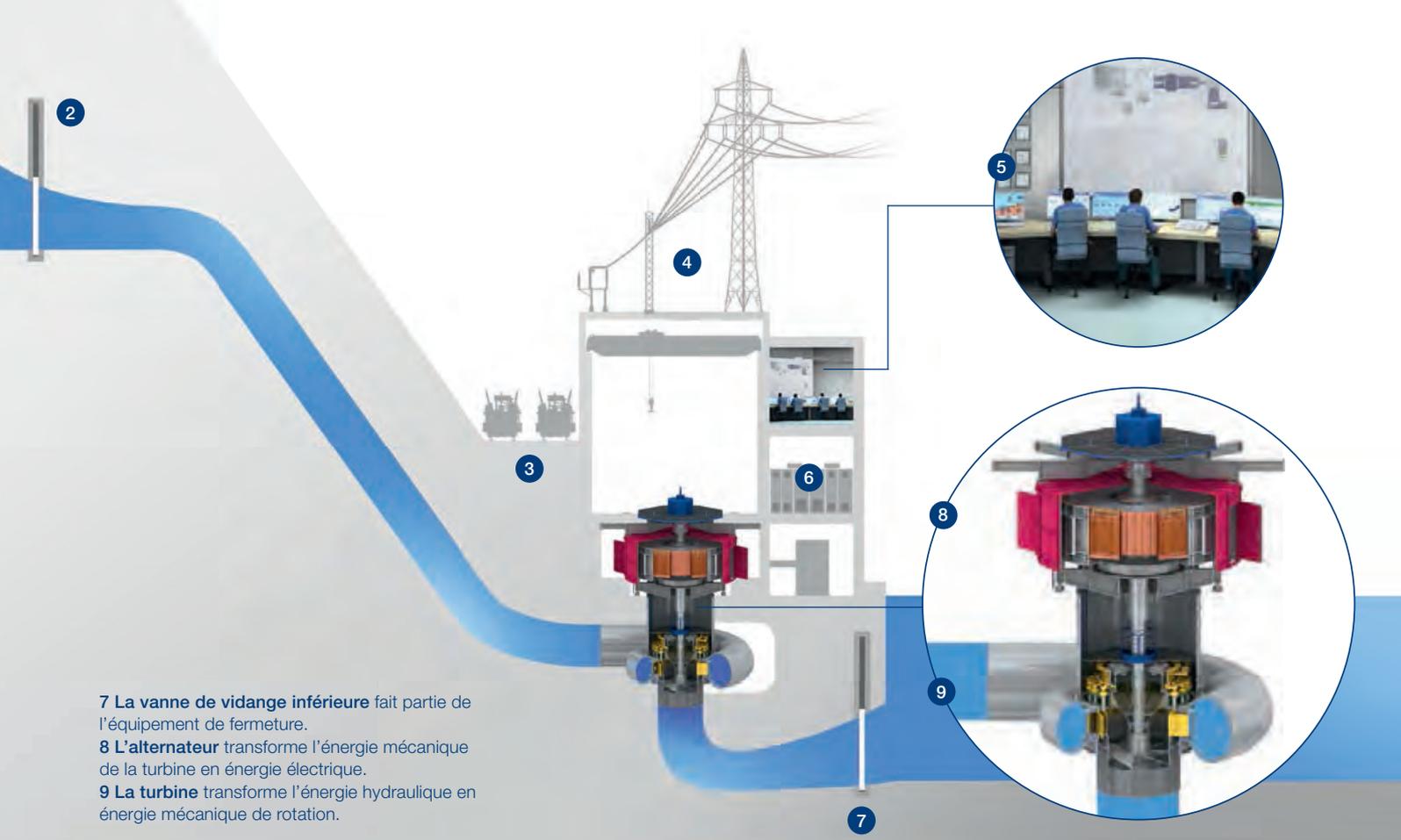
> Puissance apparente : jusqu'à 530 MVA; Tension : jusqu'à 23 kV



### Alternateur asynchrone

Refroidi par air, habituellement installé à la verticale et également utilisé comme groupes électrogènes. Convient pour les réserves pompées à vitesse variable, mais rarement installé à cet effet.

> Puissance apparente : jusqu'à 500 MVA; Tension : jusqu'à 22 kV



7 La vanne de vidange inférieure fait partie de l'équipement de fermeture.

8 L'alternateur transforme l'énergie mécanique de la turbine en énergie électrique.

9 La turbine transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique de rotation.



#### Turbine Francis

Pour une grande gamme de hauteurs de chute et les grands débits volumétriques importants. La version en spirale peut aussi être utilisée à la verticale.

- > Puissance active : jusqu'à 1 000 MW;
- Hauteur de chute : jusqu'à 800 m;
- Taille de la roue : jusqu'à 11 m



#### Turbine Kaplan

Pour les applications à basse chute avec des volumes d'eau élevés. Utilisation à l'horizontale et à la verticale.

- > Puissance active : jusqu'à 350 MW;
- Hauteur de chute : jusqu'à 90 m;
- Taille de la roue : jusqu'à 12 m



#### Systèmes d'automatisation

Le cerveau de la centrale électrique. Voith développe des solutions sur mesure pour garantir un service complet et un fonctionnement fiable ininterrompu...



#### Turbine Pelton

Pour des hauteurs de chute élevées. S'adapte pour atteindre une efficacité optimale, même lorsque l'alimentation en eau est variable.

- > Puissance active : jusqu'à 500 MW;
- Hauteur de chute : jusqu'à 2 000 m
- Taille de la roue : jusqu'à 6,5 m



#### Turbine bulbe

Peut offrir une efficacité à pleine charge et une capacité de débit élevées à des coûts de construction relativement faibles.

- > Puissance active : jusqu'à 100 MW;
- Hauteur de chute : jusqu'à 30 m
- Taille de la roue : jusqu'à 10 m



...d'une source unique pour assurer une exploitation sûre et une détection précoce des défaillances : régulateurs de turbine; excitation de l'alternateur; systèmes de commande et de protection; surveillance, analyse et diagnostic.



# PLUS FIABLE QUE JAMAIS

Les travaux de modernisation de la **centrale à réserve pompée Foyers en Écosse** ont accéléré le temps de réaction et amélioré la fiabilité.

«histoire du projet de la centrale à réserve pompée Foyers ne commence pas au siècle dernier, mais bien au siècle précédent », précise John McDonald, directeur de la production hydroélectrique au sein de la société énergétique SSE. À l'époque, explique M. McDonald, il s'agissait d'un barrage pour une aluminerie. L'allure contemporaine de ce projet a commencé en 1974 et d'importants travaux récents réalisés par Voith ont assuré un avenir durable à long terme dans le 21<sup>e</sup> siècle.

Jusqu'en 2014, Foyers disposait toujours des deux vannes d'origine qui avaient été installées lors de la mise en service initiale; cependant, les inspections périodiques montraient que leur état s'était détérioré et qu'il fallait les remplacer. M. McDonald explique que la centrale à réserve pompée et les vannes avaient initialement été conçues pour « équilibrer les besoins énergétiques entre le jour et la nuit, mais au fil du temps, leur utilisation a changé ». Une mise à niveau des vannes de la centrale était nécessaire pour assurer leur



fiabilité, leur efficacité et leur capacité à fonctionner rapidement dans un très court délai. C'est dans ce contexte que SSE a sollicité les compétences de Voith en matière de services dans les centrales hydroélectriques. Avec plus de 10 000 changements de modes de fonctionnement par année, par production ou rotation par exemple, il fallait installer les vannes les plus récentes et les plus efficaces dans cette centrale. Carsten Fleck, gestionnaire de projet chez Voith Hydro, fut grandement impliqué dans les travaux réalisés sur la rive sud du Loch Ness en Écosse. « Il s'agissait d'un projet essentiel pour le client dans lequel il était nécessaire de respecter les garanties de qualité et l'échéancier serré », dit-il. « Chaque jour où la centrale est arrêtée entraîne des pertes de revenus. »

#### L'IMPORTANCE DE LA TAILLE

Le projet présentait un certain nombre de défis conceptuels et logistiques. En raison de leur taille et de leur poids, le transport des nouvelles vannes, le retrait des anciennes vannes et l'installation

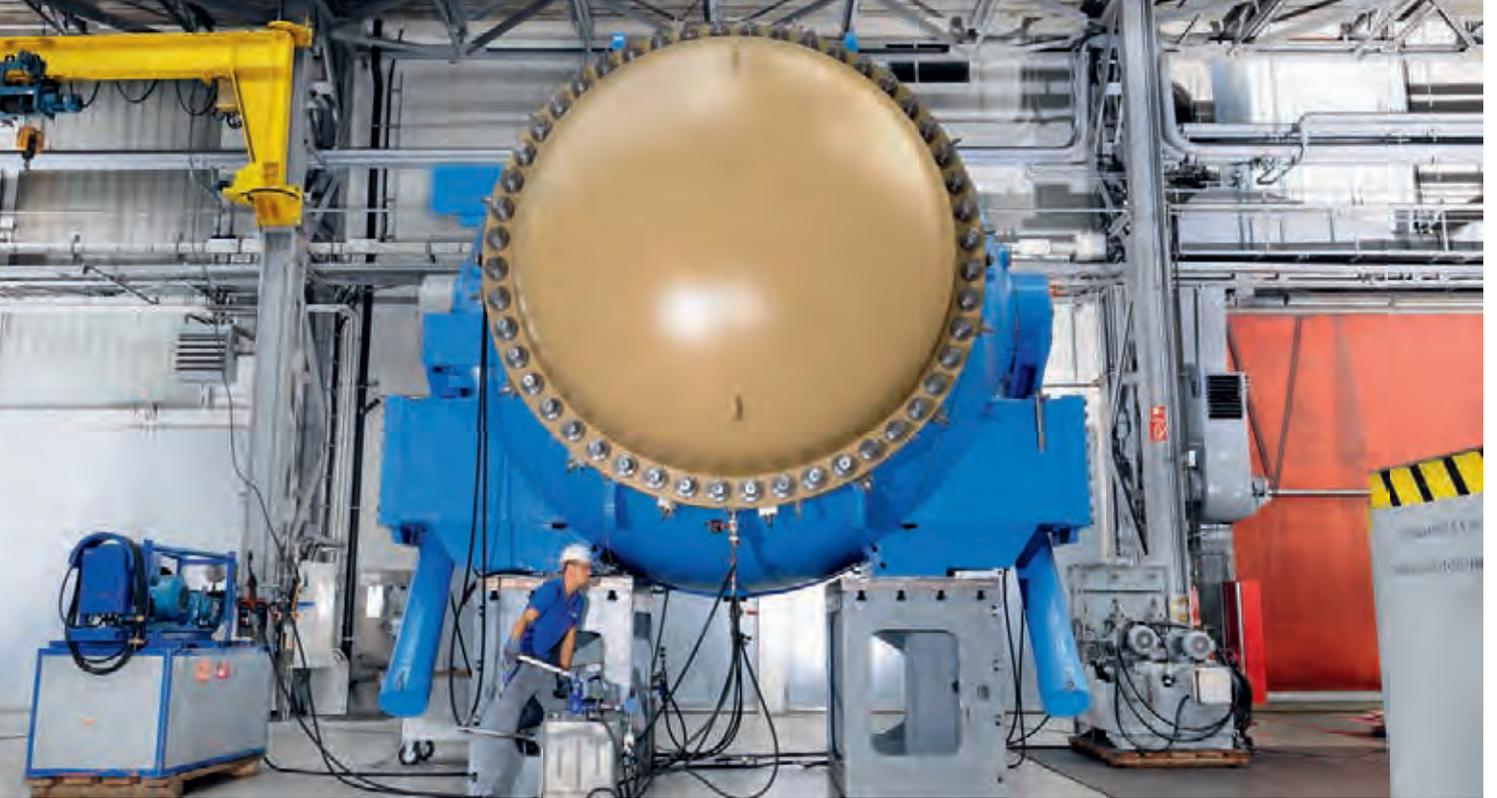
1 Foyers est situé sur les rives pittoresques du célèbre Loch Ness en Écosse.  
2 Le transport des immenses vannes de 100 tonnes ne fut pas facile.

des nouvelles vannes constituait une immense tâche. « Nous avons modifié le pont roulant de la centrale », explique M. McDonald, « sinon, en raison de la taille des vannes, il aurait fallu consacrer beaucoup de temps et d'argent pour les démanteler et les remonter sur place ». Les spécialistes de Voith ont également dû couper la bride existante et en souder une nouvelle sur la vanne d'admission à un endroit très précis, ce qui constitue une prouesse selon M. McDonald.

M. Fleck approuve et ajoute qu'une grande partie des travaux a été exécutée dans des lieux où l'espace était très

restreint : « Le retrait d'une vieille vanne d'environ 3,5 mètres de diamètre et pesant environ 100 tonnes, et son remplacement par une nouvelle vanne aux dimensions semblables fut un énorme défi, plus particulièrement avec l'échéancier serré. »

La grande réussite de ce projet témoigne de la fructueuse collaboration entre Voith et SSE, souligne Fleck. « Nous pouvions compter sur une excellente relation et un environnement de travail coopératif. » Ce projet a mené à une solution « moderne et techniquement fiable. » Les travaux se sont achevés en octobre 2014 et « même si nous sommes ▶



Touches finales apportées à l'une des deux valves avant la livraison et l'installation.

▷ encore en période d'essais », explique M. McDonald, « ce qui a été crucial jusqu'à maintenant, c'est le rendement. Les travaux ont pris environ trois mois et nous avons perdu les revenus d'un trimestre pendant l'arrêt de la centrale, mais l'échéancier a été respecté et depuis la centrale offre un bon rendement. »

#### TEMPS DE RÉACTION PLUS COURT

En fin de compte, la centrale Foyers est de nouveau en service et fournit de l'énergie qui est essentielle. Grâce aux deux vannes modernes, capables de supporter une production stable d'énergie de 150 MW au réseau national, la centrale peut réagir plus rapidement aux défis qu'imposent les fluctuations des énergies renouvelables. M. McDonald vante la capacité des vannes de « répondre dans un temps de réaction plus court » et il se réjouit qu'elles soient « plus fiables que jamais ».

Les travaux de service étant maintenant terminés, Carsten Fleck peut aussi réfléchir sur cet environnement de travail gratifiant : une centrale à réserve pompée au cœur des montagnes et du célèbre Loch Ness. « Pour certaines personnes, cela peut sembler un peu monotone, mais à mes yeux, c'est un endroit merveilleux pour travailler et je resterai toujours très attaché aux paysages écossais. //

#### Technologie de réserve pompée : source de nombreux avantages

Les centrales à réserve pompée comme Foyers ont démontré qu'elles représentent la seule technologie capable de stocker de l'énergie à une échelle industrielle, mais en plus elles offrent plusieurs autres avantages.

Stockage d'énergie  
 Stabilité du réseau  
 Approvisionnement énergétique en période de pointe  
 Intégration d'énergies renouvelables  
 Réserve pour le réseau  
**Flexibilité**  
 Rentable  
 Temps de réaction rapides  
 Équilibrage de charge  
 Haute efficacité  
 Technologie éprouvée  
 Régulation de tension  
 Longue durée de vie  
 Capacité de redémarrage à froid

# ÉQUILIBRER LES PARAMÈTRES

Des températures glaciales et un processus novateur d'appels d'offres et de conception s'ajoutent à la nature unique de la centrale **Keeyask au Canada.**

Au Manitoba, les températures varient beaucoup et peuvent chuter jusqu'à -40 °C, ce qui rend les conditions de travail difficiles.

Dans la province du Manitoba au Canada, un nouveau projet hydroélectrique de 695 MW est mis en œuvre par le Keeyask Hydropower Limited Partnership (KHLP), un partenariat entre Manitoba Hydro et quatre Premières Nations du Manitoba. Les fournisseurs ont été impliqués très tôt dans la phase de définition du projet afin de trouver la solution optimale et le client, qui a choisi Voith comme fournisseur d'équipement de la centrale, a arrêté son choix sur un groupe turbine hélices à aubes fixes pour exploiter les eaux du fleuve Nelson, qui malgré sa largeur n'offre qu'une hauteur de chute de 18 mètres. Voith devra concevoir, fabriquer, transporter et installer les unités.

Grâce à l'implication des fournisseurs dès le début, le projet Keeyask est un bon exemple d'une façon novatrice de concevoir et d'octroyer des contrats pour optimiser les coûts et l'efficacité de la centrale une fois les travaux terminés. ▸

▷ À titre de gestionnaire de projet choisi par KHLP pour la construction de la centrale Keeyask, Manitoba Hydro a décidé d'obtenir rapidement, durant l'établissement de la portée du projet, des rétroactions sur la conception et les spécifications de l'installation auprès des entreprises candidates, précise Laurent Bulota, directeur des offres de service chez Voith Hydro pour la centrale Keeyask.

Au cours du processus d'offres de service qui a duré deux ans, Manitoba Hydro a demandé aux entreprises candidates de proposer différentes solutions pour optimiser la centrale. « Ils ont fourni un modèle 3D à chaque entreprise qui leur permettait d'utiliser différents paramètres afin de modifier les dimensions des unités », mentionne M. Bulota.

L'équipe de Voith Hydro s'est ensuite attaquée à définir la meilleure combinaison de caractéristiques et de dimensions. Elle a examiné les différentes propositions de conception à l'aide de divers paramètres, comme le coût en dollars de chaque mètre cube de béton coulé ou mètre cube d'excavation et, en fin de compte, le coût de l'énergie produite par unité, explique M. Bulota. « Il est toujours possible de choisir encore plus grand pour améliorer l'efficacité, mais, à un certain niveau, les coûts deviennent trop élevés. Il faut faire un compromis entre différents paramètres. Nous avons travaillé durant des mois pour trouver la meilleure solution possible pour le client. »

C'était la première fois qu'un client offrait la possibilité aux entrepreneurs principaux éventuels de contribuer ainsi à la définition des paramètres de la centrale, plutôt que de travailler sur une conception avec des consultants avant le processus d'appels d'offres, souligne Dany Morin, directeur du projet Keeyask pour Voith Hydro. « Il s'agit d'un projet important et complexe comprenant de nombreuses phases, ce qui signifiait qu'il était possible de garantir que la conception, la sélection des fournisseurs, l'utilisation du béton ainsi que le coût du projet étaient optimaux. D'ailleurs, cela a permis de réaliser des économies financières substantielles. » En fait, ce projet pourrait même devenir un modèle pour les projets comparables ailleurs dans le monde, particulièrement les projets de taille moyenne, ajoute M. Morin. Cette démarche a également mis la table pour une approche très collaborative entre les parties concernées. « Nous pensons toujours à l'ensemble de la réalisation du projet, non seulement à la partie qui nous concerne. »

### S'ADAPTER AUX CONDITIONS CLIMATIQUES LES PLUS SÉVÈRES

Keeyask est un exemple de la capacité de Voith Hydro à offrir une gamme de solutions de premier ordre pour les projets hydroélectriques, qui conviennent dans diverses circonstances et satisfont à différentes exigences, comme la décision en matière de conception d'utiliser des unités de type hélice. Cela pose néanmoins des difficultés de taille. Le projet consiste à gérer une chaîne d'approvisionnement mondiale et avec des rotors d'alternateur de plus de 13,5 m de diamètre, certaines composantes immenses et lourdes doivent être expédiées vers





Lorsqu'elle sera terminée, Keeyask fournira une puissance de 695 MW et produira en moyenne 4 400 gigawattheures d'électricité.

cet emplacement éloigné dans des conditions climatiques sévères, où la température peut atteindre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La logistique et le calendrier de construction représentent un autre défi. Voith Hydro doit installer sept unités à intervalle de deux mois, indique M. Morin. « L'espace à l'intérieur de la centrale réservé à l'aire de montage est restreint pour préparer et assembler les composantes. Nous avons dû revoir l'échéancier à maintes reprises pour nous assurer d'avoir le bon plan. » Ces contraintes s'imposent partiellement d'elles-mêmes, en raison de la conception optimale proposée par Voith, ajoute-t-il. « Bien entendu, l'équipe de construction souhaite disposer du plus grand espace possible pour travailler, mais l'inconvénient c'est que le client doit alors couler davantage de béton. »

Il fallait donc élaborer un plan détaillé sur la façon d'optimiser le processus d'assemblage sur les lieux et hors site, avec des travaux sur de nombreuses unités à différentes étapes. « Il fallait évaluer le nombre de rotors que nous pouvions placer dans l'aire de montage en même temps et procéder à une analyse quotidienne de la façon d'utiliser la plus petite superficie possible en maximisant le temps d'assemblage » indique M. Morin.

Le projet avance bien, conformément à l'échéancier. La première unité pourra être mise en service au début de 2019 et la dernière entrera en service commercial au printemps 2020. //

## LE PARTAGE DES COÛTS POUR ÉQUIPER UNE CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE

**Saviez-vous** que la part des coûts liées à l'équipement électromécanique d'une nouvelle centrale hydroélectrique varie habituellement entre 10% et 20% seulement du coût total? Le pourcentage peut toutefois être plus élevé ou plus bas. La part réelle dépend de nombreux facteurs comme l'emplacement, la présence d'un barrage ou d'une infrastructure existants, la taille et le type de centrale et l'équipement. La construction d'une grande centrale hydroélectrique neuve en Afrique ou d'une centrale dans une caverne dans les Alpes exige de nombreuses nouvelles infrastructures, ce qui réduit considérablement la part des coûts de l'équipement électromécanique comparativement à la mise à niveau d'un barrage en Europe ou aux États-Unis. //

# GRAND IMPACT D'UN PETIT PROJET HYDRO- ÉLECTRIQUE

Partout en Amérique centrale et en Amérique du Sud, les **gouvernements ainsi que les clients publics et privés** prennent conscience des nombreux avantages des petites centrales hydroélectriques.

Tout change lorsque l'électricité devient accessible, » mentionne Riccardo Volonterio, directeur des ventes chez Voith Hydro Amérique latine. « J'ai habité dans certaines communautés éloignées comme celle-ci et j'ai vu la différence. Lorsque le prix de l'électricité est abordable, on peut profiter de la climatisation, d'ordinateurs et de l'accès Internet. Il devient possible de construire un hôpital là où c'était impensable auparavant et les écoles sont éclairées. Les populations locales peuvent démarrer leurs propres entreprises. Sans électricité, le développement n'est pas possible. »

M. Volonterio parle de la région d'Antioquia en Colombie, où la petite centrale hydroélectrique de 44,4 MW San Miguel prend forme. Dans le cadre de ce projet mis au point et construit par HMV Ingenieros Ltda., Voith doit fournir deux turbines Francis, ainsi que des alternateurs, des vannes de protection, des régulateurs de vitesse, des régulateurs de tension et un système d'automatisation. Pendant la phase de construction, le projet fournit déjà du travail aux habitants de cette région éloignée. Lorsqu'elle

commencera à produire de l'électricité, l'installation entreprendra une transformation encore plus importante des communautés qu'elle dessert par le réseau colombien. Le potentiel des petits projets hydroélectriques est grand, et les gouvernements et les clients commencent à le constater un peu partout en Amérique centrale et en Amérique du Sud, explique Luiz Fontes, directeur des petits projets hydroélectriques chez Voith Hydro Amérique latine. « Dans l'ensemble, le marché de l'hydroélectricité en Amérique du Sud recèle un important potentiel. » On sent un éloignement de la production d'énergie fossile dans cette région, qui, des forêts tropicales humides du nord jusqu'aux glaciers andins, présente d'ailleurs des conditions idéales pour la production d'hydroélectricité. Dans ce contexte, les petits projets hydroélectriques représentent un choix évident pour leurs avantages économiques, leur fiabilité, leurs faibles coûts et leurs impacts environnementaux réduits. « La matrice énergétique change dans tous ces pays. La Colombie est un bon exemple : le gouvernement fait la promotion de la transition vers l'énergie renouvelable

« Il s'agit d'un projet de centrale au fil de l'eau, sans aucun barrage. C'est de l'eau qui autrement serait gaspillée. »

Riccardo Volonterio,  
Voith Hydro Amérique



Santo Antônio do Jari au Brésil représente une source d'énergie propre intelligente et efficace.



Construction des structures des vannes de prise d'eau et du collecteur de sable du projet San Miguel en Colombie.

grâce à des tarifs de rachat garantis, des exonérations fiscales et des processus d'octroi de permis rapides.

### SIGNE AVANT-COUREUR

Jusqu'à maintenant, dans la région, ce sont des pays autres que le Brésil qui ont montré le plus grand intérêt dans les petits projets hydroélectriques. Comme le marché énergétique est mieux établi dans ce pays et qu'il y a davantage d'intérêt dans l'énergie solaire et éolienne, ainsi que

dans la production d'énergie fossile, les petites centrales hydroélectriques n'ont pas toujours constitué le premier choix, du moins jusqu'à tout récemment.

Cependant, les choses changent. En décembre 2014, à la fin des travaux de mise en service de Voith, le coup d'envoi du projet de la petite centrale hydroélectrique Santo Antônio do Jari sur la rivière Jari fut donné dans une autre région moins développée ayant besoin d'énergie propre. La centrale se trouve en aval d'une

centrale hydroélectrique de 450 MW et souhaite profiter du débit secondaire pour actionner une turbine Kaplan-S et remplacer une centrale à combustible fossile.

C'est un signe avant-coureur. La construction de petites centrales comme celles-ci à proximité de grandes centrales hydroélectriques pour profiter du débit inutilisé est plus simple sur le plan logistique, car une grande partie de l'infrastructure est déjà en place. De plus, elles sont relativement bon marché et elles peuvent être construites rapidement. Dans un cas, Voith Hydro a aidé un client à réaliser un projet, de la création à l'exploitation, en seulement trois ans.

La situation fiscale favorable ainsi que les tarifs plus élevés versés pour l'énergie rendent ces projets encore plus attrayants. « En plus, les impacts sur l'environnement sont presque nuls. Il s'agit d'un projet de centrale au fil de l'eau, sans aucun barrage. Essentiellement, c'est de l'eau qui autrement serait gaspillée, » explique M. Volonterio.

Les décideurs politiques et les sociétés énergétiques redécouvrent les avantages de l'hydroélectricité en général et, plus particulièrement, des petites centrales hydroélectriques. « Ils reviennent à l'hydroélectricité. C'est la seule source d'énergie vraiment abordable, efficace, disponible et respectueuse de l'environnement actuellement disponible. »

Voith Hydro dispose d'atouts uniques pour être un partenaire de choix dans les projets de petites centrales hydroélectriques, du processus de planification jusqu'à la remise à niveau des décennies après la construction initiale. « Les clients manquent d'expérience dans ce domaine et nous pouvons leur offrir du soutien et les aider à réaliser des études de faisabilité, avec des conceptions optimales de la centrale, des solutions de rechange pour les éléments électromécaniques et aussi des revenus, » explique M. Fontes. « Nous sommes en mesure de les aider, de la zone verte jusqu'à l'exploitation et à l'entretien. Nous avons l'intention d'offrir une solution complète, d'être un fournisseur de projet complet et d'offrir du soutien. » //

# DES EAUX PLUS CLAIRES

Les réservoirs et les émissions de gaz à effet de serre : **nouvelles perspectives** sur un débat continu.

En novembre 2006, l'influent magazine Nature publiait un en-tête surprenant : « Le méthane annule la légitimation verte de l'hydroélectricité. » Le rapport qui l'accompagnait affirmait : « certaines des dernières découvertes pointent vers une conclusion troublante : l'impact des centrales hydroélectriques sur le réchauffement climatique peut souvent l'emporter sur celui de centrales électriques à combustibles fossiles comparables ».

Comme de nombreuses études sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) à partir des réservoirs publiées depuis, ce rapport portait sur les résultats de Balbina au Brésil, un vaste réservoir maintenant stagnant construit dans les années 1980, qui est lié à de fortes émissions de GES. Mais non loin de là, le barrage d'Itaipu, sur la frontière entre le Brésil et le Paraguay, est un énorme producteur d'énergie également construit dans les années 1980. Non seulement ses émissions sont faibles, elles sont inférieures à celles de toutes les autres formes de production d'énergie, y compris les émissions moyennes estimatives de l'énergie éolienne.

« Il y a quelques réservoirs construits dans le passé qui créent des conditions qui consomment de l'oxygène, avec pour résultat que le carbone est dégradé en méthane plutôt qu'en CO<sub>2</sub>. Personne n'oserait construire de la même façon aujourd'hui », affirme le Dr Jürgen Schuol, responsable du développement durable chez Voith Hydro. « Mais ces réservoirs sont l'exception, non pas la règle. »

## UN TABLEAU COMPLEXE

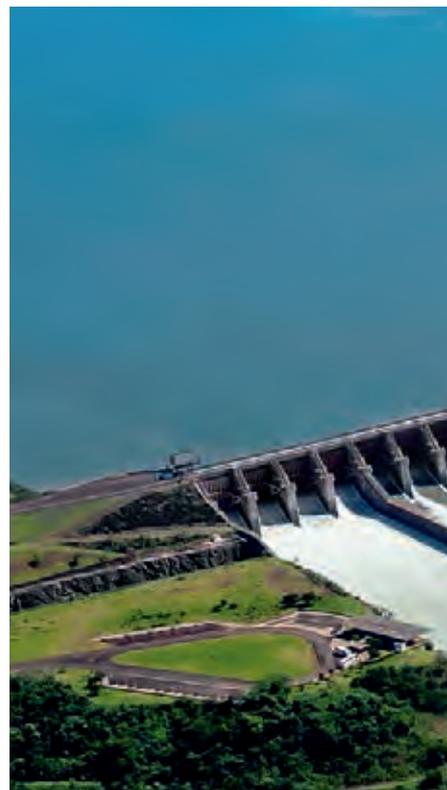
Au cours des huit années écoulées depuis l'avertissement contre la « légitimation verte » émis par le magazine Nature, la recherche s'est intensifiée dans le but de fournir une image précise du volume de production de chaque type d'énergie qui contribue au réchauffement de la planète. En 2014, un organisme scientifique parrainé par les Nations Unies, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), a publié le cycle de vie des émissions de GES pour chaque source d'énergie. Les résultats indiquent que les émissions de GES des combustibles fossiles dépassent celles des ressources renouvelables

par une marge considérable. Même le gaz naturel, environ 40 % « plus propre » que le charbon, produit 20 fois les émissions de l'hydroélectricité.

Toutefois, le tableau est beaucoup plus complexe que la simple comparaison directe des émissions médianes, souligne Atle Harby, chercheur scientifique principal au SINTEF Energy Research et directeur du centre de recherche CEDREN de Norvège. Il croit qu'il y a eu à la fois un malentendu et des préjugés sur la question des émissions de GES du réservoir, en particulier en ce qui concerne le méthane. La question essentielle, dit-il, est la mesure dans laquelle les réservoirs créent des émissions supplémentaires nettes. Pour quantifier le changement net du niveau de GES dans un bassin fluvial causé par la création d'un réservoir, il est nécessaire d'examiner les émissions avant et après sa construction. La différence entre les émissions avant et après provenant de la partie du bassin fluvial influencée par le réservoir indique ses émissions

## RÉSERVOIRS ET GES – QUEL EST LE LIEN?

Lorsqu'un réservoir d'eau douce est créé, la végétation submergée se décompose, relâchant le CO<sub>2</sub> qui avait été stocké par la photosynthèse. Il enferme également les autres matières organiques apportées par la rivière, bien que les GES provenant de la décomposition de ces matières auraient été émis ailleurs si le barrage n'avait pas été construit. Les facteurs susceptibles d'avoir une influence sur la production de GES comprennent la forme du réservoir, la profondeur de l'eau, le type de sol, le climat et l'âge du réservoir. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) représente 80 % de tous les gaz à effet de serre libérés dans l'atmosphère, mais la présence d'un réservoir ne change pas de façon significative les niveaux naturels. Comme son effet est potentiellement 25 fois plus élevé sur le réchauffement planétaire que celui du CO<sub>2</sub> sur une période de 100 ans, le méthane (CH<sub>4</sub>) est le GES le plus préoccupant en ce qui concerne les réservoirs. Dans certaines conditions, certains réservoirs peuvent créer des conditions anoxiques dans lesquelles le méthane peut être produit et libéré.



nettes de gaz à effet de serre. « De nombreux facteurs ont une incidence sur la nature et le niveau d'émissions », indique M. Harby. « Certains réservoirs, principalement confinés aux tropiques, transforment de fait le CO<sub>2</sub> en méthane. Mais l'extrapolation de ces données brutes et leur application à toute l'énergie hydroélectrique sont complètement trompeuses ».

En fait, certains réservoirs sont des puits de carbone, dans lesquels une combinaison d'un débit d'eau plus lent et de sédiments peut stocker le carbone à jamais. Même au sein d'un même réservoir, différentes conditions peuvent exister. Le véritable défi pour les scientifiques consiste à développer une compréhension suffisante de l'interaction de ces nombreuses variables afin de produire des chiffres exacts pour les émissions nettes.

Un autre défi consiste à déterminer quelle proportion d'émissions de GES devrait être allouée à l'hydroélectricité dans les nombreux réservoirs à usages multiples. Le barrage des Trois-Gorges en Chine, sur le fleuve Yangzi Jiang (consultez la page 35), par exemple, réduit la fréquence des grandes inondations en aval d'une fois tous les 10 ans à une fois tous les 100 ans, en plus d'améliorer la navigation maritime et de contribuer à l'approvisionnement en eau. Donc, bien qu'il soit peut-être la plus grande installation hydroélectrique du

## « De nombreux facteurs ont une incidence sur la nature et le niveau d'émissions. »

Atle Harby, SINTEF Energy Research

monde, un certain nombre d'autres objectifs sociaux et économiques doivent assumer leur part des émissions de GES imputées dans toute évaluation sérieuse du cycle de vie.

### ÉVALUATION DU RISQUE

En tant que membre de l'Hydro Equipment Association (HEA), la société Voith finance et soutient les travaux du projet de recherche de l'UNESCO/Association Internationale pour l'hydroélectricité (AIH) sur le statut des GES des réservoirs d'eau douce qui a élaboré ses « Directives de mesures des GES pour les réservoirs d'eau douce » en 2011 et l'outil de dépistage des risques de GES en 2013. Le projet a évolué et en est maintenant à l'élaboration d'un outil de dépistage ayant trois buts précis : adopter une approche revue par des pairs pour définir avec plus de précision l'effet d'un système de réservoirs et permettre une meilleure communication de l'incidence potentielle sur le climat; faciliter l'estimation quantitative des émissions nettes de

GES de sorte que des mesures préventives puissent être prises le cas échéant sur les sites vulnérables à de hautes émissions; et, trouver une approche qui permettra d'allouer les émissions nettes de GES aux différents services que le réservoir fournit. Comme chaque débat sur le réchauffement de la planète, un consensus parmi la communauté scientifique sur les émissions de GES provenant des réservoirs d'eau douce se révèle illusoire et les progrès sont lents. Des questions restent sans réponse quant à la méthodologie de quantification et aux vertus concurrentes de la mesure de choix du protocole de Kyoto, soit le potentiel de réchauffement de la planète, par rapport à la mesure du potentiel de changement de la température mondiale, considéré par certains comme une mesure plus convenable des politiques climatiques basées sur des objectifs.

Jürgen Schuol affirme qu'à ce stade, « nous, chez Voith, ne sommes pas tellement intéressés par des modèles très détaillés, pas plus que par les chiffres mondiaux. Ce que nous aimerions, c'est un modèle simple, mais fiable qui nous aide à estimer le risque d'émissions élevées ou plus élevées comparables, projet par projet. Le modèle parfait n'existe pas encore, mais nous sommes pleinement conscients des nombreux problèmes qui doivent être pris en compte et nous sommes certainement sur la bonne voie. » //

Malgré sa taille, les émissions de GES provenant du réservoir d'Itaipu sont en dessous de toute autre forme de production d'énergie.





# MOMENT DE RÉFLEXION

---



## UO ZHA DU, SUD-OUEST DE LA CHINE

Voith Hydro a fourni trois des six turbines Francis de 650 MW qui ont été mises en service en 2013. Les turbines ont une hauteur de chute de fonctionnement de 187 m et une roue de 7,3 m de diamètre.

---

### #HYDROPICTUREOFTHIEWEEK

Balayez le code QR ci-dessous ou consultez [twitter.com/Voith\\_Hydro](https://twitter.com/Voith_Hydro) pour toutes les nouvelles de Voith Hydro. N'oubliez pas de consulter notre fil

de nouvelles tous les

vendredis alors que nous partageons notre photo de la semaine sur l'énergie hydroélectrique.



Pour nous chaque client a la même priorité », déclare Nuzzi Leonardo. « Dans chaque projet, nous tentons d'atteindre la plus haute qualité et d'assurer une livraison rapide. » Nuzzi est directeur de la fabrication et responsable de l'excellence des opérations (OPEX) chez Voith Hydro à São Paulo. OPEX est une initiative à l'échelle de la société Voith qui se concentre sur l'amélioration continue, particulièrement dans les procédés de fabrication. L'idée : établir des procédés aussi excellents que les produits et services de Voith, pour que le client en bénéficie encore plus. « Les procédés efficaces font gagner du temps, et le temps est un facteur essentiel pour notre entreprise et pour nos clients », explique M. Nuzzi. Plus une centrale électrique est mise en service rapidement, plus elle peut produire de l'énergie rapidement et ainsi générer un flux de trésorerie pour le client.

La première étape de l'excellence des opérations, soit l'analyse de chaque partie de chaque chaîne de production, est déjà terminée. Les mesures découlant des constatations sont actuellement mises en oeuvre. Les étapes du procédé de production qui ne sont pas encore assez efficaces ou qui sont même inutiles seront optimisées ou retirées et les procédures opérationnelles rationalisées.

L'une de ces optimisations est la « ligne de production unitaire ». Celle-ci fut mise en oeuvre pour la première fois chez Voith Hydro à São Paulo, puis dans les ateliers de York, aux États-Unis, et à St. Pölten, en Autriche. D'autres emplacements suivront bientôt. La ligne de production de pôles alternateur à São Paulo montre le potentiel de ce concept. Afin de réduire les temps d'attente dans le procédé de production en sept étapes et d'être en mesure de réagir à d'éventuels problèmes à court terme, les composants sont produits en ligne, à des postes de travail adjacents, et non pas en parallèle comme avant. Ainsi, le personnel demeure entièrement concentré sur une pièce à la fois, plutôt que de passer d'un emploi à l'autre, ce qui contribue à augmenter la qualité du produit pour chaque client.



# ÉCONOMISER DU TEMPS, ASSURER LA QUALITÉ

L'amélioration continue des procédés peut apporter des avantages considérables aux clients et à l'environnement.





- 1 La ligne de production unitaire permet d'accélérer les procédés de fabrication et d'accroître la qualité des produits.
- 2 Leonardo Nuzzi (à l'extrême droite) discute avec des collègues de l'excellence des opérations à Voith Hydro à São Paulo.
- 3 Une communication ouverte et transparente, des procédés synchronisés et des tâches clairement visibles sont des éléments clés pour la réussite de l'excellence des opérations.

Le dépannage a également été amélioré. Les machines sont surveillées par un programme logiciel connecté à tous les ordinateurs des superviseurs et à l'ordinateur de M. Nuzzi. « Si un problème survient ou si la ligne est arrêtée, nous pouvons le voir en ligne, et nous prenons d'autres mesures pour résoudre le problème immédiatement », dit-il. « Nous arrêtons la production, résolvons le problème et continuons sans causer de retard supplémentaire dans les autres étapes du procédé ».

Ces économies ont déjà réduit le délai de fabrication de pôles de près de 50 %. Et comme le pôle n'est que l'un des éléments importants d'un alternateur, il est

appris à être hautement flexibles et font la rotation d'un poste de travail à l'autre. Lorsqu'un travail est terminé, ils peuvent appuyer leurs collègues en effectuant le suivant.

Un changement de mentalité et une communication régulière et ouverte sont décisifs pour réussir l'optimisation du procédé. Plutôt que de se contenter de leurs propres tâches, toutes les personnes impliquées, des travailleurs d'usine aux gestionnaires ou directeurs de la fabrication, sont incitées à communiquer et à réfléchir au procédé dans son ensemble. Des réunions d'atelier sont tenues chaque jour avant le quart de travail. Les travailleurs se réunissent alors en petits groupes avec

« Nous sommes déjà rapides et efficaces, mais nous voulons devenir encore meilleurs. Nous nous efforçons toujours de devenir l'usine idéale. »

Dr Udo Wunsch, vice-président des projets internationaux chez Voith Hydro

possible de réaliser davantage d'économies si l'on applique le concept de ligne unitaire aux autres éléments.

« Nos ateliers font déjà bonne figure, nous sommes déjà rapides et efficaces, mais nous voulons devenir encore meilleurs. Nous nous efforçons toujours de devenir l'usine idéale », déclare le Dr Udo Wunsch, vice-président des projets internationaux à Voith Hydro, à propos de la force vive qui soutient l'initiative. L'usine idéale est fondée sur quatre principes : des procédés stables, le flux, le temps et l'accent mis sur le client.

Le temps est un élément important de la ligne de production unitaire, car chaque étape est minutée compte tenu d'un certain temps prédéfini, comme l'explique Dr Wunsch : « Nous avons divisé l'ensemble du procédé en étapes individuelles que nous avons rendues identiques en longueur pour aider à réduire la surproduction ou la sous-production. Une étape ne peut pas démarrer sans que celle qui précède soit terminée. » Les employés ont également

leur superviseur pour discuter des horaires quotidiens, des questions de qualité ou des problèmes qui ont pu se produire. L'objectif est toujours d'éviter de répéter les problèmes et d'assurer que toutes les corrections ont été correctement traitées. Pour M. Nuzzi ces réunions jouent un rôle crucial : « Nous voulons être au courant de chaque irrégularité pour la résoudre immédiatement. »

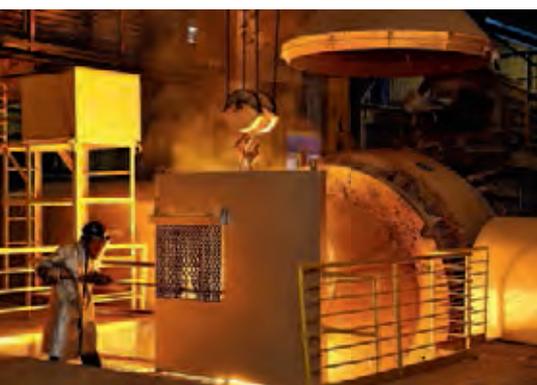
Les réunions se sont déjà révélées fructueuses. À titre d'exemple, une employée responsable d'enrubanner les composants de l'alternateur a détecté une erreur. Elle ne pouvait pas comprendre le problème, mais a averti son superviseur, qui a détecté la défaillance : le ruban était contaminé. « Ce sentiment de responsabilité pour l'ensemble du procédé a contribué à éviter un problème important », dit le Dr Wunsch, soulignant qu'une communication continue, un niveau élevé de transparence et des discussions basées sur les faits et les chiffres sont essentiels pour l'idée d'amélioration continue de l'excellence des opérations. ▸

▷ **PRÉCISION GUIDÉE PAR LES DONNÉES**

Près du site de production de pôles alternateur à São Paulo se trouve la fonderie. Il s'agit d'un emplacement naturel pour l'initiative d'excellence des opérations, car c'est l'un des ateliers importants de Voith Hydro. Le principe de la « gestion d'atelier » a aussi été introduit ici, et des contrôles statistiques détaillés des procédés mesurent plus de 80 ensembles de données de performance, allant de la température à la dimension des grains de sable. « Le sable de fonderie, par exemple, doit avoir une certaine taille et uniformité de grains pour fabriquer des produits de la bonne qualité », explique M. Nuzzi. Le suivi et la visualisation sont des éléments clés en excellence des opérations : des données plus précises donnent aux employés une plus grande perspicacité de chaque élément d'un procédé de production, ce qui leur permet de fixer des points de repère et de répondre à leurs objectifs rigoureux. Dans la fonderie, cela a conduit à des améliorations dans tout le procédé de moulage et à des pièces coulées de meilleure qualité.

Dans le même temps, la qualité du procédé est également reflétée dans la forte durabilité de la fonderie. Le sable de fonderie, par exemple, est utilisé plus d'une fois; il est recyclé et retraité pour réduire les déchets, mais en maintenant la qualité. Un système en circuit fermé pour l'approvisionnement en eau permet de réduire la consommation d'eau douce, tandis que l'amélioration de l'isolement et la coordination de la consommation d'énergie entre les différentes aires de production ont réduit la consommation d'électricité.

M. Nuzzi et son équipe sont fiers des changements qui ont été mis en oeuvre à São Paulo et des effets positifs qu'ils ont déjà eus sur les produits qu'ils fabriquent. « Ce sont nos propres produits, les produits de Voith », dit-il en souriant. Pour l'excellence des opérations, ce n'est toutefois que le début. L'initiative est actuellement adaptée et déployée dans tous les emplacements de la société Voith Hydro partout dans le monde; l'amélioration est un processus continu. //



L'excellence des opérations a déjà apporté un certain nombre d'améliorations à la fonderie de São Paulo, au Brésil.

## OPTIMISATION DES OPÉRATIONS



Un aperçu global de l'excellence des opérations par **directeur des opérations de Voith Hydro, Uwe Wehnardt**

### Quels sont les principaux objectifs de l'initiative d'excellence des opérations?

Il s'agit d'un programme d'amélioration continue qui se concentre surtout sur la fabrication. L'objectif consiste à établir des procédés de production qui sont aussi excellents que nos produits et services. Cela est basé sur un changement de mentalité de tous nos employés de la fabrication, vers une culture d'amélioration continue : en déterminant et en réalisant le potentiel d'économies et d'améliorations, en normalisant la façon dont nous fonctionnons. Chaque employé est intégré dans l'initiative et invité à fournir des idées.

### Comment les clients en profitent-ils?

L'excellence des opérations se concentre sur nos procédés de fabrication internes, mais en améliorant continuellement ces processus nous pouvons également améliorer le niveau de notre service. Un exemple : en traitant les pièces plus rapidement dans l'atelier, nous améliorons notre calendrier de livraison global, ce qui peut conduire à un démarrage plus rapide d'une centrale hydroélectrique, c'est un réel avantage pour les clients.

### Pouvez-vous donner des exemples de changements qui ont été déclenchés par le programme d'excellence des opérations?

Le taux de rendement global (TRG) est un bon exemple : l'amélioration du TRG se traduit par un nombre moins élevé d'interruptions imprévues et un usinage plus rapide des pièces. Au cours de la dernière année, nous avons réussi à améliorer de 50 % le taux de rendement global de toutes les grandes machines de nos ateliers dans le monde entier. Et la « ligne de production unitaire » [voir l'article principal], qui rationalise les procédés de fabrication, a amélioré le délai d'approvisionnement de plus de 40 %.

### Quel est l'état actuel de l'excellence des opérations et quelles sont les prochaines étapes?

L'excellence des opérations en est à sa deuxième année. Toutes les bases sont en place, notamment des experts formés en excellence des opérations, des objectifs clairs et des indicateurs clés de performance, et un plan directeur à chaque installation sur la façon de les atteindre. Le cycle d'amélioration continue dans le secteur de la fabrication est bel et bien en cours. Cette année, nous allons procéder à de nouvelles évaluations, ce qui nous permettra de réaliser une analyse comparative complète des différents emplacements afin de stimuler de nouvelles améliorations en apprenant les uns des autres. //



# INCOMPARABLE

Vingt ans après le début des travaux de construction, le **barrage des Trois-Gorges** continue de faire tomber les records les uns après les autres.

Le barrage des Trois-Gorges, l'une des plus grandes centrales hydroélectriques du monde, a récemment célébré ses 20 ans depuis le début des travaux de construction. Pendant cette période, elle a battu plusieurs records, et pour célébrer son 20e anniversaire, la corporation des Trois-Gorges a récemment annoncé une autre étape clé, car le barrage a généré 98,8 térawattheures d'électricité en 2014, le plus grand nombre jamais produit par une seule centrale hydroélectrique en un an. En raison de la taille du projet, de nombreux fournisseurs étaient impliqués. Voith, dans un consortium avec GE et Siemens, a remporté l'offre et a fourni six groupes turbines-alternateurs hydrauliques et les pièces auxiliaires, chacune dotée d'une puissance installée de 700 MW, et a également assuré le service technique sur place.

Les emplacements de Voith Hydro en Allemagne, en Chine et au Brésil ont participé au projet et aux essais modèles, à la fabrication des roues Francis et des composants de l'alternateur, ainsi que des systèmes d'excitation et auxiliaires.

Rétrospectivement, le Dr Thomas Aschenbrenner, aujourd'hui chef de développement des turbines au centre de Brunnenmühle de Voith Hydro, déclare que le barrage des Trois-Gorges était un énorme défi technologique et logistique pour l'entreprise qui a permis d'acquérir de précieuses leçons pour les projets ultérieurs. « Ce projet a fixé de nouvelles normes en matière d'efficacité et de fiabilité et a certainement fait progresser notre expertise en hydraulique pour la conception des turbines Francis », dit-il. « Et il a été le premier d'une série de mégaprojets chinois

pour nous. Nous profitons maintenant véritablement de l'expérience et des connaissances acquises lors du projet des Trois-Gorges sur les plans de l'exécution et de l'interaction avec le client. »

## MEILLEURE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS

Bien que la puissance du barrage ne puisse être mise en doute, le barrage a suscité des avis partagés au cours de ses 20 années d'existence. La création d'un réservoir 660 km de long a, par exemple, eu une incidence sur le niveau de sédiments et les populations de poissons en aval, mais beaucoup a été fait pour optimiser le système de répartition, et en ce qui concerne la surveillance, la recherche et l'application de développements écologiques. Aussi, les habitants locaux et 14 millions d'autres Chinois le long des rives du fleuve Yangzi Jiang jouissent maintenant d'une protection contre les inondations qui ont tué des milliers de personnes et fait des millions de sans-abris au fil des ans.

De plus, au cours de la saison sèche, plusieurs sécheresses ont déjà été évitées grâce au contrôle du niveau d'eau permis par le barrage. Autrefois peu profond et au cours rapide, le Yangzi Jiang est maintenant, grâce au barrage, plus profond, plus ▷



1

- 1 Le barrage a amélioré l'irrigation et contribué à protéger les terres agricoles contre les inondations.
- 2 Le Yangzi Jiang, autrefois peu profond et au cours rapide, est maintenant plus facilement navigable, en plus d'être essentiel pour le transport des personnes et des marchandises.
- 3 Le plus grand réseau d'écluses au monde permet aux bateaux de naviguer au-delà du barrage.

2



3



▷ lent et plus facilement navigable pour les milliers de navires qui l'empruntent chaque jour. Comme c'est le moyen de transport le plus rentable pour les voyages de longue distance de passagers et de marchandises dans la région intérieure, cela a été un avantage majeur pour les économies locales. « Je vois beaucoup de nouveaux bâtiments chaque fois que je reviens sur les lieux du barrage », commente M. Aschenbrenner. Le plus grand réseau d'écluses au monde facilite les voyages au-delà du barrage. Il sera d'ailleurs amélioré par l'achèvement d'un ascenseur à bateau spécial plus tard cette année, capable de transporter des navires de 3 000 tonnes au-delà du barrage, accélérant ainsi la circulation et marquant une autre réalisation remarquable dans l'histoire du projet. //

### Le saviez-vous?

2 %

Le barrage des Trois-Gorges génère environ 2 % de l'électricité en Chine.

1,8 million

de touristes visitent ce site en moyenne chaque année. Les jours fériés, on peut compter jusqu'à 200 000 visiteurs par jour.

660 km

Son réservoir est de 660 km de long, soit la même distance entre Los Angeles et San Francisco ou Berlin et Amsterdam

22 500 MW

La puissance de 22 500 MW de la centrale hydroélectrique équivaut à 10 centrales nucléaires modernes.

# RÉFLEXIONS DE LA CORPORATION DES TROIS-GORGES EN CHINE SUR LA RÉUSSITE DU PROJET

## **Vingt ans après le début de la construction, quelle importance le barrage des Trois-Gorges a-t-il eue dans l'obtention d'un approvisionnement en énergie propre en Chine?**

La centrale des Trois-Gorges est la centrale électrique la plus importante du monde pour ce qui est de la puissance installée : En 2014, la centrale a produit 98,8 milliards de kWh, un record du monde dans la production annuelle d'énergie pour une seule centrale électrique. De 2003, lorsque le premier groupe turbine-alternateur a été mis en service, jusqu'à la fin de 2013, la centrale a produit 711,97 milliards de kWh d'énergie. Cette production a permis de ne pas consommer 400 millions de tonnes de charbon brut, réduisant ainsi les émissions de CO<sub>2</sub> de 800 millions de tonnes et les émissions de dioxyde de soufre de plus de 8 millions de tonnes, une grande contribution à l'environnement de la Chine.

## **Outre la production d'hydroélectricité, quels ont été les autres principaux avantages pour la région?**

Le projet est l'épine dorsale du développement et du contrôle du bassin du fleuve Yangzi Jiang et est fondé sur les tâches fonctionnelles les plus complètes de l'ingénierie hydraulique et hydroélectrique du monde. Grâce à une répartition scientifique, il peut apporter d'énormes avantages non seulement dans la production d'électricité, mais également dans la lutte contre les inondations, la navigabilité, la distribution des ressources en eau, les économies d'énergie et la réduction des émissions, ainsi que la protection de l'environnement. Le projet a également favorisé l'interconnexion du réseau électrique national et il allège la situation problématique de l'alimentation en électricité dans le centre et l'est de la Chine, dans la province du Guangdong et dans d'autres régions.

## **La protection contre les inondations est un aspect important du barrage des Trois-Gorges qui permet de sauver des vies.. Qu'est-ce qui s'est amélioré?**

La protection contre les inondations est la tâche principale du projet. Les données historiques indiquent qu'une grave inondation a lieu tous les 10 ans en moyenne. Les grandes inondations de 1931 et 1954 ont chacune endommagé des milliers de kilomètres carrés de terres agricoles, et des dizaines de milliers de personnes y ont perdu la vie. Aujourd'hui, la situation a radicalement changé : grâce à la protection contre les inondations, celles-ci sont passées d'« une fois par décennie » à « une fois par siècle ». Le barrage peut efficacement protéger 15 millions de personnes le long du cours moyen et inférieur ainsi que prévenir l'inondation d'immenses superficies de terres agricoles.

## **Le barrage a amélioré la navigabilité sur le fleuve Yangzi Jiang. Quels ont été les avantages?**

Des dizaines de milliers de tonnes de cargaisons peuvent maintenant atteindre Chongqing directement de Shanghai : les frais de transport ont été réduits du tiers. En 2014, le tonnage total des mouvements des écluses était de près de 120 millions de tonnes, un record pour le barrage. L'emploi en a également bénéficié : jusqu'à 150 000 personnes travaillent directement dans le transport maritime à Chongqing, 80 000 d'entre eux viennent de la zone du réservoir.

## **Comment le barrage des Trois Gorges a-t-il contribué au développement de l'économie de la Chine?**

Les principaux avantages déjà mentionnés, comme la protection contre les inondations, la production d'électricité et la navigation, ont fortement contribué au développement économique. Les infrastructures dans la zone du réservoir ont été constamment améliorées, l'urbanisation a augmenté et le revenu et le niveau de vie des résidents ont été sensiblement améliorés. Entre 1996 et 2013, le revenu net par habitant des résidents urbains dans la zone du réservoir a augmenté de 12,7 % par année en moyenne, et celui des habitants des régions rurales, de 18,8 %. La structure de l'emploi a progressivement évolué pour devenir dominée par l'industrie tertiaire et la structure économique basée sur une industrie agricole compte maintenant sur des industries variées.

## **Quel rôle l'hydroélectricité joue-t-elle dans la matrice énergétique de la Chine, actuellement et à l'avenir?**

L'approvisionnement énergétique actuel de la Chine est dominé par le charbon, et le développement est limité par le manque de ressources et la pollution environnementale. Il est très important d'ajuster la structure de l'énergie et de réduire la part du charbon dans la consommation primaire. Les ressources hydroélectriques en Chine sont vastes. Si le potentiel hydroélectrique techniquement disponible estimé de 2,47 mille milliards de kWh de la Chine est pleinement développé, environ un milliard de tonnes de charbon brut peut être remplacé chaque année. La puissance installée et la production d'électricité des centrales hydroélectriques en Chine continueront de croître rapidement, et la Chine s'est déjà engagée à accroître la part de l'énergie primaire à partir de sources non fossiles à 15 % en 2020. Afin d'y parvenir, il faudra mettre l'accent sur la poursuite du développement de l'hydroélectricité. //



# AU PAYS DES DIEUX

Les habitants locaux décrivent les **nombreux avantages que la centrale hydroélectrique de Karcham Wangtoo a apportés** aux collectivités rurales du nord de l'Inde.

**S**is dans les chaînes de montagnes du Zaskar, du Grand Himalaya et du Dhauladhar, le district de Kinnaur dans l'état de l'Himachal Pradesh dans le nord de l'Inde est souvent appelé la « Terre des dieux ». Dans la mythologie, la population locale était appelée les Kinners, et était considérée comme à mi-chemin entre les hommes et les dieux. La région est parsemée de nombreux temples et monastères anciens et est restée assez éloignée, rurale et pauvre en infrastructures. Les routes, les ponts, les écoles et les soins médicaux demeurent moins développés par rapport à de nombreuses régions du pays. Nous sommes loin de l'animation économique des centres névralgiques de Delhi, de Bangalore ou de Mumbai.

Mais les choses sont en train de changer. Le projet hydroélectrique Karcham Wangtoo, mis en service en 2011, apporte non seulement un approvisionnement énergétique stable et renouvelable au nord de l'Inde, il est également en train d'améliorer l'infrastructure locale. La route principale de Shimla, la capitale de l'État de l'Himachal Pradesh, depuis l'installation a été élargie, tandis que cinq nouveaux ponts ont



2



3



4

été construits et d'autres rénovés et renforcés pour permettre le transport de matériel lourd pour le projet. Un autre segment de 25 kilomètres de route a été construit par Jaypee, l'initiateur du projet.

La société a également entrepris d'énormes travaux de reboisement, plantant des dizaines de milliers d'arbres dans la région, et les installations d'eau potable et d'irrigation ont été améliorées. Toutes ces mesures ont suscité un développement important et, surtout, durable dans la région.

### AMÉLIORATIONS ABORDABLES

Wangtoo Karcham a également apporté des améliorations sociales et éducatives au district de Kinnaur. Afin d'améliorer les conditions sociales dans le voisinage du site du projet, un hôpital de 40 lits et une école ont été construits. L'hôpital est doté de médecins très compétents et de plus de 60 employés de soutien et fournit des traitements aux malades hospitalisés, tandis que de nombreux autres patients non hospitalisés reçoivent des soins tous les jours dans les diverses cliniques associées à l'hôpital.

- 1 Des temples parsèment le paysage montagneux du district de Kinnaur.
- 2 Le barrage de 1 000 MW de Wangtoo Karcham abrite quatre groupes turbines-alternateurs Francis.
- 3 La petite-fille, âgée de cinq ans, de Jeev Chand étudie à l'école Jay Jyoti.
- 4 Un hôpital fournit des soins médicaux ainsi que des emplois précieux pour la région.

La population locale est reconnaissante de cette évolution. Sushil Negi, du village avoisinant de Ramni, a récemment reçu un traitement pour une fracture de la jambe après un accident. « L'hôpital offre des soins rapides et abordables dans un environnement très hygiénique. On m'a fourni une attention immédiate dès mon arrivée. » Le Dr Suman Dhar, médecin-chef de l'hôpital, dit : « Je suis très heureux d'y travailler, car il offre d'excellentes conditions de travail et l'opportunité de travailler pour le bénéfice de la population rurale. »

Non loin de là, à l'école Jay Jyoti, qui est administrée par le projet, une éducation de qualité est offerte aux pauvres et aux défavorisés de plus de 40 villages du district de Kinnaur. ▷

L'Institut de formation industrielle de Jaypee a été mis sur pied pour améliorer les compétences et les possibilités d'emploi dans le Kinnaur.



- ▷ L'école accueille actuellement environ 400 élèves jusqu'au degré supérieur de l'enseignement secondaire et emploie 23 enseignants à temps plein. Jeev Chand, dont la petite-fille de cinq ans étudie à l'école, dit qu'elle fournit « de très bonnes installations scolaires à un coût très abordable », et est une vraie aubaine pour les gens de son village, ainsi que plusieurs autres dans les environs. Sheela Devi, du village voisin de Sarahan, approuve de tout coeur.

### UNE FORMATION POUR L'AVENIR

Afin d'améliorer les compétences et l'employabilité de la population locale, l'Institut de formation industrielle de Jaypee a été mis sur pied dans le village de Urni. « Il s'agit du seul institut qui offre la formation et le développement des compétences dans ce domaine et j'aspire à obtenir un bon emploi lorsque j'aurai terminé la formation l'an prochain », explique Chandrashekhar, un étudiant qui vient de Kakasthal, à 20 kilomètres, et suit une formation d'électricien.

Au mois de décembre 2014, l'usine avait déjà produit plus de 15 135 millions d'unités de puissance et fourni gratuitement 1 812 millions d'unités d'énergie à l'Himachal Pradesh. Elle a généré des revenus d'environ 6 000 millions de roupies (97 millions de dollars) pour l'état, et la promesse de continuer à apporter beaucoup plus d'avantages à l'avenir. //

« C'est le seul institut qui offre la formation et le développement des compétences dans ce domaine et j'aspire à obtenir un bon emploi lorsque j'aurai terminé la formation. »

Chandrashekhar, électricien stagiaire, village de Kakasthal



### Projet hydroélectrique Karcham Wangtoo

Sis entre les villages de Kacham et de Wangtoo, le barrage et la centrale électrique sont au fil de l'eau, avec seulement un stockage diurne disponible derrière la structure de dérivation de la rivière pour exploiter la puissance de la rivière Satluj. Le projet a été élaboré par Jaypee Karcham Hydro Corporation Limited, qui fait partie du groupe Jaypee.

Les travaux électromécaniques ont été attribués à un consortium dirigé par la société Voith. L'étendue des travaux de Voith comprenait quatre alternateurs synchrones de 277,8 MVA, les barres blindées, les systèmes SCADA et les circuits de refroidissement par eau et certains autres appareillages électriques de l'usine. Les travaux électromécaniques ont été livrés en un temps record de 42 mois. La première unité du projet est entrée en activité en mai 2011, suivie de près par les unités subséquentes, dont la quatrième qui a été mise en service en septembre 2011, avec 65 jours d'avance. Cette réussite est le résultat d'une solide gestion de projet et de l'excellente collaboration entre les entreprises impliquées et l'étroite interaction avec la firme chargée de la construction des infrastructures.

Des travaux d'excavation souterrains d'un total de 4 805 288 m<sup>3</sup> devaient être exécutés, y compris la construction de 45 km de tunnels et la coulée de plus de 800 000 mètres cubes de béton. Au plus fort des travaux, près de 15 000 ouvriers travaillaient sur place, bravant à certains moments des conditions météorologiques redoutables dans ce cadre montagneux.

# L'UNIVERS DE VOITH

Les plus récentes nouvelles **de toutes les divisions** du groupe Voith.

## RÉTABLISSEMENT RAPIDE

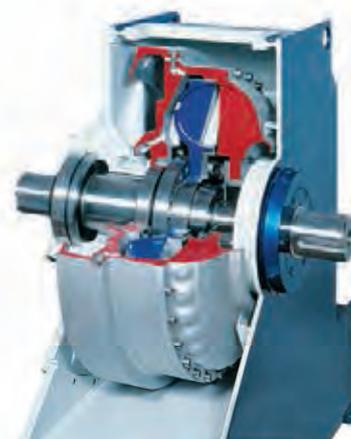
**VOITH INDUSTRIAL SERVICES** continue de renforcer ses compétences sur le marché de la restauration. Grâce à sa division Energy-Petro-Chemicals, Voith est active à l'échelle internationale dans les restaurations, c'est-à-dire les arrêts d'exploitation de raffineries et d'usines de produits chimiques le temps d'effectuer des réparations dans le plus court délai possible. À la fin de 2014, Voith a obtenu des projets dans une raffinerie en Finlande ainsi qu'à la raffinerie St1 à Göteborg, en Suède. Pendant ce temps, en Angola, Voith a récemment terminé son tout premier projet de rétablissement extracôtier. Le pétrolier FPSO Greater Plutonio, appartenant à l'entreprise énergétique britannique BP, a reçu l'ordre d'entrer au port pour des travaux d'entretien et de réparations. Les spécialistes de Voith ont terminé leur premier projet en Afrique quatre jours avant l'échéancier prévue. //



## EN CONTRÔLE

**VOITH PAPER** a fourni un nouveau système de climatisation pour l'atelier du fromager allemand Bayernland. Les normes d'hygiène et les exigences de pureté de l'air du secteur de la transformation du lait sont très exigeantes, ce qui explique pourquoi les normes liées à la technologie de ventilation et de réfrigération sont également élevées. Le nouveau système de Voith garantit un climat intérieur hygiénique et contrôlé. Le directeur de la centrale, Erich Schaller, est heureux de son rendement jusqu'à présent : « Le concept du système et la qualité offerte

ont démontré leur efficacité dans la pratique et apportent une importante contribution à l'assurance qualité de nos produits. » //



## FOURNISSEUR EXPÉRIMENTÉ

**VOITH TURBO** a récemment fabriqué son 1000e coupleur hydraulique de type TPKL, l'un des quatre qui seront envoyés au DaTong Coal Mining Group en Chine. Les coupleurs seront utilisés dans la partie motrice d'un transporteur à courroie de 6,4 MW avec des exigences strictes. D'une longueur de plus de trois kilomètres, le transporteur à courroie souterrain est entraîné par quatre moteurs de 1600 kW, et offre une capacité prévue de 4000 tonnes à l'heure. Le charbon sera monté à un angle de 14 degrés. Le DaTong Group est l'une des plus grandes entreprises minières de Chine et exploite un grand nombre de mines de charbon partout au pays. Bon nombre d'entre elles utilisent déjà les coupleurs hydrauliques de Voith dans diverses utilisations souterraines, comme les transporteurs à courroie, les convoyeurs répartiteurs et les concasseurs. //

# ÉTAPES IMPORTANTES DU DÉVELOPPEMENT

Voith a joué **un rôle de premier plan** dans les premières phases du développement de la technologie hydroélectrique.

## 18<sup>e</sup> siècle

L'histoire de l'hydroélectricité moderne commence vers le milieu du 18<sup>e</sup> siècle. La puissance de l'eau était utilisée depuis des milliers d'années, avant que Johann Andreas Segner, un médecin et physicien, invente une roue à aubes verticale fondée sur une des lois du mouvement de Newton. Ce fut un des ancêtres de la turbine hydraulique moderne.

## 1832 – 1835

Le développement des turbines hydrauliques a fait d'importants progrès au cours du 19<sup>e</sup> siècle, pour se terminer par l'invention d'une turbine par le Français Benoît Fourneyron. Cette invention fut brevetée en 1832 et installée dans la première centrale hydroélectrique exploitée commercialement dans la Forêt-Noire en Allemagne en 1835. Elle était cinq fois plus efficace que les turbines classiques, mais les ingénieurs et les scientifiques en voulaient plus.

## 1849

La grande percée : James Bicheno Francis essayait plusieurs types de turbines depuis des années et en 1849 il a présenté un modèle auquel il croyait. La première turbine proposait des innovations comme une bêche spirale et des aubes ajustables et elle fut le point de départ d'un type de turbine qui est encore installé dans de nombreuses centrales hydroélectriques partout dans le monde.

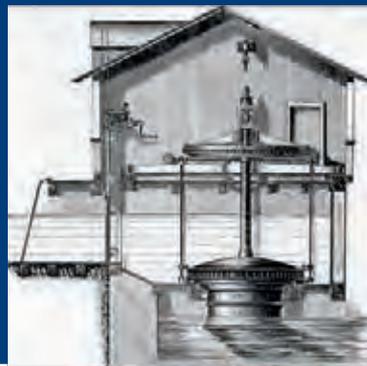
## 1866

Werner von Siemens invente l'alternateur, qui permet de transformer la puissance mécanique de la turbine en énergie électrique.

## 1870–1879

En 1870, Voith entre dans le monde de l'énergie hydroélectrique : la demande en énergie était élevée et le volet existant des machines à papier de l'entreprise comportait déjà des similarités avec l'hydroélectricité. Voith a présenté sa première turbine hydraulique en 1870, et seulement trois ans plus tard, l'entreprise s'est emparée de l'invention de James Francis et a livré la première turbine Francis de Voith. Le développement a prospéré rapidement : en 1879, Voith a fabriqué son premier régulateur de vitesse.

### 1870



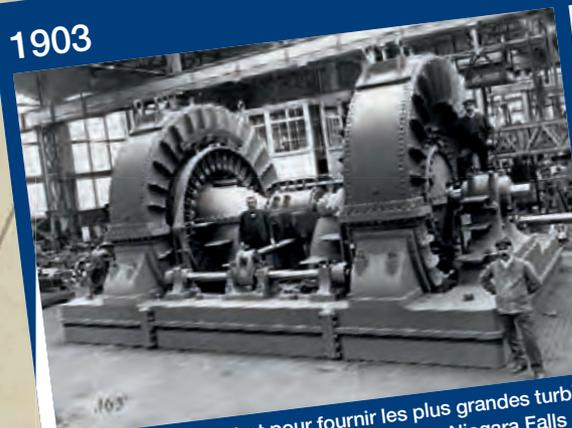
La première turbine hydraulique de Voith : turbine Henschel-Jonval de 100 chevaux-vapeur

### 1873



Photo et diagramme de la première turbine Francis de Voith

### 1903



Voith obtient le contrat pour fournir les plus grandes turbines au monde à la centrale hydroélectrique de Niagara Falls

### 1908



### 1880

Doté d'un esprit novateur, Lester A. Pelton a inventé la turbine Pelton après de nombreux essais et avec un peu de chance. Cette turbine demeure encore un des types de turbine les plus fréquemment utilisés, notamment avec de grandes hauteurs de chute.

### 1901-1910

L'industrie étant en pleine expansion, la demande en énergie était en hausse et, en 1901, Voith a vendu sa millième turbine Francis. C'était aussi une entreprise mondiale et, en 1903, Voith a obtenu le contrat d'installation des plus grandes turbines au monde dans une des premières grandes centrales hydroélectriques : Niagara Falls. La Chine était également un marché d'export et, en 1910, Voith fournissait les turbines pour la première centrale au pays, Shi Long Ba.

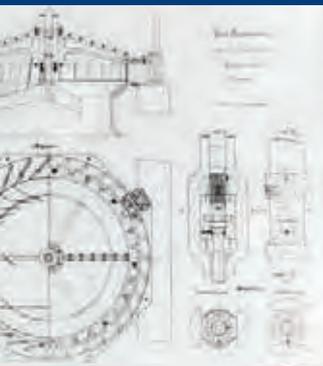
### 1908

L'hydroélectricité s'étant établie comme mode de production d'énergie électrique, Voith était à l'avant-garde de l'utilisation de cette technologie pour économiser l'énergie. En 1908, la première centrale à réserve pompée en Allemagne fut érigée à son laboratoire d'essai à Brunnenmühle à Heidenheim.

### 1912-1922

Un autre type de turbine couramment utilisé aujourd'hui fut inventé et déposé pour être breveté en 1912. L'Autrichien Viktor Kaplan a fait des expériences avec les turbines Francis et a mis au point ses propres turbines, qui convenaient particulièrement aux applications de basse chute. Voith a compris l'importance de son invention, et ensemble, Voith et M. Kaplan en ont amélioré la conception et l'efficacité. La première turbine Kaplan a finalement été livrée en 1922. //

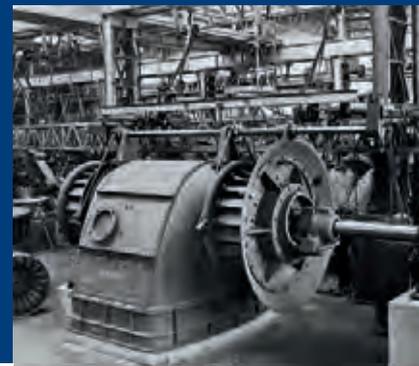
1879



1880



1901



Le premier régulateur de vitesse de Voith

Présentation de la turbine Pelton

Turbine Francis de Voith

1910



La première centrale à réserve pompée de l'Allemagne à Heidenheim/Brenz



Livraison de turbine pour la première centrale hydroélectrique en Chine, Shi Long Ba

1922



Livraison de la première turbine Kaplan

# LA GUERRIÈRE DE L'EAU

L'activiste sociale Mary Jordan utilise l'art pour attirer l'attention sur la crise mondiale de l'eau.



---

**Mary Jordan** est une artiste, cinéaste et activiste passionnée des droits de la personne. Elle est la fondatrice de Word Above the Street et directrice artistique du projet The Water Tank Project.

---

---

Pour en savoir plus sur le projet The Water Tank Project, et obtenir une carte des emplacements des oeuvres d'art, consultez : [thewatertankproject.org](http://thewatertankproject.org)

---

J'ai toujours été une rebelle », dit la cinéaste, multiartiste et activiste sociale pleine d'entrain Mary Jordan, dont les projets visant à réveiller la conscience publique l'ont sorti des sentiers battus. La Canadienne, qui a étudié l'art et l'anthropologie sociale, a réalisé son premier film à l'âge de 18 ans sur la mutilation génitale des femmes en Afrique du Nord. Elle a produit des documentaires sur les droits de la personne au Myanmar, en Afrique, en Indonésie et en Inde. En 2005, elle fut nommée un des 25 nouveaux visages du cinéma indépendant par le magazine Filmmaker.

La plus récente entreprise artistique de Mme Jordan, le projet The Water Tank Project (projet Réservoir d'eau), réalisé dans la ville où elle habite présentement, New York, attire l'attention sur la crise mondiale de l'eau. Elle a recruté plus de 50 artistes contemporains pour créer des oeuvres d'art sur le thème de l'eau afin d'en recouvrir les réservoirs d'eau de la ville. Il s'agit du plus grand projet artistique public visant à recouvrir des biens réels de New York depuis que Christo et Jeanne-Claude ont créé leur projet de portiques orange dans Central Park en 2005.

« New York est une société très visuelle, donc l'art représente un moyen de communication puissant pour faire passer des messages sociaux », explique Mme Jordan. Ce projet comprend des oeuvres de l'artiste conceptuel John Baldessari, des artistes néo-pop Jeff Koons et Ed Ruscha et des artistes du pochoir iraniens Icy et Sot.



La création de l'artiste américaine Marilyn Minter avec en arrière-plan la silhouette de Manhattan.



Gros plan de la toile de la photographe britannique Tessa Traeger.

« J'ai soudain réalisé que le réservoir d'eau de New York était une icône, un petit temple érigé dans le ciel qui transportait de l'eau pour nos yeux. »

Mary Jordan, activiste sociale

### EXPRESSION DE LA GRATITUDE

Le projet est né à la suite d'une maladie d'origine hydrique que Mme Jordan a contractée lors du tournage d'un documentaire sur le peuple hamar en Éthiopie en 2007. Elle fut transportée en brouette jusqu'à un village tout près pour recevoir un traitement médical. Ensuite, elle ne se souvient plus durant combien de temps elle est restée étendue dans une hutte de boue, sous les soins des femmes hamars. Lorsqu'elle a voulu les remercier en leur offrant de l'argent et des cadeaux, elles ont refusé en lui disant qu'elle devrait plutôt parler de leur problème d'eau au monde entier.

L'Éthiopie souffre de sécheresse et d'un accès restreint à de l'eau propre, mais Mme Jordan a rapidement pris conscience du lien entre l'eau et d'autres crises mondiales : surpêche, fonte des glaciers et élévation du niveau des océans. Elle a tout d'abord songé à faire un film. Mais un jour, son regard a été attiré par un des 15 000 réservoirs d'eau en bois en forme de tonneau perchés sur les édifices de New York. « J'ai soudain réalisé qu'il s'agissait

d'une icône, un petit temple érigé dans le ciel qui transportait de l'eau pour nos yeux. Ils seraient magnifiques s'ils étaient recouverts d'une oeuvre d'art », songea-t-elle.

En 2010, après 18 mois de travaux de préparation, Mme Jordan a fondé l'organisme sans but lucratif Word Above the Street dans le but de lancer le projet The Water Tank Project. Elle s'est ensuite branchée sur son excellent réseau. « Les artistes ont adoré l'idée », dit-elle. « Qui ne veut pas voir une de ses oeuvres sur un réservoir d'eau? » Son projet a obtenu des fonds de la Booth Ferris Foundation, de la Ford Foundation, du Rockefeller New York City Cultural Innovation Fund et de l'Agnes Gund AG Foundation, ainsi que de commanditaires comme Swatch, Deutsche Bank et Hearst. Une grande partie du travail consistait à recenser les meilleurs réservoirs d'eau.

L'autre défi consistait à faire voir au public ces oeuvres d'art situées en hauteur. Mme Jordan a conçu une application avec une carte des oeuvres d'art. Une agence de publicité a conçu des panneaux d'affichage et dessiné des réservoirs d'eau à la craie sur les trottoirs pour déterminer les emplacements.

Le projet a commencé en août 2014 et des réservoirs d'eau restent encore à être recouverts de leur oeuvre d'art. « S'il n'en tenait qu'à nous, cela continuerait jusqu'à ce que la crise de l'eau soit résolue », mentionne Mme Jordan. Elle envisage aussi d'exporter le projet dans d'autres parties du monde, comme en Indonésie et au Moyen-Orient.

Il y a eu des bas dans sa campagne. « Personne ne devrait avoir à supplier pour améliorer les choses dans le monde », dit-elle. « Toutes les 22 secondes, un enfant meurt d'une maladie d'origine hydrique. Je ne peux donc pas laisser des choses aussi insignifiantes me déconcentrer. »

En attendant, Mme Jordan et son partenaire, Jon Rose, qui dirige Waves for Water, recueillent des fonds pour aider à relier le peuple hamar à une conduite d'eau. « Nous sommes des guerriers secrets qui font tout leur possible pour protéger la plus grande force vitale qui soit : l'eau. » //



# CINQ QUESTIONS POUR...

**Bob Gallo,**  
nouveau président et directeur général de  
Voith Hydro, à York, États-Unis

**1 Qu'est-ce qui vous fascine dans l'hydroélectricité?**  
Il y a tellement d'aspects fascinants. Bon nombre d'installations hydroélectriques sont des prouesses d'ingénierie qui utilisent une ressource naturelle abondante. L'exploitation d'une centrale laisse une empreinte carbone très faible. De plus, l'énergie hydroélectrique est très souple; elle offre cette capacité unique de démarrer et d'arrêter rapidement la production d'électricité, ce qui compense la nature intermittente de l'énergie solaire et éolienne.

**2 Quels sont vos premiers souvenirs de l'énergie hydroélectrique?**  
Je me souviens d'un voyage en famille alors que j'avais environ 10 ans, nous allions voir les chutes Niagara, du côté canadien et du côté américain. C'était la première fois que je visitais un autre pays et la première fois que je découvrais l'énergie hydroélectrique. Les chutes Niagara constituent un spectacle magnifique et fascinant. Ce qui est étonnant du point de vue d'aujourd'hui, c'est que le premier fournisseur de turbines au début du 20<sup>e</sup> siècle était : Voith.

**3 Quels sont vos principaux objectifs comme nouveau président et directeur général de Voith Hydro à York, États-Unis?**  
J'ai le privilège de me joindre à une entreprise qui emploie des gens merveilleux et qui est en très bonne santé, malgré la situation délicate actuelle du marché. Mon objectif est d'améliorer davantage nos services après-vente et notre entreprise de modernisation afin d'offrir les meilleures solutions à nos clients, pour toutes les composantes et toutes les marques, partout au pays. De plus, en développant notre gamme de produits et nos processus, nous voulons offrir à nos clients des produits et des services encore plus avantageux.

**4 Y a-t-il quelque chose de particulier rattaché à un emploi chez Voith?**  
Je suis entré à l'emploi de Voith Paper en 1999 à la suite d'une acquisition et j'ai découvert un endroit vraiment spécial où travailler. Si vous performez à un haut niveau, vous trouverez rapidement de nouvelles possibilités stimulantes dans différents domaines fonctionnels, secteurs d'activité ou pays. Je suis très enthousiaste à la perspective de mes nouvelles possibilités de carrière au sein de la division de l'énergie hydroélectrique.

**5 Pouvez-vous nous donner un aperçu des défis actuels dans le secteur de l'hydroélectricité aux États-Unis et des développements qui y sont réalisés?**  
Nos clients sont souvent aux prises avec de longs et difficiles processus d'obtention de permis pour des investissements et des installations hydroélectriques. De plus, le gouvernement des États-Unis a octroyé d'importantes subventions aux industries de l'énergie éolienne et solaire et priorise ces types de production d'électricité. D'autre part, comme elle a cette capacité unique de pouvoir stabiliser avec souplesse le réseau, l'énergie hydroélectrique assume une grande partie de l'équilibre de la charge du réseau. //

---

**Bob Gallo** a été nommé au poste de président et directeur général de Voith Hydro à York au début de 2015. Il a commencé sa carrière au sein du groupe Voith il y a plus de 15 ans et a occupé différents postes supérieurs dans la division Voith Paper. M. Gallo détient un baccalauréat en génie chimique et possède de l'expérience dans de nombreux domaines fonctionnels, notamment la fabrication, l'ingénierie, la recherche et le développement, les services aux sites et les ventes.

---

# POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE

## Europe (y compris la CEI)



## Asie-Pacifique



## Total mondial



## Amérique du Nord



## Amérique du Sud



## Afrique



- Potentiel hydroélectrique total techniquement réalisable \*
- Puissance hydroélectrique installée de ce potentiel \*
- Puissance installée des centrales à réserve pompée

\* Sans les centrales à réserve pompée

**Publié par :**

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

Alexanderstr. 11

89522 Heidenheim, Allemagne

Tél. : +49 7321 37 0

Télécopieur : +49 7321 37-7828

[www.voith.com](http://www.voith.com)



Une société de Voith and Siemens

**VOITH**  
Engineered Reliability