

VOITH

LE MAGAZINE DES TECHNOLOGIES HYDROÉLECTRIQUES

HyPower

N° 22 | Printemps 2013

ASSURER L'AVENIR
PAR LA MODERNISATION

ALLER DE L'AVANT

DES SOLUTIONS INNOVANTES
UN REGARD ATTENTIF SUR LES PETITES
CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

COMBINAISONS D'ÉNERGIES VERTES
POURQUOI L'HYDROÉLECTRICITÉ EST
À L'AVANT-GARDE



UN MARIAGE ENTRE L'EXPÉRIENCE ET L'INNOVATION



Rien ne remplace l'expérience. En tant que seul constructeur actif dans le secteur hydroélectrique depuis plus de 140 ans, Voith Hydro possède une vaste expérience en la matière. Même si l'hydroélectricité est une technologie mature et bien établie, cela ne signifie pas pour autant qu'il n'y a pas place à l'innovation. C'est au développement et à l'apprentissage continu que nous consacrons notre énergie, tant du point de vue de nos produits que de notre main-d'œuvre.

Notre expérience de longue date, combinée à notre approche insatiable et prospective, nous conduit à la recherche constante d'innovations techniques qui rehausseront l'efficacité de nos produits et minimiseront l'impact de l'hydroélectricité sur les milieux naturels environnants. Ceci permettra de mettre encore plus l'hydroélectricité à l'avant-plan en tant que principale source d'énergie verte fiable.

Au cours des dernières années, nous avons observé une tendance croissante à la modernisation des centrales hydroélectriques plus anciennes. Aujourd'hui, plusieurs de nos partenaires qui ont fait confiance à l'expertise de Voith il y a plusieurs décennies pour la construction de leurs installations décident de se tourner vers l'avenir et de faire à nouveau appel à nos connaissances techniques.

L'avenir de l'hydroélectricité s'annonce prometteur. En effet, selon les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie, la quantité d'électricité produite par voie hydroélectrique devrait doubler d'ici 2050. Ayant été témoins des succès du développement de l'hydroélectricité au fil des années, nous sommes confiants que ce secteur continuera de contribuer à l'essor de la production électrique écologique au cours des années à venir.

Nous souhaitons que ce numéro vous permette d'acquérir de précieuses connaissances sur nos compétences techniques et nos projets en cours à travers le monde, et d'apprendre comment transmettre ces connaissances et cette expertise aux générations à venir.

Bonne lecture!

Cordialement,

Ute Böhringer-Mai
Chef des communications mondiale Voith Hydro

MARQUE D'ÉDITEUR

Éditeur :

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

Responsable de l'édition :

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

En partenariat avec :

Burda Creative Group GmbH
www.burda-creative-group.de

Papier :

HyPower est imprimé sur du papier Respecta Silk.
Ce papier, fait à 60 % de fibres recyclées,
a été produit sur une machine à papier Voith.

Photos :

p. 5 : gettyimages/Yuji Sakai; p. 8-10 : Micha Wolfson (3);
p. 11 : gettyimages/Yuji Sakai; p. 27 : laif/
Tobias Hauser; p. 28-29 : unit/500gls; p. 30-31 : EDP
Energias de Portugal; p. 32 : Erich Meyer;
p. 40-41 : Lifesaver (3); p. 43 : gettyimages/Yuji Sakai.
Toutes les autres photos sont de Voith Hydro.

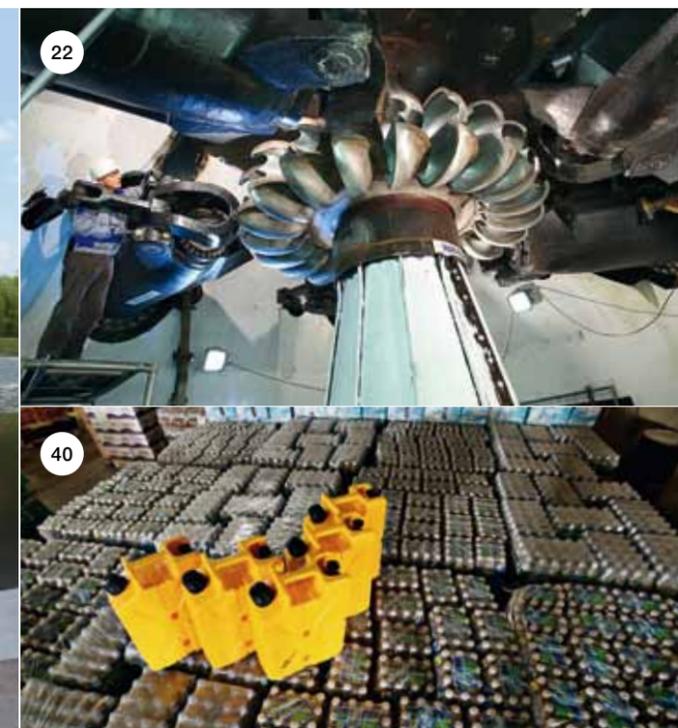
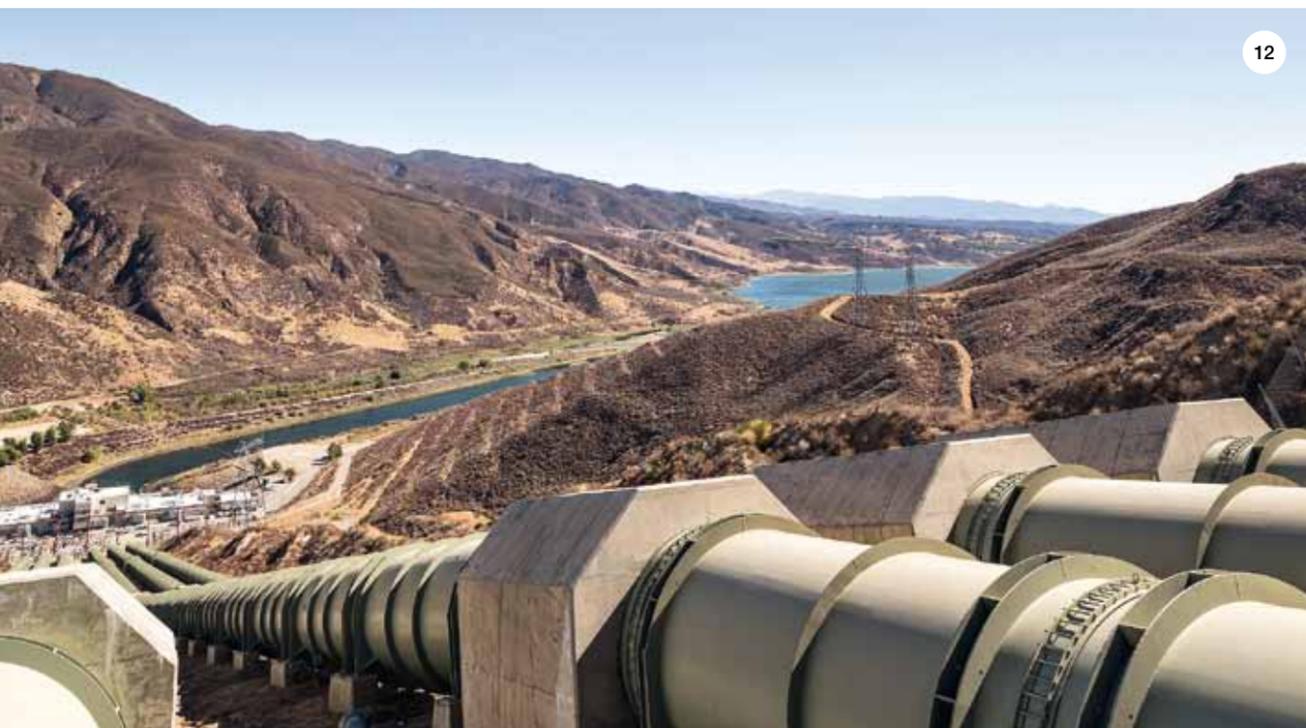
Toutes les données relatives à la capacité hydroélectrique installée tiennent compte des centrales à réserve pompée.
Les données relatives au potentiel hydroélectrique se reportent au potentiel réalisable.

Copyright :

Aucune partie de ce document ne peut être copiée, reproduite ou 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 de l'éditeur.



COMMENTAIRES :
Pour tout commentaire ou question sur ce numéro de HyPower, veuillez communiquer avec nous, à l'adresse : hypower@voith.com



Discover more about Voith in its other insightful publications.

ORDRE DU JOUR

- 8 **PASSER LE FLAMBEAU**
Le nouveau directeur des technologies Norbert Riedel et son prédécesseur, le Dr. Siegbert Etter, discutent d'innovation chez Voith Hydro
- 11 **LE SAVOIR, C'EST LE POUVOIR**
L'expert en connaissances Steve Trautman discute de la rétention de l'expertise

FOURNISSEUR COMPLET

- 12 **REMETTRE LES PENDULES À L'HEURE**
Une introduction aux travaux de modernisation innovante chez Voith
- 18 **PROLONGER LA LONGÉVITÉ**
La modernisation au sein du marché canadien très développé

19 DÉFI D'AVENIR

Exploiter le plein potentiel de la modernisation en Chine et en Amérique du Sud

22 TRÉSOR CACHÉ

Rehausser l'efficacité de la centrale italienne Roncovalgrande

24 À LA VERTICALE

Accroître la puissance de production électrique au Japon

EXPERTISE MONDIALE

- 25 **UNE CULTURE AXÉE SUR L'HYDROÉLECTRICITÉ**
Établir un lien entre l'hydroélectricité d'hier et d'aujourd'hui
- 26 **UN JALON MULTINATIONAL**
Construire une petite usine hydroélectrique avec des ramifications à l'échelon mondial

GAMME D'ÉNERGIES VERTES

- 28 **L'HYDROÉLECTRICITÉ À L'AVANT-GARDE**
Une entrevue exclusive avec le Dr Paolo Frankl, chef de la Division des énergies renouvelables au sein de l'AIE
- 30 **À UN NIVEAU SUPÉRIEUR**
Comment les principaux développements dans l'accumulation par pompage rehaussent la flexibilité et l'efficacité de nos réseaux électriques
- 34 **MAXIMISATION DU POTENTIEL**
Un regard attentif sur la turbine innovatrice StreamDiver



PARTENARIATS FRUCTUEUX

- 37 **NOUVELLE GÉNÉRATION**
L'unité opérationnelle suédoise de Voith Hydro fournit une expertise de pointe en matière d'alternateurs
- 38 **PASSAGE EN TOUTE SÉCURITÉ**
Un projet de recherche pour le rehaussement de la sécurité des poissons

RÉPERTOIRE DES PROJETS

- 43 **AUTOUR DU MONDE**
Un outil de référence facile à consulter contenant tous les projets de Voith Hydro dont il est question dans ce numéro de HyPower

RÉGULIERS

- 2 MARQUE D'ÉDITEUR
- 3 ÉDITORIAL
- 6 QUOI DE NEUF
- 39 L'UNIVERS DE VOITH
- 40 PERSPECTIVE D'UN INVITÉ
- 42 PAUSE-CAFÉ



On pouvait voir, au pavillon Voith de la foire Indo-German Urban Mela, la vaste gamme de services de la société sur le sous-continent.

UN HOMMAGE AUX RELATIONS INDO-ALLEMANDES

INDE Dans le cadre des célébrations du 60e anniversaire des relations diplomatiques entre l'Allemagne et l'Inde, Voith a pris part, en tant que partenaire municipal, à l'Indo-German Urban Mela, de New Delhi, en octobre 2012. C'était la quatrième de cinq visites de la mela (foire, en langage sanskrit) dans le sous-continent, et on y présentait le meilleur de ce que l'Allemagne avait à offrir dans tous les domaines imaginables. L'exposition a accueilli plus de 140 000 visiteurs. À son pavillon, Voith fournissait de l'information sur son portefeuille d'activités en sol indien, en mettant l'accent sur les défis de l'urbanisation rapide du sous-continent. L'Inde est un marché clé pour Voith, qui y mène ses activités avec succès depuis 1911. Les services dispensés par Voith sont divers, et comprennent, entre autres, des solutions efficaces en matière d'infrastructure (y compris des composants du métro de Delhi), des sources d'énergie propre, un approvisionnement sécuritaire en eau et des usines optimisant l'utilisation des ressources naturelles.

Au pavillon de Voith de la foire de Delhi, les visiteurs ont pu visionner le film Megacities of the World – Their Challenges

(Mégapoles du monde : les défis auxquels elles font face) sur un grand écran spécial. Le film a été produit grâce au soutien d'étudiants du Indian Institute of Technology, avec qui Voith partage une collaboration permanente. La présentation sur iPad d'un projet hydroélectrique, suivie d'un jeu-questionnaire sur l'hydroélectricité et l'environnement, ont été l'un des moments phares pour les visiteurs. Le jeu-questionnaire a été la pierre angulaire d'une compétition scolaire à laquelle 19 écoles de Delhi et des environs ont pris part. Chaque équipe (une par école) était constituée de quatre membres de 14 à 17 ans, et les trois meilleures écoles se sont méritées des trophées et des certificats.

Voith a également accueilli, à son pavillon, une délégation spéciale formée de Philipp Rösler, le ministre fédéral allemand chargé de l'économie et des technologies, du Dr Hubert Lienhard, président et chef des opérations de Voith GmbH, du Dr Roland Münch, président du conseil d'administration de Voith Hydro, de Peter Löscher, chef des opérations de Siemens, et de nombreux autres représentants de marque des secteurs des affaires et de la politique. //

VOITH PRÉSENT À LA CONFÉRENCE HYDRO 2012 DE BILBAO

ESPAGNE Voith Hydro s'est joint aux quelques 1300 autres participants provenant de 80 pays pour participer à la conférence HYDRO 2012 de Bilbao. Cette foire commerciale annuelle sur l'hydroélectricité présente une panoplie d'expositions et de tables rondes sur les nombreux plans concrets de développement global de l'hydroélectricité et de centrales à réserve pompée. Des experts de différentes unités opérationnelles européennes de Voith Hydro ont pris part à la foire. En contribuant à la conférence avec plusieurs articles et en fournissant des études de cas de projets, Voith a encore une fois démontré son haut niveau d'expertise technologique. Lors du rassemblement, Voith a tenu un souper-conférence au Museo Maritimo, sur les rives de la rivière Nervio dans la cité basque. L'événement a aussi permis à Voith de présenter son tout nouveau kiosque d'exposition. //



ÉLARGIR NOTRE SERVICE APRÈS-VENTE

AMÉRIQUE DU NORD Voith a davantage enrichi son portefeuille de services offerts pour les centrales hydroélectriques et a élargi ses activités commerciales après-vente en établissant une nouvelle unité opérationnelle au Canada. Grâce à l'acquisition de la société québécoise Vortex Hydro, Voith bénéficiera de l'expertise de l'entreprise en matière de systèmes mécaniques auxiliaires, de produits hydroélectriques spécialisés et de services d'experts conseils. « Offrir une gamme complète de services à long terme revêt de plus en plus d'importance, puisque c'est ce que nos clients nous demandent », nous révèle Kirsten Lange, membre du Comité directeur et directrice du développement commercial chez Voith Hydro Holding. Également chargée des affaires après-vente, Lange s'est jointe au comité de direction en 2012. Parmi les services après-vente, notons, entre autres, l'entretien préventif, les réparations, la fourniture de pièces de rechange et l'inspection. //



EXPLORER LE POTENTIEL DU MYANMAR

MYANMAR C'est en janvier dernier qu'a eu lieu le tout premier sommet officiel du Myanmar sur l'énergie dans la ville de Yangon. Voith y a tenu le rôle de co-commanditaire, en plus d'être la seule société hydroélectrique à y tenir un kiosque. Plus de 50 délégués du ministère de l'énergie électrique du Myanmar ont pris part à l'événement pour discuter développement et occasions d'affaires dans le secteur de l'énergie au Myanmar. Seules quelques régions du pays ont accès à l'électricité, et ces régions doivent composer avec de fréquentes pannes de courant. Or, la région jouit d'un potentiel hydroélectrique considérable. Voith Hydro y a déjà réalisé deux projets : à la centrale de Yeywa, la plus importante du Myanmar, Voith Hydro a fourni des turbines, des alternateurs et des systèmes d'automatisation. La société a également livré deux unités au barrage de Kinda, en 1986. //

SUCCÈS DES MISSIONS EN AMÉRIQUE DU SUD

BRÉSIL Voith poursuit sa série de succès dans le secteur hydroélectrique de l'important marché sud-américain. En début d'année, la société s'est vu octroyer plusieurs contrats d'envergure pour la modernisation de centrales hydroélectriques au Brésil. L'intégralité des contrats représente environ 185 millions d'Euros, et prévoit la modernisation de deux centrales pour le compte de Tractebel Energia S.A. et d'une centrale pour le compte de Duke Energy. À la centrale de Salto Santiago de 1420 MW, les quatre turbines, les alternateurs, l'équipement électro-mécanique et les systèmes d'automatisation devront être complètement remis à neuf. À la centrale Passo Fundo de 226 MW, Voith procédera à la modernisation des deux groupes turbines-alternateurs, des systèmes d'automatisation et des régulateurs de turbines. À Chavantes, le travail consistera au renouvellement de trois groupes turbines-alternateurs (y compris leurs turbines et leurs alternateurs), et des systèmes électromécaniques de la centrale de 414 MW. //



Dr Norbert Riedel : Après avoir été embauché par Voith, en 1998, l'ingénieur a occupé de nombreux postes supérieurs, le plus récent étant celui d'administrateur délégué du Centre d'ingénierie de Voith Hydro.

PASSER LE FLAMBEAU

Après plus de 30 ans au service de Voith Hydro, le directeur des technologies, le Dr Siegbert Etter, prend sa retraite. Il est remplacé par le Dr Norbert Riedel. Nous les avons rencontrés tous les deux pour discuter d'innovation technique chez Voith et de l'importance du transfert efficace des connaissances.

Quels ont été les progrès technologiques les plus marquants dans l'industrie hydroélectrique pendant que vous étiez à l'emploi de Voith Hydro?

Dr Etter : En ce qui concerne les principes de base de l'hydroélectricité, peu de choses ont changé ces 30 dernières années. L'hydroélectricité est une technologie très mature avec laquelle Voith travaille depuis plus de 140 ans. Toutefois, de nombreux changements à petite échelle ont entraîné des changements dans l'ensemble de l'industrie. À travers ces progrès, l'énergie déployée, la puissance volumique, la taille et l'efficacité ont connu des améliorations. Prenons, par exemple, le développement des matériaux. L'acier est aujourd'hui plus résistant, plus flexible et plus robuste, et résiste mieux à la corrosion qu'auparavant. Sa qualité globale a aussi connu une énorme amélioration. Nous avons reproduit et pris très activement part à d'importantes améliorations de qualité dans nos laboratoires et à notre fonderie.

Dr Riedel : Beaucoup de choses ont changé dans les domaines de l'automatisation et de la numérisation des technologies de commande, ainsi que dans les technologies d'instruments et de capteurs. Ceci a donné lieu à de nouvelles possibilités en matière de contrôle externe et à une diminution des temps de réaction, ce qui a permis d'accroître la disponibilité d'une centrale et, par ricochet, sa rentabilité. Des progrès notables ont également été réalisés relativement à l'équipement électrique, par exemple dans le secteur des matériaux d'isolation. Pensons également à l'alternateur refroidi à l'air, qui a permis de rehausser les taux d'efficacité.

Dr Etter : L'environnement est également un aspect mis davantage à l'avant-plan. Pensons aux moyeux sans huile, à l'aération de l'eau turbinée par roue à aubes creuses, ou aux technologies qui réduisent les risques de dommages à la faune aquatique.

L'industrie a-t-elle changé plus rapidement ou plus profondément que ce à quoi vous vous attendiez?

Dr Etter : Avec le recul, je dirais que oui. De nombreux changements sont le résultat de la consolidation de l'industrie hydroélec-

trique amorcée vers la fin des années 80. Je suis étonné de voir à quel point l'évolution de Voith vers le statut de fournisseur de gamme complète et de fabricant du portefeuille complet de produits destinés au secteur hydroélectrique s'est faite rapidement et en profondeur. Pour Voith, c'était le résultat d'une coentreprise avec Siemens en 2000. De nombreuses raisons sociales importantes et établies ont disparu lors de cette fusion. Toutefois, Voith a conservé l'excellence de son nom, et est le seul constructeur dont les activités remontent à aussi loin que 140 ans.

Est-ce qu'il y a des innovations techniques qui vous ont réellement étonné, ou des innovations que vous prévoyiez, mais qui ne se sont jamais concrétisées?

Dr Etter : Certaines innovations ne se sont jamais propagées. C'est le cas du principe « Stratflo » ou de l'alternateur haute-tension. Souvent, c'était pour des raisons économiques plutôt que techniques. Mais il n'y a jamais vraiment eu de surprises. Pas même la turbine à vitesse variable, que tous avaient vu venir.

Dr Riedel : Nous avons anticipé la désuétude des études sur modèle, mais ça ne s'est jamais produit. Cette présomption temporaire s'est avérée irréaliste, et je ne crois pas que nous assisterons à un tel changement dans l'avenir. En dépit des percées dans les technologies informatiques, les études sur modèle vont rester. En termes simples, c'est une méthode unique pour minimiser les risques pour nos clients.

Quels sont les changements les plus notables qui se sont opérés au sein de Voith Hydro pendant que vous étiez à l'emploi de la société?

Dr Riedel : L'évolution vers le statut de fournisseur de gamme complète constitue un bond prodigieux. Nous sommes partis de la connaissance des turbines et avons progressivement ajouté les alternateurs, l'automatisation et la centrale dans son ensemble à notre bagage d'expertise technique.

Dr Etter : C'est juste. N'oublions pas les connaissances dont nous avons su tirer avantage en intégrant les employés d'autres sociétés.

De quelle innovation technique êtes-vous le plus fier, et pourquoi?

Dr Etter : Les énergies des océans. Nous avons mis au point des technologies nouvelles et robustes dans ce domaine, comme les composants lubrifiés par l'eau et résistants aux algues. Nous avons même pu, dans certains cas, appliquer ces connaissances à l'hydroélectricité conventionnelle, comme c'est le cas avec le StreamDiver, un nouveau développement dans le domaine des petites centrales hydroélectriques [voir la page 34].

Quelles importantes avancées technologiques prévoyez-vous dans le secteur de l'hydroélectricité dans un avenir rapproché? Sur quoi se concentrent actuellement les recherches?

Dr Riedel : Nous prévoyons davantage de nouvelles avancées et applications relativement aux matériaux. L'environnement continuera d'être un moteur de développement technique. Les >



Dr. Siegbert Etter : Etter est arrivé chez Voith en 1982 en tant qu'ingénieur en construction de turbines, avant d'être promu au poste de chef des technologies d'entreprise, puis de directeur des technologies.

▷ moyeux sans huile des turbines Kaplan sont un bon exemple à ce titre. En ce qui a trait aux alternateurs, on peut s'attendre à une optimisation soutenue des technologies d'isolation et de refroidissement, ainsi qu'à des machines encore plus robustes soutenant une production sans cesse croissante. Nous suivons aussi les développements dans les technologies des semi-conducteurs et des supraconducteurs afin d'intégrer les bonnes innovations au moment opportun. Ultiment, tout ceci nous aide à mieux répondre aux besoins de nos clients, en offrant par exemple différents modes d'opération, une flexibilité accrue, des alternances de charges plus fréquentes, et une disponibilité accrue des installations. En tant qu'ingénieurs et techniciens, nous devons être attentifs aux besoins des clients et pouvoir anticiper leurs objectifs afin de promouvoir des innovations axées sur cette information.

Comment s'est développé le transfert de connaissances et d'expérience pendant que vous étiez à l'emploi de Voith?

Dr Etter : En raison de notre présence dans tous les marchés hydroélectriques importants du monde entier et de notre gamme étendue de services, nous devons rassembler et redistribuer beaucoup de connaissances au sein de la société. D'une région à l'autre, nos ingénieurs disposent d'une expertise locale qui circule à travers l'entreprise, mais ils ont également besoin de l'expertise accumulée par Voith au fil des années. Ceci est notre défi et notre objectif : devenir un fournisseur de gamme complète à l'échelon régional, et ce, à travers le monde.

Dr Riedel : Ce sera également un de mes objectifs en tant que nouveau directeur des technologies : acquérir de nouvelles connaissances et les maintenir, élargir l'expérience Voith, et intégrer continuellement cette expertise dans nos nouveaux produits. Mon rôle exigera également de moi que je gère le transfert des connaissances entre toutes les régions pour veiller à ce que ce savoir-faire soit à la portée des clients à l'échelon local, et ce, à travers le monde.

Quels sont vos autres objectifs en tant que directeur des technologies?

Dr Riedel : Je veux être à la fois instigateur et partenaire, quelqu'un qui mettra la société au défi depuis l'intérieur afin de stimuler le rendement et l'innovation. Et un partenaire tant à l'interne qu'à l'externe : quelqu'un qui écoute les clients et les employés pour connaître les besoins de demain et développer nos technologies en conséquence. Ce faisant, nous voulons maintenir le bon équilibre entre innovation et risque. L'hydroélectricité doit avant tout demeurer une source d'énergie sûre et renouvelable.

En raison des avancées technologiques et de l'énorme quantité de connaissances à votre disposition, le transfert des connaissances et de l'expertise est-il aujourd'hui plus facile ou plus difficile?

Dr Etter : Les deux. D'une part, la technologie informatique a sans aucun doute facilité certaines choses. De l'autre, le degré de complexité est nettement supérieur, de même que la quantité de savoir-faire, les interfaces, les exigences en matière de documentation, etc.

Quelle importance le transfert d'un savoir-faire et d'une expertise détaillée revêt-il dans l'atteinte des meilleurs résultats possible?

Dr Etter : Cela revêt une très grande importance. Voilà pourquoi il est également crucial de former une relève convenable à long terme au sein de la société, comme le Dr Riedel. La confiance, tant à l'interne qu'à l'externe, et la diversité de l'expérience d'un secteur à l'autre de l'entreprise, sont importantes pour que nous puissions faire notre travail adéquatement. L'expérience directe dans une centrale hydroélectrique est aussi un élément crucial à cet égard.

Dr Riedel : Je suis d'accord. C'est seulement lorsque vous avez assisté à la mise en route d'une centrale hydroélectrique que vous pouvez comprendre toute la puissance impliquée et acquérir du respect à l'endroit de cette technologie et des forces de la nature qui la nourrissent, sans parler des risques qui en découlent.

Quel est le meilleur conseil que vous a donné votre prédécesseur, et quel conseil souhaitez-vous donner à votre successeur?

Dr Etter : En premier lieu, le facteur humain est un élément crucial. Il faut se fier aux bons employés occupant les postes appropriés, avoir confiance en leurs compétences, et leur permettre d'être à la hauteur de l'enjeu. Le travail de directeur des technologies consiste également à attirer de jeunes talents au sein de la société. Je suis toujours étonné de constater l'attrait qu'exerce le sceau de l'« ingénierie allemande » à travers le monde, et il importe d'en faire le meilleur usage. En second lieu, il faut éviter d'être orgueilleux, car cela empêche d'être à l'écoute. Enfin, l'écoute, tant des employés que des clients, est la plus importante qualité qu'un directeur des technologies doit posséder. Bien entendu, je suis fier de la position dont jouit la société sur le marché, de son solide développement, et de l'intégration de nouveaux produits et employés. Or, une chose s'est sans nul doute élevée au-dessus de toute autre au cours de mes 30 années et plus d'expérience dans l'industrie hydroélectrique : l'amour et le respect que je ressens envers l'énergie hydroélectrique. //



« Mon rôle est d'assurer que notre savoir-faire technologique soit à la disposition de nos clients à travers le monde. »

Dr. Norbert Riedel, nouveau directeur des technologies de Voith Hydro



LE SAVOIR, C'EST LE POUVOIR

Steve Trautman, expert en transfert de connaissances, explique comment les entreprises devraient **préserver leur expertise avant qu'il ne soit trop tard.**

La planification de la relève, à savoir le recrutement et le perfectionnement des employés pour pourvoir à des postes clés, est axée quasi exclusivement sur la haute direction. Or, tous les experts possédant des connaissances essentielles et uniques devraient y prendre part. Les programmes de transfert de connaissances réduisent le risque que se perdent les connaissances et l'expérience. Bien plus que de la simple formation en milieu de travail, il s'agit d'inculquer aux travailleurs exactement la même expertise, la même sagesse et les mêmes connaissances que possèdent les professionnels dont le travail est vital.

Pour les scientifiques et les ingénieurs, le transfert des connaissances doit revêtir un caractère pratique. Au départ, il faut un objectif clair : « Montrez-lui comment analyser ces données d'ici jeudi. Vous saurez qu'elle est prête lorsqu'elle pourra répondre à cinq questions tout aussi bien que vous. » Les employés occupant des postes à caractère technique ont besoin d'aide pour prioriser le transfert de connaissances liées à leurs tâches et d'outils qui les aideront à bien verbaliser leur expérience et leurs idées. Des directives détaillées peuvent, à

cet égard, s'avérer particulièrement utiles. Toute stratégie efficace de transfert des connaissances prévoira les étapes suivantes :

Prioriser l'information

Les employés de longue date sont les dépositaires d'énormes quantités d'information, certaines plus importantes que d'autres. Faites le tri entre l'expertise à risque et à valeur élevée et les connaissances désuètes ou déjà suffisamment répandues au sein de l'organisation.

Différents types de connaissances

Le transfert des connaissances doit englober tant les connaissances explicites (comment suivre une certaine procédure) et les connaissances tacites, par exemple ce dont il faut être à l'affût, les règles qu'il faut observer et les règles qu'on peut ignorer et dans quelles circonstances, qui connaissent pour que les choses soient faites correctement, etc. Les connaissances tacites sont « l'ingrédient secret », ce petit quelque chose qui fait que les employés expérimentés excellent dans leur travail.

Transfert en milieu de travail

Vous ne pouvez vous permettre que vos experts quittent leur poste pour donner des cours magistraux. Le transfert de connaissances doit donc faire partie intégrante de la structure régulière du travail. Autrement, il n'aura jamais lieu. Puisque ce qui doit être enseigné est très nuancé, le transfert des connaissances sur le terrain est ce qui convient le mieux.

La compréhension est la clé

La gestion des connaissances (le stockage de données) n'est pas la solution. Jusqu'à ce que les connaissances aient été assimilées par la prochaine génération, le risque demeurera présent. Pour y parvenir, incorporez des outils de gestion des connaissances au transfert de connaissances.

Approche mesurable

Un plan clairement structuré indiquant les connaissances devant être transférées et quand il faut le faire permet aux experts débordés de prévoir et de prioriser le transfert de connaissances en fonction de leurs autres tâches. En ce qui concerne l'imputabilité, un plan mesurable permet aux gestionnaires de documenter les progrès. Ils s'assurent ainsi de réduire les risques liés à la perte du savoir.

Récemment, un employé au service de la société depuis cinq ans était encore considéré comme le « petit nouveau », nombre de ses collègues ayant, eux, de 20 à 30 ans d'ancienneté. Cinq ans pour atteindre sa vitesse de croisière, ce n'était pas exagéré. Aujourd'hui, les employés intégrant le marché du travail peuvent s'attendre à changer d'emploi tous les sept ans. Il faut donc faire beaucoup plus vite. Le transfert de connaissances doit être rapide et méthodique pour répondre aux besoins du marché du travail en constante évolution. //

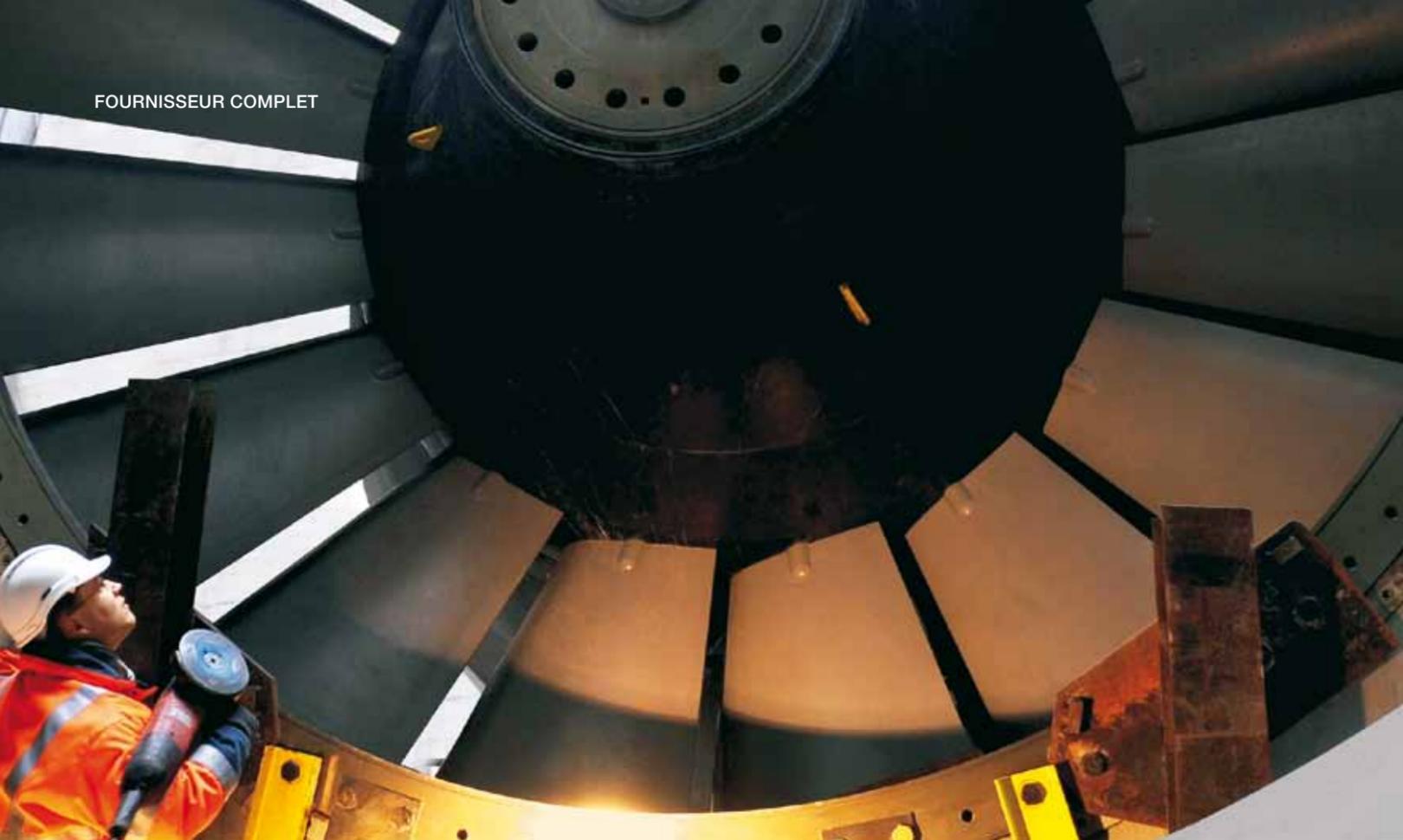


Steve Trautman

Fort de plus de deux décennies d'expérience en tant que consultant auprès de clients comme Microsoft, Nike et Boeing, Steve Trautman donne aux cadres supérieurs des conseils sur la façon de s'assurer d'un transfert de connaissances efficace.

REMETTRE LES PENDULES À L'HEURE

À travers le monde, Voith Hydro aide ses clients à dégager le plein potentiel de leurs centrales hydroélectriques. La modernisation innovatrice permet d'accroître l'efficacité et la puissance électrique des centrales, de les rendre plus écologiques et de prolonger leur durée de vie de plusieurs décennies.



Aube directrice de l'équipement de la centrale complètement remise à neuf de Rheinfelden, située à la frontière suisse-allemande.

Lorsque vous entreprenez un projet de modernisation, vous investissez dans les générations futures », déclare Lars Meier, ingénieur en chef chez Voith Hydro York, aux États-Unis. Il ne se fait guère d'illusions sur les impératifs financiers qui aiguillonnent les grands projets de remise à neuf et de modernisation de la société. Ce secteur représente une grande partie des activités hydroélectriques de la société aux États-Unis, et une proportion importante de ses activités dans d'autres marchés.

Le portefeuille de services de Voith Hydro couvre de nombreuses facettes de l'industrie hydroélectrique. Il est assorti de solutions pour tout type de turbine, d'alternateur et de système d'automatisation, et dessert toutes les centrales hydroélectriques, de la plus petite centrale hydroélectrique aux plus importants projets au monde.

L'équilibre des activités de la société entre nouvelle construction et remise à

neuf/modernisation diffère d'une région à l'autre, et est à l'image de l'âge et de la maturité du secteur hydroélectrique propre à chacune de ces régions.

En moyenne, les systèmes d'automatisation sont remis à neuf tous les 20 ans, les alternateurs tous les 30 ans, et les turbines tous les 40 ans. La remise en état se décline en trois grandes catégories. Le service « après-vente », soit, par exemple, le remplacement d'éléments sujets à l'usure et la fourniture de pièces de rechange; la remise à neuf, c'est-à-dire « remettre les pendules à l'heure » dans des installations déjà établies en prolongeant leur durée de vie de plusieurs décennies; et la modernisation, qui va typiquement de pair avec la remise à neuf, mais qui pousse plus loin, en cherchant à améliorer la conception d'origine et l'équipement de diverses manières.

« Les avancées en matière d'analyse numérique de la dynamique des fluides ainsi que l'analyse du fonctionnement des

turbines pour des gammes de chute et de débit situées à l'extérieur de la zone d'opération normale, ont permis des améliorations notables dans les caractéristiques de fonctionnement de tous les types de turbines, » explique Meier. Dans le même ordre d'idées, les simulations au flux magnétique ont permis des améliorations dans la conception des alternateurs. Grâce à ces outils et aux essais sur modèles réduits de turbine pour les projets de plus grande envergure, Voith s'assure de fournir les conceptions les plus modernes et, surtout, les plus fiables.

L'emploi d'une combinaison d'approches de conception et de techniques de construction plus modernes peut relever l'efficacité d'une unité existante, alors que l'installation de nouvelles roues améliorées permet de capter un plus grand débit, ce qui se traduit par une puissance de production électrique accrue. En outre, des roues améliorées



À Uglich, en Russie, Voith Hydro a procédé à d'importants travaux de modernisation, lesquels ont permis d'accroître la capacité de l'unité de près de 20 pour cent.

« Les technologies de pointe sont la clé pour tirer le maximum des bienfaits de la modernisation d'une centrale hydroélectrique. »

Lars Meier, ingénieur en chef, Voith Hydro York

peuvent réduire les problèmes de cavitation, réduisant ainsi les coûts de maintenance à long terme des turbines.

Toutefois, pour la plupart des exploitants de centrales, une analyse de la rentabilité d'une vaste gamme d'options s'impose pour assurer l'équilibre optimal des dépenses versus les revenus. « Le véritable travail d'équipe avec le client est essentiel, fait remarquer Meier. Nous avons, au sein du marché, la réputation de fournir les meilleures solutions techniques à nos clients. Les technologies de pointe sont la clé pour tirer le maximum des bienfaits de la modernisation d'une centrale hydroélectrique. »

Les défis inconnus sont l'un des plus grands problèmes auxquels font face tant le fournisseur de services que le client. « Désassembler des rouages internes qui n'ont pas vu la lumière du jour depuis 40 ans, c'est comme ouvrir une boîte de Pandore. On n'est jamais certain de ce qu'on y trouvera. Ce pourrait être des matériaux isolants à l'amiante, ou encore des points chauds dans le cœur des alternateurs, explique Meier. Toutefois, il y a une solution à tout problème. »

Le défi le plus considérable est sans nul doute d'organiser le travail de façon à réduire au strict minimum la durée des arrêts, de maintenir les activités de la cen-

trale pendant l'exécution des travaux sur des unités individuelles, et de trouver rapidement des solutions chaque fois qu'un nouveau problème est décelé. Cela requiert un mélange unique d'organisation et d'expertise technique. Or, là où il y a des travailleurs nécessitant l'expertise technique de Voith Hydro, que ce soit à Conowingo aux États-Unis ou à Uglich, en Russie, Voith est présent, armé de ses compétences éprouvées en gestion de projet et de ses installations de production réparties à travers le monde.

Les résultats anticipés d'une remise à neuf par Voith Hydro en matière de rendement varient d'un projet à l'autre, mais cela signifie pour tous une garantie d'une meilleure fiabilité et d'une réduction des temps d'arrêt pour maintenance pour les décennies à venir.

On peut citer de nombreux exemples de partout à travers le monde où Voith Hydro a mis à profit son expérience de >

▷ longue date en modernisation et réalisé des améliorations en matière d'efficacité et de longévité, particulièrement dans les marchés hydroélectriques établis comme l'Amérique du Nord ou l'Europe.

Dans un marché hydroélectrique évolué comme l'Amérique du Nord, la modernisation et la remise à neuf jouent, depuis plus de 30 ans, un rôle important dans le secteur de l'équipement hydroélectrique. Depuis les 15 dernières années, ces activités comptent pour plus de 70 pour cent du chiffre d'affaires annuel de Voith Hydro aux États-Unis.

Parmi les exemples de projets de modernisation réalisés récemment par Voith aux États-Unis, notons, entre autres, la remise à neuf et la mise à niveau de 10 turbines de 56 MW à Bonneville Lock & Dam First Powerhouse en Oregon, des travaux de rénovation d'envergure au barrage Conowingo en Maryland et la restauration de 10 turbines de 111 MW au barrage Wanapum, sur la rivière Columbia, dans l'état de Washington.



L'hydroélectricité aux États-Unis.

Capacité installée : **91 GW**
Potentiel pas encore installé : **82 GW**



L'hydroélectricité en Allemagne.

Capacité installée : **10 GW**
Potentiel pas encore installé : **6 GW**



L'hydroélectricité en Russie.

Capacité installée : **47 GW**
Potentiel pas encore installé : **425 GW**

En raison de sa présence de longue date en sol nord-américain, Voith se retrouve fréquemment dans la position où il doit entreprendre la remise en état et la modernisation d'équipement qu'elle-même ou une de ses sociétés intégrées (Allis Chalmers ou Westinghouse, par exemple) a construit.

Depuis la construction de ces centrales, nous explique Marcel Bos, gestionnaire de projet chez Voith Hydro de York, des améliorations considérables ont été apportées aux matériaux, lesquelles se sont traduites par des avantages potentiels en matière d'efficacité. Au cœur d'une turbine, par exemple, les tolérances des roues sont maintenant de plus ou moins deux millièmes de pouce, sur une pièce qui fait plusieurs mètres de diamètre. Pour mettre cela en perspective, une feuille de papier a une épaisseur d'environ quatre millièmes de pouce, soit de 2 fois supérieure.

Toutefois, Bos est prompt à souligner le travail de ses prédécesseurs de Voith, ceux qui ont installé la centrale il y a plusieurs décennies. « Nous sommes aujourd'hui très versatiles en matière de conception et de simulation par ordinateur. Or, lorsqu'on exécute de tels travaux de remise en état, on ne peut que s'émerveiller devant la qualité du travail exécuté jadis sans l'apport des technologies informatiques d'aujourd'hui ».

Outre l'excellence technologique, la qualité du partenariat avec le client est un important vecteur de succès, souligne Bos. Ce n'est plus seulement nous qui effectuons le travail. Cela devient un véritable effort conjoint, précise-t-il. « Si vous n'entretenez pas de solides relations avec le client, vous n'arrivez à rien. La communication revêt une importance capitale. Vous devez comprendre les besoins du client et les satisfaire. »

À des milliers de kilomètres de là, le long de la frontière suisse-allemande, Björn Reeg, directeur de projet chez Voith Hydro, à Heidenheim, corrobore d'emblée. Il a participé à des travaux de

reconstruction à Rheinfelden, le plus important investissement dans les énergies renouvelables à cette époque en Allemagne, dans le cadre duquel Voith avait été choisi comme fournisseur d'un certain nombre de composants. « La collaboration loyale et harmonieuse avec le client tout au long du projet a été l'un des facteurs clés de la réussite de la modernisation de Rheinfelden, » évoque Reeg pour exprimer son accord avec les propos de son collègue américain.

Construite en 1898, Rheinfelden a été la première grande centrale hydroélectrique servant à produire de l'électricité

« Ce n'est pas seulement nous qui effectuons le travail. Cela devient un véritable effort conjoint. Si vous n'entretenez pas de solides relations avec le client, vous n'arrivez à rien. »

Marcel Bos, ingénieur chez Voith Hydro

Les travaux de modernisation des alternateurs peuvent contribuer à prolonger la vie d'une centrale de plusieurs décennies.

citée en Europe. Dans le cadre de ce qui s'est avéré être bien plus qu'un « simple » projet de modernisation, la centrale a été en grande partie démantelée puis reconstruite au moyen de technologies de pointe et écologiques. « Ce qui a été accompli à Rheinfelden est tout à fait formidable », se remémore Reeg. Avec ses quatre nouvelles turbines bulbes, la centrale dispose maintenant d'une capacité de 100 MW, soit près de quatre fois supérieure aux 26 MW d'origine. Cela signifie également que l'exploitant peut désormais produire quatre fois plus d'électricité du Rhin, soit 600 millions de kWh par an.

La capacité de Voith d'accroître de manière considérable la puissance de production énergétique par ses travaux de modernisation a également été mise en valeur à la centrale Uglich, aménagée sur la Volga, en Russie. Le remplacement d'une unité de la centrale, soit une turbine verticale Kaplan et son alternateur d'une capacité de 65 MW, ainsi que de l'équipement électrique et mécanique et du système d'automatisation connexes, a permis d'accroître d'environ 18 pour cent, ou 10 MW, la capacité installée de la centrale.

Les dimensions de la turbine étaient tout aussi impressionnantes. La roue pesait à elle seule 221 tonnes, et faisait neuf mètres de diamètre. « C'était la première fois que Voith livrait un groupe turbine-alternateur complet à un client russe, nous apprend Sebastian Paul, directeur de l'ingénierie chez Voith. Vu le succès sur toute la ligne, ce ne sera sûrement pas la dernière. » //

I. PROLONGER LA LONGÉVITÉ

Au sein du marché canadien, la **modernisation améliore le rendement** à la centrale électrique Gordon M. Shrum.

Le Canada est un autre marché hydroélectrique bien établi. Voith y exécute actuellement la modernisation de la centrale hydroélectrique Gordon M. Shrum. Dotée de 10 unités turbine/alternateur, la centrale a une puissance nominale de 2 730 MW.

Les unités 1 à 5 ont été installées vers la fin des années 60 avec une capacité nominale de 266 MW. En 2008, l'exploitant BC Hydro a démarré un projet de mise à niveau de ses turbines. Ces travaux visaient à accroître la puissance nominale de chaque turbine de 266 MW à 310 MW, à concrétiser les améliorations de rendement associées aux concepts modernes de turbines (efficacité hydraulique, résistance à la cavitation, stabilité) et à éliminer un problème récurrent de fissuration des aubes.

Des contrats de développement et d'essais modèles ont été octroyés à Voith Hydro et à un autre fournisseur de turbines de classe mondiale. Chaque société s'était vu accorder un an pour concevoir, analyser et mettre à l'essai les nouveaux composants devant être intégrés aux passages d'eau existants des turbines.

Au terme de la période de développement, la conception de chaque fournisseur a été mise à l'essai à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne. C'est le concept de Voith qu'on a choisi de mettre en œuvre puisqu'il présentait les meilleurs avantages techniques et économiques.

C'est l'unité opérationnelle de Voith Hydro de Montréal qui réalise le projet. La conception hydraulique et les essais ont été effectués par le Voith Hydro Engineering Center de York. Trois différents concepts de roues, ainsi que diverses versions d'aubes directrices et d'aubes avant-directrices, ont été soumises à des essais dans le but de trouver la meilleure combinaison d'aubes avant-directrices, d'aubes directrices et de roue. Chaque itération a tout d'abord été calculée au moyen d'analyses numériques par ordinateur de la dynamique stable et instable des fluides, puis testée directement sur le modèle.

Au commencement du projet, les aubes avant-directrices avaient été identifiées comme contribuant grandement aux pertes dans le distributeur. Divers concepts ont été testés, en gardant constamment à l'esprit que les aubes avant-directrices sont encastrées dans le béton et ne peuvent être remplacées. Chaque conception conservait la majeure partie de la forme d'origine des aubes avant-directrices. Seuls les bords d'attaque et les bords de fuite avaient été modifiés par l'ajout de prolongements en acier afin de mieux aligner le débit d'eau avec les aubes directrices. En coulant les nouvelles aubes directrices en acier inoxydable martensitique, on peut en produire des plus minces que les originales. Cela permet de réduire encore plus les pertes dans le distributeur.

La dernière conception de roue présente des aubes plus longues, ce qui permet une augmentation de puissance et une protection accrue contre la cavitation. La ceinture de roue est également un peu plus longue que l'originale. Les pièces encastrées au site avaient donc besoin d'être modifiées. La partie inférieure de la ceinture de sortie a été prolongée dans la partie supérieure du revêtement de l'aspirateur, ce qui impliquait quelques travaux de génie civil mineurs dans la construction de la ceinture de sortie et du revêtement de l'aspirateur dans le puits.

Les modifications aux aubes avant-directrices constituaient un autre défi en raison des travaux d'usinage, de meulage, d'ajustement et de soudage des extensions en acier au moyen de gabarits pour s'assurer du bon alignement. Pour ce concept de turbine, le flasque inférieur avait été encastré durant la construction de la centrale, ce qui signifiait que toute modification à celui-ci devait être effectuée sur place.

Un nombre limité de semaines avait été accordé pour les travaux au chantier et, en raison des modifications importantes requises au niveau des pièces encastrées (ceinture de sortie, revêtement de l'aspirateur, flasque inférieur), l'équipe du chantier travaille jour et nuit pour respecter les échéanciers contractuels.

Outre la fourniture d'une nouvelle roue et de nouvelles aubes directrices, BC Hydro nécessitait également un nouveau fond supérieur, un nouveau palier-guide, un nouveau joint d'arbre principal et de nouveaux mécanismes de vannage. L'arbre turbine et le cercle de vannage sont des pièces remises en état.

La première unité remise à neuf a été livrée à BC Hydro vers la fin de l'automne 2012, alors que la mise en service, dont BC Hydro était responsable, a été achevée vers la fin février 2013. //



L'hydroélectricité aux Canada

Capacité installée : **74 GW**
Potentiel pas encore installé : **162 GW**



La modernisation des turbines de la centrale hydroélectrique vénézuélienne Guri II se traduira par une hausse de 5,5 % de la puissance de production électrique de chacune des cinq turbines.

II. DÉFI D'AVENIR

L'innovation en modernisation aide la Chine et l'Amérique du Sud à exploiter un peu plus leur énorme potentiel hydroélectrique potentiel.



L'hydroélectricité aux Venezuela

Capacité installée : **15 GW**
Potentiel pas encore installé : **58 GW**

Depuis des décennies, l'hydroélectricité fournit, à nombre de pays émergents de l'Asie, de l'Amérique du Sud et d'ailleurs, l'une des sources d'énergie parmi les moins coûteuses, les plus écologiques et les plus fiables. Pour certaines de ces centrales, le moment est venu de subir une cure de rajeunissement.

Voith Hydro a développé toute une gamme de technologies destinées au marché de la modernisation qui visent à combler les lacunes que les solutions techniques conventionnelles ne sauraient corriger. Certaines de ses plus récentes innovations en matière de modernisation et de remise en état des centrales hydroélectriques mettent à profit des connaissances acquises dans le cadre d'un projet de recherche conjoint sino-germanique visant à élaborer des techniques de protection des turbines contre l'érosion due au sable.

Le projet a été exécuté sur le Huang He, fleuve aux eaux chargées de limon, l'un des milieux d'exploitation hydroélectrique aux conditions les plus extrêmes au monde. La première phase du projet consistait en une évaluation exhaustive des Water Resources and Hydropower Research conçu pour simuler les conditions réelles. >

▷ **En conjuguant la vaste expérience** de Voith Hydro en matière de fabrication et ses travaux de recherche et développement, la société a pu créer une boîte à outils comportant plusieurs technologies de protection des surfaces appelée système WISE, pour Wear Inert Surface Enhancement (renforcement de la protection anti-usure des surfaces).

La boîte à outils comporte trois solutions principales : DIATURB, une technologie de revêtement dur à base de carbure de tungstène par projection thermique; SOFTURB, un revêtement polymère de pointe à couche épaisse; et TECTURB, des éléments d'usure remplaçables qui prolongent la durée de vie des composants essentiels des turbines.

Les revêtements DIATURB sont des revêtements projetés par gaz oxygéné à haute vitesse qui offrent une protection anti-érosion. Ils sont composés de couches d'une densité extrême offrant une excellente résistance d'adhérence et une protection élevée contre l'abrasion. L'application est un processus exigeant sur le plan technique. Les paramètres de projection, soit la vitesse de projection du pistolet et la distance de projection, sont d'une importance cruciale, et l'application nécessite souvent des techniques de robotisation. Ces revêtements peuvent multiplier de trois à sept fois la résistance à l'usure des composants des turbines grâce à des couches d'une épaisseur généralement inférieure à 0,4 mm. Ainsi, son usage est permis même lorsque la marge des tolérances dimensionnelles des composants est très serrée.

Les revêtements SOFTURB offrent une excellente résistance à l'abrasion à faible coût, en partie parce qu'on peut appliquer des couches de 1,5 à 2 mm d'épaisseur au tissu-éponge, au pinceau ou par pulvérisation. Les éléments d'usure TECTURB, quant à eux, peuvent être appliqués aux « zones sensibles » des turbines qui sont exposées à l'usure rapide et, ainsi, en prolonger la durée de vie.

Voith Hydro met aujourd'hui en application ces innovations à la centrale **San Men Xia**, là où elle les a initialement mises à l'essai. À San Men Xia, la société procède actuellement à la modernisation de deux turbines de 50 MW et d'autres composants, en plus d'y effectuer des travaux d'automatisation.

Sur les unités 2 et 4 des installations, la portée des travaux englobe la modernisation de la roue dans son intégralité, des aubes directrices et des plaques d'usure des fonds supérieur et inférieur, de même que l'automatisation des éléments des turbines. Voith appliquera des revêtements au carbure de tungstène sur les surfaces exposées à la circulation continue d'eau, et modifiera la ceinture de sortie, qui passera de demi-sphérique à entièrement sphérique.

Les travaux rehausseront l'efficacité optimale du prototype turbine, la faisant passer de 91,5 à 94,35 pour cent, augmenteront son efficacité nominale de 89 à 93,8 pour cent, et accroîtront la capacité de production énergétique de 10 MW, qui passera



L'hydroélectricité aux Chine

Capacité installée : **249 GW**
Potentiel pas encore installé : **466 GW**

de 50 à 60 MW. En plus d'assurer une meilleure résistance à l'érosion des turbines, la modernisation accroîtra la production énergétique annuelle de presque 8 millions de kWh par unité, nous informe M. Xu Gang, directeur des ventes de Voith Hydro en Chine.

L'Amérique du Sud, qui exploite aujourd'hui moins du quart de son potentiel hydroélectrique pouvant être techniquement développé, est à juste titre, un marché très couru pour les nouvelles constructions. Des travaux de modernisation s'y déroulent aussi à divers endroits clés. Voith Hydro fait actuellement partie d'un consortium qui œuvre à la modernisation de la centrale hydroélectrique vénézuélienne Guri II, la plus importante au pays et la troisième plus grande au monde (après la centrale des Trois-Gorges, et la centrale Itaipú, à la frontière du Brésil et du Paraguay).

Selon Telmo Gomes, gestionnaire de projet pour Voith Hydro à Guri II, Guri est la première de ces centrales géantes à être remise à neuf, ce qui en fait aussi le plus important projet de modernisation hydroélectrique jamais entrepris.

Le rôle de Voith Hydro dans le cadre de ce projet comprend la remise en état de 5 turbines et de 10 régulateurs et leurs accessoires, l'installation de nouvelles roues Francis, de fonds supérieurs, et de 5 jeux de nouvelles aubes directrices. Le projet prévoit en outre l'installation d'un nouveau cercle de vannage et la remise à neuf de 4 autres, l'installation de 10 nouveaux jeux de pompes à vis pour le régulateur hydraulique, et l'installation de 10 panneaux de commande pour le régulateur numérique.

Cette remise à neuf entraînera une grande amélioration de la capacité de production électrique des installations. « Une fois le travail achevé, la capacité de production électrique maximale de chacune des cinq machines de Guri II passera de 730 MW à 770 MW », indique Gomes.

Voith a parachevé la remise à neuf de la première unité en mai 2011 et a complété environ 80 pour cent du travail sur la seconde, dont la remise en fonction est prévue vers la fin 2013. Par la suite, Gomes et son équipe entameront la remise à neuf des 3 autres turbines et des 8 régulateurs.

Des projets d'une aussi grande envergure viennent avec leur lot de défis. Dans ce cas-ci, ce sont les problèmes que posent le transport d'équipement vers un chantier isolé et le fait que Voith Hydro doit travailler avec de l'équipement original qu'il n'a pas lui-même construit. Cependant, comme dans tous les projets de modernisation, le temps constitue le plus grand défi, une réalité que Gomez et son équipe gardent sans cesse à l'esprit. « En raison de l'importance de la centrale Guri II pour le Venezuela, le plus grand défi est et sera toujours de trouver les solutions les plus rapides pour remettre les unités en service dans les délais les plus courts possible. » //

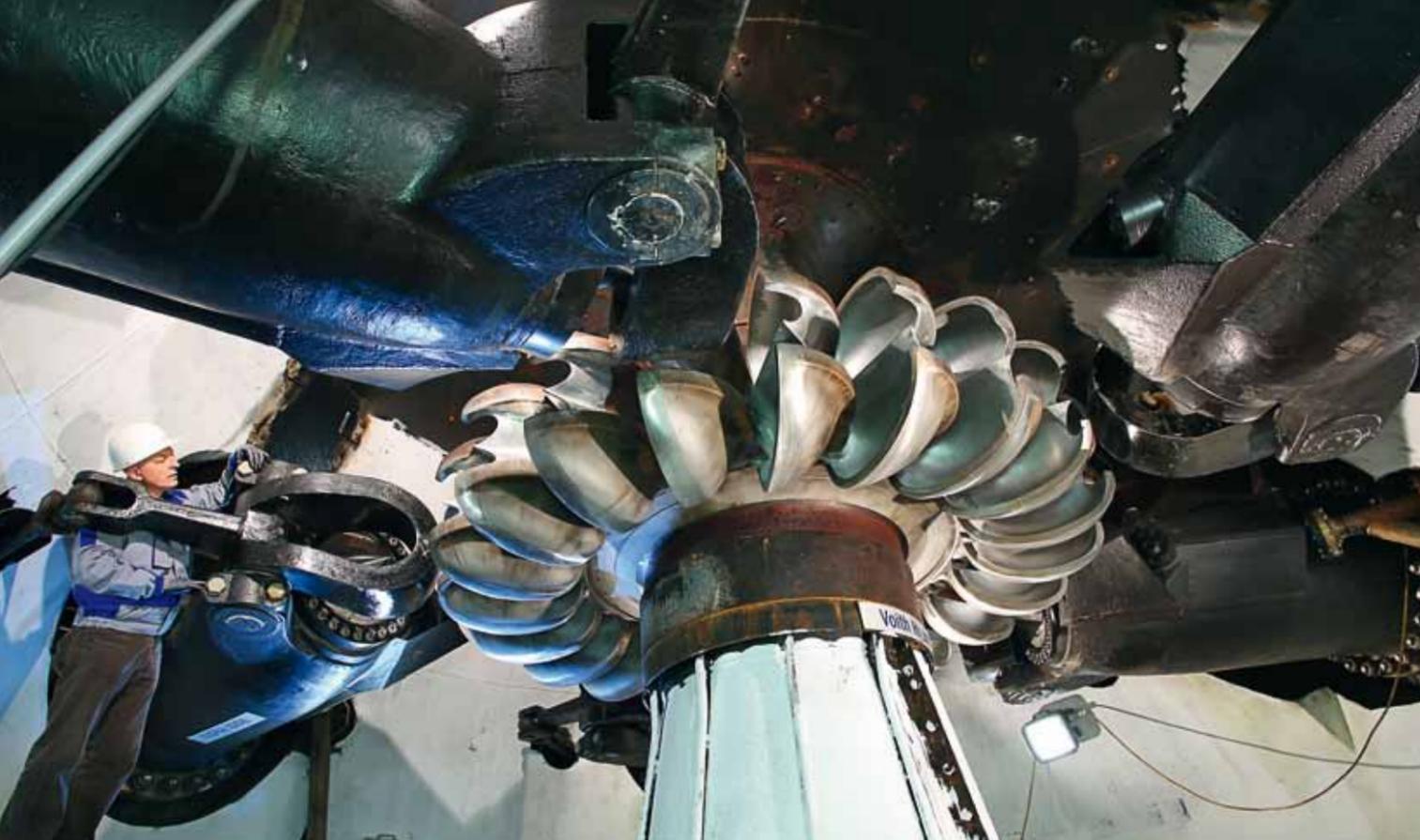
son de l'importance de la centrale Guri II pour le Venezuela, le plus grand défi est et sera toujours de trouver les solutions les plus rapides pour remettre les unités en service dans les délais les plus courts possible. » //

Modernisation de San Men Xia

- Faire passer l'efficacité optimale du prototype de turbine de 91,5 à 94,35 pour cent
- Faire passer l'efficacité nominale de 89 à 93,8 pour cent
- Améliorer la capacité de production de 10 MW, soit de 50 à 60 MW



1 et 2 Le revêtement polymère SOFTURB offre une excellente résistance contre l'abrasion. On peut l'appliquer par les méthodes conventionnelles, avec un pinceau ou par pulvérisation, par exemple.
3 Les améliorations de la centrale San Men Xia accroîtront l'efficacité, la puissance et la résistance à l'érosion de l'équipement.



Roue Pelton avec injecteur Tosi modifié, entièrement assemblé après révision et prêt pour la mise en service.



FOURNISSEUR COMPLET

Une vue des différentes unités de production électrique à l'intérieur de la caverne Roncovalgrande.

III. TRÉSOR CACHÉ

Située sous la terre, au pied des Alpes, la centrale hydroélectrique **Roncovalgrande** est l'une des plus vastes d'Europe, et aujourd'hui, grâce à Voith Hydro, elle est l'une des plus modernes et des plus efficaces du continent.

Depuis son emplacement souterrain longeant le pittoresque Lac Majeur, dans le nord de l'Italie, par la combinaison de ses innovations technologiques et écologiques, la centrale hydroélectrique Roncovalgrande est tout à fait unique. Construite dans les années 60, la centrale a récemment subi une importante cure de modernisation qui a permis la mise à jour de ce qui était à l'époque le nec plus ultra en matière d'ingénierie et l'une des centrales hydroélectriques les plus efficaces d'Europe, avec une puissance de production électrique de 1000 MW. Conjointement avec la liaison internationale Musignano-Livarno, le Roncovalgrande est l'une des principales lignes de rétablissement de l'électricité en cas de panne totale en Italie.

« Cette modernisation exigeait des normes très élevées en matière de rendement et de fiabilité, explique Vincenzo Marino, directeur technique chez Voith Hydro en Italie. « Les régulateurs des groupes principaux ont été remplacés afin d'augmenter la capacité opérationnelle, et on a abordé la question des volumes de lubrifiants et de fluides hydrauliques utilisés. La

graisse qui servait auparavant à lubrifier les 44 injecteurs Pelton a été éliminée en reconcevant le mécanisme à coulisse de l'arbre du pointeau. On utilise désormais un système autolubrifiant et on a installé des carters en acier inoxydable sur les arbres en acier au carbone d'origine. » Bien que somme toute assez simple, cette modification s'est avérée plus ardue que prévu en raison de la révision complète du système hydraulique, qui fonctionne désormais à quatre fois sa pression originale (80 bars au lieu de 20), et a nécessité une nouvelle conception du système d'équilibre des forces du mécanisme du pointeau.

Puisque les génératrices de pompes provenaient de différents constructeurs, une approche uniforme était impossible. Comme l'explique Marino, la tâche s'est avérée plutôt simple pour les 24 injecteurs des unités fournies par Riva Calzoni, lesquels étaient déjà munis d'un système hydraulique et ressort dont la poussée de fermeture était produite par l'action combinée de l'eau et du ressort.

Dans ce cas, la seule modification nécessaire consistait à réduire la surface de poussée du servomoteur interne.

« Cependant, les choses se sont compliquées dans le cas des 20 injecteurs Franco Tosi, sur lesquels la réduction de la surface de poussée du servomoteur interne nécessitait la modification du système d'équilibrage, de sorte que l'eau puisse, de façon autonome, fournir la poussée de fermeture, puisque le mécanisme d'origine utilisait de l'huile hydraulique pour l'ouverture et la fermeture. » Une fois ces difficultés surmontées, le nouveau système hydraulique à haute pression permet une réduction notable de l'huile consommée pour son fonctionnement grâce à la surface de poussée réduite. En tenant compte du grand nombre d'injecteurs, cela représente d'importantes économies tant en termes d'approvisionnement en huile et de stockage.

« Cependant, il ne faut pas oublier les autres avantages de Roncovalgrande, indique Marino. Le nouveau système hydraulique permet également des économies d'énergie. Les valves proportionnelles simultanées réduisent de façon importante les pertes d'huile et le temps de fonctionnement des pompes, sans compromettre la vitesse de réaction du système de commandes du régulateur. Un algorithme du régulateur récupère la zone morte issue de la simultanéité de la valve proportionnelle. Qui plus est, l'huile

hydraulique qui commande le fonctionnement de la machinerie, bien que plus coûteuse que l'huile minérale, est maintenant biodégradable, une

solution écologique tout indiquée pour une centrale surplombant le Lac Majeur. »



L'hydroélectricité aux Italie

Capacité installée : **23 GW**
Potentiel pas encore installé : **12 GW**

IV. À LA VERTICALE

Le groupe turbine bulbe verticale/alternateur le plus imposant au monde connaîtra une hausse de capacité de production énergétique de 10% à la centrale **Toyomi, au Japon.**

Accroître l'efficacité sans trop d'effort financier est l'objectif visé par tous les projets de modernisation hydroélectrique. Voith Hydro joue un rôle de premier plan à cet égard en utilisant des turbines bulbes verticales, et la mise à niveau d'une centrale prépondérante du Japon illustre comment un tel équilibre peut être atteint. À Toyomi, centrale construite en 1929, les six turbines verticales Francis actuelles (capacité installée de 56,4 MW) seront remplacées par 2 turbines bulbes verticales à haute efficacité (capacité installée de 61,8 MW).



L'hydroélectricité aux Japon

Capacité installée : **50 GW**
Potentiel pas encore installé : **16 GW**

Le projet augmentera de 10 pour cent la capacité de production électrique actuelle de Toyomi, renforçant la position de chef de file du secteur hydroélectrique japonais de Voith. Ceci revêt une importance capitale dans un pays où l'hydroélectricité est la principale source d'énergie renouvelable.

Notons en particulier l'utilisation du plus important ensemble turbine bulbe verticale/alternateur au monde, avec sa roue de 4,4 m de diamètre et sa capacité de 32 MW. « Parmi les aspects techniques, notons l'application de deux méthodes de refroidissement afin d'éliminer les auxiliaires, explique Masahide Masuo, ingénieur à la centrale Toyomi. « La chaleur générée au sein du stator et du rotor de l'alternateur est transmise à l'enveloppe extérieure de l'équipement, pour être ensuite évacuée dans l'eau du fleuve. La chaleur générée dans le palier est refroidie dans une chambre d'huile à double paroi aménagée dans le croisillon du bulbe », ajoute-t-il.

Voith Hydro a démontré que ces travaux de modernisation peuvent être exécutés efficacement au moyen d'une technique qui permet de retirer la roue sans démonter l'ensemble de l'alternateur et de la turbine, ce qui réduit le temps de construction. L'installation d'une turbine bulbe demeure la plus évidente des solutions pour soutirer de fortes puissances de production d'électricité dans les sites à faible hauteur de chute, puisque ce type de machine permet d'éliminer le chenal d'eau linéaire que requièrent les unités horizontales. « Cela réduit la superficie occupée par le bâtiment des machines et rend donc le bâtiment lui-même plus compact, ce qui diminue grandement les coûts de construction », nous apprend Masuo.

La réduction de la superficie de cette zone rend aussi possible l'usage de turbines verticales dans des sites limités par d'importantes restrictions géographiques, par exemple lorsqu'il y a un barrage en amont. « Le choix du meilleur emplacement pour le bâtiment des machines et du meilleur type de turbine est indispensable lors de la construction des nouvelles centrales et de la reconstruction des installations actuelles », conclut Masuo.

Voith offre la technologie des turbines bulbes depuis les années 50. La société conçoit aujourd'hui des turbines bulbes dont la capacité de production maximale dépasse les 80 MVA. En ce qui concerne les sociétés possédant des centrales plus anciennes, les turbines bulbes verticales sont un moyen idéal de mettre à niveau leurs installations en augmentant l'efficacité à pleine charge et les capacités de débit offrent de nombreux avantages. En ce qui a trait aux projets à faible hauteur de chute, l'équation est toute simple : les turbines comme celles récemment installées à Toyomi procurent une capacité de production électrique plus élevée et réduisent les dépenses en bâtiments. //



1 La nouvelle petite centrale hydroélectrique générera environ 9 GWh d'énergie propre par an.

2 La turbine Kaplan spéciale avec alternateur intégré.

UNE CULTURE AXÉE SUR L'HYDROÉLECTRICITÉ

Dans le sud de la Finlande, une nouvelle et modeste construction fait le lien entre les méthodes de production hydroélectrique du passé et le nec plus ultra en matière de technologie de pointe.

Lorsque le fournisseur de services publics finlandais Suur-Savon Sähkö est allé en appel d'offres pour la construction d'une nouvelle centrale au barrage Kissakoski, au sud de la Finlande, il présentait un projet aux multiples défis culturels et techniques. La nouvelle centrale devait remplacer les deux centrales hydroélectriques construites en 1932 et 1940, lesquelles avaient joué un rôle de premier plan dans l'histoire de l'électrification de la région. Pour obtenir l'approbation des autorités de développer le site, l'une des conditions était la conservation du patrimoine historique des anciennes installations, de ses machines et de ses prises d'eau, de même que la création d'un musée industriel ayant comme thème l'hydroélectricité.

Le principal défi technologique était d'installer une turbine moderne sur la structure actuelle du barrage. L'antique barrage présentait d'énormes variations de fonctionnement et des conditions hydrauliques inhabituelles : une alimentation en eau typique de 40 m³/s pouvant parfois chuter à 6 m³/s, et une chute variant

entre deux et six mètres. De plus, Suur-Savon Sähkö était à la recherche d'une solution d'ensemble intelligente et économique afin de garder un contrôle sur les coûts. Parmi les autres exigences, notons le fonctionnement sans interruptions et sans vibrations, et la prévention contre la cavitation.

Contrairement à la concurrence, la soumission de la société affiliée à Voith, Kössler, comportait une turbine bulbe Kaplan spécialement conçue. Ces turbines sont largement utilisées à travers le monde pour la production d'électricité, bien qu'elles visent habituellement les installations plus vastes. Karl Henninger, gestionnaire des projets aux offres pour la Scandinavie chez Kössler, dit : « Nous avons invité Suur-Savon Sähkö à venir visiter des installations similaires sur la rivière Isar, à Munich. Une visite les a convaincus. »

« Toutefois, le respect des paramètres ne fut pas une tâche facile, explique Gerald Hochleitner, chef de la conception chez Kössler. « L'intégration du bâti de la turbine, du bulbe et de l'al-

ternateur de 20 tonnes, tout en élaborant le système de refroidissement complet, s'est avérée un formidable défi. Cela a donné un alternateur synchrone accouplé à la bride de l'arbre de la turbine. » La société autrichienne Kössler a fourni l'alternateur et la turbine, ainsi que tout le matériel auxiliaire, les accessoires et les pièces de rechange. La société s'est également chargée du transport, de l'installation, de la supervision des travaux et de la mise en service.

En dépit du temps sibérien enregistré lors de la mise en service, en janvier 2012, le projet allait comme prévu et la centrale hydroélectrique est entrée en service à peine cinq mois plus tard. Et, bien que cela marquait le début d'une nouvelle ère pour l'hydroélectricité sur le barrage Kissakoski, la centrale électrique Kissakoski Power et son musée sur l'électricité, tous deux situés dans l'ancienne râperie, veilleront à ce que le passé des installations ne sombre jamais dans l'oubli. //

UN JALON MULTINATIONAL

Le projet **Cubujuquí de Voith Hydro au Costa Rica** est une petite centrale hydroélectrique ayant d'importantes ramifications à l'échelon mondial.

Bien qu'installée au Costa Rica, la centrale Cubujuquí et son équipement sont le fruit d'un effort concerté entre le Brésil, l'Italie, la Colombie et l'Inde. Mise en service par Voith et par l'une des plus importantes coopératives locales, Coopelesca, Cubujuquí a été inaugurée en décembre 2012. La centrale est équipée de deux turbines horizontales Francis de 11,4 MW conçues par Voith Hydro Brésil ainsi que par Voith Hydro Noida (Inde), et construites par Voith Hydro Vadodara (Inde); de deux alternateurs de 13,8 MVA et de vannes papillon fournies par des entreprises partenaires en Inde et en Italie, la fabrication des vannes ayant été supervisées par Voith Hydro à Milan; de pièces hydro-mécaniques fournies par des partenaires du Costa Rica; d'équipements de poste électrique fournis par Siemens Colombie et Siemens Costa Rica; et, enfin, de systèmes électriques et mécaniques auxiliaires et de systèmes d'automatisation provenant de Voith Hydro Brésil.

Pourquoi une telle participation internationale dans une seule petite centrale hydroélectrique? Leonardo Penteado, gestionnaire de projet chez Voith Hydro Brésil, explique : « Dans le contexte d'un marché mondial des petites centrales hydroélectriques de plus en plus concurrentiel, il faut faire preuve de créativité pour réaliser le meilleur rapport qualité-prix. L'approvisionnement auprès de ces différentes sources nous a permis de minimiser les coûts et de maximiser notre chaîne logistique, tout en conservant un haut degré de qualité. »

Cubujuquí est le premier projet entrepris par Voith Hydro en Amérique latine à utiliser une unité hydroélectrique conçue et testée en Inde et provenant du sous-continent, et ce ne sera certainement pas le dernier. Non seulement les produits répondaient aux normes de qualité de Voith Hydro, mais, en outre, l'équipe indienne a su maîtriser les coûts. Sumeet

Mazumdar, chef des communications, gestionnaire de projet et responsable des services d'installation de grandes hydro pour Voith Hydro Inde, indique que la société profite d'allègements fiscaux, de faibles coûts de main-d'œuvre et d'incitatifs du gouvernement indien dans le cadre de l'exportation de produits destinés aux centrales hydroélectriques, ce qui se traduit par des économies considérables pour les clients.

Rohit Uberoi, chef de l'ingénierie pour les petites centrales hydroélectriques chez Voith Hydro Noida, souligne que le projet Cubujuquí était riche en enseignements de nombreuses façons. « Notre usine de Vadodara a été inaugurée en 2010. À cette époque, peu de ses travailleurs avaient de l'expérience avec ce type de



Forêt dense sur le site de Cubujuquí. Le terrain empêchait l'usage de cheminées d'équilibre. Une solution innovatrice a donc dû être élaborée.

projet. En outre, nous étions organisés pour mettre en œuvre des solutions normalisées. Or, dans le cas de Cubujuquí, l'alternateur était d'un type que nous venions tout juste de mettre au point. Nous avons également découvert qu'il nous fallait améliorer notre réseau d'approvisionnement pour éviter les retards. »

Malgré ces défis, l'usine de Vadodara est parvenue à satisfaire aux critères de Voith Hydro Brésil grâce à la collaboration d'équipes provenant du monde entier. « Un directeur qualité du Brésil s'est rendu à nos installations et a contribué à la formation des travailleurs pour s'assurer que nous puissions satisfaire aux normes de Voith », explique Uberoi. « Nous avons également procédé à des révisions de projet régulières avec Voith Hydro au Brésil et en Allemagne, pour veiller à ce que nous soyons tous sur la même longueur d'onde. Notre équipe a beaucoup appris du projet Cubujuquí, et nous avons déjà été en mesure de mettre ces apprentissages à profit dans le cadre d'autres projets, notamment pour la production de turbines destinées à une centrale canadienne, que nous sommes parvenus à livrer plus tôt que prévu. »

Le fait de travailler en partenariat avec des collègues de l'autre bout du monde présentait plusieurs défis, notamment au niveau des barrières linguistiques et culturelles et de la distance. Or, comme nous l'explique Penteado, le décalage horaire s'est avéré un avantage pour le projet. « Nous envoyions des courriels à l'équipe indienne au milieu de la nuit (pour eux) et, à notre retour au travail le lendemain, ils avaient répondu à nos questions. C'est comme si nous travaillions sur le projet 24 heures sur 24. »

Outre la coordination de l'information provenant de partout à travers le monde, le projet faisait face à des contraintes de taille. Le terrain excluait l'usage de cheminées d'équilibre, et les soupapes de surpression auraient été une solution à coûts prohibitifs. L'équipe brésilienne a donc dû faire preuve d'innovation. Ils ont conçu une solution hydraulique où la turbine fait office de soupape de surpression.

« Nous disposions de très peu de références à cet égard. L'équipe brésilienne a donc dû procéder à des simulations par ordinateur afin de tester la faisabilité d'un tel concept, et a fait vérifier ses propositions par des ingénieurs de Voith en Allemagne, indique Penteado. Le système de Cubujuquí fonctionne à merveille. Si bien que cette centrale est devenue un point de référence dans le secteur de l'énergie du Costa Rica. » Bien que les essais exhaustifs se soient avérés coûteux en temps, le projet a pu être achevé moins de deux ans après avoir été entrepris.

La solution d'automatisation « de base » conçue par Voith Hydro Brésil est une autre première à la centrale Cubujuquí. « Il s'agit d'une solution d'automatisation simplifiée axée sur les besoins propres à chaque client » nous apprend Penteado. « Elle est beaucoup plus économique que les systèmes traditionnels. » Cette solution a remporté un succès tel que Voith la met déjà en application dans un autre projet d'Amérique latine. Les accomplissements de Cubujuquí continuent de prendre de l'expansion. //



Concertation internationale : les roues des turbines ont été conçues au Brésil et en Inde, puis construites en Inde.

L'HYDROÉLECTRICITÉ À L'AVANT-GARDE

Le Dr Paolo Frankl, **chef de la Division de l'énergie renouvelable de l'Agence internationale de l'énergie**, discute du rôle de l'hydroélectricité au sein du secteur international des énergies vertes.

Quelles nouvelles technologies joueront selon vous un rôle de premier plan dans le développement des énergies vertes?

Les technologies habilitantes jouent ici un rôle crucial. Deux principaux types de technologies habilitantes existent pour les énergies renouvelables : l'emmagasinement et les réseaux électriques intelligents. Toutes deux contribuent à améliorer la flexibilité et sont la clé pour rendre les énergies renouvelables viables plus facilement accessibles. Les systèmes électriques de demain auront besoin de cette flexibilité pour s'adapter aux diverses sources d'approvisionnement énergétique, y compris celles qui peuvent être augmentées ou réduites très rapidement, par exemple l'hydroélectricité et le gaz. Les systèmes électriques nécessiteront également des systèmes de stockage qui leur procurent plus de flexibilité, par exemple les centrales à réserve pompée et les nouvelles technologies qui concentrent l'énergie solaire. Les systèmes électriques de-

vront également avoir accès à des réseaux électriques intelligents qui font le pont entre la demande et l'offre de manière efficace et rentable, y compris les grands réseaux pour le commerce d'électricité transfrontalier.

Quel rôle les centrales à réserve pompée joue-t-elle dans la gamme des énergies renouvelables?

À l'heure actuelle, les centrales à réserve pompée est le moyen le moins coûteux d'emmagasiner de grandes quantités d'électricité. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) est optimiste à l'égard de ce genre de technologie – non seulement en raison de son importance relativement à l'hydroélectricité, mais aussi, en outre, parce que ce type de stockage pourra aider à intégrer des quantités nettement plus grandes d'énergie éolienne et solaire au système électrique global de demain. Les systèmes à réserve pompée entièrement neufs peuvent être coûteux. Certains types de systèmes demeurent toutefois économiquement attrayants, par exemple les systèmes en cascades énergétiques.

Un rapport récemment publié par l'AIE révèle que l'hydroélectricité est aujourd'hui la source d'énergie renouvelable la plus exploitée au monde. Ce secteur conservera-t-il ce rôle dominant?



Paolo Frankl
Actuellement chef de la Division des énergies renouvelables, Frankl s'est joint à l'AIE en 2007. Il possède un doctorat en énergie et en technologies environnementales de l'Université de Rome.

L'hydroélectricité continuera d'être l'énergie renouvelable de choix partout dans le monde à tout le moins jusqu'en 2050, bien que d'autres types d'énergie renouvelable, notamment les énergies solaire et éolienne, occuperont une part croissante du marché des énergies vertes. L'hydroélectricité est en réalité un cas spécial parmi les énergies renouvelables, puisque la technologie est déjà à maturité. Les avancées technologiques de demain en hydroélectricité amélioreront la durabilité des systèmes hydroélectriques, limiteront leur impact sur l'environnement, par exemple par l'emploi de turbines écologiques sans danger pour les poissons, et offriront éventuellement davantage d'options de réserve pompée, par exemple par le développement de systèmes d'emmagasinement pouvant utiliser l'eau de mer. Les nouvelles technologies destinées au secteur des petites centrales hydroélectriques, lesquelles sont très importantes dans plusieurs régions en développement de la planète, aideront à augmenter la sécurité énergétique des pays où se trouvent ces régions.

Quelles sont les tendances mondiales clés actuelles dans le secteur des énergies renouvelables?

Récemment, l'un des développements les plus marquants est le taux de la croissance du nombre de pays qui développent leurs énergies renouvelables dont certains pour la première fois. Nous assistons également à une hausse notable du nombre de pays qui se fixent des cibles ambitieuses en matière de production d'énergie renouvelable, comme la Chine. Les économies émergentes jouent un rôle de plus en plus important dans le développement des énergies vertes, particulièrement la Chine et le Brésil, mais aussi l'Afrique du Sud et le Mexique, entre autres. Le fait que l'Agence internationale de l'énergie qui, fondée en 2009, compte aujourd'hui 160 membres incluant l'EU, est l'un des indices de l'intérêt croissant à l'égard des énergies renouvelables à l'échelon mondial.

Quelles sont vos priorités à titre de chef de la Division des énergies renouvelables de l'AIE?

L'AIE s'est engagée à brosser un tableau factuel, fiable et neutre du statut, de la progression et du potentiel de tous les types d'énergie renouvelable. Nous voulons nous assurer que les énergies vertes soient pleinement intégrées à la filière énergétique mondiale, qu'elles soient concurrentielles, et que les marchés de l'énergie établissent des règles de jeu équitables. L'AIE tente actuellement d'attirer l'attention sur le fait que les subventions accordées au développement des combustibles fossiles dépassent largement celles octroyées au développement de l'énergie renouvelable. Dans le contexte d'un marché global de l'énergie, nous devons modifier les règles du jeu actuelles et accorder une plus grande place aux politiques visant le développement d'énergies sûres, propres et abordables pour les générations de demain. L'AIE continuera d'identifier et de promouvoir les meilleures pratiques globales en matière d'énergie verte. //

À UN NIVEAU SUPÉRIEUR

Avec la croissance de la demande énergétique, trois développements clés dans la technologie des centrales à réserve pompée aident à **augmenter la flexibilité et l'efficacité** de nos réseaux électriques.

La gamme des énergies renouvelables occupe une place de plus en plus importante dans l'approvisionnement mondial en électricité, si bien que les besoins en matière d'accumulation d'énergie à court terme fiable et hautement efficace dans le but de réduire les fluctuations dans le réseau électrique connaissent une forte croissance. Selon une étude réalisée en 2011 par le Ministère allemand de l'environnement, de la préservation de la nature et de la sûreté nucléaire, le réseau électrique allemand aura, dans les prochaines années, besoin de plus d'énergie pour l'équilibre horaire et quotidien des fluctuations de charge que pour l'équilibre sur de plus longs intervalles, par exemple hebdomadaire, mensuel et annuel (voir le graphique à la page suivante). « À long terme, au moins 70 à 80 pour cent de l'accumulation se fera à court terme », explique Alexander Schechner, directeur des services après-vente chez Voith Hydro Allemagne.

Heureusement, les centrales hydroélectrique à réserve pompée contribuent d'ores et déjà à répondre aux besoins d'un emmagasinement d'électricité économique à l'échelle du réseau partout dans le monde. La conception de ces centrales permet d'emmagasiner l'énergie sous forme d'eau puis d'en puiser l'électricité. On pompe tout d'abord l'eau vers un réservoir supérieur. Lorsque l'électricité est requise, l'eau est libérée et turbinée dans un réservoir inférieur.

En fonction depuis plus de sept décennies, les nouveaux développements dans les diverses applications de centrales à réserve pompée, notamment les systèmes à vitesse variable, les systèmes ternaires et les pompes multi-étages, rendent aujourd'hui cette technologie plus efficace.

À ce jour, ces centrales étaient vue comme le supplément idéal aux centrales nucléaires et thermiques de base, puisqu'il est coûteux pour celles-ci de diminuer la production, par exemple durant la nuit, même si les besoins changent.

« Puisqu'une centrale hydroélectrique à réserve pompée est en mesure d'augmenter ou de réduire sa capacité de production en quelques minutes voire en quelques secondes, c'est la solution complète; l'enfant prodige du voisinage en ce qui a trait aux centrales électriques car elle peut à la fois soutenir le réseau et emmagasiner de l'énergie », affirme Schechner.

Il y a une différence entre l'emmagasinement à long et à court terme, l'accumulation à court terme ne durant généralement que quelques heures, 10 tout au plus. Contrairement à l'opinion populaire, l'accumulation à court terme est en réalité le besoin le plus grand, affirme Schechner. « Les producteurs ont besoin d'un maximum de flexibilité pour combiner l'énergie accumulée et les énergies renouvelables fluctuantes, comme les énergies solaire et éolienne. »



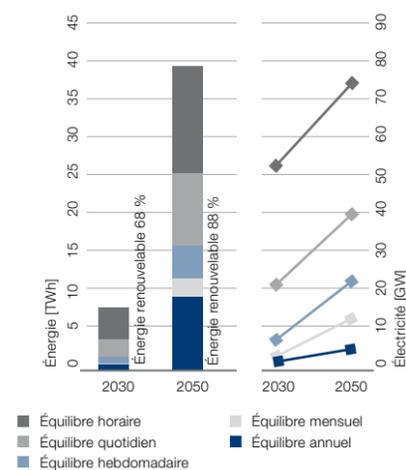
Vue aérienne des réservoirs inférieur et supérieur de Wehr, dans le sud de l'Allemagne.

► **Au Portugal, où le gouvernement** s'affaire à ajouter 5 400 MW à sa capacité éolienne, Voith œuvre à équiper une centrale à réserve pompée, la centrale Frades II située dans le nord du pays, d'unités de pompes-turbines à vitesse variable qui aideront à rentabiliser et à fiabiliser la production locale d'énergie éolienne.

La centrale, munie de deux pompes-turbines verticales à vitesse variable Francis, sera raccordée au réseau en 2015 et

L'accumulation par pompage mise au premier plan

La nécessité grandissante d'un équilibre à court terme des charges du réseau électrique allemand



générera un maximum de 383 MW par unité. Elle utilisera deux groupes alternateurs-moteurs asynchrones pour desservir le réseau.

La fréquence du réseau, qui ne doit pas varier de +/- 0,1 hertz, est stabilisée lorsque les alternateurs-moteurs réagissent très rapidement pour fournir de l'énergie au réseau ou en absorber de celui-ci. Ils peuvent réagir en quelques millisecondes seulement grâce aux systèmes de commande hyper sensibles, qui peuvent puiser à même l'énergie cinétique des masses centrifuges des alternateurs-moteurs.

En ce qui concerne le projet portugais, Voith doit doter les pompes-turbines d'une technologie à vitesse variable, laquelle sera rendue réalisable par l'ajout d'alternateurs asynchrones à double résonance.

L'emploi d'un alternateur asynchrone pour réguler la vitesse et la puissance de la pompe n'a rien de nouveau dans le domaine de l'équipement industriel. Les machines fonctionnent indépendamment de la fréquence du réseau en tant que groupes électropompes à puissance variable. Elles peuvent également optimiser l'efficacité des turbines durant la production d'électricité à vitesse réduite à charge partielle.

Le problème vient lorsque le temps d'appliquer ce concept aux centrales hydroélectriques a toujours été l'accumulation à grande échelle. Or, Voith Hydro a mis au point un alternateur-moteur asynchrone destiné aux grandes centrales à réserve pompée. Cette avancée permet à la pompe-turbine de modifier sa propre vitesse rotationnelle. Il devient donc possible d'ajuster la capacité de la pompe selon la quantité d'énergie actuellement disponible, ce qui permet une stabilisation hautement efficace du réseau durant le fonctionnement de la pompe et de la turbine.

« De manière générale, les pompes-turbines sont raccordées au réseau via des alternateurs-moteurs synchrones, et ne peuvent être régulées en mode pompe, puisqu'elles pompent toujours avec la même puissance, commente Wieland Mattern, gestionnaire du projet Frades II. L'emploi de vitesses rotationnelles variables représente une nouvelle étape dans l'évolution des centrales à réserve pompée, et permettra de mieux répondre aux exigences des réseaux électriques dans l'avenir. En plus de transmettre des quantités d'électricité variables au réseau comme le font les pompes turbines asynchrones, elles peuvent aussi retirer des quantités variables d'électricité. »



Travaux de modernisation exécutés sur l'un des alternateurs de Wehr.

« Les centrales à réserve pompée offrent deux autres avantages, affirme Mattern. Les pompes-turbines asynchrones conviennent particulièrement aux pics dynamiques dans les variations de charge du réseau, et peuvent être utilisées à efficacité maximale tant en mode pompe qu'en mode turbine. »

En ce qui concerne les centrales exploitant déjà les alternateurs synchrones, en particulier les petites centrales à réserve pompée, Voith travaille à la mise au point d'un convertisseur pleine échelle capable de déployer des fonctionnalités similaires.

Ailleurs en Europe, Voith Hydro travaille également avec une autre technologie développée plus en profondeur pour accroître le rendement des centrales à réserve pompée : les systèmes ternaires.

Comme son nom l'indique, les systèmes ternaires comportent trois parties : une turbine raccordée à un alternateur-moteur d'un côté, et d'une pompe de l'autre. Puisqu'il s'agit donc de deux machines hydrauliques distinctes, le sens de rotation de l'alternateur-moteur peut être le même, peu importe le mode d'opération, ce qui augmente considérablement la valeur commerciale de l'exploitation d'une centrale. « Cette technologie per-

met le plus haut degré de flexibilité entre puissance de sortie et puissance consommée », nous informe Johannes Roest, gestionnaire de projet chez Voith Hydro.

Voith a fourni, à Forces Motrices Hongrin-Léman S.A., exploitant des centrales Lac de l'Hongrin et Lac Léman, en Suisse, deux unités de pompage multi-étage verticales faisant partie des unités ternaires de la centrale (en plus de la turbine Pelton et de l'alternateur-moteur).

La technologie a récemment été améliorée, de sorte que les clients peuvent utiliser la pompe et la turbine simultanément afin de pomper efficacement l'eau dans un court-circuit hydraulique. « Les systèmes ternaires sont les plus flexibles. Même s'ils sont plus coûteux que la technologie normalisée, ils permettent de personnaliser une centrale selon les besoins de son exploitant. Le fait d'améliorer l'application et l'usage des circuits hydrauliques améliore davantage la flexibilité de la technologie », indique Roest.

De l'autre côté de la frontière, à la centrale à réserve pompée allemande Wehr, l'exploitant Schluchsewerke AG a récemment fait appel à Voith pour moderniser les quatre groupes alternateurs-moteurs horizontaux, dans l'une des plus grandes installations de réserve pompée

au monde. Le système ternaire de 4x300 MVA était en fonction depuis plus de 40 ans, fournissant de hauts degrés de fiabilité et de flexibilité. En reconnaissance de l'expertise de Voith dans le domaine, on a demandé à la société de mettre à jour la technologie en y ajoutant les plus récentes innovations.

La touche finale au développement des centrales à réserve pompée est la technologie multi-étages. Ce concept permet de pomper l'eau vers le réservoir supérieur via une série d'étages à l'intérieur de la pompe.

Les pompes sont aménagées en série (cinq étages à Lac de l'Hongrin) en raison de la position surélevée de la centrale dans les montagnes ou de différences importantes de hauteur des réservoirs supérieur et inférieur. L'efficacité globale du réseau s'en trouve accrue, puisque les pompes multi-étages peuvent être utilisées lorsqu'il y a surproduction d'énergie renouvelable, en consommant ce surplus d'énergie pour accumuler l'énergie (l'eau) dans le réservoir supérieur qui sera libérée au besoin.

L'amélioration de ces trois technologies propulse les centrales à réserve pompée à des niveaux de flexibilité et d'efficacité sans précédent. Trianel, un réseau de fournisseurs de services publics municipaux de l'ouest de l'Allemagne, conçoit ses centrales à réserve pompée de concert avec Voith, et le groupe est optimiste quant aux gains en efficacité et en flexibilité que les centrales fourniront.

« Alors que la production d'énergies allemande comporte de plus en plus d'énergies renouvelables, l'approvisionnement énergétique flexible est crucial, énonce Christoph Schöpfer, gestionnaire de projet chez Trianel. En outre, il est désormais possible de concevoir des centrales à réserve pompée afin qu'elles soient adaptées à leur écosystème. D'entrée de jeu, les concepteurs travaillent à minimiser l'impact de la centrale électrique en tenant compte de la faune et de la flore inhérente à l'écosystème. » //

MAXIMISATION DU POTENTIEL

StreamDiver® est une nouvelle turbine compacte et écologique de Voith, conçue pour intervenir là où les centrales hydroélectriques conventionnelles pourraient ne pas être viables.



L'aspect écologique était un facteur clé dans la mise au point de la StreamDiver. Les paliers sont l'une des caractéristiques importantes, ils sont lubrifiés entièrement par de l'eau afin d'éviter la contamination par l'huile et la graisse.

L'hydroélectricité représente aujourd'hui la plus vaste part de la production d'énergie renouvelable au monde, avec une production annuelle de plus de 3 000 TWh. Dans plus de 60 pays, l'hydroélectricité couvre au moins 50 % de l'approvisionnement en électricité.

Néanmoins, le potentiel hydroélectrique mondial reste en grande partie inexploité. C'est souvent pour des raisons économiques, car la production d'énergie peut être considérée comme non rentable dans certaines régions. Les préoccupations écologiques constituent un autre obstacle fréquent dans les régions où de grandes centrales hydroélectriques pourraient avoir un grand effet sur l'environnement local.

Pour profiter de ce potentiel inutilisé, Voith a mis au point, en collaboration avec sa filiale Kössler, la StreamDiver, une nouvelle turbine hélice compacte particulièrement adaptée pour prendre la relève là où les plus grosses centrales pourraient ne pas être viables.

Inspirée par la recherche sur l'énergie des océans, la StreamDiver brevetée offre un choix compact et n'exigeant que peu d'entretien dans les endroits où les centrales hydroélectriques conventionnelles étaient auparavant impossibles en raison, par exemple, des réserves naturelles. La petite turbine permettra de gar-

der les travaux de construction au minimum, car le groupe en entier, qui comprend la turbine, l'arbre, les paliers et les alternateurs, est situé dans une enveloppe de type turbine bulbe qui élimine la nécessité d'une centrale visible et accessible. L'unité hydroélectrique est installée directement dans l'eau; seul le câble électrique en ressort. De plus, le bulbe est rempli d'eau, ce qui lubrifie entièrement les paliers, éliminant ainsi tout risque de contamination par l'eau.

La turbine elle-même est conçue comme une turbine hélice, ce qui signifie que ni le rotor ni le stator ne sont ajustés. Le débit d'eau peut être contrôlé par la mise en marche et en arrêt de turbines individuelles, ou par le réglage de la vitesse

La StreamDiver offre une solution flexible par rapport aux centrales hydroélectriques conventionnelles. Elle peut être installée en tant que turbine autonome ou dans un ensemble, comme on le voit ici.

variable de fonctionnement. Pour les arrêts, on utilise une vanne distincte, qui permet de contrôler simultanément la vitesse pour le démarrage synchronisé des turbines compactes. Toutes ces solutions sont conçues pour permettre un coût total d'appropriation comparativement faible.

Les caractéristiques techniques de la StreamDiver représentent les tous derniers développements dans le domaine de l'hydroélectricité, même si le concept de base est en réalité relativement simple, indique Gerald Hochleitner, directeur de la conception chez Kössler. La turbine reçoit l'eau par une grille, qui retient les branches, les

feuilles et d'autres débris. Le reste du processus de production d'hydroélectricité est ensuite pris en charge par le groupe entièrement intégré de la turbine. Grâce à cette conception, les besoins en matière d'entretien et le risque de pannes d'électricité imprévues sont réduits au minimum.

« La StreamDiver est un produit de série aux nombreuses possibilités. »

Jörg Lochschmidt, directeur de projet

La nature compacte et les caractéristiques écologiques rendent la StreamDiver particulièrement utile dans les endroits où des barrages ou des réservoirs sont déjà en place pour réguler de petits débits de rivière, mentionne le directeur de produit, Jörg Lochschmidt, la personne en charge du projet StreamDiver depuis 2010.

« De nombreux emplacements comportent une structure de barrage en place. En Europe, en raison des nouveaux règlements écologiques, ces structures doivent être contournées afin de restaurer la rivière. En combinant, ces mesures à l'installation d'une StreamDiver on crée un double effet : restauration et production d'électricité en même temps, ce qui >



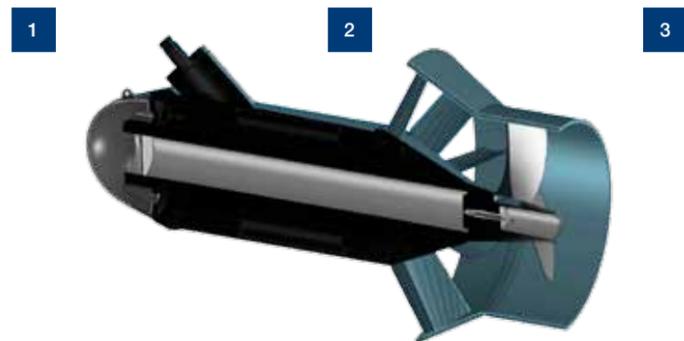
En raison de son petit format, la StreamDiver est particulièrement utile dans les endroits où des nappes intrusives et des bâtiments sont déjà en place pour réguler les petits lits de rivière. Elle nécessite peu d'entretien et une vérification technique est nécessaire seulement tous les cinq ans.

▷ rend l'investissement plus abordable », ajoute Lochschmidt. « La StreamDiver est très spéciale pour nous. Les centrales hydroélectriques conventionnelles sont conçues en tenant compte de conditions individuelles et selon le projet. La StreamDiver, en revanche, est un produit de série abordable qui offre de nombreuses possibilités d'application partout dans le monde. »

Un projet pilote a débuté en 2011 en collaboration avec les fournisseurs d'énergie autrichiens VERBUND Hydro Power, Grenzkraftwerke, evn naturkraft et Wien Energie, en plus des premiers prototypes encore en exploitation près du siège social de Voith Hydro à Heidenheim. Récemment, avec le soutien du ministère fédéral de l'environnement allemand et l'aide de l'Université de Stuttgart, une autre initiative a été lancée afin de mettre au point une solution adaptée à la StreamDiver pour la rendre conforme aux exigences écologiques actuelles.

En Allemagne seulement, ce nouveau concept de production d'énergie pourrait générer chaque année 3,5 TWh supplémentaires d'énergie propre et renouvelable, une augmentation de plus de 15 % par rapport au niveau de production d'hydroélectricité nationale actuel, ou suffisamment pour alimenter presque 300 000 maisons pendant une année. //

Comment elle fonctionne :



La turbine, à part le stator entièrement rempli d'eau, reçoit l'eau après qu'une grille de filtrage ait assuré un débit d'eau régulier (1). L'eau circule ensuite à travers le groupe intégré (2) avant d'être transformée en hydroélectricité propre (3).

NOUVELLE GÉNÉRATION

L'unité opérationnelle suédoise de Voith Hydro possède une compétence en hydroélectricité remarquablement approfondie, **particulièrement dans le domaine de la fabrication d'alternateurs.**

Il existe un proverbe qui dit : « Ce n'est qu'en Suède qu'on trouve des groseilles suédoises ». Il s'agit d'une fière déclaration à propos des caractéristiques exceptionnelles de ce pays nordique qui indique que la Suède est différente, que la Suède est spéciale. En outre, au fil des années, un certain nombre d'entreprises ont émergé sur la scène mondiale après avoir appris leurs leçons sur le marché suédois.

La Suède est parfaitement adaptée à la production d'hydroélectricité, à la fois géographiquement et politiquement. Couverte de montagnes qui fournissent des chutes et des précipitations qui génèrent des eaux courantes, les endroits adaptés à des installations hydroélectriques ne manquent pas et faisant suite à la crise pétrolière des années 1970, le gouvernement a voté en faveur d'une diminution de la dépendance du pays aux combustibles fossiles. Cela a entraîné d'importants investissements dans la production d'énergie nucléaire ainsi que d'énergie renouvelable, et l'hydroélectricité représente actuellement presque 50 % de la production d'électricité du pays. Tout cela signifie que le marché de l'hydroélectricité de la Suède est différent de la plupart de ceux du reste du monde. « C'est un marché établi, indique Magnus Wenna, directeur de la commercialisation de Voith Hydro Västerås (VHV), 80 à 90 % des emplacements hydroélectriques possibles sont déjà utilisés. »

Anciennement connu sous le nom de VG Power AB, VHV est le chef de file du marché scandinave de grands alternateurs. Créée en 2002, la société se spécialise dans les grands alternateurs et la remise en état et l'entretien des installations hydroélectriques. Voith Hydro est devenu l'actionnaire majoritaire en 2006 et au début de l'année en cours, il a consolidé sa participation dans la société en devenant propriétaire à 100 %.

Dans un marché établi comme la Suède, les projets pour bâtir de nouvelles installations hydroélectriques sont rares et le marché est surtout axé sur la remise en état et l'optimisation des installations existantes. Le pays a été l'un des premiers à adopter l'énergie hydroélectrique et un grand nombre de ses 1 000 installations hydroélectriques en exploitation datent des deux premières décennies du 20e siècle. La remise en état et la mise à niveau des équi-

pements de production d'électricité de ces installations plus anciennes représentent une occasion parfaite de procurer des avantages à l'opérateur sans entraîner l'impact environnemental de la construction d'installation toutes neuves. Et c'est pour de tels projets que VHV a développé son savoir-faire.

VHV conçoit et construit des alternateurs à la fine pointe de la technologie pour équiper des installations hydroélectriques nouvelles ou existantes, et offre également un soutien à l'entretien et des services complets de remise en état et de mise à niveau des alternateurs et turbines hydroélectriques, des moteurs de pompe et alternateurs, des groupes bulbes, des compensateurs synchrones, des systèmes rotatifs et statiques et d'autres composants. « Nos services donnent aux opérateurs une gamme d'avantages, y compris une augmentation de la durée de vie et de la puissance, tout en réduisant les coûts d'entretien », indique Stefan Borsos, qui assume la fonction de président-directeur général de VHV depuis octobre 2012. « Nous offrons le meilleur moyen d'augmenter la capacité et l'efficacité dans un marché établi où les possibilités de bâtir de nouvelles installations hydro-électriques sont rares. »

L'expertise que VHV a acquise restera la clé de voûte d'un certain nombre de produits de Voith Hydro partout dans le monde, y compris le projet Red Rock aux États-Unis et des sites en Norvège, en Islande, au pays de Galles et en Suisse. Dans ces projets et dans d'autres projets futurs, VHV livrera de nouveaux alternateurs ou des composants, tandis que les bureaux locaux de Voith Hydro fourniront les turbines et la gestion de l'ensemble du projet. Il s'agit d'un partenariat pour l'avenir, forgé en Suède. //



VHV apporte le savoir-faire au portfolio de Voith Hydro dans plusieurs domaines, comme il l'a démontré aux États-Unis, en Norvège, au pays de Galles et en Suisse.

PASSAGE EN TOUTE SÉCURITÉ

Une nouvelle réalisation technologique rend les installations hydroélectriques plus écologiques pour les poissons autochtones et améliore l'efficacité de cette inestimable source d'énergie.



Des roues à aubes améliorées qui permettront un meilleur passage aux poissons seront mises à l'essai à Ice Harbor.

Les avantages immenses de l'hydroélectricité pour les humains sont indispensables. Toutefois, il ne faut pas oublier que les rivières, les ruisseaux et les océans sont l'habitat naturel de nombreuses espèces de poissons. Comme l'hydroélectricité est une source d'énergie réellement durable, le perfectionnement de l'équipement technique visant à faciliter la migration des poissons est un objectif constant des ingénieurs de Voith Hydro.

Pour les applications conventionnelles, le déversement d'eau par-dessus les barrages, la collecte de poissons dans le réservoir supérieur et leur détournement à côté des turbines a contribué à améliorer le taux de survie des poissons pendant leur migration en aval, quoiqu'il s'agisse de so-

lutions dispendieuses qui peuvent avoir une incidence sur l'efficacité.

En ce qui concerne les poissons, la menace provient de la basse pression, du haut cisaillement, du taux de variation de la haute-pression, de l'impact des pales et de la mauvaise qualité de l'eau. Des flux importants aux périphéries interne et externe des turbines peuvent augmenter la probabilité que les poissons soient exposés à ces caractéristiques nocives de l'écoulement en raison des tourbillons de fuite se créent aux jeux.

Dans le but d'améliorer le taux de survie des poissons dans les applications où l'écoulement radial est plus faible, Voith s'est associée à Alden Research Laboratory pour mettre au point et tester une nouvelle technologie de roue à trois aubes qui réduit la mortalité causée par l'impact, la pression et le cisaillement. Le taux de survie juvénile prévu lors du passage à travers la turbine Alden est de 98 % ou plus pour diverses espèces de poissons.

Avec le soutien de l'Electric Power Research Institute, du département de l'Énergie américain et de partenaires de l'industrie, cette roue à aube évoluée est prête à entrer sur le marché. « C'est une technologie particulière », explique Jason Foust, ingénieur en hydraulique de Voith

Hydro. « Elle incorpore les derniers critères environnementaux en matière de passage des poissons dans un concept unique. »

Dans le domaine des turbines à écoulement axial à aubes orientables, la roue à aube à écart minimal de Voith (MGR, pour Minimum Gap Runner) procure déjà un passage plus sécuritaire aux poissons pour plusieurs grandes turbines, y compris celles des barrages de Bonneville et de Wanapum sur la côte nord-ouest du Pacifique. Le concept de la MGR a également été implanté lors d'une collaboration récente avec le US Army Corps of Engineers et sera installé aux fins d'essai à Ice Harbor Lock and Dam.

L'objectif est de déterminer la géométrie des aubes de turbines qui améliore le passage des poissons en se penchant sur chaque cause de mortalité. « Nous travaillons avec le US Army Corps of Engineers à mettre au point une roue de remplacement à pales fixes et réglables pour les turbines Kaplan, » explique Foust. « Ces turbines sont construites et évaluées selon des critères de conception permettant le passage des poissons et les nouveaux composants sont testés dans nos laboratoires. » On prévoit que le taux de survie des poissons d'Ice Harbor dépassera les 95 % des applications précédentes de la MGR. //



PRODUCTION DE PAPIER DURABLE EN TURQUIE

MODERN KARTON, l'un des plus gros fabricants de carton et de papier d'emballage en Europe, a retenu les services de Voith Paper pour l'approvisionnement de sa nouvelle PM 5 en vue de la production de papier d'emballage léger à son usine de Çorlu, en Turquie. La machine devrait commencer sa production avant juillet 2015 à un rythme de 1 500 m/min. Elle aura une largeur de toile de plus de 8 m et produira environ 400 000 tonnes métriques de papier d'emballage. La machine à papier sera un investissement particulièrement viable pour Modern Karton, car elle ne consomme que très peu d'eau fraîche. En raison de l'installation d'un système de dosage novateur dans le circuit de tête de la PM 5, il est possible de coordonner précisément l'utilisation des produits chimiques. De plus, un logiciel localise et visualise toute la consommation d'énergie du processus de production du papier. Cela permet ainsi d'économiser de l'eau et de l'énergie. Modern Karton installera également une centrale électrique sur les lieux du moulin dans le but d'utiliser entièrement les matières résiduelles du procédé de fabrication et de produire de l'énergie supplémentaire. //

PROTECTION CONTRE L'INCENDIE POUR UN TERMINAL PÉTROLIER DANOIS

4,83 kilomètres de conduites d'eau souterraines

VOITH INDUSTRIAL SERVICES a équipé l'exploitant de terminal pétrolier danois Inter Terminals d'un nouveau système automatique de protection contre l'incendie. Les nouveaux règlements font que 12 réservoirs pétroliers construits dans les années 1960 seront équipés de systèmes modernes de lutte contre l'incendie et de refroidissement. Voith a travaillé pendant 12 mois sur le projet, installant un système de près de 5 km de conduites d'eau souterraines et de près de 5 km de canalisation en surface qui distribuera de la mousse en cas d'urgence. Les travaux adaptent le système aux normes les plus récentes, tout en procurant à la société danoise une protection manuelle et automatique contre les risques d'incendie. //



PRÉPARATION D'INSTALLATIONS FLOTTANTES (FPSO) BRÉSILIENNES

VOITH A REÇU UNE IMPORTANTE COMMANDE pour la livraison de 60 engrenages épicycloïdaux à vitesse variable de type « Vorecon ». Les Vorecon entreront en service pour la production au large de la côte au gisement pétrolier de l'immense réservoir des champs pré-salifères de l'Atlantique, à environ 300 km au large de Rio de Janeiro. L'exploitant est un consortium dirigé par le groupe brésilien Petrobras. Grâce à cette commande, qui s'étendra sur plusieurs années, Voith Turbo renforce sa position de chef de file sur les marchés en expansion du pétrole et du gaz d'Amérique latine et de la région de l'ALÉNA. Voith, qui est active au Brésil depuis près de 50 ans, construira également un nouvel atelier de montage avec banc d'essais à São Paulo. La technologie Voith est une pierre angulaire importante de l'exploitation fiable sur le plan technique et viable sur le plan commercial des réserves pétrolières situées au large de la côte du Brésil. Pour 2017, le consor-

tium d'exploitants installera huit installations flottantes de production, d'entreposage et de déchargement (FPSO) dans la région, pour un total de 3,5 G\$. Ces installations flottantes de production, d'entreposage et de déchargement serviront à l'extraction des réserves de pétroles contenues dans les champs pré-salifères jusqu'à 7 km sous la surface de l'eau.

L'exploitation comprend la pénétration d'une couche de sel d'une épaisseur allant jusqu'à 2 km, ainsi que d'une couche de pierre de 3 km. Pour surmonter cette difficulté, l'exploitant adopte une nouvelle approche : premièrement, un mélange de pétrole, de gaz et d'eau est apporté à la surface à partir des champs pétroliers. Les trois constituants sont ensuite séparés dans des récipients spéciaux. Le pétrole brut est stocké sur des navires, tandis que le gaz est retourné au champ pétrolier sous-marin et ainsi préservé pour un usage futur. Par le passé, le gaz était pour une large part brûlé et par conséquent, perdu. Des compresseurs spéciaux densifient le gaz pour le voyage de retour dans le champ pétrolier. Les compresseurs, dont la vitesse est commandée par les Vorecons Voith, sont entraînés par des moteurs électriques. En raison de sa forme compacte, de sa robustesse et de sa grande fiabilité, le Vorecon est idéal pour les conditions difficiles de l'océan Atlantique. L'engrenage épicycloïdal à vitesse variable de Voith est un produit qui a fait ses preuves depuis des décennies pour une exploitation fiable dans l'industrie du pétrole et du gaz. Les Vorecon destinés aux champs pétroliers pré-salifères du Brésil profitent de cette technologie et de cette expérience. //



Représentation schématique d'une turbine Kaplan avec aube à écart minimal

SAUVER DES VIES

Inspirée par les deux pires désastres naturels des dernières années, l'invention simple, mais ingénieuse de **Michael Pritchard LIFESAVER** est à la hauteur de sa réputation.

Peu de personnes ont le talent de créer des solutions véritablement novatrices aux problèmes les plus insolubles. Lorsque le problème est de fournir de l'eau à des personnes pour qui il s'agit d'une question de vie et de mort, l'innovation revêt d'autant plus d'importance.

Comme des millions de personnes dans le monde, en 2004, Michael Pritchard regardait avec horreur à la télévision un tsunami dans l'océan Indien qui a fait plus de 200 000 victimes. Il a découvert avec stupeur qu'à la suite de l'événement, les gens continuaient à mourir en raison d'un manque d'accès à de l'eau potable saine. « Je continuais de penser que cela était tellement ridicule, se rappelle-t-il, au 21^e siècle; pourquoi ne pouvions-nous pas leur acheminer de l'eau propre? »

La tragédie a semé une graine pour une action future, même s'il a fallu l'ouragan Katrina un an plus tard pour l'inciter à trouver un moyen permettant de fournir de l'eau propre aux zones sinistrées. « Je me souviens avoir pensé « Voici la plus importante puissance au monde, avec la meilleure économie, et elle ne peut procurer de l'eau potable saine. »

Même si Pritchard, en Angleterre, ne possède pas une formation scientifique classique, dans le sens où il n'est pas titulaire



- 1 L'invention de Michael Pritchard a déjà amené de l'eau propre à de nombreuses collectivités...
 - 2 ... en leur permettant de tirer profit des ressources naturelles qui les entourent.
 - 3 La technologie LIFESAVER offre une option intéressante au transport d'importantes quantités d'eau potable.
- Pour de plus amples renseignements : www.lifesaversystems.com

d'un Ph. D. en sciences, par exemple, il a l'esprit d'un innovateur radical. Son concept d'eau propre est à la fois simple et ingénieux : sa première création, la bouteille LIFESAVER, ressemble assez à un grand nombre d'autres bouteilles pour transporter de l'eau : elle est surtout en plastique, légère, se tient dans une main et est munie d'un embout pour boire et d'un bouchon. En fait, la seule différence notable par rapport aux autres bouteilles est qu'elle a un fond « poussable », qui s'avère être une pompe, et l'ingrédient magique de la production d'eau propre.

La science de l'eau propre de Pritchard est la filtration, quoique avec plusieurs longueurs d'avance sur les systèmes habituels basés sur des « trous » mesurant 200 nanomètres, à cette dimension, ils ne peuvent empêcher toutes les bactéries et les virus de s'y introduire. En revanche, le moyen que Pritchard a proposé pour produire de l'eau potable propre à 100 % est de filtrer l'eau sale par des trous de 15 nanomètres seulement, « une dimension qui empêche tous les organismes vivants de passer ». Le défi cependant, consistait à créer une pression suffisante pour forcer le liquide à passer à travers de si petits trous.

Sachant qu'il est pratiquement impossible de compresser de l'eau, sa solution a été de créer une bouteille avec une pompe, qui sert à comprimer l'air, forçant ainsi l'eau à passer par les trous de filtration. En contrepartie, il fallait s'assurer que l'eau et non l'air passait par le filtre, alors Pritchard s'est inspiré de la nature : « Certains matériaux naturels absorbent l'eau, alors que d'autres la font rebondir, » explique-t-il. « Je me suis rendu compte que si j'utilisais une membrane hydrophile (qui a de l'affinité pour l'eau et non pour le gaz), alors le gaz ne passerait pas au travers et une pression énorme pourrait s'accumuler ». En résumé, l'effet est que l'air comprimé force l'introduction de l'eau sale à travers les trous de 15 nanomètres du filtre en laissant la « saleté » à l'extérieur et l'eau propre dans la bouteille.

Il n'a fallu que peu de temps à Pritchard pour mettre en œuvre un principe similaire sur un jerricane de 18,5 litres et donner ainsi accès aux utilisateurs à des quantités considérablement plus élevées d'eau potable propre. Cette innovation a déjà produit un effet positif sur des zones frappées par des catastrophes et d'autres régions dans lesquelles l'accès à de l'eau propre s'avère un problème. Alors que chaque filtre procure des milliers de litres d'eau avant de s'obstruer, des villages de la Malaisie jusqu'en Afrique et en passant par des zones sinistrées ne sont qu'à quelques pompes simples d'une bouteille en plastique pour convertir l'eau sale en eau potable propre.

Et tel a été la répercussion du LIFESAVER de Pritchard qui est maintenant utilisé par l'armée britannique alors qu'Oxfam utilise les bouteilles et les jerricanes sur le terrain. Il ne s'agit toutefois que des premières étapes d'un défi beaucoup plus important, espère Pritchard. « Cela peut sembler remarquable », dit-il, « mais je veux mettre fin à la pénurie d'eau et souhaitons que ce soit au cours de ma vie. » //



PAUSE-CAFÉ

Le président-directeur général de Voith Hydro, le **Dr. Roland Münch** nous fait part de son lien avec le monde de l'énergie hydroélectrique.

Dr. Münch, commencez-vous à penser à l'énergie hydroélectrique dans votre salle de bain le matin lorsque vous faites couler de l'eau du robinet?

Pour être franc, non. J'aime beaucoup travailler dans le domaine de l'énergie hydroélectrique et je suis convaincu de ses avantages pour produire de l'énergie de façon écologique et efficace. Mais à mon réveil le matin, j'ai plus tendance à penser à une bonne tasse de café.

Qui contient également de l'eau...

En effet. Et pour préparer du café, on a aussi besoin d'électricité. Ce que nous faisons chez Voith, et nous le faisons depuis plus de 140 années, est d'assurer qu'une grande partie de cette électricité provienne de l'énergie hydroélectrique.

Je vois. Ainsi, vous avez plus tendance à penser à l'énergie hydroélectrique lorsque vous mettez votre cafetière en marche le matin?

En fait, c'est assez rare aussi, malgré que j'apporte une contribution considérable à la production d'électricité écologique et que je détiens un doctorat en génie électrique!

Pourquoi un ingénieur électricien comme vous travaille-t-il dans l'énergie hydroélectrique?

Principalement en raison de la technologie de l'automatisation et des alternateurs. Depuis la coentreprise en 2000, lorsque Voith et Siemens ont fusionné leurs activités hydroélectriques, nous sommes alors devenus un fournisseur

complet. Voith Hydro couvre toute la gamme de services, incluant les turbines et les alternateurs, jusqu'à l'automatisation de centrale en entier.

Quel rôle l'alternateur joue-t-il chez Voith, une société ayant une longue tradition en tant que fournisseur de turbines?

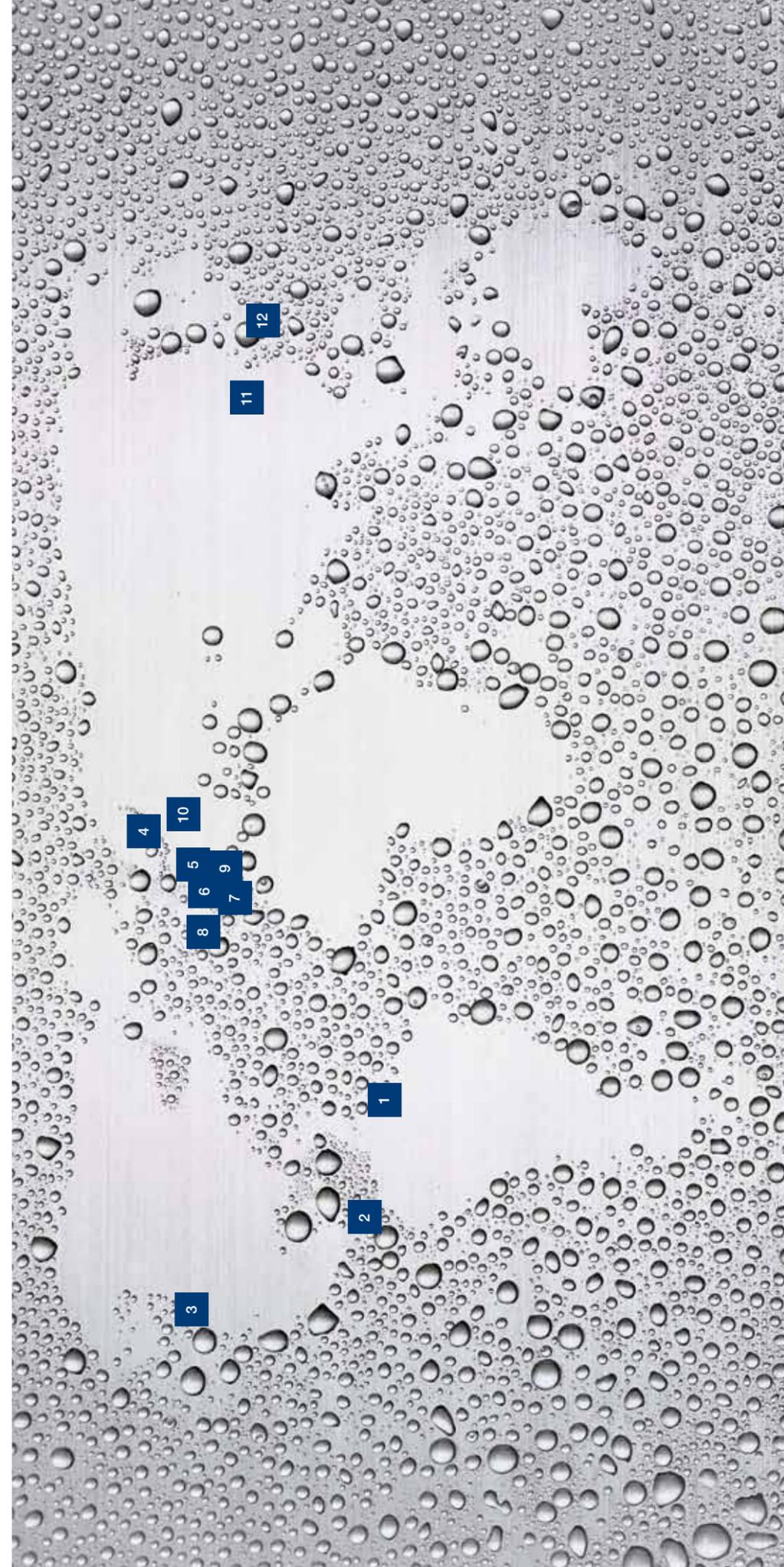
Il a un rôle essentiel. Nous sommes à l'aise dans les deux secteurs depuis un long moment et nous connaissons beaucoup de succès avec les deux. Nous recourons à une expertise de haut niveau dans nos propres ateliers d'alternateurs à Shanghai, São Paulo et Västerås.

En parlant d'alternateurs, nous parlons de chiffres élevés lorsqu'on parle de puissance maintenant.

En effet. Nous sommes près d'une catégorie d'alternateurs ayant une capacité de 1 000 MVA, un développement incroyable.

Vous êtes donc une personne qui aime les chiffres?

Oui, définitivement. Dans mes deux rôles, en tant qu'ingénieur et président-directeur général, les chiffres sont absolument essentiels. //



RÉPERTOIRE DES PROJETS

Toutes les centrales mentionnées dans ce numéro et l'étendue de la fourniture de Voith

- 1 Guri II, Venezuela :** Remise en état de cinq turbines Francis plus des systèmes d'automatisation avec une augmentation de capacité de 770 MW.
- 2 Cubujuqui, Costa Rica :** Fourniture de deux turbines Francis de 11,4 MW plus systèmes d'une centrale hydroélectrique et d'automatisation.
- 3 Gordon M. Shrum, Canada :** Remise en état et mise à niveau de cinq turbines avec puissance augmentée à 310 MW par turbine.
- 4 Kissakoski, Finlande :** Fourniture d'une turbine bulbe spéciale et d'un alternateur synchrone d'une puissance de 1,5 MW.
- 5 Wehr, Allemagne :** Modernisation de quatre alternateurs horizontaux de 300 MVA incluant la remise en état d'un rotor et d'un stator.
- 6 Rheinfeilden, Allemagne/Suisse :** Fourniture de quatre nouvelles turbines bulbe Kaplan de 25 MW venant quadrupler la production de la centrale hydroélectrique.
- 7 Hongrin-Léman, Suisse :** Fourniture de deux unités de pompe multi-étages verticales pour deux unités ternaires de 120 MW.
- 8 Frades II, Portugal :** Deux pompes-turbines verticales à vitesse variable, d'une puissance de 383 MW chacune et deux alternateurs asynchrones ayant une puissance nominale de 419,5 MW.
- 9 Roncovaigrande, Italie :** Remise en état de huit turbines ayant une capacité totale de 1 000 MW.
- 10 Uglich, Russie :** Nouveau groupe turbine-alternateur ayant une puissance de sortie de 65 MW, incluant une turbine bulbe Kaplan verticale, un alternateur, des équipements électromécaniques et un système d'automatisation.
- 11 San Men Xia, Chine :** Modernisation de deux turbines, incluant des composants et de l'automatisation pour augmenter la puissance à 60 MW.
- 12 Toyomi, Japon :** Remise à neuf de la centrale par le remplacement de six turbines Francis par deux nouvelles turbines bulbes verticales avec alternateurs ayant une puissance de 61,8 MW.

Publié par :

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

Alexanderstr. 11

89522 Heidenheim, Germany

Tél. : +49 7321 37 0

Télécopieur : +49 7321 37-7828

www.voith.com

A Voith and Siemens Company

VOITH
Engineered Reliability