

The background of the cover is a photograph of a large concrete dam with a walkway on top, situated behind a calm lake. In the distance, there are rugged mountains with patches of snow and dense evergreen forests. The sky is blue with some light clouds.

**VOITH**

LE MAGAZINE DES TECHNOLOGIES HYDROÉLECTRIQUES

# HyPower

N° 25 | Automne 2014

ADAPTER LA TECHNOLOGIE DE RÉSERVE POMPÉE POUR L'AVENIR

## IMMENSE CAPACITÉ

DES ARCHIVES

HISTOIRE DES CENTRALES À RÉSERVES POMPÉES CHEZ VOITH HYDRO

EXPERTISE MONDIALE

ÉTENDUE DES SERVICES DE VOITH HYDRO

POUR LES CLIENTS DU MONDE ENTIER





## MARQUE D'ÉDITEUR

### Éditeur :

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG  
Alexanderstr. 11  
89522 Heidenheim, Allemagne  
[www.voith.com](http://www.voith.com)

### Responsable de l'édition :

Ute Böhringer-Mai  
Rédacteur en chef : Lukas Nemela  
Téléphone : +49 7321 37 0  
Télécopieur : +49 7321 37-7828  
Courriel : [info.voithhydro@voith.com](mailto:info.voithhydro@voith.com)

### En partenariat avec :

Burda Creative Group GmbH  
[www.burdacreative.com](http://www.burdacreative.com)

### Papier :

HyPower est imprimé sur du papier R4 Chorus Silk.  
Ce papier a été produit sur une machine à papier Voith.

### Copyright :

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



### COMMENTAIRES :

Pour tout commentaire ou toute question sur ce numéro de HyPower, veuillez communiquer avec nous, à l'adresse : [hypower2voith.com](mailto:hypower2voith.com)



Rejoignez-nous sur Twitter :  
[https://twitter.com/voith\\_hydro](https://twitter.com/voith_hydro)

### Photographies :

Page couverture : Rüdiger Nehmzow; PAGES 4-5 : Dawin Meckel (2); PAGE 6 : Adriano Gambarini/ collection Duke Energy Brasil; Fotolia/Anton Balazh (3), PAGES 8-9 : Rüdiger Nehmzow; PAGE 11 : Dawin Meckel; PAGES 12-13 : illustration : Hokolo 3D (2); PAGE 15 : Naturstromspeicher Ulm GmbH (2); PAGES 16-17 : Dawin Meckel (3); PAGE 19 : Telmo Banha; PAGES 20-21 : Eskom Ingula; PAGES 22-23 : Shutterstock /2265524729, Rather be Flying!; PAGES 26-27 : EnBW; PAGE 32 : Dawin Meckel; PAGE 37 : Manitoba Hydro; PAGE 38-40 : Antonio Carreiro (2); PAGES 41-42 : Antonio Carreiro (6); PAGES 44-45 : Herbert Nitsch (3); PAGE 46 : Dawin Meckel; PAGE 47 : Fotolia/Anton Balazh (3)

Toutes les autres photos sont de Voith Hydro.

## GRANDE POLYVALENCE ET IMMENSE CAPACITÉ



**L'énergie hydroélectrique de centrale à réserve pompée a fait ses preuves dans le monde** entier comme étant la seule technologie capable de stocker l'énergie à l'échelle industrielle, avec un niveau d'efficacité très élevé. En effet, 99 % de la capacité de stockage d'énergie existant dans le monde provient de réserves pompées. La technologie de réserve pompée n'est pas seulement importante et efficace, elle peut également contribuer à mieux stabiliser le réseau électrique et permettre d'éviter de gaspiller l'énergie excédentaire produite à partir de sources d'énergie renouvelables volatiles comme le vent et le soleil.

Voith développe davantage cette importante technologie de stockage et fournit des solutions sur mesure à ses clients qui sont à la base les principaux avantages de réserve pompée, soit des temps de réaction rapides et une grande flexibilité. Des innovations comme les groupes de machines réversibles et la technologie à vitesse variable peuvent répondre rapidement et avec souplesse à l'évolution de l'offre et de la demande du réseau et fournir une couverture à réaction rapide en cas de pénurie d'énergie.

Depuis plus d'un siècle, la technologie de réserve pompée stocke de l'énergie pour les collectivités et les industries dans le monde entier. En fait, la centrale hydroélectrique à réserve pompée Brunnenmühle de Voith, achevée en 1908, fut la première de son genre en Allemagne. Aujourd'hui, Brunnenmühle est au cœur du réseau mondial de recherche et de développement de Voith en matière d'hydroélectricité.

Ces jours-ci, l'attention des décideurs politiques du monde entier se tourne de plus en plus vers la production d'énergie renouvelable. La combinaison d'énergies renouvelables volatiles, comme l'énergie éolienne et solaire, et d'énergies renouvelables stables, comme l'hydroélectricité et les réserves pompées, apportera la stabilité nécessaire à une production d'énergie renouvelable fiable à l'échelle industrielle.

Ce numéro de HyPower fournira de nouvelles informations sur la polyvalence et l'immense capacité de la technologie de réserve pompée. Bonne lecture!

Cordialement,

Ute Böhringer-Mai

Directrice des communications mondiales Voith Hydro





8



16



30



32



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



**NOS CLASSIQUES**

- 2 MARQUE D'ÉDITEUR
- 3 ÉDITORIAL
- 6 QUOI DE NEUF
- 7 SUJETS COURANTS
- 43 L'UNIVERS DE VOITH
- 44 PERSPECTIVES DES INVITÉS
- 46 PAUSE-CAFÉ

**ORDRE DU JOUR**

- 8 **ACCUMULER POUR L'AVENIR**  
L'hydroélectricité à réserve pompée est une technologie bien établie et digne de confiance ayant un avenir prometteur.

**GAMMES D'ÉNERGIES VERTES**

- 15 **ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE HYDRAULIQUE : UNISSENT LEURS FORCES**  
L'énergie éolienne et l'énergie hydraulique s'unissent dans un nouveau projet novateur.

- 16 **LA CENTRALE INVISIBLE**  
Cette centrale à réserve pompée souterraine offre une grande efficacité et une capacité accrue.

- 18 **UN BON AUDACIEUX EN AVANT**  
La technologie à vitesse variable donne un nouveau potentiel à la technologie de réserve pompée.

- 20 **UN PROJET MONDIAL**  
Collaboration internationale sur un projet de centrale à réserve pompée en Afrique du Sud.

- 22 **ADAPTATION ET ÉVOLUTION**  
Prolongation de la durée de vie d'une centrale à réserve pompée aux États-Unis.

**FOURNISSEUR COMPLET**

- 24 **PARTI DES PLUS GRANDS AU MONDE**  
Soutien de l'infrastructure hydroélectrique chinoise : transition vers les sources renouvelables.

**PARTENARIATS FRUCTUEUX**

- 26 **SAUVER IFFEZHEIM**  
Vitesse et rigueur pour une centrale dans le besoin.
- 28 **PETITE HYDRO, GRANDE POLYVALENCE**  
La qualité et la fiabilité de petits projets hydroélectriques nouveaux et anciens.

**DIRECTEMENT DE NOS ARCHIVES**

- 30 **TECHNOLOGIE PIONNIÈRE**  
La toute première centrale à réserve pompée en Allemagne.

**EXPERTISE MONDIALE**

- 32 **UN BRILLANT AVENIR**  
20 ans de succès pour Voith Hydro à Shanghai.

- 35 **FAIRE TOURNER LES ROUES**  
L'excellence de Voith en matière de service et de modernisation au Canada.

- 38 **ALIMENTER L'AMÉRIQUE LATINE**  
Leadership avec un regard sur Voith en Amérique du Sud.

- 41 **VIVRE LE PROJET**  
Engagement et expérience: une journée « sur le chantier » au Brésil.



**PROJECT DIRECTORY**

- 47 **AUTOUR DU MONDE**  
Un outil de référence facile à consulter contenant tous les projets de Voith Hydro mentionnés dans ce numéro de HyPower.





## MODERNISATION AU BRÉSIL

**BRÉSIL** La production d'énergie fiable continue sur le fleuve Paranapanema au Brésil, alors que Voith a terminé la remise à neuf du premier groupe électrogène de la centrale hydroélectrique Chavantes. Voith modernisera trois autres groupes de la centrale qui sont en service depuis 1970 et qui disposent d'une capacité installée totale de 414 MW. Géré par Duke Energy, Chavantes est engagé dans un processus de modernisation complet qui englobe le renouvellement de trois groupes électrogènes, y compris les turbines, les alternateurs et les systèmes électromécaniques connexes. //

## RÉSERVE POMPÉE EN ASIE DU SUD

**THAÏLANDE** Un marché prometteur a franchi une autre étape positive avec la récente commande pour l'agrandissement de la centrale à réserve pompée Lam Ta Khong en Thaïlande. Lam Ta Khong est la première centrale à réserve pompée en Asie du Sud-Est à être équipée par Voith Hydro. Il s'agit d'une grande percée pour assurer la présence de Voith dans cette région où l'hydroélectricité est en émergence. Commandé par l'Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), le projet comprend l'équipement électromécanique complet de la centrale : deux pompes-turbines verticales de 255 MW chacune, deux groupes électrogènes, des systèmes d'automatisation, des systèmes auxiliaires électriques et mécaniques, des travaux de génie civil et l'installation sur le site. Une fois terminé, l'agrandissement augmentera la capacité de la centrale hydroélectrique à réserve pompée Lam Ta Khong à 1 000 MW, soit près du double de sa capacité actuelle. //



**Microtubulaire : une solution intelligente pour petites centrales hydroélectriques**

## PETIT, INTELLIGENT, EFFICACE

**ITALIE/JAPON** Grâce à la turbine et à l'alternateur microtubulaires, Voith offre un produit intelligent et efficace pour le secteur des petites centrales hydroélectriques. Il s'agit d'un système compact qui peut être intégré dans les systèmes de conduite existants avec un minimum d'effort. La turbine microtubulaire, qui est dotée d'un alternateur entraîné par courroie et d'une turbine Kaplan avec des aubes mobiles réglables montées dans un tube afin de contrôler le débit, peut servir dans les domaines d'applications suivants : les usines, les aqueducs, les usines de traitement des eaux usées et des canaux d'irrigation.

Le produit normalisé assure la rentabilité et il s'installe rapidement. Il ne nécessite qu'une ingénierie et des travaux de génie civil minimum pendant la phase d'exécution. Il répond à la demande pour les petites centrales hydroélectriques économiques, sans compromettre les normes Voith. Il est disponible en trois grandeurs: P, M ou L, en série ou parallèle afin de rencontrer les exigences des hauteurs de chute et les débits, et dispose d'une gamme distincte de 2 à 20 m de hauteur et de 3 à 250 kW par turbine. Conçu par Voith Fuji Hydro Japon, Voith Hydro Italie l'a adapté pour répondre aux exigences locales, et il attire déjà l'attention sur le marché. //

## GARANTIR LA PLUS HAUTE QUALITÉ DANS UNE COURSE CONTRE LA MONTRE

**INDE** Lorsqu'est venu le temps de remplacer le stator de la plus grande centrale à réserve pompée de l'Inde, l'exploitant Tata Power a fait appel au bureau de Voith Hydro de Noida, en Inde. La commande pour le projet de la centrale à réserve pompée de Bhira, qui est en cours, comprend la conception, la mise à niveau, la fabrication, la fourniture, le montage et la mise en service du nouveau stator pour le groupe électrogène de 200 MVA. Le nouveau stator doit être livré au client dans un délai de 11 mois. La période d'arrêt ne peut pas dépasser 45 jours étant donné que la centrale alimente la mégaville de Mumbai. Si Tata Power, la plus grande compagnie d'électricité intégrée en Inde, a fait appel à Voith, c'est en raison de l'excellente collaboration qui existe entre les deux entreprises depuis plus d'un siècle. En effet, c'est Voith qui avait fourni à Tata Power quatre groupes de 13 mégawatts chacune à la centrale de Khopoli en 1911. //

### #HYDROPICTUREOFTHEWEEK

Balisez le code QR ci-dessous ou consultez [twitter.com/Voith\\_Hydro](https://twitter.com/Voith_Hydro) pour suivre les nouvelles de Voith Hydro sur Twitter. [.twitter.com/Voith\\_Hydro](https://www.facebook.com/Voith_Hydro) N'oubliez pas de consulter notre fil de nouvelles tous les vendredis alors que nous partageons notre photo de la semaine sur l'énergie hydroélectrique.



# COMPARER LES TECHNOLOGIES DE STOCKAGE

Important, économique, durable et écologique : lorsque nous examinons le potentiel de la technologie à réserve pompée comme acteur de premier plan dans nos systèmes énergétiques, les chiffres en disent long.

## 1 Part importante

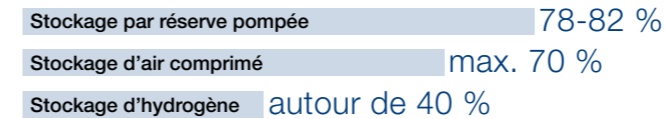
L'énergie hydroélectrique à réserve pompée représente 99 % de la capacité de stockage d'énergie au monde. Le 1 % restant provient des batteries, du stockage d'air comprimé et d'autres technologies d'accumulation.



**2 142 000 MW**, c'est la capacité de production combinée de toutes les centrales hydroélectriques à réserve pompée au monde.

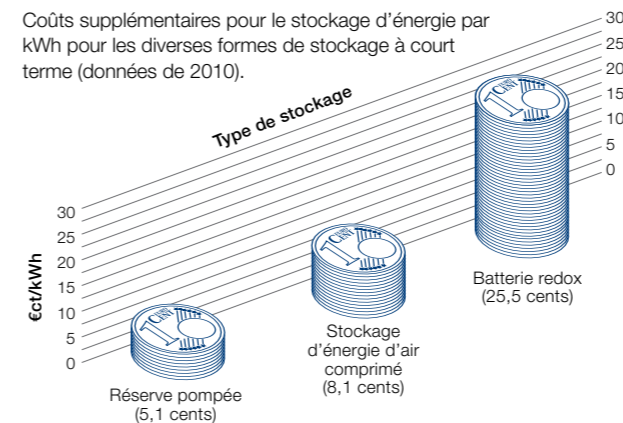
## 3 Hautement efficace

Le stockage par réserve pompée est presque deux fois plus efficace que le stockage d'hydrogène.



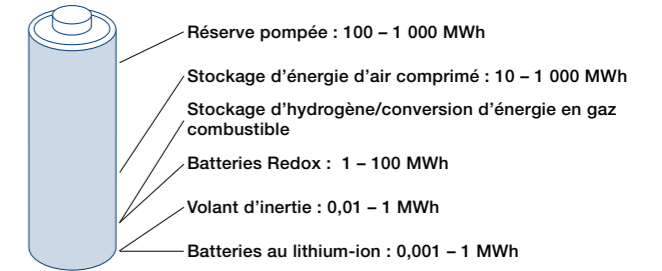
## 4 Rentable

Coûts supplémentaires pour le stockage d'énergie par kWh pour les diverses formes de stockage à court terme (données de 2010).



## 5 Grande échelle

La capacité potentielle de stockage par réserve pompée est considérablement plus élevée que la capacité potentielle d'autres formes de stockage d'énergie.



## 6 Extrêmement durable

La durée de vie d'une centrale hydroélectrique à réserve pompée dépasse de loin la durée de vie de nombreuses autres options de stockage d'énergie.

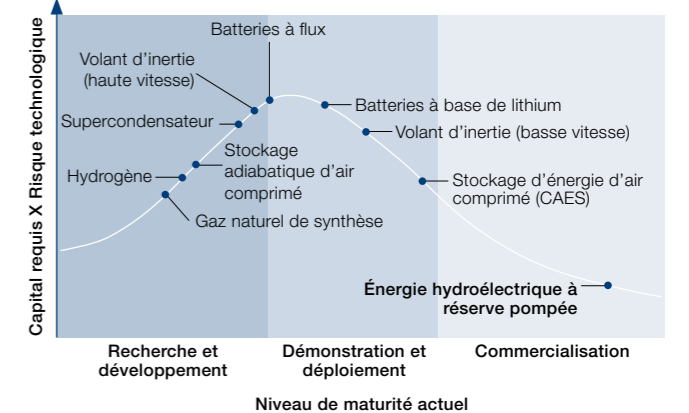


Batterie au lithium-ion  
environ  
2 000 cycles

Centrale à réserve pompée  
> 50 000 cycles

## 7 Maturité technologique

Préparation de diverses technologies de stockage pour l'entrée sur le marché. La technologie de réserve pompée est déjà commercialisée, bien établie et innove continuellement.



Sources : 1 2 Analyse de l'AIE et de l'EPRI (Electric Power Research Institute), Electrical Energy Storage Technology Options, Report, EPRI 2010; recherche interne 3 5 et 6 SRU 2011, Bünger et al. 2009, Oertel 2008; complété par des données internes 4 DLR/Fraunhofer IWES/IFNE, Long-term scenarios and strategies for the deployment of renewable energies in Germany in view of European and global developments (BMU-Leitstudie), 2010. 7 Decourt, B., and R. Debarre, Electricity storage Factbook, Schlumberger Business Consulting Energy Institute, Paris, France et Paksoy, H., 2013; "Thermal Energy Storage Today" in IEA Technology Roadmap Energy Storage, p. 16., 2014.



# ACCUMULER POUR L'AVENIR

Bien plus qu'un simple centre de stockage d'énergie à court terme, les centrales à réserves pompées offrent un soutien rapide, flexible et efficace à nos réseaux électriques. Leur importance est appelée à croître, à mesure que nous intégrerons les énergies renouvelables.

La transition énergétique actuelle n'est pas la première à laquelle nous assistons depuis un siècle en Allemagne, mais c'est la première qui aura des effets considérables sur l'architecture de notre système d'approvisionnement en électricité », souligne Klaus Krüger, directeur de la recherche et du développement chez Voith Hydro. En prenant l'Allemagne comme exemple, il explique la façon dont le pétrole a remplacé le charbon dans les années 1960 et 1970, et comment l'énergie nucléaire a ensuite succédé au pétrole dans les 30 années qui ont suivi. « Ces transitions ont toutes un point en commun, à savoir que seul le vecteur énergétique de base changeait chaque fois, alors que l'architecture du système d'approvisionnement en électricité de l'Allemagne demeurait inchangée. »



▷ Comme l'explique M. Krüger, les systèmes de stockage d'énergie ne jouaient pas un rôle important dans l'ancien environnement de service étant donné qu'il y avait toujours une réserve de puissance assez élevée et disponible en permanence avec les centrales au charbon et les centrales nucléaires. Jusqu'à maintenant, le stockage d'énergie passait par l'utilisation de matières premières primaires comme le charbon, le gaz, l'uranium et le pétrole. La production d'énergie électrique suivait peu après, en fonction des besoins. « Dans l'ordre, il fallait stocker en premier et produire ensuite », souligne-t-il. Toutefois, la production d'énergies renouvelables à partir de sources éoliennes et photovoltaïques s'effectue de manière non contrôlée, sans égard à la demande. C'est donc ainsi que la plus récente transition a changé l'ordre habituel du stockage et de la production. Dans un tel contexte, les centrales à réserve pompée peuvent contribuer à réduire considérablement les limites liées à l'énergie renouvelable. Elles peuvent remplacer la production d'énergie fossile en libérant l'énergie obtenue à l'aide des sources renouvelables qui ont été stockées.

**Bien qu'elle soit utilisée depuis le début du 20e siècle,** Bien qu'elle soit utilisée depuis le début du 20e siècle, la technologie de réserve pompée a traditionnellement été perçue comme un moyen de stocker de l'énergie afin de répondre à la demande lors de charges de pointe. Cependant, comme les énergies solaire et éolienne occupent une place de plus en plus importante dans de nombreux pays, le stockage par réserve pompée commence à montrer tout son potentiel comme technologie flexible et dynamique susceptible d'assurer la stabilité de nos réseaux électriques.

Même si les énergies solaire et éolienne sont plus écologiques que le charbon et l'énergie nucléaire, elles sont aussi moins fiables, entièrement dépendantes de la nature et aucunement flexibles. À certaines périodes, ces sources produisent de grandes quantités d'énergie, mais à d'autres elles n'en produisent pas.



« Il y a quelques années, il fallait compter entre deux et trois minutes pour alimenter le réseau en électricité. Aujourd'hui, nous sommes en mesure de fournir la puissance maximale en moins de 60 secondes. »

Jiri Koutnik, directeur du soutien aux experts des groupes électriques, Voith Hydro

« Un réseau doit pouvoir compter sur une capacité disponible fiable. Le principal problème de l'énergie photovoltaïque réside dans le fait que même si vous avez une capacité installée de plusieurs gigawatts, la capacité disponible fiable est presque nulle. Dans le cas de la production éolienne à terre, on parle d'une capacité disponible fiable d'environ un pour cent », explique M. Krüger. Par exemple, en 2013, l'alimentation en électricité dans l'est de l'Allemagne a subi une variation de puissance de 8 GW en raison de brume et de brouillard imprévus touchant la production d'électricité photovoltaïque. « Dans de telles circonstances, il faut un plan B, une option rapide et flexible qui permet non seulement de compenser les déficits énergétiques, mais aussi de ne pas gas-

pillier les productions excessives. Sans un tel plan, le réseau peut devenir instable et c'est là que les pannes de courant surviennent. »

Dans le passé, les centrales à réserve pompée fonctionnaient selon un horaire précis en mode « sous tension » et « hors tension ». Il suffisait de basculer entre le mode pompe et le mode turbine quelques fois par jour pour équilibrer le réseau. Cependant, la technologie des centrales à réserve pompée a évolué à mesure que l'infrastructure a changé et que la demande en électricité, ainsi qu'une plus grande flexibilité, s'est accrue. « Aujourd'hui, nous pompions sept ou huit fois par jour, mais durant de plus courtes périodes. L'équipement doit être plus rapide et plus durable », mentionne Jiri Koutnik, directeur du soutien



- 1 Tai'an, Chine : Les installations de Voith en Chine, au Japon et en Allemagne ont fourni de l'équipement pour cette centrale à réserve pompée.
- 2 Reisseck-II, Autriche : Inspection d'une des deux roues fournies dans le cadre du projet dans les Alpes.

d'experts des groupes électriques chez Voith Hydro. Au sujet des systèmes ternaires, M. Koutnik explique : « Il y a quelques années, il fallait compter entre deux et trois minutes pour alimenter le réseau en électricité. Aujourd'hui, nous sommes en mesure de fournir la puissance maximale en moins de 60 secondes. » ▷

## L'ALLEMAGNE ET LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

**L'Allemagne se fixe des objectifs ambitieux :** d'ici 2022, elle prévoit éliminer graduellement l'énergie nucléaire, et avant 2050, 80 % de son électricité proviendra de sources renouvelables.

Une étude récente menée par RWTH Aachen University, et commandée par Voith, a montré que l'utilisation de la technologie à réserve pompée pouvait permettre d'utiliser jusqu'à 5 TWh d'électricité renouvelable supplémentaire d'ici 2050. Toutefois, comme le mentionnait Stephan Kohler, directeur général de l'agence allemande de l'énergie (dena), l'Allemagne a encore du travail à faire si elle veut atteindre ses objectifs. « En raison du climat économique actuel, des investissements importants dans la technologie de réserve pompée ne sont pas réalisés. Les avantages que le stockage par réserve pompée peuvent procurer au réseau ne sont pas rétribués adéquatement. Il doit y avoir de meilleures mesures incitatives pour stocker l'énergie efficacement. » La dena, en collaboration avec Voith et d'autres partenaires importants de l'industrie, a lancé la plateforme « Les centrales à réserve pompée : partenaires de la transition énergétique » afin d'aborder cette question et d'autres préoccupations. Il est important de se souvenir que les investissements dans la technologie de réserve pompée sont à long terme, dit-il. Les périodes de planification et de construction s'étaleront sur 10 à 20 ans, alors que les périodes d'amortissement atteindront jusqu'à 60 ans. Dans cette optique, les changements doivent être faits rapidement si l'Allemagne veut concrétiser son énorme potentiel de stockage par réserve pompée. Si elle y parvient, alors « elle pourra jouer un rôle majeur lorsque d'autres pays augmenteront leur utilisation des énergies renouvelables », de souligner M. Kohler. //

Autres liens en ligne vers l'énergie hydroélectrique à réserve pompée



[www.pumpspeicher.info](http://www.pumpspeicher.info)

La plateforme dena : Réserve pompée : un partenaire de la transition énergétique (en allemand seulement).



[www.wasserkraft.info](http://www.wasserkraft.info)

Comment utiliser le stockage par réserve pompée pour soutenir l'énergie renouvelable dans la transition énergétique et dans l'avenir (en anglais et en allemand seulement).



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

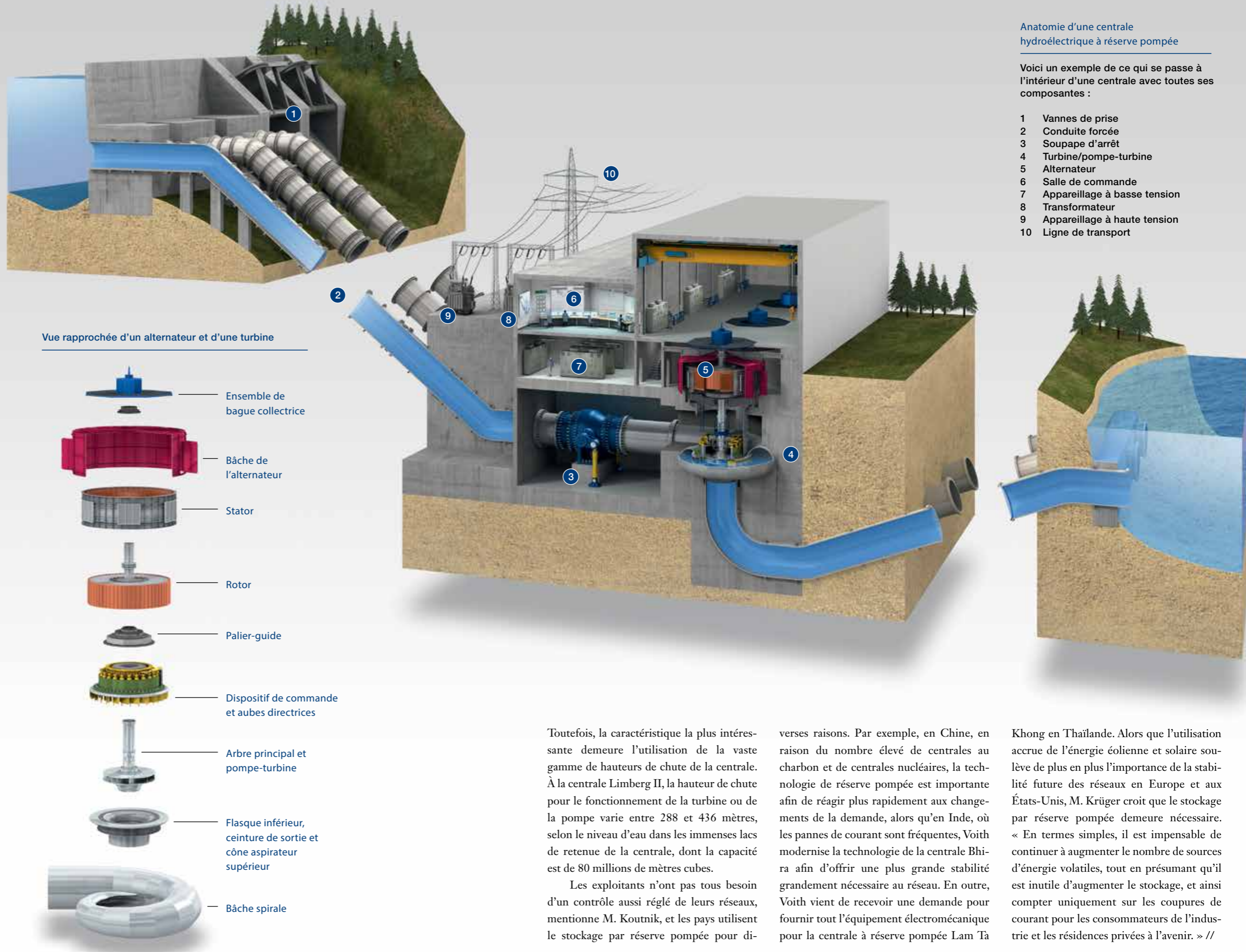
Aperçu des produits et des services offerts par Voith Hydro en matière de réserve pompée.



▷ **La vitesse constitue un avantage supplémentaire** des centrales à réserve pompée, car elle permet de procéder à un démarrage à froid du réseau en cas de panne de courant. « Le démarrage d'une centrale hydroélectrique nécessite très peu de puissance initiale; en fait, juste assez pour ouvrir les vannes ou les soupapes et pour assurer la magnétisation du rotor de l'alternateur », précise M. Krueger. « Elle peut alors libérer un important bloc de puissance très rapidement pour faciliter le redémarrage des centrales à combustible fossile ou nucléaires. »

La centrale Kops II en Autriche présente un autre exemple de l'expertise novatrice de Voith Hydro. Fonctionnant avec un système ternaire, composé d'un groupe électrogène et d'un ensemble turbine et pompe distinct, la centrale à réserve pompée Kops II utilise un convertisseur hydraulique de couple – une évolution unique de Voith – pour basculer entre le fonctionnement de la turbine à celui de la pompe en quelques secondes. « Il est aussi possible de faire fonctionner les deux en même temps, créant ainsi un court-circuit hydraulique », précise M. Koutnik. « Cela permet de contrôler la puissance de la pompe, même avec un alternateur à vitesse fixe, ce qui améliore considérablement l'efficacité et la flexibilité, tout comme une machine à vitesse variable. » Pour s'exprimer en nombres, disons que la centrale Kops II peut fournir au réseau une énergie maximale pouvant atteindre 525 MW en quelques secondes, ou prendre un surplus d'énergie de 450 MW du réseau afin de le stocker.

La centrale Limberg II, également en Autriche, dispose de pompes-turbines réversibles à vitesse fixe ayant une plage de fonctionnement ultra large. Les deux pompes-turbines réversibles de 240 MW fournies à la centrale Limberg II dans les Alpes autrichiennes peuvent fonctionner dans les deux sens et, selon le sens de rotation, elles peuvent fonctionner soit comme une pompe, soit comme une turbine, ce qui en fait une solution peu encombrante et attrayante d'un point de vue économique.

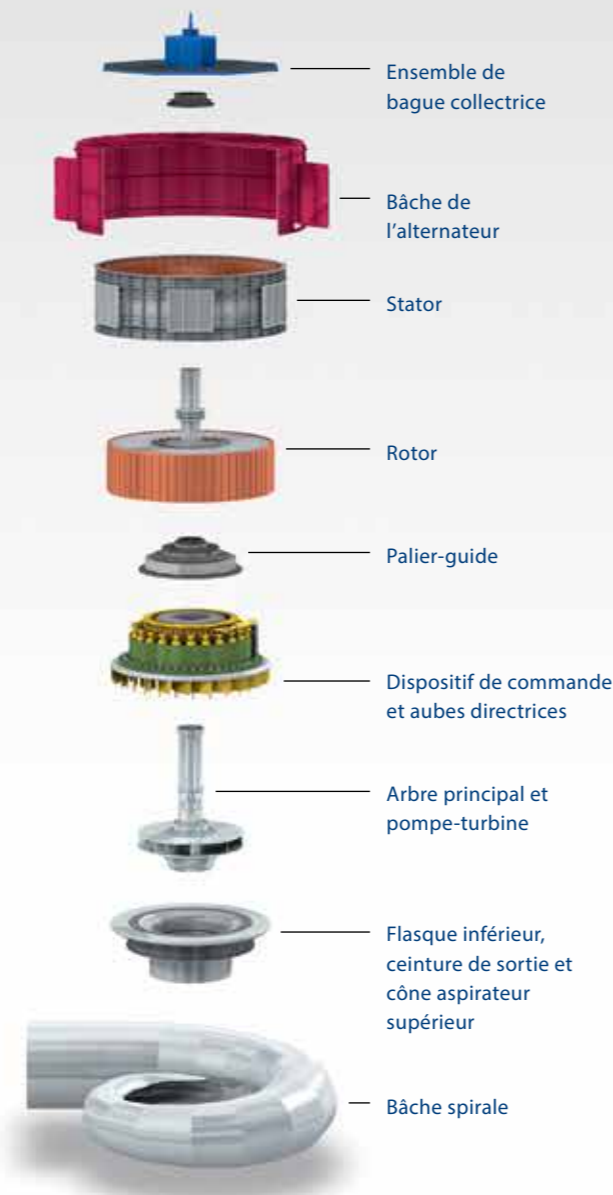


Anatomie d'une centrale hydroélectrique à réserve pompée

Voici un exemple de ce qui se passe à l'intérieur d'une centrale avec toutes ses composantes :

- 1 Vannes de prise
- 2 Conduite forcée
- 3 Soupape d'arrêt
- 4 Turbine/pompe-turbine
- 5 Alternateur
- 6 Salle de commande
- 7 Appareillage à basse tension
- 8 Transformateur
- 9 Appareillage à haute tension
- 10 Ligne de transport

Vue rapprochée d'un alternateur et d'une turbine



Toutefois, la caractéristique la plus intéressante demeure l'utilisation de la vaste gamme de hauteurs de chute de la centrale. À la centrale Limberg II, la hauteur de chute pour le fonctionnement de la turbine ou de la pompe varie entre 288 et 436 mètres, selon le niveau d'eau dans les immenses lacs de retenue de la centrale, dont la capacité est de 80 millions de mètres cubes.

Les exploitants n'ont pas tous besoin d'un contrôle aussi réglé de leurs réseaux, mentionne M. Koutnik, et les pays utilisent le stockage par réserve pompée pour di-

verses raisons. Par exemple, en Chine, en raison du nombre élevé de centrales au charbon et de centrales nucléaires, la technologie de réserve pompée est importante afin de réagir plus rapidement aux changements de la demande, alors qu'en Inde, où les pannes de courant sont fréquentes, Voith modernise la technologie de la centrale Bhira afin d'offrir une plus grande stabilité grandement nécessaire au réseau. En outre, Voith vient de recevoir une demande pour fournir tout l'équipement électromécanique pour la centrale à réserve pompée Lam Ta

Khong en Thaïlande. Alors que l'utilisation accrue de l'énergie éolienne et solaire soulève de plus en plus l'importance de la stabilité future des réseaux en Europe et aux États-Unis, M. Krueger croit que le stockage par réserve pompée demeure nécessaire. « En termes simples, il est impensable de continuer à augmenter le nombre de sources d'énergie volatiles, tout en présumant qu'il est inutile d'augmenter le stockage, et ainsi compter uniquement sur les coupures de courant pour les consommateurs de l'industrie et les résidences privées à l'avenir. » //



# À PROPOS DES CENTRALES À RÉSERVES POMPÉES

Heike Bergmann nous parle du puissant **potentiel du stockage d'énergie.**



Heike Bergmann, membre de la direction générale de Voith Hydro Heidenheim, travaille depuis de nombreuses années au sein de l'industrie de l'énergie. Selon son expérience, elle est convaincue que les centrales à réserves pompées, grâce à leur polyvalence, peuvent apporter une contribution essentielle à la conversion des systèmes énergétiques vers les énergies renouvelables.

À votre avis, quel sera le rôle des centrales à réserves pompées dans les systèmes énergétiques de l'avenir?

Étant donné que la portion fluctuante des énergies renouvelables, tel que l'énergie éolienne et l'énergie solaire, augmente continuellement dans la panoplie d'énergies disponibles de nombreuses régions du monde, les systèmes énergétiques auront besoin d'un plus grand nombre de centrales à réserves pompées. Ces centrales sont vraiment polyvalentes, car elles offrent à la fois des possibilités de stockage, un fonctionnement fiable et de la flexibilité. Tout cela dans un seul type de centrale électrique. Ces caractéristiques leur permettent d'éviter le gaspillage d'énergie renouvelable étant donné qu'elles peuvent stocker l'énergie éolienne et solaire excédentaire lorsqu'il y a des surplus. Même lorsque toutes les centrales thermiques sont arrêtées, les centrales à réserves pompées peuvent quand même prendre les surplus et fournir une « alimentation négative ». Quelques heures plus tard, elles peuvent libérer cette électricité « verte » sur le réseau, non seulement dans un très court délai, mais aussi au moment précis où elle est nécessaire. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de ralentir les centrales solaires et éoliennes et le réseau est plus stable.

Quel est le coût d'une centrale à réserve pompée comparativement à une centrale thermique?

Il est difficile de comparer directement les centrales alimentées par énergie fossile avec les centrales à réserves pompées, car elles ont des rôles différents. De plus, les centrales à réserves pompées n'entraînent pas de dépenses en carburant ni en certificats. On peut cependant dire que le coût de chaque kW produit par une centrale à réserve pompée équivaut en moyenne à environ 1 350 €. Dans le cas d'une centrale thermique au charbon, le coût de l'investissement s'élève à 1 300 € le kW. Aussi, il ne faut pas oublier que les centrales à réserves pompées ont une durée de vie de 60 à 80 ans, voire plus, alors qu'une centrale classique dure seulement entre 30 et 40 ans. Ainsi, il faudrait doubler l'investissement dans une centrale alimentée par carburant aux fins de comparaison.

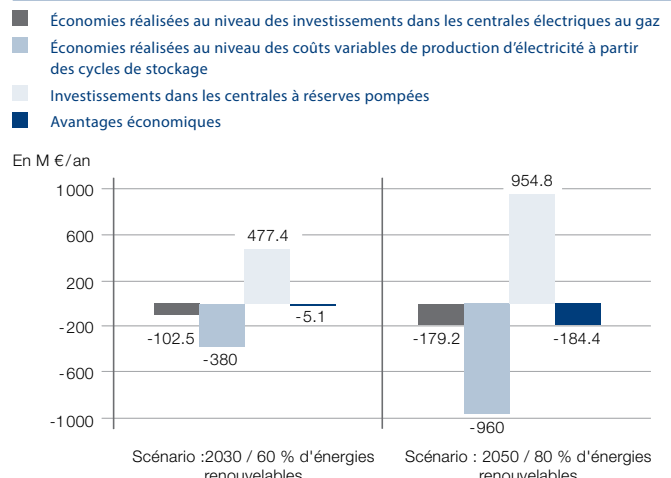
Qu'en est-il des batteries qui sont une autre forme de stockage d'énergie?

Les batteries sont actuellement beaucoup plus chères que le stockage par réserve pompée et elles le resteront dans le futur. Le coût des batteries au lithium-ion s'élève au moins à 600 € le kW, alors que la partie stockage d'une centrale à réserve pompée coûte au maximum 50 € le kW, selon l'emplacement. De plus, les batteries offrent un nombre de cycles de charge beaucoup moins élevé en comparaison avec le stockage par réserve pompée.

Voith Hydro en Allemagne a chargé l'université RWTH d'Aix-la-Chapelle d'étudier la contribution des centrales à réserves pompées dans la « Energiewende » (transition énergétique) de l'Allemagne. En résumé, quels sont les principaux résultats de cette étude?

L'étude démontre que les centrales à réserves pompées apportent une contribution essentielle dans la réussite de la « Energiewende » de l'Allemagne, ou plutôt, dans la conversion d'un système énergétique vers des sources renouvelables. L'étude a démontré qu'à partir de 2030 en Allemagne, environ 70 % des surplus énergétiques provenant des sources éoliennes et solaires pourront être utilisés s'ils sont combinés au stockage par réserve pompée. Selon cette croissance présumée, l'utilisation de l'ensemble des équipements de stockage par réserve pompée pourrait prévenir le ralentissement de 6 TWh lié à l'énergie renouvelable d'ici 2030, ou de 17,6 TWh d'ici 2050. L'utilisation de centrales à réserves pompées est efficace et économiquement rentable, car elle contribue à réduire le gaspillage de l'énergie renouvelable. Nous aurons besoin d'un moins grand nombre de centrales électriques au gaz étant donné que les centrales à réserves pompées peuvent prendre leur relève et apporter de la flexibilité dans notre système énergétique. Il est possible de réduire les coûts en carburant et de mieux utiliser les centrales classiques existantes. En outre, la volatilité des prix de l'énergie diminuera aussi. //

Diminution des coûts de production de l'électricité en millions d'euros/année



Source : Institute of Power Systems and Power Economics, RWTH Aachen University: "Supporting the Energy Transition in Germany through Pumped Storage: Potential for Improvement of Economic Viability and Supply Reliability"



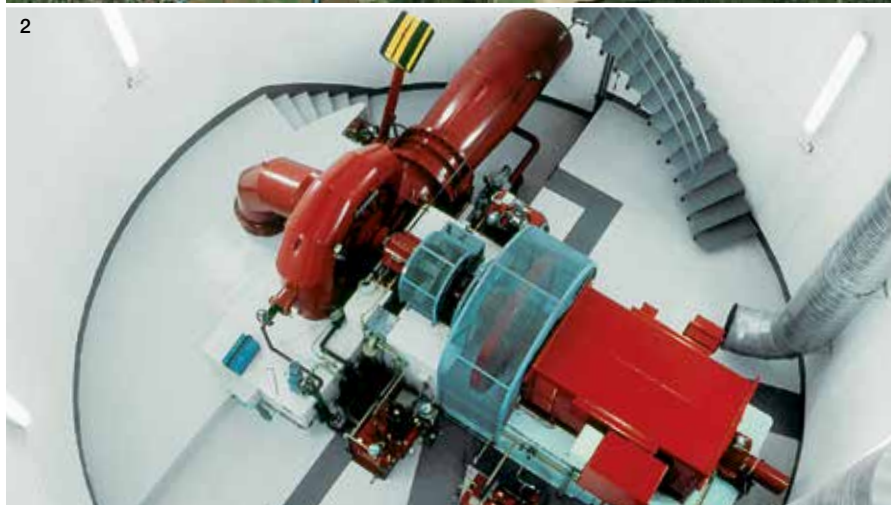
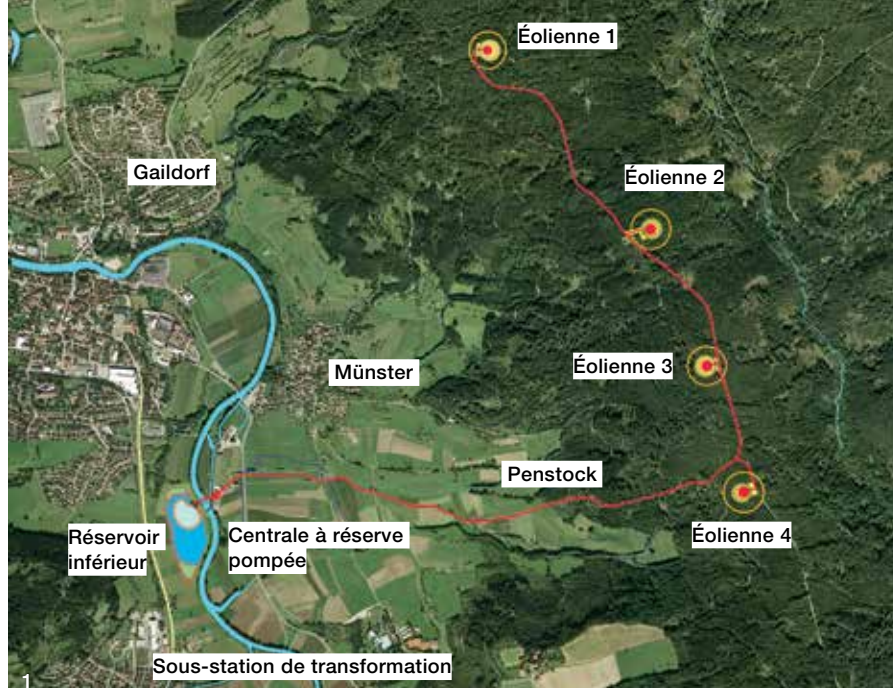
- 1 Gaildorf intègre directement la technologie de réserve pompée dans les turbines éoliennes sur place.
- 2 Intérieur d'une centrale à réserve pompée

Pour obtenir plus de renseignements (en allemand), consultez le site : [www.naturstromspeicher.de](http://www.naturstromspeicher.de)

Schechner, directeur de Naturstromspeicher. En raison de la volatilité de l'énergie renouvelable, la nécessité de stocker l'énergie de façon plus flexible et plus efficace suscite un intérêt croissant depuis quelques années.

**Les principales restrictions liées à l'énergie renouvelable découlent de la nature et de l'espace physique, mentionne M. Schechner.** C'est pourquoi il est important d'utiliser intelligemment des terres limitées et d'intégrer un réservoir d'eau dans la structure de la turbine éolienne. L'autre préoccupation dans l'industrie de l'énergie concerne l'empreinte écologique. La prochaine étape technologique, selon M. Schechner, consiste à construire des conduites forcées en plastique polyéthylène flexible et les mettre en place dans les chemins existants. « Une forêt possède ses propres rues et son infrastructure », souligne-t-il. « Un tuyau type passe en ligne droite et il est nécessaire de couper des arbres pour lui faire de la place. En courbant les tuyaux le long de la structure existante, nous pouvons optimiser l'impact environnemental. »

**M. Schechner souhaite que la mise en œuvre du projet Gaildorf favorise une approche plus diversifiée et plus flexible de l'énergie renouvelable.** En plus d'être plus faciles à installer, les centrales plus petites présentent l'avantage d'offrir un meilleur contrôle et une plus grande flexibilité. Quant aux grands projets, ils sont plus rentables car ils permettent de maximiser la capacité de production d'énergie possible. C'est la géographie qui permet de mieux déterminer le type de projet à réaliser. L'accroissement de la variété permettra à l'industrie hydroélectrique d'augmenter la production d'énergie renouvelable et, par conséquent, de la rendre plus efficace, de dire M. Schechner. //



## ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE HYDRAULIQUE : UNISSENT LEURS FORCES

**Une innovation intéressante en matière d'énergie renouvelable place la technologie de réserve pompée là où elle est nécessaire.**

**Dans ce premier projet du genre, la technologie de réserve pompée et l'énergie éolienne unissent leurs forces dans une nouvelle centrale dans le Baden-Württemberg, en Allemagne.**

Voith fournira l'équipement nécessaire au projet pilote très novateur Gaildorf, dirigé par Naturstromspeicher, une entreprise allemande spécialisée dans le stockage d'énergie naturelle. Le projet, actuellement en construction, combinera

la production d'énergie éolienne et à réserve pompée, mais d'une façon différente. À Gaildorf, un réservoir inférieur naturel alimente quatre petits réservoirs supérieurs, construits directement au pied de quatre mâts éoliens. Une fois terminés, les moyeux des mâts atteindront une hauteur de 178 mètres et chacun aura une capacité de 5 MW. Grâce à la hauteur plus élevée du moyeu, ce double système produira 20 % plus d'énergie qu'une turbine éolienne standard, selon Alexander





## LA CENTRALE INVISIBLE

La nouvelle centrale à réserve pompée Reisseck II dans les Alpes fonctionne comme une **batterie respectueuse de l'environnement.**

**A**u cœur d'une montagne surplombant la vallée pittoresque de Mölltal dans le sud de l'Autriche, près de 250 spécialistes hautement qualifiés travaillent ardemment. Un réseau de tunnels et de cavernes a déjà été creusé dans le roc et de l'équipement hydroélectrique de pointe y est installé. À l'intérieur de la caverne principale, qui fait 25 m de large sur 58 m de long et 43 m de haut, les ingénieurs travaillent à l'installation des groupes sous les projecteurs. Cet endroit, qui peut ressembler à première vue à un bunker militaire ou au formidable repaire souterrain d'un vilain d'un film de James Bond, est en réalité l'une des installations hydroélectriques les plus modernes et les plus puissantes en Europe. Des ingénieurs de Voith y installent actuellement deux pompes-turbines réversibles, d'une puissance de 215 MW chacune.

**L'hydroélectricité n'est pas une nouvelle technologie à Mölltal.** Il y a eu la construction du système Reisseck-Kreuzeck entre 1948 et 1961, puis l'achèvement du réseau Malta en 1978, chacun avec ses propres réservoirs, alternateurs et systèmes hydrauliques autonomes. La mise en service de Reisseck II cette année permet au fournisseur d'énergie autrichien VERBUND de faire entrer ces deux réseaux dans le 21e



- 1 Travaux d'installation sur le dispositif de commande d'une des machines des groupes.
- 2 Ingénieurs de Voith discutant des prochaines étapes à l'intérieur de la caverne.
- 3 La centrale de Rottau et le réservoir de Rottau sont reliés au système Reisseck-Malta.



Regardez une vidéo sur Reisseck ici (en allemand seulement) : [www.verbund.com/pp/de/pumpspeicherkraftwerk/reisseck-2](http://www.verbund.com/pp/de/pumpspeicherkraftwerk/reisseck-2)

siècle. « La nouvelle centrale permettra de relier deux groupes de centrales auparavant indépendants, » précise Martin Nussmüller, gestionnaire de projet chez Voith Hydro. « Autrement dit, il n'est pas nécessaire de construire de nouveaux réservoirs et barrages, et une partie de la conduite forcée des centrales existantes peut être utilisée. En reliant ces deux groupes, il est possible d'augmenter la capacité globale de plus de 40 % avec un effort relativement faible. »

Afin de maximiser la puissance de la nouvelle installation, VERBUND devait installer les turbines à haute performance les plus efficaces sur le marché. « Lors du test d'acceptation du modèle, Voith Hydro a démontré une haute efficacité remarquable et c'est pourquoi elle a obtenu le contrat », indique M. Nussmüller. « Les turbines ont une densité de puissance très élevée sur la roue, cela signifie que nous avons une petite roue avec une puissance de sortie extrêmement élevée. » Les groupes sont fabriqués avec des bâches spirales faites entièrement en acier inoxydable. Elles utilisent un anneau de vannage et ont un avant-distributeur fait d'une seule pièce forgée. Elles ont été entièrement assem-

blées dans l'atelier de Voith Hydro à Sankt Pölten, puis livrées en un seul groupe compact. « Pour ce projet, nous avons pu compter sur les connaissances acquises et les leçons tirées d'un grand nombre de projets de centrales à réserves pompées réalisés par Voith en Autriche au cours des dernières années. »

**La transition vers des sources d'énergie renouvelables** est au centre des discussions partout en Europe. Cependant, il ne suffit pas de construire davantage d'installations solaires et de parcs éoliens, car le rendement des sources d'énergie verte peut être très irrégulier et le recours à ces seules sources rendrait les réseaux très instables. Les installations à réserves pompées comme Reisseck II représentent une partie importante de la solution. « Le concept de cette centrale consiste à maintenir l'équilibre du réseau, et à compenser lors des pointes et des creux des centrales éoliennes et solaires, mais aussi en fonction de la fluctuation de la demande quotidienne », mentionne M. Nussmüller. Les deux turbines sont réversibles, c'est-à-dire qu'elles peuvent servir de pompe et d'alternateur pour stocker les

excédents d'électricité ou pour produire de l'électricité au besoin. Les systèmes modernes doivent pouvoir réagir rapidement aux changements sur le réseau. « C'est pour cette raison qu'une réponse rapide aux variations de charge du réseau constituait un paramètre important de cette centrale. Elle peut stocker et libérer l'énergie équivalente à celle d'un parc éolien de 200 turbines, avec un temps de réaction quasi instantané. » Cette stabilité accrue profitera aux consommateurs d'énergie non seulement en Autriche, mais aussi dans les pays voisins. Comme Reisseck II sera reliée au réseau en 2015, la caverne est scellée et les travaux de construction ont disparu. Comme il n'y a pas de nouveau réservoir ni de nouveau barrage, il ne reste qu'une route d'accès au site vers la centrale invisible qui a transformé le système Reisseck-Malta en une des installations hydroélectriques les plus puissantes d'Europe. //

**L'hydroélectricité en AUTRICHE**

L'hydroélectricité représente presque 63 % de l'ensemble de la capacité énergétique renouvelable en Autriche.



# UN BON AUDACIEUX EN AVANT

Voith actualise une technologie éprouvée à la centrale **Frades II au Portugal**.

**L'énergie hydroélectrique à réserve pompée** constitue un élément essentiel de nos réseaux énergétiques depuis plus d'un siècle. Au cours des dernières années, ces centrales ont pris encore plus d'importance, notamment en jouant un rôle de soutien crucial dans la transition vers les sources d'énergie renouvelables. Cependant, la technologie en cause n'a pas fondamentalement changé, outre les améliorations continues apportées au niveau de l'efficacité et de la performance. Toutefois, tout cela pourrait bientôt changer. Les ingénieurs de Voith Hydro installent actuellement deux unités pompe-turbine réversibles à vitesse variable de 390 MW à la centrale Frades II dans le nord-ouest du Portugal. Cette immense

centrale à réserve pompée ne sera pas utilisée seule. En fait, il s'agit d'un ajout important à un système de huit centrales existantes en cascade, Cávado-Rabagão-Homem.

Frades II est la troisième installation de ce genre à être érigée en Europe et, lorsqu'elle sera reliée au réseau en 2015, elle deviendra la plus grande centrale à réserve pompée à vitesse variable sur le continent. La vitesse variable est la technologie de l'avenir.

« **L'élément clé de cette centrale** est un groupe électrogène asynchrone particulier : la MADA (machine asynchrone à double alimentation) », précise Wieland Mattern, gestionnaire de projet chez Voith Hydro à

Heidenheim. « Contrairement aux machines synchrones classiques qui tournent toujours à une vitesse fixe synchronisée selon la fréquence de 50 Hz du réseau, la vitesse de rotation mécanique des MADA est découplée de la fréquence du réseau et elle peut varier. » Cette technologie offre deux principaux avantages. Tout d'abord, les nouveaux systèmes offrent une réaction rapide et flexible à la demande active et réactive du réseau électrique. Alors que le mode moteur et alternateur d'une installation traditionnelle est soit en fonction ou hors fonction, les nouvelles unités peuvent fonctionner à n'importe quelle vitesse dans une plage donnée, selon les demandes courantes du réseau. Ce fut un facteur important dans le processus d'appel d'offres de ce projet, et il sera aussi de plus en plus important dans d'autres marchés. Ensuite, les installations à vitesse variable offrent une stabilité supplémentaire en cas de chute de tension. Elles réduisent les chances de panne de courant et permettent au système de redémarrer beaucoup plus rapidement après un tel événement, comparativement aux turbines traditionnelles à vitesse fixe.

**La fabrication d'un groupe électrogène à vitesse variable** de cette taille comportait ses difficultés. La conception du rotor est entièrement nouvelle. « Plutôt que d'avoir des pôles saillants montés sur le rotor comme dans le cas des groupes électrogènes synchrones, le rotor Frades comporte des bobinages en barre triphasés semblables à ceux que l'on retrouve habituellement sur les stators », explique M. Mattern. « Toutefois, contrairement aux bobinages stationnaires des stators, les

bobinages du rotor tournent à une vitesse d'environ 375 tr/min et sont exposés à des forces centrifuges élevées. » En outre, comparativement aux machines synchrones classiques, le rotor est chargé d'une tension et d'un courant beaucoup plus élevés provenant d'un convertisseur de fréquence puissant. Ce convertisseur est 25 fois plus puissant que celui d'une installation à vitesse fixe de même puissance, mais il est évidemment plus gros et plus lourd. « Comme tous ces éléments ont une incidence sur la conception du rotor, il s'agit donc d'un développement de produit entièrement nouveau pour ce projet. » Voith Hydro a également dû concevoir un nouveau système de protection électrique. « Le nouveau convertisseur est beaucoup plus rapide que les

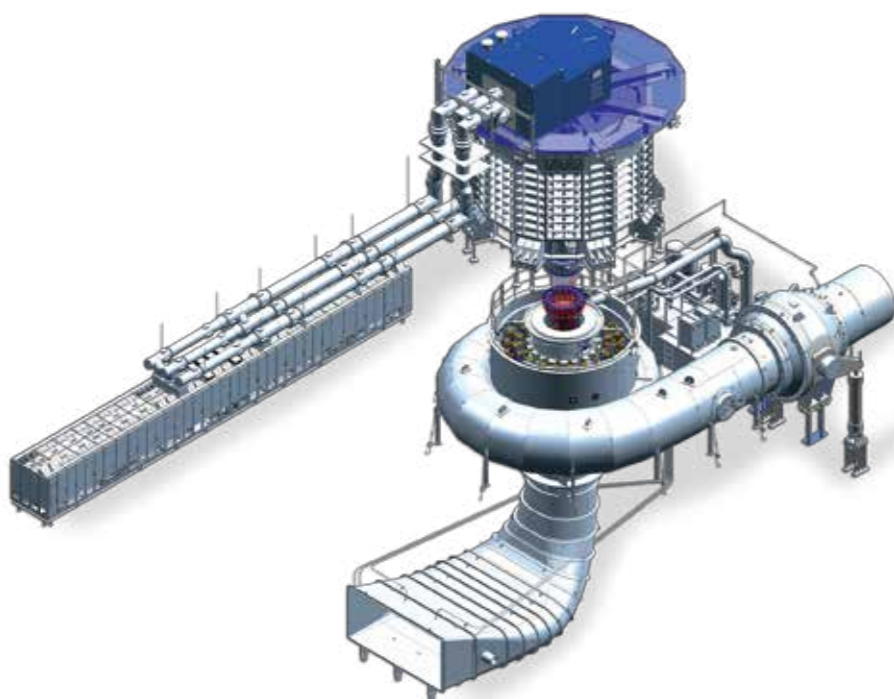
modèles traditionnels », souligne Thomas Hildinger, vice-président du Centre d'ingénierie de Voith Hydro. « Il faut donc adapter la nouvelle protection en fonction de ces demandes accrues. »

**Le résultat final de cette innovation technique** consiste en une installation qui accroît la fiabilité et la stabilité du réseau. Il faut aussi souligner que dans la recherche d'une meilleure performance, les petits changements peuvent avoir un impact important. « Dans les cas de diminution de la tension, lorsque la tension chute à 5 % de la tension normale, une turbine classique à vitesse fixe peut demeurer stable durant environ 150 millisecondes », explique le Dr Jiri Koutnik, directeur du soutien d'experts des unités

électriques. « Elle doit ensuite être retirée du réseau, puis resynchronisée avant de pouvoir être reliée de nouveau au réseau. Ce processus peut prendre jusqu'à une minute. Les turbines de Frades II peuvent conserver la stabilité jusqu'à 600 millisecondes. » Même si cela ne semble pas être énorme, il s'agit d'une amélioration importante. « Cela peut faire toute la différence entre le fonctionnement normal et, dans des cas extrêmes, une panne de courant qui s'étend sur une grande région », de dire M. Hildinger. //

## L'hydroélectricité au Portugal

Près de 42 % de la capacité énergétique renouvelable du Portugal provient de l'hydroélectricité.



Vitesse variable pour une flexibilité accrue : modèle en 3D de la machine Frades II.



Le moyeu de rotor avec la nouvelle plateforme d'empilage semi-automatique sur les lieux de préassemblage, peu de temps avant le début de l'empilement des tôles.





## UN PROJET MONDIAL

Collaboration internationale dans **une des plus grandes centrales** à réserves pompées jamais vues en Afrique.

Lorsque des experts de Voith du monde entier collaborent, leurs accomplissements peuvent être impressionnants. Le paysage panoramique rural de la région KwaZulu-Natal, dans l'est de l'Afrique du Sud, près de la ville de Ladysmith, compte une telle réalisation. C'est là que se trouve, partiellement engloutie sous la terre brûlée par le soleil, l'immense centrale hydroélectrique à réserve pompée Ingula, qui devrait devenir une des plus grandes centrales jamais vues en Afrique.

La planification de ce gigantesque projet a commencé dans les années 1980, explique Markus Müller, gestionnaire de projet chez Voith Hydro Heidenheim. « Environ vingt sites ont été considérés avant que le choix ne s'arrête sur Ingula », dit-il. Trente ans plus tard, alors que le projet achève, la centrale devrait produire une puissance

de 1 368 MW à l'heure. Comme le souligne Akihisa Hirata, gestionnaire de projets adjoint chez Voith Fuji Hydro, la centrale à réserve pompée contribuera grandement à « un approvisionnement régulier en énergie en Afrique du Sud ».

**Les contributions de Müller et de Hirata** confirment la dimension et la collaboration internationales essentielles qui ont été si importantes dans ce projet. En effet, Voith a joué un rôle de premier plan dans la construction de la centrale à réserve pompée Ingula. La réalisation de ce projet a nécessité la mise en commun des ressources de quatre emplacements de l'entreprise : Heidenheim en Allemagne, York aux États-Unis, São Paulo au Brésil et Shanghai en Chine. Chacun ayant contribué à sa façon à la réussite du projet. Par exemple, Voith Hydro Heidenheim avait la responsabilité

de réaliser les travaux principaux sur les quatre pompes-turbines, les soupapes d'admission principales, le système SCADA, ainsi que l'équipement auxiliaire électrique et mécanique de la centrale. Comme le souligne M. Müller, « la réalisation de ce projet a nécessité de confier des travaux en sous-traitance à de nombreuses autres unités de Voith partout dans le monde ». C'est pourquoi il décrit ce projet comme un « véritable projet international ». L'unité de Hirata, Voith Fuji Hydro au Japon, a également joué un rôle important. Dans le réseau mondial de Voith Hydro, cette unité est responsable de la fabrication des quatre groupes électrogènes de 373 MVA, qui sont, selon ses dires, « parmi les plus gros qu'ils aient jamais fournis ».

En plus de leur collaboration dans ce projet, MM. Müller et Hirata avaient déjà fait connaissance en participant au

- 1 Vue aérienne du magnifique paysage entourant la centrale à réserve pompée Ingula.
- 2 Les travaux dans cette centrale sont le fruit d'une collaboration entre plusieurs unités de Voith dans le monde.

programme de stagiaires en gestion de Voith Hydro, qui leur a permis d'acquérir des compétences qu'ils pourront utiliser dans leur projet actuel, ainsi que dans de futurs projets. Ce programme constitue un autre exemple de la structure et de la mentalité internationales de Voith.

La société affiliée Voith Paper de Bayreuth, en Allemagne, est également fière de participer au projet Ingula. C'est elle qui a été choisie en 2011 pour fournir les systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air.

D'un point de vue technique, le fonctionnement de ce type de centrale à réserve pompée n'est pas nouveau : on utilise l'énergie excédentaire produite durant la nuit, ou provenant des énergies renouvelables, pour remplir le réservoir supérieur de Bedford, puis on libère l'eau vers le réservoir inférieur du barrage Bramhoek pour fournir de l'énergie au réseau au besoin. Grâce à

cette technologie éprouvée, la centrale d'Ingula contribuera considérablement à la stabilité du réseau dans l'est de l'Afrique du Sud.

**Ingula est située dans un environnement naturel** fantastique et nous avons gardé cela à l'esprit tout au long de la planification et de la construction de la centrale. Le paysage rural et le magnifique panorama de la montagne ont été très peu touchés étant donné qu'une grande partie des travaux ont été dissimulés sous la terre.

Outre la centrale, l'intégration de la majorité des appareils et des équipements sous la surface constitue un aspect très important, souligne M. Müller. « Les incidences sur l'environnement ne sont pas les mêmes comparativement à une centrale entièrement érigée en surface. » Il est toutefois très heureux de l'impact environnemental général d'un projet aussi important, et aussi de la mise en place des partenariats entre

diverses sociétés de protection de la faune, comme Birdlife South Africa et les environnementalistes de profession, dont l'objectif est de s'assurer du respect des exigences environnementales prévues par la loi.

Alors que ce projet arrive presque à terme, la planification et la préparation de la centrale Ingula durent depuis plus de 30 ans. Grâce à l'expertise d'une multitude d'employés de Voith dans diverses disciplines et provenant de partout au monde, cette centrale à réserve pompée devrait contribuer de façon considérable à répondre à la demande énergétique en Afrique du Sud, dont la croissance au 21<sup>e</sup> siècle est très rapide. //

L'hydroélectricité en AFRIQUE DU SUD

En Afrique du Sud, l'hydroélectricité compte pour presque 70 % de la capacité en énergie renouvelable.



# ADAPTATION ET ÉVOLUTION

Offrir une durée de vie prolongée à une centrale hydroélectrique à réserve pompée de longue date aux États-Unis.

Quelle meilleure façon de souligner un anniversaire important qu'en offrant une longévité accrue? C'est le cadeau qu'a reçu le projet Smith Mountain de l'American Electric Power (AEP), auquel Voith a contribué, pour célébrer son 50e anniversaire l'an prochain. Exploité par Appalachian Power, une filiale d'AEP, Smith Mountain est une centrale à réserve pompée importante d'un point de vue stratégique située sur le fleuve Roanoke en Virginie, aux États-Unis. Les deux barrages et réservoirs de ce projet, dont la construction s'est terminée en 1964, ont créé environ 965 km de nouveau rivage ainsi

qu'une surface d'eau d'environ 10 000 hectares lorsqu'ils ont atteint leur niveau d'eau normal « maximal » en 1966. En plus de fournir de l'électricité à la région, ce projet a créé des lacs et ses voies navigables sont devenus des points d'attraction pour les résidents ainsi que pour les touristes.

## PROJET POLYVALENT DE LONGUE DATE

Le projet Smith Mountain a été conçu afin de créer une des premières centrales à réserve pompée devant servir de complément à l'industrie de l'énergie nucléaire alors en émergence aux États-Unis. Afin d'assurer une marge de sûreté supplémentaire, le fonctionnement en suivi de charge est habituellement interdit dans les centrales nucléaires, explique Greg Snyder, directeur des ventes et des services chez Voith Hydro à York, aux États-Unis. Au départ, Smith Mountain devait servir principalement comme centrale à réserve pompée traditionnelle. Aujourd'hui, elle sert toujours de façon traditionnelle de complément aux

centrales nucléaires ainsi qu'aux centrales thermiques au gaz et au charbon d'AEP, mais elle contribue aussi à améliorer la valeur des sources renouvelables comme l'énergie solaire et éolienne.

Voith a joué un rôle important dans le développement de tous les aspects de l'énergie hydroélectrique à réserve pompée aux États-Unis depuis ses débuts, et ce, directement ainsi que par l'entremise d'acquisitions d'entreprises au fil des ans, plus précisément Allis-Chalmers, S. Morgan Smith, Westinghouse, et de la coentreprise avec Siemens. Les bases de connaissances précises de ces solides entreprises ont toutes aidé Voith à mieux comprendre toutes les facettes du marché américain de l'hydroélectricité, ainsi qu'à intégrer leur savoir-faire et leur expertise comme fabricant d'équipement d'origine.

Le projet cinquantenaire Smith Mountain est doté de trois pompes-turbines et de deux alternateurs classiques. Ce mélange de groupes classiques et à réserve pompée est également utilisé dans d'autres centrales hydroélectriques aux États-Unis. Un des projets de prolongation de la durée de vie que Voith Hydro de York (VHY) a entrepris sur les groupes électrogènes de la centrale implique le rebobinage des enroulements des stators des deux alternateurs classiques. Une tâche exécutée par Voith Hydro de Mississauga, au Canada. Les autres travaux récents réalisés par VHY comprenaient l'ajustement d'une jante de rotor sur le groupe trois, le plus gros groupe de la centrale, ce qui nécessitait un rajustement afin de prolonger la durée de vie du groupe.

## CONFIANCE ET MINUTIE

« La réussite de ces travaux a permis de créer des liens de confiance importants et d'établir un respect entre les propriétaires et les exploitants de la centrale et Voith », explique M. Snyder. AEP a apprécié à la fois le niveau de connaissance de Voith et son empressement à faire des efforts supplémentaires pour s'assurer de la satisfaction du client.

Le chef du service de l'entretien d'AEP, Jim Thrasher, parle avec enthousiasme de la façon dont Voith a surmonté les défis qui se

sont posés à l'étape des essais initiaux. « Ce que Voith nous a offert était au-delà de tout ce à quoi nous nous attendions, et finalement ils ont même surpassé les conditions contractuelles et nos attentes », dit-il.

« Lors des travaux sur le groupe deux, nous avons constaté que les pôles d'origine du rotor étaient lourdement endommagés. Voith a fait preuve de beaucoup d'ouverture et de transparence au sujet des coûts supplémentaires que cela impliquait et ils se sont assurés de communiquer à leur équipe et à leurs sous-traitants notre sentiment d'urgence à terminer les travaux. Le travail qu'ils ont réalisé pour nous à Smith Mountain n'a fait que confirmer leur réputation en matière de qualité. »

Et, qu'en est-il des groupes à trois pompes? M. Thrasher a également indiqué, non sans une certaine fierté, que ces groupes

sont ceux d'origine et qu'ils n'ont pas été modernisés, ce qui est plutôt inhabituel pour une centrale hydroélectrique à réserve pompée de cet âge. « Les gens nous demandent à quel moment nous envisageons d'y effectuer des travaux et nous leur répondons que nous les moderniserons lorsqu'elles causeront des problèmes sérieux. Jusqu'à présent, nous n'avons eu aucun problème », nous assure-t-il. Ces groupes ont tous été fabriqués par la firme Allis-Chalmers, acquise par Voith. Elles sont la preuve que la qualité résiste vraiment à l'épreuve du temps. // 2

### L'hydroélectricité aux États-Unis

Les États-Unis figurent au troisième rang mondial en capacité hydroélectrique installée, et au deuxième rang derrière le Brésil dans la région des Amériques.



- 1 Un des deux barrages de Smith Mountain.
- 2 Les voies navigables qui prennent leur source dans le lac Smith Mountain forment un lieu de prédilection pour les résidents.





L'équipe du projet Hong Ping avec la première des conduites de bifurcation destinée à la centrale.

# PARMI LES PLUS GRANDS AU MONDE

Voith fournit de l'équipement hydroélectrique pour augmenter la gamme d'énergies renouvelables en Chine.

La Chine a entrepris un programme ambitieux visant à augmenter considérablement sa gamme d'énergies renouvelables. La technologie de réserve pompée jouera un rôle important dans ce programme visant à aider le pays à atteindre son objectif de produire 20 % de son énergie à partir de sources renouvelables d'ici 2020. Selon l'Agence internationale de l'énergie, la société State Grid de Chine prévoit que la capacité installée totale de réserve pompée atteindra 54 GW d'ici 2020.

À l'heure actuelle, la capacité énergétique installée totale est d'environ 19 GW.

Parmi les étapes pour atteindre cet objectif en matière d'énergie renouvelable, une nouvelle centrale hydroélectrique à réserve pompée, dont l'équipement est fourni par Voith, est actuellement en construction à Hong Ping, dans la province du Jiangxi, à environ 750 kilomètres au sud-ouest de Shanghai. Au terme de la phase de développement initiale, qui devrait être terminée en 2015, Hong Ping fournira une puissance de

1 200 MW. Une fois la mise en service terminée, la centrale produira une puissance de 2 400 MW, faisant d'elle une des plus grandes centrales à réserve pompée au monde.

L'envergure de ce projet demeure un de ses plus grands défis, en plus de l'équilibrage de la performance hydraulique et la stabilité opérationnelle afin de répondre aux exigences des clients.

La conception et l'ingénierie de l'équipement ont commencé à prendre forme

grâce à des simulations automatisées et à des essais détaillés sur maquette servant à trouver les meilleures solutions techniques possible pour le projet.

L'essai d'acceptation du modèle, achevé avec succès en juillet 2003, a marqué une étape importante du projet. En effet, les résultats ont démontré des taux d'efficacité dépassant les valeurs garanties. Pour atteindre ce niveau, Voith a réalisé plus de 100 optimisations, fondées sur des analyses computationnelles de la dynamique des fluides.

« Nos avancées en matière de matériaux et de conception pour la centrale de Hong Ping, ainsi que les perfectionnements dans d'autres projets, comme l'alternateur asynchrone pour la centrale à réserve pompée de grande envergure du projet Frades II au Portugal (voir la page 18 pour en savoir plus), ont renforcé la position de Voith Hydro comme fournisseur mondial de premier plan pour les centrales à réserve pompée », souligne Danijel Anciger, ingénieur de conception hydraulique pour le développement de pompes-turbines au Centre d'ingénierie de Voith Hydro, qui est impliqué dans le développement du modèle pour Hong Ping.

Voith doit fournir quatre groupes complets à réserves pompées pour le projet Hong Ping, y compris quatre alternateurs synchrones, des pompes-turbines Francis réversibles, des régulateurs, des soupapes d'admission, ainsi que des systèmes d'excitation, des systèmes d'automatisation et des systèmes auxiliaires pour centrale électrique. Chaque groupe aura une capacité de 300 MW. Voith a reçu la commande du plus grand fournisseur d'énergie en Chine, la State Grid Corporation of China.

Les progrès réalisés dans le cadre du projet Hong Ping comprennent plusieurs perfectionnements des turbines et des

alternateurs. Il s'agit d'innovations qui pourraient d'ailleurs se retrouver dans les centrales à réserves pompées d'autres clients de Voith dans le futur.

Anciger précise que la State Grid Corporation avait demandé que la procédure de démarrage des turbines soit très stable, une exigence qui a nécessité une ingénierie sur mesure pour les profils de la roue. En même temps, le client recherchait un rendement hydraulique très élevé pour tirer le plus d'électricité possible de sa capacité de stockage.

« Pour obtenir un démarrage stable, il faut habituellement céder un peu d'efficacité hydraulique, mais le client tenait aux deux. Pour y arriver, nous avons donc modifié les turbines à l'aide d'instruments de mesure précis et d'un processus de conception rapide sur lequel nous avons utilisé les résultats des mesures pour la conception du modèle », de dire Anciger. L'atteinte d'un niveau optimal d'équilibre entre les modes de fonctionnement de la pompe et de la turbine représente une autre approche novatrice que nous avons adoptée pour la turbine.

Voith a apporté des améliorations à l'alternateur en adaptant son arbre de façon à augmenter la précision du palier-guide de 0,03 mm à 0,015 mm. Pour y parvenir, il a fallu concevoir un seul arbre soudé mais long, plutôt que d'utiliser deux arbres courts reliés par des boulons, observe Helio Moino, vice-président exécutif et directeur de la production chez Voith Hydro à Shanghai. Moino est responsable des activités de fabrication et de qualité, dont la production de pièces pour Hong Ping.

Voith a également repris la conception du pôle avec de nouveaux matériaux et un guidage d'air. Les nouveaux pôles contribuent au refroidissement de l'alternateur en améliorant la ventilation de l'unité par

l'auto-ventilation, plutôt que par la ventilation forcée à l'aide de ventilateurs. Pan Zhibin, le gestionnaire de projet chez Voith Hydro à Shanghai, mentionne qu'il était fier à la fois des nouvelles conceptions créées par Voith dans le cadre du projet et de la résolution de chacun des nouveaux défis complexes qui se sont posés durant le projet Hong Ping. « Les centrales à réserves pompées sont des projets très complexes. Ce fut un véritable défi de gérer le projet avec les nouvelles conceptions et les nouveaux matériaux. J'ai été particulièrement impressionné par la façon avec laquelle les services techniques et les services des achats et de la gestion de projet en Allemagne et en Chine ont travaillé en équipe pour réaliser ce projet. »

Voith a adopté une approche interdisciplinaire de la résolution des défis techniques de Hong Ping en organisant assez tôt une convention de projet ainsi qu'une réunion de revue d'experts. Des experts de Voith de diverses divisions de partout au monde se sont rencontrés à Shanghai et ont travaillé en groupes responsables des turbines, des alternateurs et de l'automatisation, ainsi que des services auxiliaires, des services de l'approvisionnement et de la fabrication et des services au chantier, de la logistique et de la coordination.

Moino mentionne que c'est « grâce aux solutions novatrices proposées pour Hong Ping que Voith joue un rôle important dans la stabilisation du réseau et l'offre d'énergies propres à la Chine, un des plus gros moteurs de croissance économique au monde ». //

## L'hydroélectricité en Chine

La Chine constitue le plus important marché hydroélectrique au monde, avec environ un quart de toute la capacité hydroélectrique.





## SAUVER IFFEZHEIM

**Voith Hydro offre ses services à une centrale en difficulté – afin de prévenir des dommages additionnels et d'assurer des réparations rapides.**

Le barrage Iffezheim est situé en Alsace, en France, sur la partie du Rhin marquant la frontière entre l'Allemagne et la France. Il a été érigé vers la fin des années 1970 pour assurer un meilleur contrôle du débit du fleuve, ainsi que pour permettre de produire de l'électricité à partir d'une centrale hydroélectrique au fil de l'eau intégrée à même le barrage. En 1976, Voith a fourni des pièces pour les quatre turbines de la centrale d'une puissance de 28,3 MW chacune. Aujourd'hui, il s'agit d'une des plus grandes installations hydroélectriques du genre en Allemagne.

En octobre 2013, les ingénieurs sur place ont remarqué qu'une grande quantité d'eau s'infiltrait dans une des quatre roues. « Cela s'est vraiment produit d'un jour à l'autre », indique Alois Taglieber, directeur des ventes chez Voith Hydro Heidenheim. « Un léger dommage à un des joints d'une roue peut causer une immense fuite. » À la suite de rencontres avec le client, les

ingénieurs de Voith se sont mis au travail en décembre, avec pour tâche de remettre à neuf les pièces non mobiles de la roue endommagée.

Les conditions de travail dans la centrale Iffezheim représentent un défi. L'accès est restreint en raison de la conception de la centrale et les pièces individuelles de la machine sont immenses. Par exemple, la ceinture de sortie fait 5,9 mètres de diamètre à elle seule. Il y a aussi des préoccupations de sécurité. En effet, de nombreuses composantes sont scellées à l'aide d'une peinture anti-corrosive contenant de l'amiante. « Nous entretenons une excellente relation de travail avec le client pour nous assurer d'atteindre les plus hautes normes de sécurité », souligne M. Taglieber. De plus, l'ampleur réelle du travail à exécuter n'est apparue clairement que lorsque les ingénieurs ont commencé à démonter les énormes composantes de la roue. « Dans le cadre de notre travail, nous avons démonté les paliers et réalisé des essais non destructifs courants, non pas parce que nous pensions qu'il y avait un problème, mais pour nous assurer d'un bon fonctionnement pour les 40 prochaines années.

Cet essai a révélé la présence de problèmes de corrosion sur les paliers de butée et sur la ceinture de sortie, ainsi que sur l'arbre », explique M. Taglieber. Par conséquent, il a fallu retirer

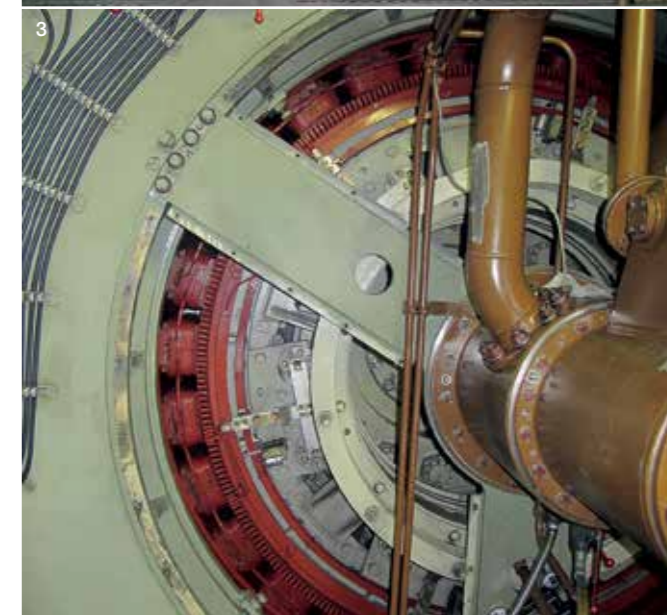
- 1 Vue extérieure du barrage Iffezheim sur le Rhin.
- 2 Travaux d'entretien sur la ceinture de sortie dans l'atelier de Voith.
- 3 Vue sur l'intérieur du groupe sur lequel Voith travaille.

l'arbre principal pour la remise à neuf de la surface, ce qui est une véritable prouesse car il s'agit d'une pièce d'équipement pesant plus de 30 tonnes. « Nous avons dû ériger des échafaudages et des structures portantes pour retirer l'arbre. Le site ressemblait à une forêt de poutres de fer », ajoute M. Taglieber.

Grâce à la rapidité et à la souplesse de l'intervention de l'équipe de spécialistes de Voith Hydro, qui entretient une communication et une collaboration étroites avec le client, les réparations sont bien avancées et l'alternateur devrait être remis en service d'ici mars 2015. Iffezheim est un exemple parfait de l'excellent travail réalisé par le service après-vente de Voith afin de prévenir des dommages supplémentaires et même l'arrêt possible de la centrale, et de remettre une centrale à sa pleine capacité opérationnelle dans un court délai. //

### L'hydroélectricité en ALLEMAGNE

L'Allemagne a établi comme cible de produire 35 % de son énergie, d'ici 2020, à partir de sources renouvelables, y compris l'hydroélectricité.





# PETITE HYDRO GRANDE POLYVALENCE

Grâce à des solutions novatrices et à une réputation de fiabilité, Kössler est un chef de file sur le marché de l'énergie hydroélectrique.

Afin d'illustrer la grande qualité que garantit Kössler, une filiale de Voith, deux récents projets sont un bon exemple pour démontrer l'excellence de l'entreprise dans les activités de service après-vente (AMB) et des nouvelles constructions : la mise à neuf d'une turbine et d'une transmission par courroie à Hochstadt, en Allemagne, et la nouvelle centrale hydroélectrique de Tröpolach, en Autriche.

Kössler a mis en place une culture ingénieuse du service après-vente afin d'assurer la satisfaction de la clientèle et la mise à niveau de Hochstadt en est un bon exemple. Dès 1985, Kössler a joué un rôle de premier plan dans l'établissement d'une petite centrale hydroélectrique à Hochstadt. Comme l'entreprise a offert un rendement élevé durant plus de trois décennies, elle a été sollicitée de nouveau pour l'exécution d'une remise à neuf au début de 2014, notamment d'une turbine Kaplan de type bulbe et d'une transmission par courroie.

« Au cœur de la centrale se trouve une roue à quatre aubes en bronze », explique Kurt Schiep, chef du service après-vente chez Kössler. « En raison de l'abrasion, il n'était plus possible d'atteindre l'efficacité maximale pour la centrale. » Le délai d'exécution du projet était court, on débutait en janvier et la centrale devait être remise en service au milieu d'avril. Les experts de Kössler ont réparé et soudé les aubes sur le diamètre extérieur, puis mis à niveau le compartiment de la roue, par exemple, en remettant à neuf l'aube directrice en y insérant des bagues d'arbre de guide sans entre-



tien. Si on ajoute cela à l'effet de la réfection du palier-guide de la turbine principale, indique M. Schiep, « la puissance de la centrale a augmenté de façon considérable ».

L'âge de la technologie impliquée ne constituait qu'une des préoccupations de l'exploitant; en effet, la durabilité représentait aussi un élément important dans la culture d'entreprise du client, explique M. Schiep. « Maintenant que nous avons terminé, la centrale n'aura pas besoin d'une autre mise à niveau avant 30 ans. » C'est une bonne nouvelle pour l'approvisionnement énergétique de la région, plus particulièrement pour la ville de Hochstadt, ajoute-t-il.

**De l'autre côté des Alpes**, dans la région de la Carinthie, en Autriche à la frontière de l'Italie, se trouve la pittoresque ville de Tröpolach. C'est le pays du ski, des célèbres pentes de Nassfeld qui attirent des



milliers de visiteurs chaque saison. Comme l'explique Karl Wieder, directeur des ventes et de la planification chez Kössler, Tröpolach constituait un endroit idéal pour une nouvelle petite centrale hydroélectrique en raison de son climat et de son milieu environnant, notamment « ses très fortes précipitations et le torrent Oselitzenbach ».

Afin de compléter le milieu naturel optimal, les concepteurs de Kössler ont

trouvé la combinaison technologique idéale : deux modèles différents de turbines de l'entreprise (PV6i/1080/330) et d'alternateurs (PV4c/650/160) qui, même s'ils ne sont pas nouveaux, « sont utilisés pour la première fois en tandem ici », explique M. Wieder. Résultat : la production de 16,5 GWh d'électricité écologique, soit suffisamment d'énergie pour alimenter environ 4 700 maisons. Au cœur d'un si bel environnement, où l'aspect de la vue

- 1 La nouvelle petite centrale hydroélectrique de Tröpolach est alimentée par le torrent Oselitzenbach.
- 2 Nouveau lustre : la roue à quatre aubes de Hochstadt remise à neuf par Kössler.

sur la montagne est si important, l'environnement est toujours une préoccupation. Bien installée dans une région de sports d'hiver, « avec des installations de ski énergivores, la centrale est bonne pour la région », mentionne M. Wieder. En effet, selon les calculs de l'exploitant Kraftwerksgesellschaft Tröpolach GmbH, la centrale hydroélectrique de Tröpolach « permet d'économiser des émissions polluantes équivalentes à 6 811 tonnes d'émissions de CO<sub>2</sub> et à 11,9 kilogrammes de déchets radioactifs, réduisant ainsi l'empreinte carbone de l'Autriche ».

La réputation de Kössler s'est bâtie sur la réalisation de petits projets hydroélectriques sur huit décennies, comme le montre la mise à neuf de la centrale de Hochstadt et la nouvelle centrale de Tröpolach. De plus, comme les petites solutions hydroélectriques sont très recherchées, l'entreprise Voith Hydro semble vouloir poursuivre dans cette voie. //



# TECHNOLOGIE PIONNIÈRE

C'est avec la collaboration du centre de recherche et de développement Brunnenmühle de Voith Hydro que **la première centrale à réserve pompée fut construite en Allemagne** il y a plus d'un siècle.

On dit que ce n'est que lorsque les inventions et les idées voient le jour que l'on peut dire qu'elles sont avant-gardistes et novatrices. Elles sont souvent le fruit d'un esprit pionnier et de prévoyance mêlés à un besoin pratique réel. C'est tout à fait vrai de la première centrale à réserve pompée en Allemagne, située sur le site du siège social de Voith Hydro à Heidenheim. Lorsque Friedrich Voith a lancé la construction de la centrale en 1908, il a joué un rôle fondamental dans la mise au point d'une technologie qui est aujourd'hui devenue essentielle pour le stockage efficace de l'électricité. Il n'aurait jamais imaginé à l'époque que la technologie de réserve pompée deviendrait si importante dans la transition vers la production d'énergie renouvelable un siècle plus tard et que cette même technologie permettrait d'accumuler efficacement de grandes quantités d'énergie produite de façon durable et de la distribuer avec souplesse contribuant ainsi à assurer un approvisionnement énergétique fiable et la stabilité d'un réseau.

Au départ, la centrale a été construite pour les avantages pratiques et immédiats qu'elle apportait. Dans ce cas, l'innovation allait de pair avec le besoin immédiat de trouver une solution technique. Ce principe s'applique d'ailleurs toujours chez Voith aujourd'hui. La centrale devait servir à alimenter le moulin à eau de Brunnenmühle, acquis l'année précédente, en électricité et en pression d'eau nécessaires à son fonctionnement comme laboratoire de développement et d'essai pour les turbines haute pression. De plus, le contrat que Voith avait récemment signé pour la livraison de 12 turbines Francis pour la centrale hydroélectrique de Niagara Falls motivait également sa construction. Ces turbines devaient être conçues avec la plus grande précision pour un rendement et une vitesse de rotation maximaux.

**Au cours de l'été 1908**, un réservoir fut érigé au sommet du Schlossberg à Heidenheim, à environ 100 mètres au-dessus de Brunnenmühle. Le réservoir était rempli à l'aide de pompes centrifuges à plusieurs étages avec l'eau d'un puits à proximité.

Réservoir Brunnenmühle	
Diamètre :	36 m
Profondeur :	8 m
Capacité :	8,000 m <sup>3</sup>

L'énergie électrique requise pour alimenter ces pompes provenait d'une ligne à haute tension installée par Voith, et l'électricité était produite par une autre installation hydroélectrique d'essai de Voith située à Hermaringen, à environ 15 kilomètres. Le principe était à la fois simple et ingénieux, et il l'est encore à ce jour. Grâce à un surplus d'énergie bon marché (principalement disponible en soirée et le dimanche), l'eau était pompée vers le haut de la montagne dans le réservoir. Durant la journée, on la laissait dévaler vers la centrale Brunnenmühle pour actionner les turbines produisant de l'énergie qui y étaient installées, fournissant ainsi l'eau et la pression nécessaires aux installations d'essai. Le jour où les machines hydrauliques ont commencé à servir de centrale à réserve pompée, Brunnenmühle est alors devenu la première installation d'essai de Voith Hydro. Ce fut une étape marquante dans l'histoire de l'entreprise. À ce jour, ce domaine demeure le noyau technologique de l'entreprise, et grâce au soutien de centres de compétence à Shanghai, à York, à Noida, à São Paulo et à Västerås, elle demeure le cœur des travaux de recherche et de développement de Voith Hydro dans le monde entier.

**Le réservoir** de la première centrale à réserve pompée en Allemagne existe encore aujourd'hui. Le réservoir, ainsi que ses turbines, ses alternateurs, ses pompes et autres équipements, est inscrit comme monument historique. La description figurant au registre des lieux historiques mentionne que « toutes les installations à ré-

serve pompée de Württemberg (où se trouve Heidenheim) ont joué un rôle de pionnier dans le développement de cette technologie, plus particulièrement cette toute première installation », reconnaissant ainsi la contribution importante de Voith dans l'histoire de la technologie de réserve pompée.

**Voith ne savait peut-être pas en 1908** que le principe de fonctionnement de la centrale serait encore tout à fait adapté plus d'un siècle plus tard. Toutefois, la technologie de réserve pompée a maintenant fait ses preuves partout dans le monde comme étant la solution de stockage d'énergie à grande échelle extrêmement efficace et la plus économiquement disponible. Enfin, comme elle fournit de plus en plus les réseaux électriques du monde entier en énergie provenant de la production variable des sources renouvelables, le rôle de la réserve pompée prend une toute nouvelle (et une plus grande) dimension. //



- 1 Début de la construction du réservoir de huit mètres de profondeur.
- 2 Le réservoir terminé et rempli au sommet des collines des environs de Heidenheim.



Au travail sur une turbine dans l'atelier de Shanghai.

# UN BRILLANT AVENIR

Voith Hydro Shanghai souligne le 20e anniversaire de l'entreprise en gardant un œil sur l'avenir prometteur de l'hydroélectricité.



福源伊始 二十载风华卓行  
Together, Moving Forward for a Reliable Future

## 1910

Construction de Shilongba, la première centrale hydroélectrique en Chine, avec des turbines et des alternateurs de Voith.



nistration de VHS. « Nos efforts de localisation dans tous les secteurs d'affaires – tels que la conception, l'ingénierie, la fabrication, la gestion de projet et les services au chantier – ont permis à VHS de devenir encore plus concurrentiel sur les marchés en Chine et dans le sud-est de l'Asie. La proximité géographique et culturelle aide énormément. »

## 1994

Fondation de la Shanghai Hydropower Equipment Company (SHEC) – une coentreprise de Voith, Siemens et Shanghai Electric Corporation.

Voith fournit quatre turbines et groupes électrogènes d'une capacité de 300 MW à Guangzhou II, une des plus grandes centrales à réserves pompées au monde.

VHS profite de l'expertise technologique et l'encourage par l'entremise de sa succursale locale de Voith Hydro Engineering Center International, un réseau comprenant des centres d'excellence partout au monde. La succursale de Shanghai offre des cours de formation et de perfectionnement systématiques aux employés ainsi que des occasions de rotations d'emplois partout dans le monde.

Depuis la mise sur pied de VHS en 1994 avec Shanghai Electric Corporation comme partenaire, les affaires progressent rapidement. VHS a fourni à l'industrie hydroélectrique chinoise des services de conception, d'ingénierie et de fabrication localisés, contribuant ainsi à renforcer l'ensemble des activités de l'entreprise. Elle est alors devenue un important fournisseur dans des projets tel que le barrage des Trois-Gorges, comptant parmi de nombreux autres projets de grande envergure. VHS, dont les effectifs comptent 600 employés dont 99 % sont natifs de la Chine, est la deuxième plus grande installation de fabrication de Voith Hydro au monde. L'emplacement est un élément clé de la réussite de l'entreprise, précise Martin Andrä, président du conseil d'admini-



## 2004

Voith livre le premier de six groupes de 700 MW, alors le plus gros du genre, pour le barrage des Trois-Gorges, la plus grosse centrale hydroélectrique au monde.

## 2007

Voith obtient le contrat pour huit turbines Francis de 610 MW pour Jinping II, la méga turbine ayant la hauteur de chute la plus élevée en Chine.

Dans le cadre d'un effort de mondialisation, VHS conçoit des produits pour les nouveaux marchés concurrentiels. VHS excelle dans les soupapes d'admission principales et effectue l'ingénierie système localement. Tout cela en plus de répondre aux demandes provenant non seulement des marchés asiatiques, mais aussi africains, et de fournir de l'équipement pour d'autres projets dans le monde. Cette stratégie doit son succès à la bonne performance sur le marché de l'hydroélectricité chinoise ainsi qu'au grand soutien du siège social, de dire Tang Xu, chef du marketing et vice-président exécutif. « Nous disposons d'une équipe locale loyale et minutieuse qui possède une bonne expérience technique en hydroélectricité, acquise rapidement dans des projets antérieurs. »



## 2008

Voith a obtenu le contrat pour fournir trois groupes alternateur -turbine, les plus puissants jamais fabriqués par Voith, pour Xiluodu, la troisième centrale hydroélectrique la plus importante au monde.

La forte position de VHS comme fournisseur complet lui donne un avantage sur ses concurrents. Ses activités spécialisées de qualité en ingénierie et en fabrication lui ont valu une réputation de fournisseur international fiable.

L'entreprise applique à la lettre les normes et l'esprit de collaboration qui sont communs aux diverses entités de Voith Hydro dans le monde entier en matière de conception, de production, de qualité et de performance. De plus, les conférences régulières sur les projets réunissant des spécialistes de tout le réseau de Voith Hydro contribuent à garantir une performance optimale des projets, mentionne Andrä.

**Les avantages de l'hydroélectricité** pour la Chine et ses habitants ne se limitent pas à l'approvisionnement électrique. Lorsque le projet du barrage des Trois-Gorges, réalisé en collaboration avec Voith, a été terminé, la régulation du débit du fleuve a permis de hausser le niveau de protection contre les



## 2012

Voith a obtenu le contrat pour fournir à la centrale Hong Ping quatre groupes à réserve pompée d'une capacité de 300 MW ainsi que les équipements auxiliaires (voir p. 24)

## 2014

Voith doit fournir trois trubines Francis et alternateur de 470 MW, des systèmes d'automatisation et de l'équipement auxiliaire électrique et mécanique pour l'agrandissement de Tarbela, au Pakistan, à la suite d'autres contrats internationaux obtenus dans le sud-est de l'Asie.

inondations le long du Yangzi Jiang, plus particulièrement dans le secteur plat de Jingjiang sujet aux inondations. La diminution des risques d'inondations potentiellement dévastatrices, qui passent d'environ à une tous les 10 ans à une par siècle, protège des vies et des moyens de subsistance. La Chine dispose déjà d'une capacité hydroélectrique installée de 280 GW (en 2013), soit presque 25 % de l'énergie hydroélectrique installée dans le monde, ce qui lui donne de loin la plus grande part de tous les pays. Et, en plus, elle dispose d'un énorme potentiel hydroélectrique susceptible d'atteindre entre 400 et 500 GW. Le plan quinquennal du gouvernement chinois met l'accent sur les énergies renouvelables, avec pour objectif d'atteindre une réduction des émissions de CO2 de 45 % d'ici 2020. M. Andrä conclut en disant que l'hydroélectricité est la plus puissante de ces énergies et que son développement est la clé pour atteindre cet objectif. //

Barrage des Trois-Gorges sur le fleuve Yangzi Jiang : la plus grosse centrale hydroélectrique au monde.







Amélioration de pièces d'origine : Voith a remis à neuf des composants datant de 1920 à Pointe du Bois.

## FAIRE TOURNER LES ROUES

Grâce à des projets **de service et de modernisation**, Voith contribue à l'optimisation des centrales canadiennes établies depuis longtemps.

**Quatrième plus important producteur** d'hydroélectricité, le Canada est également un des quelques pays à produire la majorité de son électricité de cette façon. Il s'agit d'un marché parvenu à maturité qui compte environ 500 installations hydroélectriques et 1 500 unités individuelles, dont l'âge moyen est d'environ 60 ans. Par conséquent, comme l'équipement vieillit, les demandes de services et de modernisation sont élevées.

Présente dans toutes les provinces et tous les territoires canadiens depuis plus d'une décennie, Voith Hydro profite d'une solide réputation dans le secteur des services du marché après-vente. Voith Hydro Canada, dont le siège social est situé à Brosard au Québec, concentre ses activités sur l'ingénierie, le service à la clientèle, la croissance de l'entreprise, la gestion de projets et l'administration de projets pour des grandes et des petites centrales hydroélectriques, des projets d'automatisation ainsi que des entreprises de service. Le centre de service en énergie hydroélectrique canadien de Voith pour le marché après-vente, qui est aussi le centre d'excellence de l'entreprise pour les

bobines multitours, est situé dans une usine moderne de Mississauga, en Ontario. Par ailleurs, la filiale Vortex Hydro, située à Granby au Québec, a permis à Voith d'ajouter à sa force des secteurs tel que les systèmes mécaniques auxiliaires, les produits hydroélectriques spécialisés et les services-conseils.

Dans le cas de la centrale hydroélectrique au fil de l'eau de Pointe du Bois au Manitoba, les services après-vente de Voith étaient en demande. Terminée en 1926, Pointe du Bois est la plus vieille centrale électrique toujours en service sur la rivière Winnipeg. L'exploitant, Manitoba Hydro, a engagé Voith en 2010 en vertu d'un contrat en temps et en matériel pour des travaux d'entretien de cinq groupes, dont certains ont près de 100 ans. Cependant, à mesure que les travaux progressaient, un grand nombre de situations « hors du contrat prévu » sont apparues.

Chacune de ces situations différentes et imprévisibles fut documentée avec soin sur un rapport de problème au chantier spécialement conçu pour le projet, puis Voith a proposé une solution chiffrée. Il a également fallu des innovations dans des





- 1 Le réservoir de la centrale GM Shrum.
- 2 Installation d'un nouveau fonds supérieur à GM Shrum.
- 3 Le barrage de Pointe du Bois, Manitoba.

observe M. Séguin. Voith possède maintenant les technologies développées par de nombreux fabricants d'équipement d'origine bien connus comme les alternateurs Westinghouse et les turbines et alternateurs Allis Chalmers. En s'attaquant au défi que représente le service après-vente ou le marché de la remise à neuf, Voith apporte un niveau de compréhension et de connaissances unique et très vaste à presque tous les projets.

Il est également important de prévoir l'imprévisible. Au cours de la remise à neuf de la centrale GM Shrum en Colombie-Britannique (voir les images 1 et 2), il est apparu que les soudures de réparation effectuées au cours des années avaient compromis l'efficacité des roues des turbines d'origine. De nouvelles roues et de nouveaux profils hydrauliques ont toutefois considérablement amélioré l'efficacité et la fiabilité, en plus de permettre de réduire les coûts d'entretien.

Le fait d'aider les clients dans l'analyse des options qui leur permettront d'atteindre un bon équilibre entre des revenus futurs plus élevés, des coûts d'entretien plus faibles et un coût en capital immédiat représente un défi important mais très gratifiant, mentionne Laurent Bulota, directeur des offres chez Voith Hydro Canada. « La durée de vie des projets de modernisation que nous réalisons pourrait être de 50 à 80 ans; cependant, le rendement du capital investi doit être de moins de 10 ans, et idéalement de cinq ans », indique M. Bulota. Il souligne qu'au Canada, qui est le quatrième plus grand producteur d'hydroélectricité au monde, les acheteurs avisés de services d'hydroélectricité exigent des solutions et des équipements de pointe de grande qualité, fiables et durables. Il s'agit de qualités que l'on retrouve dans les valeurs fondamentales de Voith Hydro. //



Consultez la page [voith.com/hyservice](http://voith.com/hyservice) pour obtenir plus de renseignements sur le secteur des services de Voith Hydro.

**L'hydroélectricité au CANADA**  
Près de 90 % de toute la capacité énergétique renouvelable au Canada provient de l'hydroélectricité.

▷ secteurs techniques. Des ingénieurs de Voith ont utilisé des techniques de balayage sophistiquées pour créer un nuage en 3D de points de données afin de modéliser avec précision la couronne, la ceinture et les aubes d'une roue en amont, et ainsi créer une réplique exacte des composantes d'origine des années 1920 de Pointe du Bois.

Manitoba Hydro », indique M. Cumming. « Le fait d'être confronté à des situations complètement nouvelles et de les traiter ouvertement, nous a permis de créer des solutions encore meilleures pour les deux parties. » Manitoba Hydro collabore toujours avec Voith à Pointe du Bois et a récemment prolongé l'étendue des travaux qui restaient à réaliser prévue dans le contrat de service après-vente pour la modernisation des groupes 12, 13 et 14 de la centrale.

« C'est une facette passionnante de l'entreprise », souligne Michael Secord, du service après-vente chez Voith. M. Secord a récemment été nommé chef du service après-vente pour Voith Hydro au Canada. « Nous créons un service hautement pressé. Nous voulons répondre rapidement aux besoins de nos clients en matière d'entretien et d'améliorations et nous voulons aussi qu'il soit très facile pour eux de profiter de nos services. » M. Secord cherche également des façons d'utiliser des « données massives » pour améliorer le soutien technique. Il a l'intention de développer un nouveau « groupe d'entretien axé sur la fiabilité » au Canada, qui utilisera les banques de données opérationnelles en constante croissance afin de prédire avec précision les rythmes d'usure, par exemple, ainsi que leur effet sur le rendement de la puissance.

« Certaines des unités n'étaient plus utilisées depuis de nombreuses années », dit Neal Cumming du centre du service après-vente de Voith Hydro de Mississauga, « et nous avons éprouvé une énorme satisfaction en découvrant qu'en offrant des solutions rentables, nous avons été en mesure de remettre en marche certaines des machines de la centrale. »

Le projet Pointe du Bois a mis en évidence un autre aspect de la planification de projet : la dotation appropriée en personnel. Après avoir établi les besoins de Manitoba Hydro, Voith a proposé de faire appel à une équipe hybride composée d'employés de Voith et d'employés syndiqués locaux. Sous la direction d'un directeur de site de Voith, cette équipe compte deux techniciens de Manitoba Hydro, qui acquerront une expérience précieuse dans la réalisation d'un projet de remise à neuf d'une turbine sur place. « C'est en sortant des sentiers battus, en nous mettant dans les chaussures de nos clients, que nous pouvons établir, et renforcer, des relations de travail solides entre Voith Hydro et

### MODERNISATION : ENTRÉE DANS UNE ÈRE NOUVELLE

Mis à part l'importance croissante du secteur des services, le nombre croissant des centrales hydroélectriques au Canada qui fonctionnent depuis plusieurs décennies mène également vers une tendance à la hausse des projets de modernisation et de remise à neuf. Ceux-ci impliquent aussi habituellement la création de nouvelles conceptions pour améliorer l'efficacité, augmenter la puissance, améliorer la fiabilité ou réduire les coûts d'entretien. Voith Hydro possède une vaste expérience dans ce domaine, notamment à proposer des solutions optimales pour des centrales hydroélectriques existantes, dans un certain nombre de projets de référence réussis, particulièrement au Canada. Les avancées technologiques permettent de réaliser des améliorations importantes, voire exceptionnelles, en matière de performance, de puissance et de fiabilité. En général, Voith obtient des améliorations au niveau de l'efficacité de la turbine de plus de trois pour cent, et des gains en puissance de 15 à 25 pour cent ne sont pas rares. À la centrale hydroélectrique d'Hydro-Québec à La Tuque sur la rivière Saint-Maurice au Québec, Voith a augmenté la puissance de trois unités de plus de 50 %, souligne Pierre Séguin, directeur principal du développement des affaires chez Voith Hydro Canada. « Nos partenariats fructueux avec nos clients sont une preuve de l'excellence de la remise à neuf »,



# ALIMENTER L'AMÉRIQUE LATINE

Une conversation avec le président et directeur général de Voith Hydro en Amérique latine, **Marcos Blumer** et le directeur de la commercialisation, **Alfredo de Matos**.

**Maintenant que vous occupez vos nouveaux postes de PDG et de directeur de la commercialisation chez Voith Hydro en Amérique latine, quel sont vos principaux objectifs pour l'entreprise?**

**Blumer:** À mon avis, le PDG a pour rôle de servir l'entreprise, de s'améliorer davantage chaque jour et de faire tout ce qu'il lui est possible pour élaborer les meilleures solutions pour les clients. Les objectifs et les initiatives peuvent être nombreux; toutefois, tous visent un but ultime : servir nos clients et faire en sorte que Voith Hydro soit leur choix privilégié. Cette vision repose sur trois piliers. En premier lieu, l'ensemble de l'organisation doit être orienté vers la clientèle : le client avant tout. Deuxièmement, nous devons être une entreprise à structure simplifiée, mais rapide et efficace. Enfin, nous voulons créer un environnement qui soit un endroit où il fait bon travailler afin d'attirer les meilleures personnes.

**De Matos:** Dans cet esprit, nous visons également à accroître davantage notre présence locale sur les marchés. Nous voulons renforcer notre réseau dans les régions, mettre en place davantage de bureaux régionaux avec des gens du pays pour approfondir notre compréhension des besoins du marché, ainsi que des règlements en vigueur et des processus employés. Cela ne signifie toutefois pas que nous nous éloignons des normes internationales de Voith. Le leadership technique, l'atteinte d'une grande qualité et la recherche de solutions optimales sont des principes qui s'appliquent toujours partout dans le monde.

**Quel est l'état actuel de ces efforts de localisation en Amérique latine?**

**De Matos:** Tout d'abord, nous avons déjà l'habitude des marchés locaux. Nous sommes installés ici, nous avons de l'expérience et nous possédons une forte tradition. Nous célébrons le 50e anniversaire de Voith cette année, cela signifie 50 ans en Amérique latine, pas seulement au Brésil. Au cours des dernières années, nous avons établi avec succès des bureaux en Colombie, au Pérou, en Équateur et au Chili. Nous visons maintenant en ouvrant au Mexique et en Argentine.

**Quel est le rôle de l'installation de Manaus dans ce contexte?**

**Blumer:** Notre nouvelle installation de fabrication de Manaus est en fait très près de ce que j'appelle « la prochaine frontière hydroélectrique » du Brésil. Le potentiel des centrales hydroélectriques dans cette région est d'environ 90 GW, et seulement 14 % de ce potentiel est déjà exploité. De plus, Manaus est capable de répondre aux besoins d'autres pays du nord de l'Amérique latine en matière de production.

**En plus de la localisation, y a-t-il d'autres secteurs d'activité que vous aimeriez favoriser plus particulièrement?**

**De Matos:** Parmi nos cibles, nous voulons faire la promotion de nos activités de service, et accroître ce secteur, plus spécialement les services intégrés et la gestion des actifs. Nous voulons que nos clients sachent que nous dispo-

sons d'une vaste expérience et que nous pouvons leur offrir des services complets pour leurs centrales hydroélectriques. Aussi, afin d'améliorer davantage notre offre de services, nous rationalisons nos processus pour être en mesure de répondre aux clients encore plus rapidement.

**Blumer:** Toujours en lien étroit avec les services intégrés, il y a le secteur de l'automatisation. Nous proposons des solutions d'automatisation autonomes et nous avons augmenté notre part de marché de façon considérable. En plus des nouvelles installations, nous équipons également d'anciennes centrales hydroélectriques avec nos systèmes d'automatisation modernes HyCon, et nous fournissons des systèmes de régulation et d'excitation dans les projets de modernisation de centrales hydroélectriques existantes.

**De Matos:** Comme M. Blumer l'a justement souligné, l'automatisation constitue un bon exemple de nos innovations continues afin de nous adapter aux marchés, de proposer de nouveaux produits et services, et d'améliorer constamment les produits et services existants. Notre laboratoire d'automatisation est un des mieux équipés de Voith Hydro au monde. C'est là que nous personnalisons des solutions pour nos clients; des solutions que nous pouvons ensuite utiliser à l'échelle mondiale.

**Est-ce que Voith Hydro est bien connue pour ses produits et services sur les marchés de l'Amérique latine?**

**Blumer:** Nous sommes devenus un véri-



## Marcos Blumer

Le président et directeur général de Voith Hydro en Amérique latine considère l'entreprise comme un « parlement inversé », c'est-à-dire où le client est au-dessus du parlement et le PDG à la base. Employé de Voith depuis 25 ans, dont la majeure partie dans la division Papier, il s'est joint à Voith Hydro en 2010 à titre de directeur de la production, responsable des installations de production de São Paulo et de Manaus. Enfant, l'énergie hydroélectrique le fascinait déjà. Plus tard, une présentation donnée par des ingénieurs allemands à son université au Brésil l'a convaincu de rejoindre Voith.

table fournisseur complet au cours des dernières années. Bon nombre de clients connaissent la gamme de services que nous offrons : automatisation, équipement auxiliaire, services intégrés et construction. Cette approche correspond étroitement à la tendance du marché, particulièrement dans les grands, voire les mégas projets. Nous accompagnons nos clients en proposant des solutions de « l'eau jusqu'au fil »; autrement dit, nous offrons une solution techniquement intégrée depuis la prise d'eau jusqu'au raccordement au réseau. En outre, nous offrons à nos clients une expérience de guichet unique, comprenant moins d'interfaces et comportant un moins grand risque pour eux.

**Comment qualifieriez-vous les marchés de l'hydroélectricité et la structure de la clientèle en Amérique latine?**

**De Matos:** D'abord et avant tout, il faut savoir que tous les marchés de l'Amérique latine sont différents. C'est pourquoi nous adoptons une approche locale. L'important secteur de l'hydroélectricité au Brésil se distingue par de très grands projets de 200 jusqu'à 8 000 MW, pour lesquels les appels d'offres sont habituellement lancés par le gouvernement, avec de grandes sociétés d'électricité privées, ou des sociétés spéciales avec des fonds d'investissement. Les entreprises appartenant à l'État jouent également un rôle important dans le cadre d'un consortium.

**Qu'en est-il des autres marchés de l'Amérique latine?**

**De Matos:** Habituellement, il s'agit de projets variant de 80 à 150 MW et ils sont accordés différemment selon le marché. Par exemple, au Chili, les entreprises privées prédominent, alors qu'au Pérou et en Colombie, on parle plutôt de marchés semi-privés, avec quelques adjudications du gouvernement en plus de la participation de sociétés appartenant à l'État et de sociétés privées.

**Blumer:** Notre clientèle forme un mélange complexe. Nous devons donc faire preuve de souplesse et nous adapter si nous voulons répondre à leurs diverses demandes. Par exemple, les projets proposés aux adjudications au Brésil sont attribués à celui qui propose le plus bas prix au MWh. Les solutions de conception à coût donné représentent une approche différente : il s'agit d'un mélange entre l'expertise du client, de l'entrepreneur civil et de Voith Hydro afin de trouver la meilleure solution pour le client, d'atteindre une efficacité optimale pour le projet et d'assurer une mise en service plus rapide. Tout cela est possible grâce à notre expertise technique solide. À mon avis, il s'agit d'une tendance croissante.

**Le financement international prend-il de plus en plus d'importance?**

**Blumer:** Oui, le financement deviendra de plus en plus important dans le futur, et il prend de multiples dimensions. Les

projets en Amérique latine sont financés depuis la Chine, alors que les entreprises brésiliennes investissent dans des projets en Afrique. Le financement international est une tendance à laquelle nous devons participer. En raison de notre présence et de notre coopération à l'échelle mondiale, Voith Hydro est bien préparée à cet effet parce qu'elle peut offrir une expertise locale à ces clients du monde entier.

**De Matos:** Dans ce cas, la gestion de comptes clés entre en jeu. Voith Hydro est véritablement une entreprise mondiale et nous augmenterons la collaboration avec nos unités de production sur d'autres marchés afin de servir notre clientèle active dans le monde, dans les deux directions : soit pour les clients de l'Amérique latine et leurs activités internationales, soit pour les grands services publics d'Europe actifs sur le continent américain.

**Revenons au marché de l'Amérique latine : quelles sont vos estimations sur le développement futur de cette région?**

**Blumer:** En général, en raison de ses vastes ressources naturelles en eau, l'Amérique latine est, et continue d'être, une bonne région pour le développement hydroélectrique. Nous verrons les pays autres que le Brésil augmenter leur part du marché. Non pas parce que le marché connaîtra une baisse au Brésil, mais parce que les autres pays hausseront leur part d'hydroélectricité. La Colombie, le Pérou, le Venezuela et l'Argentine disposent d'un bon potentiel hydroélectrique et représentent aussi des marchés très prometteurs. ▶



▷ **De Matos:** En plus des nouvelles centrales, petites et grandes, nous nous concentrons beaucoup sur le secteur des services, à la fois les services intégrés et les modernisations. Nos attentes sont élevées en raison du vieillissement de l'équipement hydroélectrique dans la région, car bon nombre de centrales ont 25 ans ou plus. Les clients tiennent beaucoup à soutirer chaque mégawatt supplémentaire possible de leurs actifs, et ils souhaitent que ces actifs restent à jour en les dotant des plus récentes solutions HyCon en matière d'automatisation et de gestion des actifs. Voith Hydro dispose

**Alfredo de Matos**

Le directeur exécutif du marketing de Voith Hydro en Amérique latine compte 22 ans d'expérience dans l'industrie du B2B, dont plusieurs dans des postes d'exécutif du secteur de l'énergie. Après avoir œuvré sur cinq continents, il s'est joint à Voith en 2013. Il vise à pousser l'organisation vers l'avant en se basant sur son principe « gagner et mener » – signifiant gagner une relation à long terme avec le client et mener le marché de l'hydroélectricité pour un autre 150 ans.



d'une vaste expérience dans ces projets de services et de modernisation, qui sont toujours des travaux très personnalisés. Vous pouvez voir nos réussites dans ce domaine dans la région avec des projets comme Passo Fundo ou AES Água Vermelha.

**Blumer:** En même temps, le marché est devenu plus concurrentiel, particulièrement dans les petits projets hydroélectriques, et ce, non seulement en raison de l'arrivée de joueurs étrangers, mais aussi des réglementations gouvernementales qui ont forcé les petites centrales hydroélectriques à faire concurrence à l'énergie éolienne et à la biomasse. Cela n'est pas simple si on ne s'attarde qu'aux coûts du MWh sans tenir compte des autres avantages de l'hydroélectricité, comme la stabilité du réseau électrique ou les cycles de vie plus longs. Nous avons besoin d'un cadre juridique, ce qui signifie également dans d'autres pays un changement vers des réglementations plus simples et plus fiables.

**De Matos:** Comme vous pouvez le constater d'après ce que nous venons d'expliquer, je suis persuadé que Voith Hydro a beaucoup à offrir. Nous devons nous concentrer sur notre vaste expérience, notre tradition, notre leadership technique et notre savoir-faire approfondi. Nous montrons avec assurance qu'étant un fournisseur complet nous sommes en mesure de répondre aux besoins en constante évolution du marché, qu'il s'agisse de simples composantes ou de solutions clé en main, de nouvelles solutions automatisées ou de tendances futures comme les avantages résultant de l'utilisation des données volumineuses dans les centrales.

**Vous avez parlé de cadre réglementaire. Est-ce en faveur de l'hydroélectricité ou est-ce que vous espérez qu'il y ait des améliorations?**

**De Matos:** Dans les différents gouvernements en Amérique latine, les matrices énergétiques et les politiques à long terme sont très importantes, mais à l'heure actuelle, il y a trop d'incertitudes. Aussi, en matière de procédures d'autori-

sation et de permis environnementaux, nous avons besoin de réglementations plus claires et de processus plus efficaces. Les mesures incitatives pour favoriser les investissements dans les projets de modernisation constituent une autre question plus précise, mais importante, que les gouvernements pourraient facilement utiliser pour stimuler la production de gigawatts supplémentaires pour le réseau.

**Blumer:** Des réglementations plus claires et des processus améliorés faciliteront davantage l'acceptation de mégaprojets comme Belo Monte. L'hydroélectricité a beaucoup à offrir. Elle contribue grandement au développement de l'économie et de la société, elle permet aux populations d'évoluer en passant de la pauvreté extrême à la classe moyenne. Le développement local axé sur l'hydroélectricité facilite l'accès à l'éducation et aux soins médicaux et, en fin de compte, offre de meilleures possibilités d'avenir.

**Qu'elle est votre connexion personnelle à l'hydroélectricité et à Voith Hydro?**

**De Matos:** Ce que je préfère le plus de l'hydroélectricité, c'est la complexité de la technologie, la diversité et la souplesse des solutions, le fait que tout soit sur mesure, sans oublier que c'est une énergie réellement renouvelable. À mon avis, Voith se distingue fortement par son ensemble de valeurs clair, son riche passé et ses gens engagés qui se consacrent réellement afin de ne jamais laisser tomber le client.

**Blumer:** À mes yeux, l'hydroélectricité est un monde excitant et passionnant. Il est étonnant de voir à quel point une technologie mise au point il y a longtemps s'est développée de telle sorte qu'elle est encore aujourd'hui une source d'énergie propre, fiable et imbattable. Voith est une des rares entreprises au sein de laquelle les employés se sont donné un surnom dérivé du nom de l'entreprise : les Voithians. Je crois que les principes, les valeurs et la culture qui ont fait de Voith une solide entreprise depuis près de 150 ans nous serviront également à l'avenir. //





6:00



9:00



11:00



14:00

- 6:00 Eric Junior, son épouse Andreia, et leur fils Gabriel, déjeunent en semble avant qu'Eric parte en direction d'Água Vermelha pour sa journée de travail.
- 9:00 La communication avec les membres de son équipe est très importante pour Eric. « Il y a toujours des gens qui ont quelque chose à dire et je suis là pour les écouter », explique-t-il.
- 11:00 Eric consulte un membre de l'équipe qui travaille à la modernisation de l'équipement à Água Vermelha.
- 14:00 Portant son casque de sécurité, il discute justement de la sécurité avec un membre de l'équipe.

# VIVRE LE PROJET

**Au travail avec un responsable des travaux de Voith Hydro à Água Vermelha** -illustrant l'engagement personnel et l'expérience technique des employés de Voith « sur le chantier ».

Il est 6 h et Eric Junior déjeune avec son épouse et leur fils Gabriel. C'est ainsi que commence chaque jour une routine quotidienne qui peut prendre diverses formes dans les nombreux marchés où Voith Hydro est présente dans le monde.

**Eric est un Voithian de longue date** qui dirige une équipe gagnante fournissant des services au chantier dans le cadre de projets de Voith Hydro. Il est actuellement responsable de chantier à la centrale hydro-électrique Água Vermelha près de Fernandópolis au Brésil. Il a auparavant occupé diverses fonctions dans le secteur du service chez Voith. « La vie à Fernandópolis est extraordinaire. Les gens ici sont obligeants

et polis », fait remarquer Andreia. Tout comme Gabriel et le chien de la famille, Max, Andreia a accompagné Eric dans chacun des projets qu'il a réalisés pour Voith. Cependant, cela n'a pas toujours été aussi facile. Dans un pays aussi grand et multiculturel que le Brésil (avec plus de 200 millions d'habitants sur un territoire de 8,5 millions de kilomètres carrés), Eric et sa famille ont rencontré un grand nombre de personnes et affronté divers climats et environnements sur les différents sites des projets hydroélectriques où il a travaillé, dont « Cana Brava, Quebra Queixo, Jumorim, Corumbá IV, Furnas, Baguari et Santo Antônio », se souvient Eric.

La famille est maintenant établie à Fernandópolis, dans le sud-est du Brésil, depuis neuf mois. Água Vermelha, où Eric travaille comme coordonnateur des services au chantier, est située le long de la rivière Rio Grande, qui marque la frontière entre les états de São Paulo et Minas Gerais. La centrale est en service depuis 1978 et ses six groupes électrogènes fournissent une puissance totale de 1 396 MW. Eric, qui est un ancien client de Voith, travaille pour l'entreprise depuis 2002, alors qu'il a eu l'opportunité de se joindre à la « famille des services au chantier », comme on appelle affectueusement l'équipe des services au chantier.





16:00



17:00

16:00 Vérification d'un panneau d'automatisation de Voith à l'intérieur de la centrale électrique.  
17:00 Eric Junior à l'intérieur de la centrale électrique Água Vermelha.

▷ Lors de son arrivée chez Voith, Eric occupait le poste d'ingénieur responsable de la mise en service. Selon ses dires, cela lui a permis d'acquérir une formidable expérience technique et de vie. « Alors que je travaillais sur le projet Cana Brava, j'étais incroyablement excité lorsque j'ai participé pour la première fois à la mise en service d'une machine de Voith. » Eric souligne que l'équipe était petite et que les membres s'entendaient bien. « Les endroits les plus stimulants rappellent les meilleurs souvenirs », fait-il remarquer.

Eric arrive à Água Vermelha pour commencer sa journée de travail. On peut voir un énorme logo de Voith à gauche. C'est là qu'environ 170 employés et fournisseurs travaillent sur différents horaires de travail dans les domaines de la planification, de la qualité, de la sécurité au travail, de la gestion de site et des services techniques. Ils sont responsables de la modernisation des alternateurs, des turbines, des composantes hydromécaniques et de leurs systèmes auxiliaires mécaniques et électriques.

**Comme le dit le dicton** portugais, certaines personnes sont comme « une bûche dans une inondation ». Cette expression sert à décrire les personnes qui s'arrêtent continuellement pour bavarder avec chaque personne qu'elles croisent. Cela décrit très bien la journée de travail d'Eric. Comme directeur de chantier de Voith, il est à la fois un modèle et une personne en qui les employés ont confiance. « Les membres de

l'équipe des services au chantier doivent savoir qu'il y a une personne qui peut les écouter et ils doivent se sentir à l'aise de partager leurs commentaires. C'est pourquoi je me fais un devoir de passer une grande partie de ma journée à parcourir le site. Il y a toujours quelqu'un qui a quelque chose à dire ou qui a des questions, et je suis là pour les écouter. » Pourtant, lorsqu'il a commencé dans ce rôle, Eric avait remarqué que certains collègues étaient un peu mal à l'aise. « Ils se disaient : comment un si jeune homme, avec si peu de cheveux gris, peut-il occuper un rôle de coordination? », raconte-il à la blague. Mais les choses ont changé. Eric a maintenant quelques cheveux gris, et il a gagné la confiance et l'admiration des membres de son équipe. « Les relations avec les clients et les collègues sont fondées sur la confiance. Et, chez Voith, la confiance est une qualité que nous ne sacrifions jamais. Je dis habituellement que la confiance du client est une conséquence des résultats qu'ils obtiennent. Voith livre vraiment la marchandise parce que nous nous efforçons d'atteindre cet objectif chaque jour. »

Eric adapte son travail en fonction de la stratégie client de Voith. « Nous voulons représenter la meilleure option pour le client. Dans nos activités de chantier, nous nous concentrons entièrement sur les objectifs du projet, ainsi que sur notre engagement à livrer un produit final correspondant à la fiabilité qu'incarne le nom de Voith. Nous veillons toujours à déterminer correc-

tement les besoins du client, et aussi à saisir les autres occasions de développer des produits, peu importe que nous nous concentrons sur des processus de construction plus rapides ou des solutions pour faciliter l'exploitation et l'entretien. »

« **Travailler sur le chantier** permet non seulement de vivre pleinement le projet, mais aussi de combiner l'expertise technique et les compétences relationnelles pour trouver des solutions aux difficultés qui surviennent », mentionne Eric. « Les expériences que nous vivons au chantier nous permettent de comprendre qu'il est impossible de démarrer un projet en sachant exactement tout ce qui surviendra. De la même façon, nous ne terminons jamais un projet en sachant tout sur lui. C'est tout simplement trop. Enfin, c'est tout simplement une expérience de vie incomparable!

» À 18 h, au moment où Eric salue sa « famille » sur le site, le soleil se couche. « Ici, nous sommes une équipe et nous jouons ensemble afin que le client et Voith sortent gagnants. Nous avons la responsabilité de comprendre les attentes du client et d'y répondre, et aussi de nous assurer que nos projets produisent le meilleur rendement possible. Afin d'y parvenir, nous devons travailler ensemble en groupe, et c'est pourquoi notre réussite est une récompense partagée », conclut Eric.

Sur ce, Eric s'excuse pour discuter quelques minutes du secteur des services avec un collègue qui s'arrête pour bavarder.

//





## DE L'ÉCRAN AU PAPIER

Les ingénieurs de **Voith Paper** ont utilisé la simulation par ordinateur pour élaborer de nouvelles toiles sécheuses extrêmement efficaces pour l'industrie papetière. Dans la fabrication du papier, le processus de séchage dépend de ces toiles qui servent à transporter le papier humide jusqu'à la section du séchoir.

En étudiant le processus de séchage à l'aide d'une simulation par ordinateur, les ingénieurs de Voith Paper ont mis au point deux toiles sécheuses plus performantes, Evaporite et Evaporite-High. Celles-ci sont plus durables et offrent une meilleure perméabilité à l'air, ce qui accroît l'efficacité du séchage. Grâce aux points de croisement minimaux des fils, il y a moins de chance que des petits trous se forment dans la toile dans lesquels des particules de saletés microscopiques peuvent ensuite se loger et ainsi diminuer la perméabilité à l'air.

Les premières toiles sécheuses de la gamme de produits CleanWeave de Voith Paper ont été élaborées pour la production d'emballage de papier. La technologie CleanWave a déjà démontré en pratique qu'elle améliorerait considérablement l'efficacité du séchage et de la machine comparativement aux toiles sécheuses classiques. On prévoit étendre la gamme avec des toiles conçues pour la production de tous les types de papier. //



L'UNIVERS DE VOITH

## UNE SOLUTION GÉNIALE

**Voith Industrial Services** a aidé l'emplacement de Shanghai d'un fabricant automobile allemand à réaliser des économies de coûts et d'émissions importantes grâce à un plan de transformation impliquant des pompes, des stations de compression et des systèmes de conditionnement d'air à l'usine du client à Shanghai. Dans une approche logique, mais novatrice, l'eau nécessaire au refroidissement de l'équipement de l'usine pendant le fonctionnement est maintenant refroidie pendant la nuit et stockée pour la production durant le jour. Comme le coût de l'énergie est moins élevé la nuit, cela a permis de réaliser des économies considérables. De plus, la transformation du contrôle de conversion de fréquence en fonction des installations de l'usine en période de pointe et hors pointe a permis d'optimiser l'attribution de l'énergie et de l'électricité. Les données sur la consommation d'énergie dans l'usine sont surveillées, et grâce à elles, Voith peut contribuer davantage à atteindre une efficacité énergétique optimale. Par la suite, le client économisera 2 843,6 tonnes de charbon et environ 200 000 € en coûts d'électricité annuellement. //

## RAPIDE, FIABLE ET EFFICACE

**Voith Turbo** fournit de l'équipement à une centrale hydroélectrique dans le cadre d'une collaboration interdivision. À la centrale à réserve pompée écossaise Foyers, les deux pompes turbines doivent atteindre leur pleine puissance en moins de 30 secondes. Il s'agit de la seule façon de réagir avec souplesse et rapidement aux fluctuations du réseau et de garantir la stabilité du réseau en Écosse. L'alimentation en eau pour chaque pompe turbine est commandée à l'aide d'un robinet sphérique qui doit s'ouvrir dans un très court délai pour assurer un changement rapide du mode de fonctionnement. Deux cylindres hydrauliques actionnent le robinet sphérique selon les demandes variables en alimentation. Les servocommandes hydrauliques de Voith Turbo H + L Hydraulic alimentent en pétrole les deux cylindres hydrauliques rapidement et, surtout, avec fiabilité. Les servocommandes hydrauliques sont conçues de

façon redondante et assurent ainsi une disponibilité très élevée. Si une des composantes fonctionnelles pertinentes tombe en panne, une autre composante peut prendre la relève sans nécessiter un arrêt du système. Les servocommandes hydrauliques sont également très éco-énergiques, requièrent peu d'espace d'installation, et nécessitent une puissance de refroidissement très faible. Par conséquent, l'exploitant profite de coûts d'exploitation faibles. //





# REPOUSSER LES LIMITES

## Le plongeur en apnée

**Herbert Nitsch** plonge à de grandes profondeurs, sans bouteille d'oxygène.

Inspirez profondément. Retenez votre souffle. Essayez de le retenir durant neuf minutes. Pour la plupart d'entre nous, il est tout simplement impossible de ne pas respirer pendant aussi longtemps. Mais pour Herbert Nitsch, c'est tout à fait possible. Son record personnel en apnée statique, c'est-à-dire, à retenir son souffle sous l'eau, est de neuf minutes (et quatre secondes pour être plus précis).

Mais ce record personnel à couper le souffle n'est qu'une performance modeste en comparaison avec les autres exploits que Nitsch a réalisés. En plus d'une décennie à pratiquer la plongée en apnée, l'ancien pilote détient plus de 30 records du monde dans les huit disciplines reconnues de la plongée en apnée.

**La plongée en apnée est le sport** – voire l'art – de plonger sous l'eau durant de longues périodes sans appareil respiratoire, seulement sur la dernière respiration prise avant de descendre dans les eaux profondes.

Cependant, ce n'est pas aussi simple que de prendre une profonde respiration et de plonger sous la surface. Nitsch explique comment il se prépare à descendre sous l'eau. « C'est plus facile si on essaie de détendre chacun de ses muscles et d'être très calme, presque dans un état de sommeil », dit-il. « J'essaie de faire entrer davantage d'air dans mes poumons en « tassant l'air ». Il s'agit d'une technique au moyen de laquelle l'épiglotte agit comme un piston pour pousser davantage d'air dans les poumons. » Grâce à cette technique, Nitsch peut accroître la capacité de ses poumons d'un volume déjà étonnant de 10 litres à un volume impressionnant de 15 litres. À titre comparatif, la capacité pulmonaire moyenne d'un homme adulte est de six litres. Cette technique, combinée à un entraînement particulier visant à étirer le diaphragme et les poumons, contribue à améliorer la souplesse des poumons de sorte qu'ils peuvent se gonfler pour contenir plus d'air, et se comprimer davantage sous l'effet de la pression en profondeur, lui permettant



- 1 Herbert Nitsch descend dans la mer guidé par un câble avec ses supporteurs à la surface.
- 2 En plongée en apnée, tout est dans la préparation.

« L'esprit a cette capacité étonnante de stimuler le corps au-delà des limites que l'on croyait d'abord impossibles. »

Herbert Nitsch, plongeur en apnée

ainsi de retenir son souffle durant de très longues périodes.

Pour quelqu'un qui a reçu autant d'éloges dans un sport marin, il est étonnant d'apprendre que Nitsch est un autodidacte qui vient d'un pays enclavé : l'Autriche. Pour s'adapter aux circonstances, indique Nitsch, « j'ai pensé que j'avais besoin d'une approche différente et plus efficace de l'entraînement. Pendant que certains autres plongeurs en apnée d'élite avaient l'occasion de s'entraîner régulièrement dans l'océan, je me suis créé un entraînement combinant la respiration et la retenue de mon souffle sur le canapé à la maison, associée à un entraînement cardiovasculaire et musculaire. » Lors des compétitions, Nitsch arrive tôt et se prépare en allant à la « pêche au harpon et en plongée en apnée pour s'amuser ».

**Depuis 2010, Nitsch se concentre exclusivement** sur la discipline de plongée en apnée « sans limites ». Dans cette discipline sans limites, les plongeurs en apnée utilisent une gueuse pour des-

cendre aussi profond qu'ils le peuvent sur un seul souffle. Un ballon rempli d'air les aide à remonter à la surface. Nitsch détient actuellement le record du monde de l'épreuve sans limites soit 214 mètres, à la suite duquel on l'a surnommé « l'homme ayant atteint la plus grande profondeur au monde ». Son intérêt à l'égard de la plongée sans limites illustre une détermination unilatérale. Son objectif ultime est de plonger à une profondeur de 1 000 pieds, soit 304,8 mètres.

Le 14 juin 2012, lorsqu'il a tenté d'atteindre cet objectif, Nitsch a failli ne pas émerger à la surface. Un étourdissement dans les profondeurs a entraîné une forme grave de mal de décompression, connue sous le nom de maladie des caissons de type II. Ce jour-là, Nitsch a atteint 253,2 mètres. Toutefois, comme cet accident l'a forcé à abandonner sa plongée, sa tentative de record n'a pas été reconnue officiellement. Son record précédent tient toujours et attend d'être égalé ou battu. À la suite d'un rétablissement difficile, Nitsch a recommencé la plongée en apnée et, comme il le dit, il a « enfin

l'impression de revenir dans le vrai monde ». Quant à une autre tentative d'atteindre son objectif de 1 000 pieds, Nitsch adopte l'approche selon laquelle il ne faut jamais dire jamais, ce qui laisse entendre qu'il essaiera de nouveau.

**Au moment où** il plonge, ses poumons qui cherchent de l'oxygène ainsi que tous ses instincts humains ont tendance à se mettre d'accord, Nitsch doit donc prendre le contrôle de toutes ses énergies et les utiliser pour la plongée. « Je me concentre sur les choses qui sont importantes sur le moment et j'essaie de ne penser à rien d'autre. Je laisse toutes les sensations corporelles de côté et j'utilise mon énergie uniquement pour me concentrer sur l'essentiel. »

Pertinemment, l'économie des ressources est une seconde nature pour Nitsch. Sans cette extraordinaire capacité à la faire, il ne pourrait pas performer dans son sport comme il le fait. Cette conviction va bien au-delà de ses propres ressources physiques; en effet, Nitsch est un fier protecteur de l'océan et il occupe un rôle de conseiller auprès de la Sea Shepherd Conservation Society. Cette conscience environnementale le suit également dans sa vie quotidienne dans son Autriche enclavée. « J'ai décidé de me défaire de ma voiture et je me déplace en vélo partout dans ma ville d'origine, Vienne. Aussi, je travaille actuellement à la conception d'un voilier écologique rapide pour l'océan qui utilise uniquement l'énergie éolienne et solaire, sans moteur à combustion. »

C'est une autre activité remarquable pour un homme qui refuse de voir les limites apparentes comme étant insurmontables. « La plongée en apnée m'a appris que tant qu'on y croit, les choses sont possibles. C'est étonnant tout ce que le corps peut faire et l'esprit a cette capacité étonnante de stimuler le corps à aller au-delà des limites que l'on croyait d'abord impossibles. //



Pour regarder des vidéos et en apprendre plus sur le plongeur en apnée Herbert Nitsch, visitez le site [www.herbertnitsch.com](http://www.herbertnitsch.com)



# ÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE

Réceptive, souple, capable : **Le président et directeur général de Voith Hydro, Dr Roland Münch**, nous parle de la puissance et du potentiel de la technologie de réserve pompée.

## Dr Münch, êtes-vous déjà resté coincé dans un ascenseur durant une panne de courant ?

Comme je voyage beaucoup pour visiter nos unités de production partout dans le monde, j'ai vécu quelques pannes de courant, mais heureusement jamais dans un ascenseur. Cependant, vous soulevez un point intéressant. Les pannes de courant surviennent de plus en plus fréquemment dans les pays où la production et la consommation d'énergie ne sont pas constantes, plus particulièrement où la demande de pointe n'est pas assurée de façon permanente. L'hydroélectricité, en particulier à réserve pompée, peut très bien constituer une solution à ces problèmes étant donné qu'elle peut stabiliser le réseau et atténuer les demandes de charge.

## De quelle façon l'hydroélectricité peut-elle stabiliser les réseaux électriques, voire éviter les pannes de courant ?

L'hydroélectricité est la seule énergie renouvelable qui répond à la charge de base d'électricité, elle joue donc un rôle clé dans l'approvisionnement stable et fiable. Les centrales à réserves pompées apportent une contribution particulièrement importante. Elles peuvent répondre aux demandes de pointe en fournissant de grandes quantités d'énergie et en réagissant avec souplesse dans un court délai. De plus, elles offrent une variété de services complémentaires au réseau afin de garantir un approvisionnement fiable. C'est spécialement important pour les réseaux électriques qui sont de plus en plus alimentés par de l'électricité produite à partir de sources renouvelables fluctuantes comme l'énergie éolienne et solaire.

## Pouvez-vous décrire ces services avec plus de précision ?

Les services complémentaires permettent de transmettre la capacité et l'énergie des ressources de production aux consommateurs et de maintenir un fonctionnement fiable du réseau de transport. Ils comprennent des services de régulation, comme l'équilibrage de la fréquence du réseau, ainsi que le maintien de la tension. Les centrales à réserves pompées peuvent fournir tous les types d'énergie équilibrée à des fins de maintien de la fréquence. Elles sont tout à fait adaptées pour fournir une puissance réactive de façon souple, afin de maintenir la tension à un niveau adéquat, et elles peuvent être démarrées à froid. Autrement dit, après une panne de courant, il est possible de les redémarrer sans l'aide du réseau électrique, rétablissant ainsi l'alimentation en électricité. Si

jamais je reste coincé dans un ascenseur, je me fierai à l'alimentation en énergie par réserve pompée pour redémarrer l'ascenseur.

## De ce point de vue, est-ce que la technologie de réserve pompée joue un rôle important dans la croissance des énergies renouvelables ?

Les centrales à réserves pompées peuvent essentiellement contribuer à la conversion du réseau d'alimentation électrique. Elles y parviennent grâce aux services qu'elles offrent au système énergétique et à leur fonction première. Les installations de stockage d'énergie à haute efficacité stockent les surplus d'électricité provenant des énergies renouvelables et les redistribuent au réseau au moment opportun. La technologie de réserve pompée est le seul moyen rentable à avoir fait ses preuves à long terme, non seulement pour stocker l'énergie à grande échelle, mais aussi pour l'utiliser dans un court délai. Et, mieux encore, elle offre un niveau d'efficacité élevé de 80 % ou plus.

## Le potentiel pour les nouvelles centrales à réserves pompées est-il suffisant ?

Oui. Il existe un potentiel d'implantation partout dans le monde. Une étude lancée par Voith portant sur la transition vers les sources d'énergie renouvelables en Allemagne « l'Energiewende » montre que dans ce seul pays, tous les projets prévus de réserve pompée peuvent accroître la capacité d'environ 8 000 MW, doublant ainsi pratiquement la capacité actuelle. La Chine dispose d'un plan de croissance concret ainsi que d'un immense potentiel. Nous parlons également ici de possibilité de doubler la capacité d'ici 2030. Voith est également impliquée dans de nouvelles constructions et des mises à neuf de centrales à réserves pompées aux États-Unis, dans le sud-est de l'Asie, en Afrique du Sud et au Portugal. Grâce à nos nombreuses années d'expérience acquises dans plus de 200 projets avec la technologie de réserve pompée et un vaste portefeuille technologique, nous voulons continuer à être un joueur clé dans la croissance et le développement futur de la technologie de réserve pompée. Ainsi, personne n'aura à rester coincé dans un ascenseur de nouveau.





# RÉPERTOIRE DES PROJETS

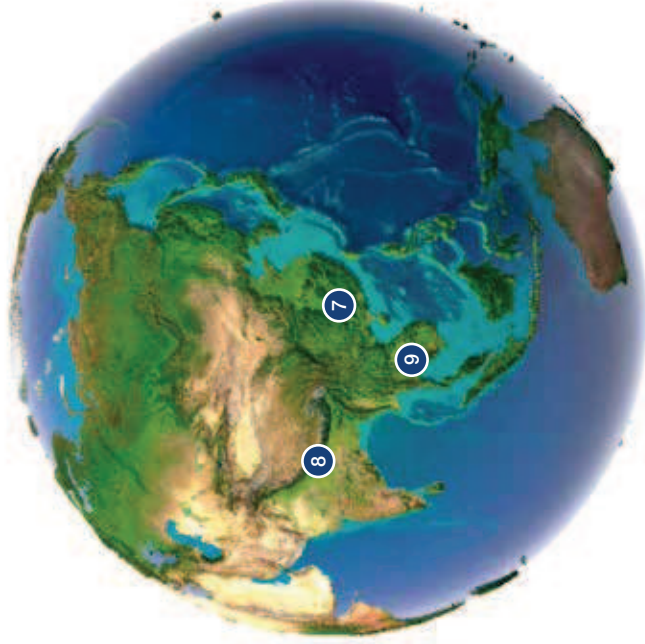
Tous les projets mentionnés dans ce numéro de HyPower et l'étendue de l'approvisionnement de Voith



## EUROPE AND AFRICA

Potentiel hydroélectrique en Europe : 873 GW  
Capacité installée : 247 GW (30%)  
Potentiel hydroélectrique en Afrique : 435 GW  
Capacité installée : 26 GW (6%)

- 1 Ifzeheim, Allemagne** : Contrat de service pour l'entretien et la réparation, y compris la remise à neuf de toutes les pièces non-mobles d'une des quatre turbines bulbes de 26,3 MW.
- 2 Hochstadt, Allemagne** : Contrat de service après-vente pour la remise à neuf d'une turbine bulbe Kaplan-A, y compris des soudures de réparation des aubes, la mise à niveau de la chambre de la roue, la remise à neuf de l'aube directrice et la reconstruction du palier-guide de la turbine principale.
- 3 Reisseck II, Autriche** : Fourniture de deux pompes-turbines réversibles, d'une puissance de 215 MW chacune, et des régulateurs.
- 4 Tröpolach, Autriche** : Fourniture de deux petites turbines hydroélectriques fonctionnant en tandem et ayant une capacité combinée de 7,9 MW.
- 5 Frades II, Portugal** : Equipement électromécanique complet, y compris des pompes turbines réversibles à vitesse variable de 390 MW et deux groupes électrogènes asynchrones
- 6 Ingula, Afrique du Sud** : Quatre groupes électrogènes et des pompes turbines de 342 MW, des systèmes d'automatisation



## ASIE-PACIFIQUE

Potentiel hydroélectrique en Asie-Pacifique : 1 754 GW  
Capacité installée : 420 GW (24%)

- 7 Hong Ping, Chine** : Quatre unités à réserves pompées complètes de 300 MW, y compris les alternateurs et les pompes Francis réversibles, les régulateurs, les soupapes d'admission et les systèmes d'excitation, d'automatisation et auxiliaires.
- 8 Bhira, Inde** : Projet de service comprenant des travaux de conception, de mise à niveau, de fabrication, de fourniture, d'érection et de mise en service d'un nouveau stator pour le groupe électrogène de 200 MVA.



## LES AMÉRIQUES

Potentiel hydroélectrique en Amérique du Nord : 388 GW  
Capacité installée : 155 GW (40%)  
Potentiel hydroélectrique en Amérique du Sud : 904 GW  
Capacité installée : 162 GW (18%)

- 9 Lam Ta Khong, Thaïlande** : Fourniture de deux pompes-turbines verticales de 255 MW, de groupes électrogènes, de systèmes d'automatisation et des équipements auxiliaires électriques et mécaniques.
- 10 Pointe du Bois, Canada** : Contrat de service pour des travaux d'entretien et de réparation sur plusieurs turbines dans la centrale de 75 MW.
- 11 Smith Mountain, États-Unis** : Projet de remise à neuf d'alternateurs de la centrale, y compris des travaux de rembobinage, la fourniture d'enroulements de stators et l'ajustement d'une jante de rotor.
- 12 Água Vermelha, Brésil** : Modernisation de six groupes d'une capacité totale de 1 396 MW, y compris la remise à neuf d'alternateurs et de turbines, des systèmes électromécaniques connexes, ainsi que le renouvellement de nombreux composants.
- 13 Chavantes, Brésil** : Modernisation de trois groupes électrogènes, y compris des turbines, des alternateurs et les systèmes électromécaniques connexes dans la centrale de 414 MW.



**Publié par :**

Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG

Alexandgnerstr. 11

89522 Heidenheim, Allemagne

Tel: +49 7321 37 0

Fax: +49 7321 37-7828

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



Une société Voith and Siemens

**VOITH**  
Engineered Reliability