

L'hydroélectricité, une énergie d'avenir



EDITORIAL

Olivier Métais,

titulaire de la chaire Hydro'like, professeur à Grenoble INP – Ense³ et chercheur au LEGI



Imaginer les machines hydrauliques du futur

Concevoir les machines hydrauliques du futur, tel est l'objectif de la chaire Hydro'like, inaugurée par Alstom et la fondation partenariale Grenoble INP le 9 octobre 2014. Dotée d'un budget d'un million d'euros, elle fédèrera les travaux de 6 laboratoires communs à Grenoble INP, à l'Université Joseph Fourier et au CNRS*. Première source d'énergie renouvelable, l'hydroélectricité connaît actuellement une croissance exponentielle avec un potentiel immense de ressources non exploitées en Afrique, Asie et Amérique du Sud. Elle joue, de plus, un rôle indispensable de régulateur du réseau électrique pour permettre de développement des énergies intermittentes telles que l'éolien et le solaire. Aussi, les turbines hydrauliques doivent-elles aujourd'hui être en mesure de s'adapter rapidement à la plus grande

L'hydroélectricité connaît actuellement une croissance exponentielle

variété de niveaux de puissance sur le réseau électrique. Ce besoin de flexibilité accrue nécessite de favoriser l'émergence d'idées et de concepts innovants en développant des recherches multi-disciplinaires alliant des domaines variés : hydraulique, mécanique, matériaux, automatique, électrotechnique, capteurs,... Hydro'like est également une brique majeure du Pôle d'Excellence en Machines Hydrauliques d'Alstom, qui voit dans cette technologie un marché très porteur. Doté d'une enveloppe de 47 millions d'euros sur 5 ans, ce pôle comprendra également la création d'une plateforme collaborative ouverte aux partenaires dont Grenoble INP, le financement du projet de R&D collaborative Innov'Hydro, ainsi que la construction de bâtiments et l'acquisition d'équipements pour la plateforme hydraulique.

* LEGI, SIMAP, GSCOP, GIPSA Lab, 3SR, LCIS



L'hydroélectricité, une énergie d'avenir

L'HYDROÉLECTRICITÉ N'EST PAS LA SCIENCE VIEILLISSANTE QUE L'ON IMAGINE SOUVENT. AUJOURD'HUI, LES MACHINES HYDRAULIQUES SONT DES OBJETS DE HAUTE TECHNOLOGIE QUI DOIVENT RÉPONDRE À DES CONTRAINTES DE PLUS EN PLUS SÉVÈRES DE FLEXIBILITÉ, DE PERFORMANCE ET D'ENDURANCE. GRENOBLE INP RÉUNIT UN PANEL DE COMPÉTENCES TRÈS RICHE POUR CONTRIBUER AU DÉVELOPPEMENT DES TURBINES DU FUTUR.

L'augmentation de la part des énergies renouvelables intermittentes comme l'éolien et le solaire dans le bouquet énergétique, implique aujourd'hui de trouver des méthodes compensatoires pour garantir la stabilité du réseau électrique. L'hydroélectricité est la solution idéale : les fluctuations de la production électrique solaire ou éolienne, par exemple, peuvent être compensées par la mise en route de centrales hydroélectriques. C'est, en outre, la seule méthode de stockage importante d'énergie actuellement disponible grâce aux STEP, ces stations de transfert d'énergie par pompage qui comprennent un bassin inférieur et un bassin supérieur reliés par un groupe hydroélectrique. Pouvant stocker l'énergie lorsque la consommation est basse et être actionnées sur de courtes durées, les STEP peuvent servir de solution d'appoint lors des pics de consommation et offrent une capacité de stockage de 1000MW, bien plus importante qu'une batterie traditionnelle.

Une science en mutation

Aujourd'hui en plein développement, l'hydroélectricité représente 14% de la production d'électricité française, derrière le nucléaire (73%), et bien devant le solaire et l'éolien (5%). Dans le monde, la part de l'hydraulique est de 16%. "Si en Europe et en Amérique du Nord le plus gros du marché est la réhabilitation des centrales existantes, il reste de nombreux sites à équiper dans le monde, avec seulement un tiers de la ressource actuellement exploitée", indique Olivier Métais, professeur à Grenoble INP – Ense³, chercheur au LEGI. Face à de tels enjeux, les industriels comme Alstom se mobilisent pour proposer des machines répondant aux nouvelles exigences. En effet, les machines existantes ont été conçues pour fonctionner la majeure partie du temps dans un régime proche de leur rendement optimal. "Dans les zones de fonctionnement éloignés de ce fon-

ctionnement optimal, des instabilités apparaissent qui soumettent la turbine ou la pompe à des sollicitations mécaniques importantes pouvant amener à une réduction importante de sa durée de vie". Or, les turbines doivent aujourd'hui être flexibles avec des plages de fonctionnement extrêmement étendues, l'objectif étant à la fois de pouvoir être mises en route et arrêtées plus fréquemment, et d'être en mesure d'ajuster constamment l'énergie transmise au réseau. Pour relever ces défis, des scientifiques unissent leurs compétences dans de grands projets de recherche pluridisciplinaires, comme le projet structurant des pôles de compétitivité (PSPC) Innov'hydro.

Des projets pluridisciplinaires

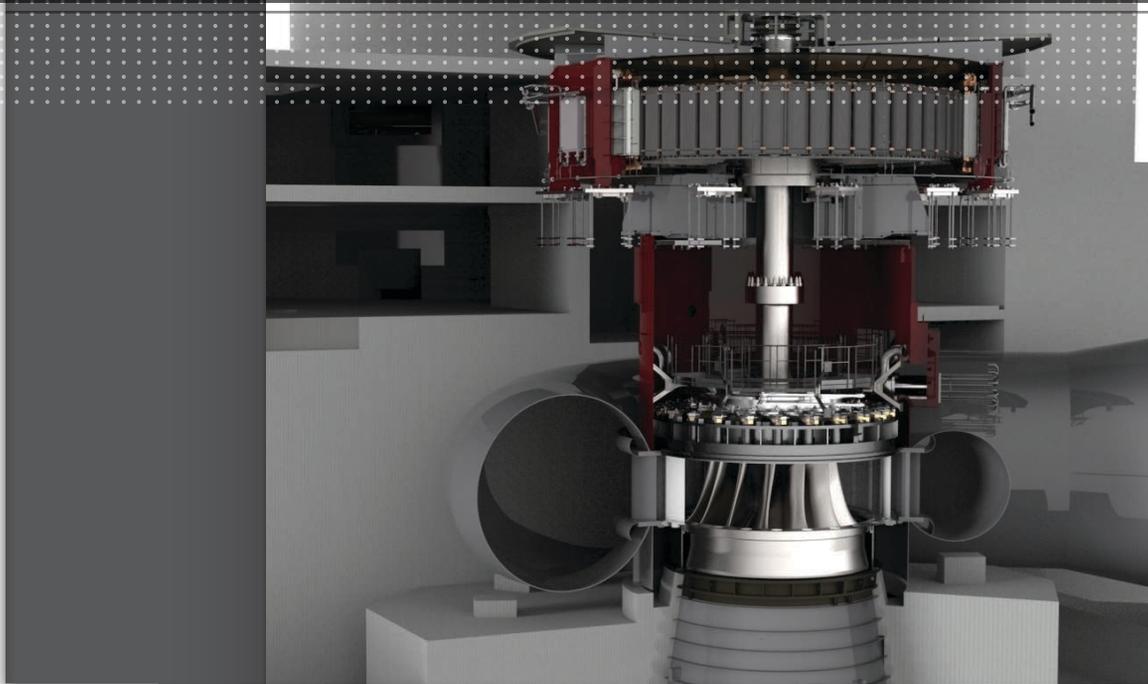
Le PSPC Innov'hydro implique cinq laboratoires de Grenoble INP communs avec le CNRS et l'Université Joseph Fourier (le LEGI, le 3SR, le GIPSA-lab,

Des hydroliennes dans les fleuves et dans les mers



Créée en 2010, HydroQuest a développé une gamme d'hydroliennes capables de produire de l'électricité à partir de l'énergie hydrocinétique des courants fluviaux, estuariens et marins. Protégée par plusieurs brevets internationaux, sa technologie, développée en partenariat avec EDF, Grenoble - INP et le CNRS, est le fruit de plus de dix années de recherches menées par quatre laboratoires spécialisés en hydroélectricité. L'hydrolienne fluviale d'HydroQuest n'est pas constituée d'une hélice comme la plupart des autres hydroliennes, mais de deux colonnes de turbines à axe vertical. "Nous avons imaginé un système modulaire permettant d'empiler de un à trois turbines sur chacun des deux axes verticaux, adaptable à différentes profondeurs, précise Jean-François Simon, président d'HydroQuest. Il s'agit d'un système simple et robuste, permettant d'obtenir une excellente rentabilité économique". Les hydroliennes fluviales, d'une puissance unitaire de quelques dizaines de kilowatts, sont vendues en fermes dont la puissance totale ira de quelques centaines de kilowatts à 1 ou 2 Mégawatt. La société a déjà installé des machines sur plusieurs sites à Grenoble, en Guyane, et à Orléans. "Le marché mondial est estimé à 15 milliards d'euros pour les dix prochaines années". Après le marché des hydroliennes fluviales, HydroQuest s'attaque à celui des hydroliennes marines. La société vient de signer un accord de partenariat avec les Constructions Mécaniques de Normandie (CMN), l'un des principaux chantiers navals français, implantés à Cherbourg, pour développer des parcs d'hydroliennes marines à travers le monde. Avec le groupe Valorem, CMN et HydroQuest ont répondu à l'appel à manifestations d'intérêt de l'Ademe dont l'objectif est d'implanter une ferme pilote de 10 hydroliennes de 1,3 MW chacune dans la zone du Raz Blanchard, pour une puissance totale installée de 13 MW.

Un premier démonstrateur permettra de procéder à des essais dès 2015 pour valider les atouts de la technologie : modularité, résistance et surtout, une rentabilité exceptionnelle pour ce type d'installation.



le G2ELab et le LCIS), et entend revisiter l'ensemble composé par la turbine et le générateur électrique. Au sein de ce consortium, le LEGI sera chargé de développer des modèles de simulation numérique de turbulence, des phénomènes de cavitation et des décollements qui apparaissent dans les écoulements en fonction de divers paramètres (hauteur, débit, vitesse, etc). Ces modèles sophistiqués seront validés expérimentalement sur les plateformes d'essais d'ALSTOM. Ils serviront à dessiner de nouvelles turbines, dont la géométrie doit être précise au dixième de millimètre près (sur des objets de plusieurs mètres, cela implique une marge d'erreur extrêmement faible). "A partir des résultats de simulation numérique, les chercheurs du 3SR mettront également au point des protocoles expérimentaux destinés à étudier la fatigue des matériaux en laboratoire, explique Didier Imbault,

enseignant à Grenoble INP – Ense³ et chercheur au laboratoire 3SR. *Les sollicitations mécaniques seront reproduites en laboratoire sur des bancs d'essais afin de tester le matériau constitutif des turbines, avec les mêmes contraintes mécaniques qu'en conditions réelles*". Parallèlement, le GIPSA-lab se penchera sur la partie contrôle commande. "En partant de l'existant, nous cherchons à rendre les machines actuelles le plus compatible possible avec les nouvelles contraintes, explique Mazen Alamir, directeur de recherche CNRS au GIPSA-lab. *Pour cela, nous développerons de nouveaux algorithmes, permettant de calculer et obtenir le temps de réponse minimal que l'on peut garantir pour ces machines sans endommager le matériel. Les turbines et les actionneurs seront amenés aux limites de leur zone de fonctionnement sans franchir la ligne rouge*".

Cela implique de modéliser finement le système (matériel, mode d'écoulement...) pour s'approcher sans les atteindre des zones instables. "Bien sûr, notre simulateur pourra également être utilisé par les constructeurs pour développer de nouveaux concepts de turbines". Le LCIS de Valence, spécialisé dans les technologies RFID, développera quant à lui des capteurs sans fil, passifs et identifiables, lesquels pourront par exemple à l'avenir servir à la surveillance des ouvrages. Enfin, le G2ELab, s'occupera de la conversion efficace de l'énergie mécanique en énergie électrique.

D'autres projets du même type sont en cours, dont certains sont en lien avec le projet de centre d'excellence régional Alstom préfiguré par la chaire Hydro'like. C'est le cas du projet Plateforme, qui a démarré fin 2013 dans le cadre des appels à projet du Fonds Unique Interministériel (FUI).

"Nous ne serons pas les meilleurs tous seuls"

Maryse François-Xausa, vice-présidente de la R&D chez Alstom Renewable Power



Inaugurée début octobre, la chaire Hydro'like est la pierre angulaire d'un pôle visant à renforcer l'action collaborative au cœur du bassin grenoblois dans le domaine des machines hydrauliques. Ce pôle d'excellence nous permettra de renforcer et pérenniser notre implantation en Rhône-Alpes par l'accroissement de notre activité et de nos collaborations R&D vers des domaines de recherche plus en amont. Cette recherche est nécessaire pour maintenir la compétitivité des produits français par rapport à une concurrence de plus en plus forte des

acteurs des pays émergents. Malgré sa position de leader, le groupe Alstom ne pourra pas rester parmi les meilleurs tout seul. Pour susciter l'innovation, nous devons nous entourer de partenaires académiques. Nous collaborons notamment de longue date avec Grenoble INP, avec qui nous avons plusieurs thèses en cours et plusieurs projets communs, sous l'égide des pôles de compétitivité. Parmi les plus récents, citons par exemple le projet e-storage, qui a pour ambition de développer une solution permettant l'intégration économiquement viable des énergies renouvelables intermittentes, telle que l'éolien, dans le réseau électrique, en remplaçant les STEP à vitesse fixe, par des STEP à vitesse variable. Les essais sont menés au CREMHyG. Et bien sûr, nous recrutons des diplômés de toutes les écoles du groupe, qui a su s'adapter aux attentes des industriels et qui monte dans les classements internationaux.

SuperGrid Institute sera financé à hauteur de 86,6 millions d'euros par l'Etat français

L'Institut pour la Transition Energétique va développer les réseaux électriques du futur, avec, à terme, la création de plusieurs milliers d'emplois en France.

La Commission européenne a approuvé l'aide de 86,6 millions d'euros proposée par l'Etat français dans le cadre du programme "Investissements d'avenir" pour le financement de l'Institut pour la Transition Energétique (ITE) SuperGrid Institute.

Après avoir obtenu la labélisation du projet en mars 2012, l'ITE SuperGrid Institute, dont le siège est à Villeurbanne (69), a été créé en janvier 2014 par douze actionnaires issus de la filière électrique en France, entreprises et partenaires académiques, dans un esprit de collaboration scientifique. La création de cet institut s'inscrit dans un vaste projet de recherche en matière de technologies des futurs réseaux de transport de l'énergie électrique et du stockage de masse de l'énergie électrique, dont l'objectif est d'améliorer la gestion de l'énergie et de favoriser l'intégration des sources d'énergie renouvelables.



Les programmes de recherche menés dans le cadre de SuperGrid Institute rassemblent des partenaires aux expertises complémentaires, dont Grenoble INP. L'institut disposera de plusieurs plateformes d'essais en France, qui permettront d'accompagner cinq programmes de recherche en haute-tension courants alternatif et continu et en stockage de l'énergie. Les innovations et débouchés commerciaux permettront d'améliorer d'une part l'efficacité du transport électrique sur de longues distances, d'autre part, de contribuer à la création et à la gestion de réseaux électriques maillés intégrant les énergies renouvelables. Cet institut développera par ailleurs des activités connexes liées aux chaînes de traction ferroviaire, au pompage-turbinage hydraulique et aux technologies de stockage électrique.

** Les ITE ou Instituts pour la Transition Energétique supportent les filières énergétiques et climatiques porteuses d'avenir. Ils rassemblent les compétences de l'industrie et de la recherche publique dans une logique de co-investissement privé-public et de collaboration étroite afin de renforcer les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité.*

Signature d'une convention de mécénat de compétences entre CHOREGE et la Fondation partenariale Grenoble INP

Le 24 octobre, la Fondation partenariale Grenoble INP et CHOREGE ont signé, dans les locaux de Génie industriel, une convention de mécénat de compétences, venant renforcer le partenariat entre cette entreprise et Grenoble INP et notamment Grenoble INP - Génie industriel.

Grenoble INP - Génie industriel entend former les ingénieurs d'aujourd'hui et de demain, aptes à inventer de nouvelles façons de produire. Il s'agit de former au génie industriel de l'entreprise 4.0. Pour ce faire, d'étroites collaborations entre l'école, la recherche et l'industrie sont requises. La convention de mécénat de compétences constitue une forme de partenariat permettant de soutenir ce type de collaborations.

Les professionnels de CHOREGE valorisent leur savoir-faire professionnel auprès des étudiants en participant à l'animation des ateliers sur les plateformes technologiques.

En 2013, CHOREGE a rejoint le club des industriels de l'école, son think tank stratégique, regroupant 14 entreprises. La collaboration entre Grenoble INP - Génie industriel et CHOREGE est ancienne. Elle s'est déjà concrétisée autour d'un projet d'étude de cas auquel ont participé plusieurs anciens élèves de l'école, aujourd'hui chez CHOREGE. Ce projet, mené avec le soutien de la région Rhône-Alpes, a permis de développer une pédagogie autour de l'expérimentation et de la simulation de chaînes logistiques industrielles complexes. Les étudiants peuvent expérimenter des organisations et leurs performances dans une supply-chain de fabrication de camions miniatures.

En s'investissant au cœur de l'école au travers d'un mécénat de compétences, CHOREGE mobilise son expérience concrète en supply-chain pour l'excellence de la formation des élèves-ingénieurs.

Suivez Grenoble INP



→ www.grenoble-inp.fr/suivez-nous



Le groupe Grenoble INP publie une lettre mensuelle "Grenoble IN'Press", accessible sur internet : www.grenoble-inp.fr

Directeur de la publication : Brigitte Plateau - Coordination : Xavier Oster - Rédaction : Clotilde Waltz

Conception graphique et réalisation : Service communication - Crédits photos : groupe Grenoble INP / Alstom / Alexis Chézière / Fotolia
ISSN 12558-7218 • Dépôt légal en cours

Contact : communication@grenoble-inp.fr - 04 76 57 43 91 - Grenoble INP • 46 avenue Félix Viallet • 38031 Cedex 1