



## Colloque Hydro 21

# « L'Hydraulique , fer de lance du développement durable »

Grenoble, le 4 Mai 2010

( [www.hydro21.org/colloque2010](http://www.hydro21.org/colloque2010) )

Les débats sur le changement climatique vont concentrer l'attention sur le développement des sources d'énergie renouvelables dont la première reste et restera longtemps l'hydroélectricité. Il est donc plus que jamais nécessaire de faire le point sur cette filière que son ancienneté conduit trop souvent à négliger alors que c'est elle qui contribuera en partie à décarboner les systèmes de génération électrique des prochaines décennies.

Dans le but de faire partager les connaissances les plus récentes sur ce sujet, l'association Hydro 21, avec le parrainage du Pôle de compétitivité Tenerrdis, de l'AEPI, de France Hydro Electricité et de l'AUEG organise deux tables rondes sur les perspectives mondiales de développement de l'hydraulique et sur la contribution du site Grenoblois

### Allocution d'ouverture « Passé, présent et avenir de l'hydraulique » par Jacques Gaillard, PDG du Groupe Sogreah

Cette allocution d'ouverture se propose :

- de retracer brièvement l'histoire longue d'un siècle du pôle hydraulique grenoblois qui est l'histoire commune des membres historiques d'Hydro21,
- de mettre en perspective les enjeux de l'eau et de l'énergie qui sont des enjeux majeurs de notre siècle face au dérèglement climatique et à la prise de conscience de la finitude des ressources naturelles,
- de décliner les enjeux des principales applications de l'hydraulique : le développement rural, l'aménagement des cours d'eau et l'aménagement du littoral,
- en terminant par le renouveau de l'hydroélectricité qui fait suite à 15 ans de controverses et de doutes ; l'hydroélectricité, grande et petite, est maintenant reconnue comme l'énergie renouvelable incontournable pour lutter contre le dérèglement climatique, à condition que les projets soient conçus dans le respect des critères du développement durable,
- de conclure que l'adaptation au changement climatique passe par la planification et la réalisation de nouvelles infrastructures fluviales et maritimes, mais conçues selon les critères du développement durable (thème qui sera développé dans la deuxième table ronde), critères qui doivent être enseignés dans les écoles, codifiés par les pouvoirs publics et mis en œuvre par les maîtres d'ouvrages, les bureaux d'études et les entreprises.

# Table ronde 1 : Une hydroélectricité incontournable pour satisfaire les besoins du monde en énergie

Président de séance : Jean Yves Delacoux, EDF

## 1. Un développement énergétique durable à 2050 : Besoins, contraintes de ressource et environnement global par Patrick Criqui, CNRS / Université de Grenoble

Le développement énergétique mondial doit s'inscrire dans la première moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle sur une nouvelle trajectoire par rapport à celle de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> s.. Malgré un ralentissement dans la croissance des besoins, ceux-ci seront en 2050 le double de ceux d'aujourd'hui. Le défi est alors de satisfaire ces besoins avec des énergies présentant un impact limité sur l'environnement global.

On peut alors imaginer deux types de scénarios. Les scénarios avec faible intensité des politiques climatiques conduisent au grand retour du charbon du fait de la limitation des hydrocarbures bon marché. Les scénarios à forte politique climatique aboutissent à une demande mondiale plus faible grâce à une plus grande efficacité énergétique, et à des parts de marché plus élevées des énergies non carbonées : nucléaire, hydraulique, solaire et éolien, enfin biomasse.

Les projections actuelles des scénarios Facteur 2 mondial pour les émissions de GES indiquent que la contribution de l'hydraulique pourrait être de plus de 0,5 Gtep en 2050. Elle serait cependant dépassée dans ce scénario par celle de l'éolien plus solaire à partir de 2040. Le colloque permettra sans doute d'explorer plus avant le potentiel de l'hydraulique sur le long terme.

## 2. La place de l'hydroélectricité dans les économies émergentes par Frédéric Louis, EDF/CIH

L'hydroélectricité représente aujourd'hui 16% de la production mondiale d'électricité, et 80% de la production réalisée à partir de sources d'énergie renouvelables.

Le potentiel restant à exploiter dans des conditions techniques, économiques et environnementales réalistes est estimé à 2 fois l'existant. Ce gisement d'énergie propre est situé en majeure partie dans les pays émergents, en particulier l'Inde, la Chine et le Brésil.

92% du potentiel hydroélectrique du continent Africain est encore inexploité.

Tout en étant une technologie parfaitement éprouvée, l'hydroélectricité apparaît donc comme une solution d'avenir aux besoins en énergie de ces pays. S'accompagnant souvent de la création de réservoirs, le développement de l'hydroélectricité contribuera aussi à une meilleure gestion de la ressource en eau dans un contexte rendu de plus en plus difficile par la croissance démographique et les conséquences du changement climatique.

La difficulté à mobiliser les financements et les impacts sur les populations locales et les écosystèmes constituent les deux freins principaux au développement de l'hydroélectricité dans les pays émergents. Des solutions existent et peuvent être mises en œuvre avec succès, comme le montre l'exemple récent du projet de Nam Theun 2 au Laos.

### 3. L'hydroélectricité en Europe : stockage et efficacité énergétique par Maryse François-Xausa, Alstom Hydro

L'énergie hydraulique représente aujourd'hui 16% de la production d'électricité dans le monde et seulement 1/3 du potentiel économiquement réalisable est installé.

Dans le contexte d'un besoin de plus en plus important d'énergie et de la nécessité de développer les énergies renouvelables, l'énergie hydraulique a un rôle important à jouer :

- dans le cadre de nouveaux développements: Il reste encore des sites à équiper même en Europe,
- dans le cadre de la « reconception »: Les progrès technologiques permettent d'améliorer l'efficacité énergétique des machines existantes sans modifier l'environnement.
- dans le cadre du développement des nouvelles énergies renouvelables telles que l'éolien ou le solaire: Ces énergies ne sont pas prédictibles et sont indépendantes du besoin en énergie. Les STEP (station de transfert et de turbinage pompage) permettent de stocker de l'énergie au moment où elle est disponible et de la déstocker au moment du besoin avec un rendement de cycle global de l'ordre de 80% et ainsi apporter la régulation nécessaire au réseau.

L'énergie des mers est prometteuse, la centrale de La Rance était l'une des premières utilisant l'énergie des marées, d'autres systèmes existent aujourd'hui et les premiers démonstrateurs d'hydrolienne sont en cours.

### 4. De nouvelles ressources hydrauliques mobilisables grâce aux hydroliennes par Thierry Maitre, Grenoble INP/LEGI

La récupération de l'énergie cinétique des courants marins et fluviaux au moyen d'hydroliennes offre de nouvelles perspectives de ressources hydroélectriques. Ancrées au fond de la rivière ou sur le sol marin, elles permettent de réduire drastiquement le génie civil, voire de le supprimer. Les gisements exploitables sont les rivières, les fleuves et les courants marémoteurs. Ceux-ci, particulièrement puissants près des côtes de France et du Royaume Uni, représentent un potentiel de l'ordre de 37 TWh/an, ce qui correspond à plus de la moitié de la production hydro-électrique française. Des applications dans les pays émergents sont aussi envisageables pour les villages non raccordés au réseau électrique. Depuis une dizaine d'années, universitaires et industriels proposent et développent des concepts variés (+ de 50 aujourd'hui), certains fondés sur des hélices classiques (type éoliennes), mais beaucoup d'autres moins conventionnels comme les turbines à flux transverse ou les systèmes à batteurs ou à trainée. Au cours de l'exposé, les principaux concepts d'hydroliennes sont commentés en précisant le principe de fonctionnement utilisé. Les avantages et inconvénients de chaque système seront discutés en regard de différents critères tel que: le rendement, l'installation-désinstallation, la nuisance acoustique et visuelle, la vulnérabilité aux conditions naturelles hostiles, les conflits d'usages...Pour finir, le concept HARVEST, développé par LEGI-Grenoble INP, sera présenté.

## Table ronde 2 : La région Grenobloise au service du développement hydroélectrique mondial

Présidente de séance : Anne Pénalba, France Hydro Electricité

### 1. L'hydraulique : EnR, acteur de la sûreté du système électrique par Didier Zone, RTE

Cette intervention se propose :

- après un état des lieux de l'hydraulique en Rhône-Alpes, vu du réseau de RTE (typologie, acteurs, volumes), de présenter les avantages que représente l'hydraulique dans le pilotage du Système Electrique et son rôle dans la « sûreté du Système électrique » (disponibilité, réactivité, gestion de la tenue de la tension...)
- d'exposer les relations contractuelles qui existent entre les sites de production et RTE (accès au réseau, optimisation de la maintenance des 2 parties, participation au Mécanisme d'ajustement, aux Services Système) ainsi que les modalités de contrôle des performances
- d'évoquer les perspectives de développement pour l'hydraulique, vu de RTE
- de présenter les enjeux du Système Electrique pour demain du fait de nouveaux moyens de production (variabilité de la production EnR, un contexte « offre/demande » plus complexe .... : quels enjeux pour l'hydraulique ?

### 2. La conception durable des projets d'infrastructures hydrauliques par Denis Bertel, groupe Sogreah

Cette contribution sur l'ingénierie durable se propose :

- de rappeler le rôle de l'ingénierie dans le cycle de projet : elle génère en aval plus de 12 fois son CA, elle est force de proposition pour la conception durable des projets,
- de décrire le nouveau paradigme de la conception durable des projets : les enjeux environnementaux et sociaux ne sont plus traités en termes d'impacts à posteriori, ils sont intégrés dès les stades premiers de la conception afin de réduire l'empreinte écologique des projets et traités par des équipes pluridisciplinaires réunissant concepteurs, environnementalistes et économistes,
- de présenter les engagements de la profession en la matière (Syntec Ingénierie, International Hydropower Association, Comité International des Grands Barrages),
- d'illustrer la conception durable des projets sur un exemple,
- de conclure que le métier d'ingénieur-conseil a devant lui un avenir prometteur aux côtés des pouvoirs publics, des financeurs, des maitres d'ouvrages et des entreprises pour planifier, concevoir et superviser les projets d'infrastructures hydrauliques qui feront partie des mesures d'adaptation au changement climatique.

### 3. Des capacités d'innovation technologique dans les turbines hydrauliques par Gérard Vuillerod, Alstom Hydro

Les turbines hydrauliques pour les aménagements hydro-électriques sont des produits d'une industrie aujourd'hui mature plus que centenaire. Aux yeux du profane ou de l'étudiant révisant ses cours de machines hydrauliques, rien de bien nouveau depuis les grands types de turbines définis par d'illustres personnages aujourd'hui disparus : Pelton, Francis, Kaplan...

Ces équipements ont pourtant constamment eu recours et font appel encore aujourd'hui aux technologies de pointe pour leur développement. Destinées à des sites aux caractéristiques chaque fois spécifiques (gamme de débits et chutes propres à l'aménagement), la conception des turbines hydrauliques est presque toujours optimisée à chaque projet avec les dernières techniques de simulation numérique et d'expérimentation, ce qui ne laisse aucune place à la routine. Nous abordons ici quelques-uns des défis contemporains majeurs de cette industrie :

- La rénovation du parc installé : augmenter la productivité des installations par la reconception sans accroître l'empreinte écologique
- Les extrêmes : les turbines géantes et la petite et moyenne hydraulique
- Le stockage de l'énergie par pompage-turbinage comme levier du développement des sources alternatives de production (éolien, solaire...)
- La résistance à l'érosion abrasive des turbines
- Des technologies propres pour des turbines hydrauliques respectant l'environnement
- Une nouvelle frontière : l'énergie des marées et les hydroliennes

#### 4. Une stratégie de développement de la production hydroélectrique décentralisée par Georges Braud, GEG

Les Alpes sont le berceau de l'hydroélectricité et Gaz Electricité de Grenoble, entreprise centenaire, participe à cette aventure depuis plus de trente années. Sites hydroélectriques historiques en rénovation, sites nouveaux, GEG souhaite contribuer à l'objectif du 3 fois 20 du Grenelle de l'Environnement. Le développement des ENR par GEG poursuit un triple objectif :

- Accroître les productions d'électricité verte : hydro, éolien, photovoltaïque et biomasse.
- Couvrir les besoins de ses clients, par une production en propre et renouvelable
- Contribuer à la réduction des émissions de GES en contribuant à la constitution des nouveaux modèles de gestion de l'énergie

Ces objectifs mobilisateurs reposent sur le développement de productions décentralisées, la maîtrise de la demande d'électricité et la gestion de réseaux intelligents. GEG partage ces ambitions avec les entreprises, les universités et les équipes de recherche/développement de la région urbaine de Grenoble qui constituent un pôle stratégique de compétences pour les métiers de l'hydraulique et des ENR et pour les nouveaux métiers de la gestion des énergies.

#### 5. La place de l'innovation dans la formation des ingénieurs hydrauliciens par Olivier Métais et E.Barthelemy, INP/Ense<sup>3</sup>

# Remise de Prix « Hydro 21 » des meilleurs projets de fin d'étude d'élèves ingénieurs

## 1. Prix « Ouvrages et aménagements hydrauliques »

- Lauréate : Florence Mahe, ingénieur Ense3 (représenté par Nicolas Gratiot )
- Tuteurs : Isabella Zin, Ense3/LTHE et Nicolas Gratiot, IRD
- Sujet : Fonctionnement hydrodynamique du barrage de Cointzio (Michoacan, Mexique) et conséquences bio-géochimiques.
- Résumé : *Le réservoir de Cointzio dans l'état du Michoacán (Mexique), fournit 20 % des besoins de la ville de Cointzio en eau potable. Il est soumis à l'érosion des sols environnants et à de très forts dépôts sédimentaires qui diminuent sa capacité de stockage. De plus la retenue est le réceptacle des pollutions organiques et nutritives du bassin versant qui entraîne à certaines périodes de l'année le développement d'algues toxiques. Le stage a consisté à faire une étude hydrodynamique et biogéochimique afin de mettre en évidence le fonctionnement du réservoir de Cointzio. Pour cela, nous avons réalisé un bilan hydrologique du lac, fait des suivis de terrains et avons mis en œuvre le modèle ELMO 3D (Bonnet et al,1995). L'objectif ultime de ce travail est d'établir, à l'aide du modèle, des scénarios de gestion et d'amélioration de la qualité de l'eau du réservoir de Cointzio.*
- Partenariat : Travail effectué au Mexique pour LTHE/IRD

## 2. Prix « Equipements et turbines hydrauliques »

- Lauréat : Laurent Villard, ingénieur Ense3
- Tuteurs : Evariste Ouedraogo, Ense3/3SR et Jean Luc Deniau, Alstom
- Sujet : Optimisation de la conception des flasques supérieurs de Turbine-Pompe de hautes chutes.
- Résumé : *Le marché des turbines-pompes est actuellement en pleine expansion. Ces machines hydrauliques produisent de l'énergie aux heures de pointe, et en absorbent dans les heures creuses pour ré-acheminer l'eau vers les bassins amonts. Ces turbine-pompes fonctionnent sous des conditions de charge de plus en plus sévères, caractérisées par de fortes pressions hydrauliques. Dans la dernière décennie, plusieurs de ces turbines ont connues des problèmes de vibration du flasque supérieur. L'objectif de cette étude est d'améliorer la prise en compte des risques vibratoires des turbine-pompes dans la phase de conception et de dimensionnement des flasques supérieurs, afin de minimiser les risques de vibrations de ces structures.*
- Partenariat : Travail effectué chez Alstom Hydro à Grenoble