



TURBINES DIAGONALES

PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT D'UNE TURBINE HYDRAULIQUE DIAGONALE DES- TINEE A EQUIPER LES PETITES CENTRALES A MOYENNE CHUTE (25 A 100 M)

Rapport annuel 2007

Auteur et coauteurs	Vincent Denis
Institution mandatée	MHyLab
Adresse	En Platé, 1355 Montcherand
Téléphone, e-mail, site Internet	024 442 87 87, info@mhyllab.com , www.mhyllab.com
N° projet / n° contrat OFEN	101915/152361
Responsable OFEN du projet	M. Bruno Guggisberg
Durée prévue du projet (de - à)	Novembre 2006 à Août 2008
Date	06 décembre 2007

RÉSUMÉ

Depuis 1997, MHyLab a conduit avec succès deux projets de R&D dans le domaine des petites turbines hydrauliques. Le premier (1997-2001) avait pour objet les petites turbines Pelton (pour les hautes chutes). Le second projet (2001-2006) avait pour but de développer une gamme de petites turbines axiales pour le domaine des basses chutes (inférieures à 30 m). Ce projet a pour but de couvrir un troisième domaine de la petite hydroélectricité. Notre objectif est de développer un concept électro-mécanique spécifique aux sites dont la dénivellation exploitable est comprise entre 25 et 100 m. Un tel objectif nécessite de développer de nouvelles machines répondant aux critères suivants :

- o **haut niveau de performances et comportement hydrodynamique garantis** par un développement systématique en laboratoire.
- o **haute fiabilité**, directement liée à la rentabilité de l'installation,
- o **coût compétitif** également lié à la rentabilité de l'installation, mais aussi à la compétitivité des constructeurs suisses.
- o **possibilité de construction par des PME** et ateliers locaux, leur assurant ainsi un accès à la R&D qui leur fait généralement défaut et permettant leur positionnement sur le marché international.

A l'issue de ce projet, ce concept innovant devrait permettre de développer **un nouveau savoir-faire, une nouvelle technologie et un nouveau produit**.

Durant l'année considérée, le financement de l'OFEN a permis de lancer deux étapes importantes, à savoir la définition du concept hydromécanique précis, ainsi que la définition d'une méthode de tracé d'auge de la roue motrice.

Par ailleurs, l'année 2007 a également été marquée par le dépôt d'une demande de financement dans le cadre du 7^{ème} PCRD de l'UE auquel participe la Suisse (malheureusement sans succès), ainsi qu'auprès de Swisselectric Research (évaluation prévue en février 2008).

Buts du projet

Le coût de développement d'un essai sur modèle réduit de turbine étant du même ordre de grandeur que celui d'une turbine, voire d'une installation complète, les constructeurs indépendants de petites turbines (i.e. ceux qui ne sont pas affiliés à de grands groupes industriels incluant des constructeurs de grandes turbines) ne peuvent pas investir dans de tels travaux de R&D.

La démarche habituellement adoptée consiste soit à développer des gammes de turbines "standard" qu'il est possible d'adapter plus ou moins bien au site à équiper, soit de réaliser des réductions géométriques de grandes turbines en adaptant et simplifiant le tracé, sans en mesurer les conséquences. Or la construction des turbines hydrauliques est précisément un domaine où le standard ne peut pas exister.

Force est, en effet, de constater que de nombreuses machines standard rencontrent des problèmes de fonctionnement hydrodynamique, comme par exemple la non tenue des performances garanties, impliquant pertes de production, surcharge des turbines par sur ouverture des organes de réglage afin de tenter d'obtenir la puissance voulue, cavitation, etc. La plupart de ces problèmes conduisent à moyen terme à des ruptures mécaniques sur les machines.

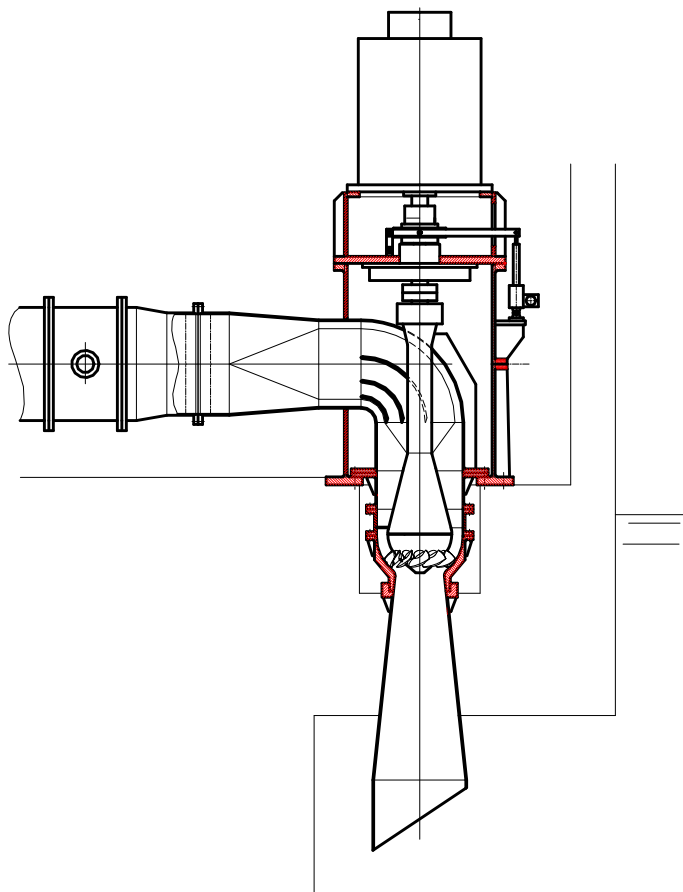
Ces types de problèmes sont dommageables aussi bien pour le fournisseur de la turbine, qui doit supporter le paiement de pénalités pour non tenue de garanties et souffrir d'une perte de réputation, que pour le propriétaire de la centrale qui n'obtiendra pas la production souhaitée et devra tenter d'exploiter une turbine peu fiable.

Cette situation est d'autant plus dramatique dans le domaine des moyennes chutes, où la rentabilité financière est plus difficile à atteindre que pour des installations haute chute.

En résumé, les petites turbines pour les moyennes chutes, d'une puissance de l'ordre du MW, actuellement disponibles sur le marché, ne permettent pas de répondre aux trois critères fondamentaux de **Simplicité de construction (faible coût, faisabilité par des PME), performances élevées et garanties et de fiabilité maximale**. Pourtant, ce type de machine représente un potentiel très important, une étude au plan européen ayant montré que sur le potentiel à équiper leur puissance moyenne est de l'ordre de 700 kW.

De manière à atteindre le but recherché, à savoir le développement et l'optimisation d'un concept systématique innovant de petites unités hydroélectriques diagonales, satisfaisant les critères de coûts compétitif, de performance et de fiabilité, les objectifs techniques et scientifiques suivants devront être atteints :

- Développer, en s'appuyant sur une méthode de calculs numériques d'écoulement, un modèle réduit de turbine à installer sur le stand d'essais de MHyLab. Valider les options choisies, et développer un profil hydraulique optimal.
- Couvrir un domaine de dénivellation compris entre 20 et 100 m, pour une puissance maximale de l'ordre de 1 MW, en développant des configurations à 8, 10 et 12 pales, dont le rendement mécanique devra atteindre 90% tout en présentant un excellent comportement exempt de cavitation.
- Développer un outil de conception systématique basé sur les résultats d'essais en laboratoire qui permettra un dimensionnement sur mesure de chaque machine, en fonction des caractéristiques du site.
- Développer un produit industriel basé sur les travaux de R&D en laboratoire, dont le rapport coûts-bénéfice est largement supérieur à celui des produits "standard".
- Garantir le fonctionnement hydrodynamique des turbines, comme cela se fait avec les grandes unités, et apporter la preuve de la réussite du transfert de technologie du laboratoire à l'industrie, par le biais de la réalisation d'un site de démonstration.
- Permettre une réduction des coûts de fonctionnement grâce à une optimisation des performances et un comportement hydrodynamique exempt de cavitation.
- Appliquer les techniques développées en phase de R&D et évaluer la compétitivité et la fiabilité du produit durant la période de suivi de fonctionnement du site de démonstration.
- Fournir une technologie efficace, sûre et garantie aux constructeurs indépendants suisses et européens, laquelle est à ce jour encore inabordable financièrement.
- Permettre une large diffusion des résultats du projet de R&D.



Dessin de principe de la turbine diagonale MHyLab

Le financement obtenu auprès de l'OFEN s'inscrit dans cet objectif global, nécessitant des moyens financiers importants non encore acquis à ce jour. Tous les travaux effectués à ce jour sont inclus dans la première phase exploratoire visant à poser les bases nécessaires à la réalisation du premier modèle de laboratoire.

Travaux effectués et résultats acquis

A ce jour, les travaux suivants ont été exécutés :

- Analyse de l'état de l'art et des méthodes utilisées dans le domaine des moyennes chutes en petite hydroélectricité. Cette analyse a été menée en se basant sur les rares publications et exemples de turbines et pompes turbines diagonales de grande taille. Elle a permis de faire une synthèse des solutions retenues et des besoins du domaine. C'est sur cette base que nous avons pu définir un programme de travail et de développement précis.
- Définition du concept global de petits groupes hydroélectriques à turbine diagonale.
- Définition théorique d'un profil méridien de la turbine (voir croquis de principe annexé). Ce travail est directement issu des constats et règles tirés de la phase d'analyse de l'état de l'art.
- Rédaction d'une notice : "Turbine diagonale MHyLab – Conception hydromécanique. Profil méridien et aide au tracé d'aubage". (voir document annexé). Cette notice est le résultat principal du travail scientifique effectué cette année. Il s'agit là de la base indispensable nécessaire au développement ultérieur de la machine de laboratoire.

Collaboration nationale

A ce jour, aucune collaboration nationale n'a été effectuée. Nous pouvons toutefois citer le soutien accordé par le Fonds SIG Nouvelles énergies renouvelables.

En cas de succès de la démarche auprès de Swisselectric Research, une collaboration avec les sociétés Groupe-E et KWO est envisagée.

Collaboration internationale

Compte tenu de l'échec de notre demande dans le cadre du 7^{ème} PCRD, bien que notre proposition ait passé avec succès tous les stades d'évaluation, la collaboration internationale initialement prévue ne pourra pas avoir lieu. Il n'est cependant pas exclu que le projet puisse être à nouveau présenté lors d'un appel à proposition subséquent.

Évaluation de l'année 2007 et perspectives pour 2008

L'année 2007 nous a permis de réaliser des travaux exploratoires importants, conformément au programme initial prévu.

Il s'agira en 2008 de concrétiser ces efforts en attaquant la conception mécanique de la turbine de laboratoire. Un effort particulier devra également être mis sur le tracé d'un premier aubage qu'il s'agira ensuite de valider par calculs numérique d'écoulement.

Les perspectives de développement ultérieur de ce projet dépendent principalement de la possibilité de trouver un financement complémentaire permettant la réalisation du programme prévu dans son ensemble. En ce sens, nous portons de grands espoirs envers la démarche entreprise auprès de Swisselectric Research.

Références

Le domaine exploré étant nouveau pour la petite hydraulique et ne faisant l'objet d'aucune publication récente à notre connaissance, nous ne pouvons citer d'ouvrages ou articles de référence.

Annexes

- Notice sur la conception hydromécanique d'une turbine "diagonale".
- Croquis de principe d'un turbogénérateur équipé d'une turbine "diagonale".