

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 133 (2007)  
**Heft:** 24: Echelles de coopération

**Artikel:** Dimensionnement d'une pico-centrale hydroélectrique  
**Autor:** Choulot, Aline / Chenal, Raymond / Denis, Vincent  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99633>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 08.02.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Dimensionnement d'une pico-centrale hydroélectrique

**Le potentiel des petites installations hydrauliques a amené le laboratoire MHyLab, fondation indépendante à but non lucratif, à développer un concept de « pico-turbine », en exploitant des essais en laboratoire réalisés sur des turbines « basse chute ».**

Le potentiel des pico-centrales dans le monde, notamment dans les pays émergents, est considérable : il a par exemple été estimé à 600 000 unités pour l'Asie. Le marché est toutefois difficile, les acheteurs (souvent des petits paysans) n'ayant que peu de moyens. Les unités se vendent moins de 100 dollars (en Chine), un prix pour lequel on n'obtient que des produits bas de gamme rapidement hors d'usage.

Une pico-centrale hydraulique est caractérisée par une puissance comprise entre 1 et 10 kW. Si on se réfère à la demande existante pour ces petites installations, elles doivent exploiter une dénivellation de quelques mètres (jusqu'à 6 mètres) et fournir une puissance constante sans réglage du débit. Cette dernière contrainte impose que le débit turbiné reste inférieur au débit d'étiage de la rivière.

Compte tenu des conditions d'exploitation, les installations doivent, tout en restant bon marché, garantir de bons rendements, présenter une fiabilité très élevée et pouvoir fonctionner en îlotage, c'est-à-dire en alimentant directement un réseau local, sans connexion à un réseau électrique national.

## Concept hydraulique

Pour réduire les coûts, tout en assurant un bon niveau de performances, il faut fabriquer les composants de la machine en série. Son adaptation aux conditions de chaque site, dans un domaine déterminé de dénivellation et de puissance électrique, est alors obtenue par le réglage préalable et permanent de seulement deux paramètres : l'angle de pivotement des pales de la roue motrice (fig. 2) pour le réglage du débit et la vitesse de rotation du turbo-groupe.

L'angle de pivotement des pales est fixé à partir de la détermination du débit turbinable  $Q$ , lequel dépend de la dénivellation du site et de la puissance électrique souhaitée,

selon la formule simplifiée suivante :

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = \frac{P}{10^{-3} \cdot \rho \cdot g \cdot \Delta Z \cdot \eta_T \cdot \eta_G}$$

avec :  $P$  (kW) : puissance électrique

$\rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) : densité de l'eau à une température  $16^\circ\text{C}$

$g$  ( $\text{m}/\text{s}^2$ ) : accélération terrestre

$\Delta Z$  (m) : dénivellation du site

$\eta_T$  (-) : rendement minimal de la turbine, admis constant à 0,83 pour le domaine choisi

$\eta_G$  (-) : rendement minimal du générateur, admis constant à 0,86 pour le domaine choisi.

La vitesse de rotation de la machine  $N$  est quant à elle obtenue par :

$$N(\text{rad}/\text{s}) = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta Z}{\psi}}$$

avec :  $R$  (m) : rayon de la roue motrice, égal à 0,15 dans le cas étudié

$\psi$  (-) : chiffre (adimensionnel) d'énergie,  $0,30 \leq \psi \leq 0,50$  pour le domaine choisi.

Les valeurs limites retenues pour les rendements et les chiffres d'énergie sont issues d'un programme de développement mené sur les petites turbines axiales destinées aux sites à « basse chute »<sup>1</sup> – pour des hauteurs allant de 1,5 à 30 mètres – et en particulier de la configuration à quatre pales destinée aux dénivellations inférieures à 10 mètres (fig. 2). Le domaine d'application de la pico-turbine (fig. 1) pour un diamètre de roue donné (300 mm) a été défini à partir de ces valeurs limites.

La figure 1 montre ainsi qu'il est envisageable de concevoir une machine unique convenant pour une dénivellation comprise entre 2 et 6 m et pouvant, selon le débit disponible, générer une puissance électrique allant de 2 à 10 kW. La figure 3, qui illustre une telle machine, prouve en outre que l'augmentation de la dénivellation de 2 à 4 m peut être obtenue par la simple insertion d'un tube cylindrique entre la

<sup>1</sup> Voir « Développement systématique des petites turbines axiales : le projet SEARCH LHT », téléchargeable sur <[www.mhyllab.com](http://www.mhyllab.com)>

Fig. 1 : Plage de fonctionnement en chute et en débit pour une pico-turbine,  $D_e = 300$  mm

Fig. 2 : Roue motrice d'une turbine axiale à quatre pales, développée en laboratoire ( $D_e = 300$  mm)

Fig. 3 : Schéma d'une pico-centrale pour une dénivellation entre 2 et 4 m

(Tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les auteurs.)

fin du cône d'aspiration et le début du coude, tous les autres éléments de la turbine restent quant à eux inchangés.

Pour chaque site, caractérisé par une dénivellation  $\Delta Z$  disponible et une puissance électrique  $P$  visée, on détermine l'angle de pivotement des pales et la vitesse de rotation du turbo-générateur à partir des courbes – les courbes collines – issues de développement en laboratoire pour les « basses chutes ».

Pour une dénivellation  $\Delta Z$  de 4 m, par exemple, on fixe l'ouverture des pales de la roue en fonction des débits disponibles ou de la puissance souhaitée, dans une fourchette comprise entre  $0,097$  m<sup>3</sup>/s et  $2,6$  kW, respectivement  $0,286$  m<sup>3</sup>/s et  $7,8$  kW (fig. 1). Un choix de vitesse de rotation est possible de  $83,5$  à  $107,8$  rad/s, y compris une vitesse synchrone  $50$  Hz à  $104,72$  rad/s ( $1\,000$  t/min).

### En attente d'une réalisation

En se basant sur les résultats issus du développement des turbines « basse chute », on peut dire qu'il est possible de réaliser des pico-turbines « standards » qui soient facilement modulables pour couvrir un large domaine de fonctionnement, la définition de ce domaine dépendant du diamètre «  $D_e$  » retenu. L'exemple considéré ( $D_e = 300$  mm) répondrait certainement à un grand nombre de besoins. Toutefois, seule une analyse du marché potentiel permettrait de déterminer le diamètre le plus favorable et, probablement, de justifier le lancement d'autres séries.

Le choix des matériaux est bien sûr déterminant : les matériaux inoxydables (acier inox, bronze, laiton) sont certes coûteux, mais ils garantissent une durée de vie élevée. Il s'agit dès lors de rechercher un optimum technique et économique. Il en va de même pour le mode de fabrication qui doit être pensé en terme de production en série et non pas à l'unité. A titre d'exemple, le développement d'un générateur spécifique et d'un kit électrique comprenant la régulation de la turbine est en ce sens indispensable.

Non commercialisé à ce jour, notre concept attend donc un constructeur prêt à se lancer dans le projet. Mais le succès de cette technique passe par la démonstration qu'il est économiquement avantageux d'investir un peu plus d'argent dans des matériels performants, durables et fiables. Une telle démonstration devrait être faite par le biais de réalisations-pilote, probablement dans le cadre d'un programme public d'encouragement à l'électrification rurale.

Aline Choulot, ing. INSA Energie et Environnement  
 Raymond Chenal, ing. ENSAM  
 Vincent Denis, ing. en mécanique EPF/SIA  
 MHylab, CH – 1354 Montcherand

