

Calcul de l'énergie produite

Lorsque le débit traversant l'installation ainsi que la chute nette sont connus, il est possible de calculer l'énergie qui peut être produite par l'installation en question. Définissons tout d'abord la puissance hydraulique, c'est-à-dire la puissance contenue dans l'eau et qui est à disposition de la turbine pour qu'elle la transforme en puissance mécanique à son arbre. Comme nous l'avons dit, la chute nette H représente l'énergie totale contenue dans un kilogramme-poids d'eau. En multipliant cette grandeur par le nombre de kilogrammes-poids passant par seconde, on obtient la *puissance hydraulique*

$$P_h = \rho Q g H \quad (3.1)$$

où, comme précédemment, $\rho = 1'000 \text{ kg/m}^3$ représente la masse spécifique de l'eau et $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, l'accélération de la pesanteur. Si l'on préfère, en termes un peu plus modernes, on peut dire aussi que ρQ est le débit massique traversant la machine et $g H$, l'énergie spécifique ou massique contenue dans un kilogramme-masse d'eau.

En tenant compte du rendement global de la machine hydraulique η_t , on obtient la *puissance mécanique* fournie à l'arbre de la turbine

$$P = \eta_t P_h = \eta_t \rho Q g H \quad (3.2)$$

Le rendement d'une bonne mini-turbine vaut environ 80 % à 90 %, selon les conditions de débit et de chute sous lesquelles elle fonctionne. En tenant compte en outre du rendement η_g de la génératrice électrique, lequel atteint de 80 % à 95 %, on obtient la *puissance électrique* aux bornes de la machine électrique, à savoir

$$P_{el} = \eta_g P = \eta_g \eta_t P_h = \eta_g \eta_t \rho Q g H \quad (3.3)$$

ou avec le rendement total η des deux machines prises ensemble

$$P_{el} = \eta P_h = \eta \rho Q g H \quad (3.4)$$

Si l'on dispose d'indications précises sur les rendements η_t et η_g des deux machines aux divers points de fonctionnement, c'est-à-dire en fonction des débits et chute pour la turbine, et de la puissance pour la génératrice, on peut calculer précisément la puissance électrique pour chaque mois de l'année. Comme, au stade de l'étude préliminaire, on n'a le plus souvent pas encore de données détaillées sur les machines, et comme en outre il faut tenir compte d'éventuelles interruptions pour cause de chute du réseau électrique, de révision ou de panne d'un élément de la centrale, ou encore de réparation aux conduites, on peut simplement admettre le

rendement moyen relativement pessimiste de $\eta = 70 \%$

Lorsque l'installation fonctionne pendant l'intervalle de temps Δt à la puissance P_{el} , elle produit l'énergie électrique

$$E_{el} = P_{el} \Delta t \quad (3.5)$$

L'énergie produite annuellement par la centrale correspond à la somme des énergies mensuelles produites en tenant compte des différents débits mensuels moyens et des chutes nettes

En plus de l'énergie électrique produite en une année, qui nous servira à calculer le revenu gagné grâce à la vente du courant électrique, nous avons besoin encore, cela pour dimensionner correctement le raccordement au réseau électrique, de la *puissance électrique maximale* fournie par l'installation à débit maximal. Celle-ci se calcule également à l'aide des formules (3.3) ou (3.4), mais en prenant cette fois des rendements moins pessimistes pour ne pas risquer de sous-dimensionner les câbles, à savoir par exemple $\eta = 75 \%$ pour une petite machine et $\eta = 85 \%$ si l'on est au-delà de 200 kW.

En outre, pour pouvoir fournir les indications demandées pour obtenir les rétributions prévues par les textes légaux, on a besoin de la *puissance annuelle moyenne*, laquelle est appelée "puissance équivalente" dans l'Ordonnance sur l'approvisionnement en électricité, cf. [9.5], appendice 1.1); celle-ci correspond à la puissance électrique d'une machine qui fonctionnerait toute l'année, soit 8760 h, à régime constant en produisant l'énergie annuelle obtenue ci-dessus et se détermine par, si E_{el} est exprimé en kWh,

$$P_m = \frac{E_{el}}{8760h} \quad [\text{kW}] \quad (3.6)$$

Finalement, on a besoin encore de la *puissance brute moyenne* ou *puissance théorique moyenne de l'eau*, c'est-à-dire en fait de la puissance que l'on aurait, avec les "quantités d'eau débitées effectivement par le cours d'eau, jusqu'à concurrence du débit maximum que peuvent absorber les installations," s'il n'y avait aucune perte ni dans les conduites ni dans les machines (cf. art. 51 de la Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques [9.1]; cette puissance est appelée "puissance mécanique brute moyenne" dans le formulaire d'annonce [9.8] pour la rétribution à prix coûtant); en d'autres termes, il s'agit là de la puissance que nous pourrions appeler hydraulique brute, ou encore de la puissance disponible dans la nature. Elle se calcule sur la base de la chute brute et sans les rendements mentionnés ci-dessus. On a tout d'abord pour la puissance instantanée

$$P_b = \rho Q g H_b \quad (3.7)$$

puis pour l'énergie pendant un intervalle Δt

$$E_b = P_b \Delta t = \rho Q g H_b \Delta t \quad (3.8)$$

et finalement, après sommation sur les mois d'une année, pour la puissance brute moyenne cherchée

$$P_{bm} = \frac{E_{b\text{ annuel}}}{8760\text{h}} \quad [\text{kW}] \quad (3.9)$$