



Le baromètre
de l'hydroélectricité
Hydroelectricity barometer

EurObserv'ER

Energies en eaux vives Energy in rushing water

Basée sur des connaissances acquises depuis l'Antiquité, l'énergie hydraulique a toujours accompagné l'homme dans son développement. De nos jours, la houille blanche exploitée par de petites et grandes centrales hydroélectriques est présente sur les cinq continents. Cependant, si sa croissance au cours des dernières années a été quelque peu difficile, l'espoir pointe à l'horizon. La grande hydraulique est très prisée par les pays en développement et la filière petite hydraulique est en passe de trouver un nouveau souffle en Europe de l'Est et en Asie.

Based on knowledge acquired since Antiquity, hydraulic energy and waterpower has always been man's partner in development. Today, the "white coal" exploited by big and little hydroelectric power plants are found on five continents. However, even though its growth in the last few years has been a bit difficult, there are positive signs to be seen on the horizon. Large size hydraulic installations are highly prized by developing countries and the small hydraulic installation sector is being given a new lease on life in Eastern Europe and Asia.

Il est difficile de parler de l'énergie hydraulique dans son ensemble sans distinguer les multiples types d'installations qui la composent⁽¹⁾. Notre baromètre va s'attacher à la seule catégorie des petites centrales hydrauliques (tableau 1), tout en la replaçant dans le contexte général de l'énergie hydraulique dans le monde.

Les premiers moulins à eau sont apparus simultanément en Chine et en Occident un siècle avant Jésus-Christ. Il ne s'agissait alors que d'une simple roue à aubes peu puissante et avec un faible rendement. Aujourd'hui, l'énergie hydraulique est la première énergie renouvelable de la planète en matière de production d'électricité avec 721,4 GW installés en 1996 et une production estimée à 2 600 TWh. Ainsi, 19 % de l'électricité produite sur notre planète sont d'origine hydraulique.

Pour l'année 1997 (voir tableau 2), les principaux pays

Il's difficult to speak about hydraulic power in its entirety, as a whole, without distinguishing the multiple types of installation which compose it⁽¹⁾. Our barometer is going to deal with only the category of small hydraulic power plants (table 1), while at the same time re-situating this sector in the more general context of hydraulic power and waterpower in the world.

The first water mills appeared simultaneously in China and in the West a century before Jesus Christ. At that point, it was only a question of a simple, not very powerful, paddle wheel with low efficiency and output. Today, hydraulic power is the number one renewable energy source on the planet in terms of electrical production, with 721.4 GW installed in 1996 and an estimated production of 2 600 TWh. In this way, 19% of the electricity produced on our planet is of hydraulic origin.

T. 1 - Seuil de puissance maximum choisi par chaque pays pour les installations de type PCH / Maximum power threshold chosen by each country for small hydraulic plant type installations

Pays	Seuil maximum de puissance
Brésil	50 MW
Chine	10 MW
Irlande	10 MW
Portugal	10 MW
Finlande	8 MW
Autriche	5 MW
France	5 MW
Grèce	5 MW
Espagne	5 MW
Royaume-Uni	5 MW
Italie	3 MW
Suède	1,5 MW
Luxembourg	0,5 MW

ESHA (European Small Hydropower Association)

T. 2 - Capacité hydraulique installée dans les principaux pays du monde hors Union européenne (en MW) / Installed hydraulic capacity in principal world countries excluding European Union (in MW)

Pays	1992	1997
Etats-Unis	96 038	99 541
Canada	61 668	65 660 *
Chine	42 000	59 300
Brésil	47 709	54 637
Japon	39 524	44 350
Norvège	27 030	27 364
Inde	19 580	21 641
Mexique	8 072	10 034
Australie	7 413	7 413 *
Nouvelle-Zélande	5 051	5 140 *
Corée du Nord	5 000	5 000
Islande	879	884 *

AIE - EurObserv'ER
* 1996

possédant des installations hydroélectriques sont les Etats-Unis (99 541 MW), la Chine (59 300 MW), le Brésil (54 637 MW) et le Japon (44 350 MW), sans oublier le Canada qui, en 1996, possédait 65 660 MW installés. Sans connaître le chiffre 1997 de ce pays, on peut raisonnablement penser que celui-ci a gardé son deuxième rang mondial. Aujourd'hui l'ensemble de ces pays représente plus de 40 % de la capacité hydraulique mondiale totale. Au niveau européen (voir tableau 3), la France est la première nation avec 25 329 MW installés répartis sur environ 2000 sites. L'Italie, l'Espagne et la Suède, qui comptent respectivement 19 946 MW, 16 301 MW et 16 246 MW, représentent avec la France 67,3 % des capacités hydrauliques installées dans l'Union européenne.

Avec 23 % des capacités hydrauliques mondiales en 1996 (voir graphique 1), l'Amérique du Nord s'affiche comme le premier continent en matière d'hydroélectricité. Toutefois, au vu des dernières années, l'Asie se révèle être très dynamique. La Chine, avec le barrage des Trois Gorges (18 200 MW) ou celui de Longtan (4 200 MW prévus pour 2000) et de nombreux autres projets en développement comme ceux de Ertan (3 300 MW) ou de Xiaolangdi (1 800 MW), est le leader de ce continent qui tient à exploiter au maximum ses ressources hydrauliques. Aujourd'hui, 50 GW de nouvelles puissances sont en construction en Chine. Toutefois, on peut s'interroger sur le caractère "durable" du développement induit par ces gigantesques projets hydrauliques. Trop souvent, seules les considérations économiques sont prises en compte au mépris des intérêts des populations ou de l'environnement du site. La construction d'une centrale telle que celle des Trois Gorges peut causer des traumatismes profonds à travers toute la région. En effet, le projet provoquerait inévitablement le déplacement de 1,2 million d'habitants. Or ce chiffre, fourni par les autorités, serait très en dessous de la vérité.

En 1998, pour 66 pays dans le monde, plus de 50 % de l'électricité était d'origine hydraulique. Le tableau 4 présente les pays pour lesquels les chiffres sont disponibles. La Norvège et le Brésil, avec respectivement 99 % et 97 %, font partie des 24 pays dont l'électricité est produite, presque en totalité, à partir d'énergie hydraulique.

Depuis le début des années 90, la progression de la capacité hydraulique mondiale a été marquée par un rythme quasi linéaire. Cette tendance lente mais stable n'est pas sans rappeler celle de l'énergie géothermique présentée dans le précédent baromètre (voir Systèmes Solaires n°131 mai-juin 1999). Entre 1990 et 1996, le taux de progression de la puissance hydraulique mondiale a été de 11,5 %, soit un rythme annuel de 1,8 %. Les puissances hydrauliques installées sont ainsi passées en six ans de 646,6 GW à 721,4 GW. Les pays qui ont connu les croissances les plus importantes ont été la Chine, le Japon et les Etats-Unis avec des augmentations respectives de 17 300 MW, 4 826 MW et 3 503 MW.

For the year 1997 (see Table 2), the four leading countries in terms of hydroelectric installations were the United States (99 541 MW), China (59 300 MW), Brazil (54 637 MW) and Japan (44 350 MW). For 1997, we don't have figure for Canada, but the country is still the second in the world in terms of capacity installed. This group of nations represents 43% of total worldwide hydraulic capacity. At the European level (see Table 3), France is the leading nation with 25 329 MW installed, spread over approximately 2 000 sites. Italy, Spain and Sweden, respectively with 19 946 MW, 16 301 MW and 16 246 MW installed, represent, along with France, 67.3% of the hydraulic capacities installed in the European Union.

Possessing 23 % of worldwide hydraulic capacities in 1996 (see Graph 1), North America is plainly seen as the leading continent in terms of hydroelectricity. Nevertheless, as the last few years have shown, Asia has come into its own as being very dynamic in this sector. China, with the dam work sites of the "Trois Gorges" (18 200 MW) and Longtan (4 200 MW planned for the year 2000), and numerous other projects in the development stage such as those of Ertan (3 300 MW) or Xiaolangdi (1 800 MW) is the leader on this continent, and is anxious to exploit its hydraulic resources to the maximum. Today, 50 GW of new power is under construction in China. Nevertheless, questions can be posed concerning the durable development aspect of these gigantic hydraulic projects. Too often, only economic considerations are taken into account, and this regardless of the interests of the populations or of the environment. The construction of a plant such as that of the "Trois Gorges" can cause profound traumatism throughout all of the region. The project will inevitably cause the displacement of 1.2 million inhabitants. This figure, supplied by the authorities, could prove, in reality, to be very much lower than the true number.

In 1998, for 66 countries in the world, more than 50% of their electricity was of hydraulic origin. Table 4 shows the countries for which figures are available. Norway and Brazil, respectively with 99% and 97%, are part of the 24 countries for which the quasi totality of their electricity is produced by waterpower from hydraulic energy.

Since the beginning of the 1990s, the progression of worldwide hydraulic capacity has been marked by a quasi linear growth rate. This slow, but stable, trend bears a certain resemblance to that of geothermal power presented in the previous barometer (see Systèmes Solaires, issue N°131, May-June 1999). Between 1990 and 1996, the growth rate of world hydraulic power was 11.5%, i.e. an annual rate of 1.8%. In this way, installed hydraulic power has progressed from 646.6 GW to 721.3 GW in six years time. China, Japan and the United States are the countries which experienced the highest level of growth, respectively with increases of 17 300 MW, 4 826 MW and 3 503 MW.

T. 3 – Capacité hydraulique installée dans l'Union européenne (en MW) / Installed hydraulic capacity in European Union (in MW)

Pays	1992	1997
France	24 857	25 329
Italie	19 351	19 946
Espagne	16 395	16 301
Suède	16 448	16 246
Autriche	11 095	11 396
Allemagne	8 625	8 906
Portugal	3 707	4 430
Royaume-Uni	4 212	4 282
Finlande	2 679	2 921
Grèce	2 523	2 727
Belgique	1 401	1 403
Luxembourg	1 132	1 129
Irlande	516	524
Pays-Bas	37	40
Danemark	10	10
Union européenne	112 988	115 590

AIE - EurObserv'ER

T. 4 – Part de l'énergie hydraulique (en %) dans la production totale d'électricité en 1998 / Share of hydraulic power (in %) in total electricity production in 1998

Pays	Part de l'énergie hydraulique en %
Norvège	99
Bésil	97
Islande	89
Luxembourg	77
Nouvelle-Zélande	73
Autriche	67
Corée du Nord	64
Canada	60
Suède	47
Portugal	34
Finlande	22
Espagne	20
Italie	18
Chine	17
Inde	17
France	13

EurObserv'ER

T. 5 – Capacité de pompage-turbinage dans les principaux pays hors Union européenne en 1997 (en MW) / Pump-storage installation capacity in principal countries outside of the European Union in 1997 (in MW)

Pays	Capacité de pompage-turbinage	Capacité hydraulique totale	Part (en %)
Japon	23 184	44 498	52,1
Etats-Unis	19 746	99 541	19,8
Afrique du Sud	1 742	2 342	74,3
Brésil	206	54 219	0,3

EurObserv'ER

T. 6 – Capacité de pompage-turbinage dans l'Union européenne en 1997 (en MW) / Pump-storage installation capacity in the European Union in 1997 (in MW)

Pays	Capacité de pompage-turbinage	Capacité hydraulique totale	Part (en %)
Italie	6 886	19 946	34,5
Espagne	4 924	16 301	30,2
Allemagne	4 475	8 906	50,2
France	4 292	25 329	16,9
Autriche	2 975	11 396	26,1
Royaume-Uni	2 788	4 282	65,1
Belgique	1 307	1 403	93,1
Luxembourg	1 096	1 129	97,0
Grèce	315	2 727	11,5
Irlande	304	524	58,0
Portugal	200	4 430	4,5
Suède	91	16 246	0,6

EurObserv'ER

Afin de compléter notre tour d'horizon de la filière hydroélectrique, il convient de présenter quelques chiffres sur les capacités de pompage-turbinage (pour une définition voir encadré ci-contre). De par leur utilisation en appoint de centrales thermiques sur un réseau électrique, ces types d'installations se trouvent principalement dans des pays industrialisés (voir tableaux 5 et 6). Dans certains pays comme la Belgique, plus de 90 % de la puissance hydraulique installée est ainsi consacrée à des installations de ce genre. En France, la plus grande station de pompage-turbinage est celle de Grand-Maison, située dans la vallée du Glandon près de Grenoble, dont la puissance est de 1 800 MW. Actuellement, sur le vieux continent, seuls trois pays ont pour projet d'augmenter leur capacité de pompage-turbinage, l'Italie et la Roumanie avec chacune 1 000 MW et la Slovénie avec 600 MW. Rappelons que ces types d'installations ne sont pas considérés comme relevant des énergies renouvelables. Le principe de ces stations repose sur un transfert de deux retenues d'eau. Pendant les heures creuses de demande d'électricité, l'eau d'un bassin inférieur est pompée puis remontée dans un bassin supérieur. Au moment de la pointe, l'eau du bassin supérieur est turbinée pour produire du courant qui sera distribué sur le réseau. La France compte 4 292 MW de puissance installée destinée à cet usage.

Les PCH (Petites Centrales Hydro-électriques) sont très présentes à travers le monde mais peu de chiffres sont disponibles quant à leur nombre, leur type ou leur production. On peut néanmoins estimer la production annuelle mondiale de la petite hydroélectricité à 85 TWh. En Asie, ces PCH participent activement à l'électrification rurale. Le programme d'électrification le plus spectaculaire est sans doute celui du gouvernement Indonésien qui souhaite électrifier 18 600 villages à partir de centrales petites et micro-hydrauliques. En Chine, le rythme annuel de progression des installations de PCH (dont le seuil de puissance maximum est de 50 MW contre 10 MW en France) est de 1 000 MW pour une puissance totale installée estimée à 19 GW. La majorité de ces installations fonctionnent de façon totalement autonome pour électrifier un seul village et répondre à des besoins liés aux activités agricoles ou artisanales. Ainsi, entre 1980 et 1992, 90 millions d'habitants ont bénéficié de ces "PCH villageoises".

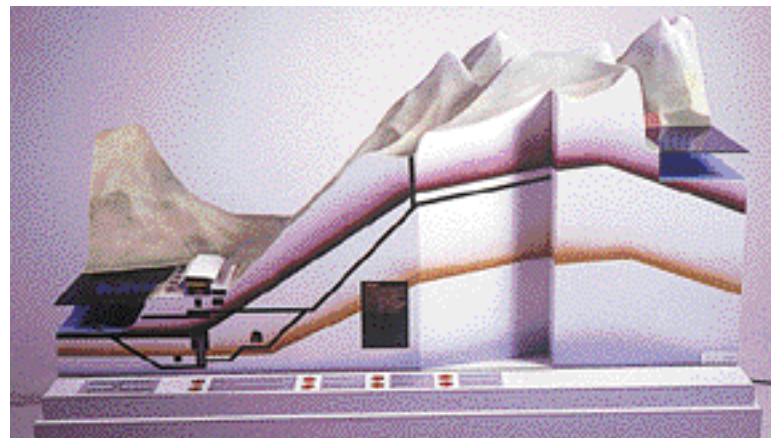
Pour l'ensemble des quinze pays de l'Union européenne, la petite hydraulique représentait en 1997 une puissance installée de 9 704,9 MW pour une production de 38 286,6 GWh (voir tableau 7). Les niveaux sont très variables suivant les pays car il existe une grande disparité dans les ressources. Les principaux pays sont l'Italie (2 186 MW), la France (2 004 MW), l'Espagne (1 414 MW) et l'Allemagne (1 370 MW). Depuis 1992, le rythme d'évolution de la capacité installée en Europe en matière de petite hydraulique est dans son ensemble modeste. En mettant de côté le Royaume-Uni (pour lequel nous n'avons pas de chiffre pour 1992

In order to complete our general survey of the hydroelectric sector, a few figures should be given concerning pump storage capacities. Because of their use in backup of thermal power plants on an electric grid, these types of installations are mainly found in the industrialized countries (see Tables 5 and 6). In certain countries such as Belgium, more than 90% of the installed hydraulic power is devoted in this way to installations of this type. In France, the largest pump storage station is that of Grand-Maison, located in the Valley of Glandon near the city of Grenoble, with a power of 1 800 MW.

Currently, only three European countries have projects for increasing their pump storage capacities: Italy and Rumania, each with 1 000 MW, and Slovenia with 600 MW. It should be remembered that these types of installations are not considered as falling under the heading of "renewable energies". The principle of these stations is based on a transfer between two water reservoirs. During off-peak hours of electricity demand, the water from a lower reservoir is pumped and then transported up to a higher reservoir located upstream. At the moment of peak demand, the water of the upper reservoir is used to turn the turbines and produce current which will then be distributed on the grid. France has 4 292 MW of installed power intended for this purpose.

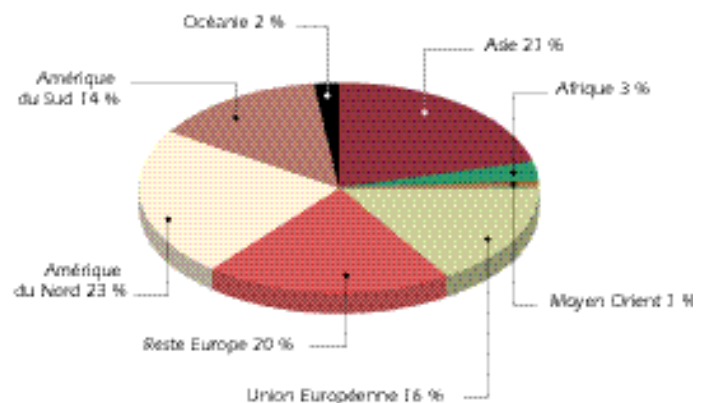
The SHP (Small Hydroelectric Plants) are very present throughout the world, but only few figures are available with respect to their quantity, their type or their production. Nevertheless, it can be estimated that the annual world production of small hydroelectric power plant production is 85 TWh. In Asia, these installations play an active role in rural electrification. The most spectacular electrification programme is doubtless that of the Indonesian government which wants to electrify 18 600 villages from small and micro-hydraulic plants. In China, the annual growth rate of SHP installations (whose maximum power threshold is set at 50 MW vs. 10 MW in France) is 1 000 MW, for a total installed power estimated at 19 GW. The majority of these installations function in a totally autonomous manner in order to electrify a single village and meet needs linked to agricultural or craft activities. Therefore, between 1980 and 1982, 90 million of inhabitants were equipped by SHP.

In 1997, for all of the group of fifteen countries making up the European Union, small hydraulic plants represented an installed power of 9 704.9 MW for a production of 38 286.6 GWh (see Table 7). Levels vary greatly according to the different countries, since a large disparity in available resources exists. The main countries are Italy (2 186 MW), France (2 004 MW), Spain (1 414 MW) and Germany (1 370 MW). Since 1992, the rate of the evolution of installed capacity in Europe in terms of small hydraulic plants is on the whole a modest one. In putting the United Kingdom



Maquette de l'aménagement de Grand-Maison, la plus grande station de pompage-turbinage de France. / Model of Grand-Maison installation, the biggest pump storage station in France.

G. 1 – Répartition suivant les régions mondiales des capacités hydrauliques installées en 1996 / Breakdown according to world regions of installed hydraulic capacities in 1996



EurObserv'ER

T. 7 - Puissance installée et production en petite hydraulique dans l'Union européenne / Installed power and production of small hydraulic plants in the European Union

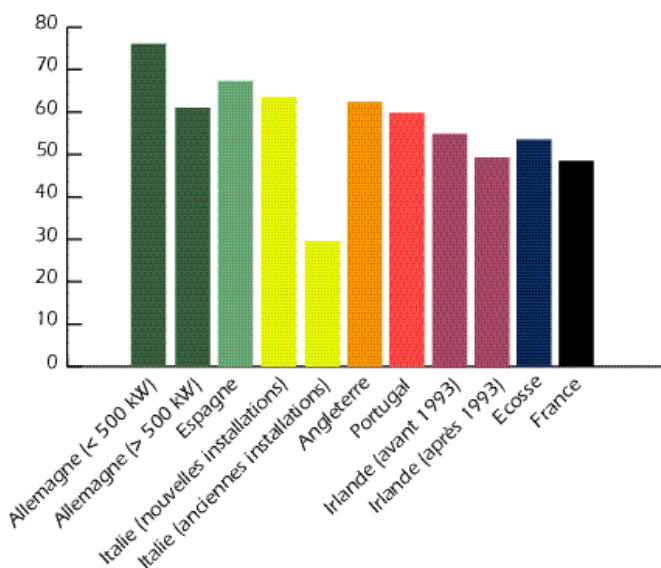
Pays	Puissance installée en 1992 (MW)	Puissance installée en 1997 (MW)	Production en 1997 (GWh)
Italie	2 047,0	2 186,0	8 124,4
France	1 900,0	2 004,0	6 754,0
Allemagne	1 291,0	1 370,0	6 772,0
Espagne	1 090,0	1 414,0	5 290,0
Suède	964,0	969,0	4 368,0
Autriche	774,0	812,0	4 404,0
Finlande	300,0	304,0	983,9
Portugal	154,5	245,0	638,0
Royaume-Uni	154,0 ⁽¹⁾	161,0	242,0
Belgique	51,0	59,4	176,4
Irlande	67,5	54,2	176,0
Grèce	30,3	44,6	149,0
Pays-Bas	37,0	37,0	92,0
Luxembourg	27,4	34,3	89,2
Danemark	9,1	10,4	19,6
Total	8 742,8⁽²⁾	9 704,9	38 278,5

Eurostat

(1) Chiffre de 1995.

(2) Total sans le Royaume-Uni.

G. 2- Prix moyen d'achat du MWh hydraulique en Europe (en euros) / Average purchase price of hydraulic origin MWh in Europe (in euros)



fédération EAF (Electricité Autonome Française)

et que nous n'avons pas pris en compte pour 1997), les capacités européennes sont passées de 8 742,8 MW à 9 543,9 MW, soit une progression de seulement 9 % (contre 2 % pour les capacités grande hydraulique) sur la période. Cette faible progression de 9 % en six ans s'explique principalement par la saturation des gisements et les nombreuses contraintes (notamment environnementales) que rencontrent les exploitants.

Concernant les prix moyens d'achat du MWh hydraulique en Europe, ceux-ci s'échelonnent entre 75,1 euros en Allemagne (pour des centrales de plus de 500 kW) et 29,5 euros pour les installations antérieures à 1997 en Italie (voir graphique 2). La France se situe en queue de peloton avec un prix moyen de 48,5 euros (318 francs) par mégawattheure, malgré une revalorisation de ce prix fin 1997. En effet, après de longues négociations entre EDF et les syndicats de producteurs, deux dispositions ont été prises pour améliorer la visibilité à long terme des acteurs de cette filière. Le premier point concerne l'octroi d'une prime de 2 centimes par kWh sur 15 ans pour les exploitants ayant réalisé des travaux conduisant à une augmentation de la production. Le deuxième point porte sur l'évolution de ce prix d'achat, qui n'est plus indexé sur les tarifs de vente d'EDF (qui vont être appelés à diminuer avec l'ouverture des marchés électriques) mais sur les coûts de la filière hydraulique.

L'énergie hydraulique, aussi bien dans ses applications de petite ou de grande taille, a encore d'énormes potentiels devant elle. Selon le mensuel anglais *Waterpower and Dams*, le potentiel hydraulique mondial est de l'ordre de 40 500 TWh par an. 14 320 TWh seraient techniquement exploitables et environ 8 100 TWh auraient été identifiés comme économiquement rentables. Comparée aux 2 600 TWh actuellement produits dans le monde, la marge de manœuvre est immense. Le tableau 8 propose une liste non exhaustive des installations hydrauliques (petites et grandes) actuellement en construction ou en projet dans le monde. Ce sont majoritairement dans les pays en voie de développement que se situent les principaux projets. Ainsi, l'Afrique totalise 4 793 MW en projets et l'Asie atteindra les 476 GW de puissances installées en 2010. Même si ces installations ne seront pas toutes réalisées, il est clair que l'énergie hydraulique apparaît comme une solution sérieuse pour de nombreux pays soucieux de soutenir leur croissance économique tout en respectant les principes d'un développement durable.

En ce qui concerne les perspectives de développement de la petite hydraulique, les chiffres sont une nouvelle fois difficiles à recenser. Seuls des pays comme l'Inde (450 MW), les Etats-Unis (350 MW) ou certaines nations européennes proposent des estimations de projets (voir tableau 9). Outre l'Asie, l'autre marché qui s'annonce comme très prometteur est celui des pays de l'Europe de l'Est. Une partie de ces pays a développé des installations PCH durant la première moitié du siècle,

aside (we do not have the figures for this country for 1992 and we didn't include it for 1997), European capacities have grown from 8 742.8 MW to 9 543.9 MW, or a progression of 9 % (vs. 2 % for large hydraulic plant capacities). This flat growth can be explained primarily by the saturation of resources and the numerous constraints (in particular environmental ones) that operators encounter.

Concerning average purchase prices of hydraulic MWh in Europe, these prices are spread between 75.1 euros in Germany (for power plants greater than 500 kW) and 29.5 euros for installations prior to 1997 in Italy (see Graph 2). France is positioned at the back of the pack with an average price of 48.5 euros (318 francs) per MWh, in spite of a revalorization of this price at the end of 1997. After long negotiations between EDF and the producer associations, two dispositions were decided upon to improve the long term visibility of the actors of this sector. The first point concerns the granting of a premium of 2 centimes per kWh over a 15 year period for those operators having carried out work leading to a production increase. The second point deals with the evolution of this price which is not indexed on EDF sale prices (which look set to decrease with the opening up of the electricity markets), but rather indexed on the costs of the hydraulic sector.

In both its small scale and large scale applications, hydraulic energy still has enormous potential ahead. According to the English monthly, *Waterpower and Dams*, the potential worldwide hydraulic potential is to the order of 40 500 TWh per year. With 14 320 TWh being technically exploitable and with approximately 8 100 TWh having been identified as being economically profitable. Compared with the 2 600 TWh currently being produced in the world, the room for manoeuvre is immense. Table 8 gives a non exhaustive list of the large and small hydraulic installations currently under construction or in project stage in the world. For a majority of these programmes, the principal projects are located in the developing countries. In this way, Africa has a total of 4 793 MW in waterpower projects and Asia will reach 476 GW of installed power in 2010. Even if all of these installations do not see the light of day, it is clear that waterpower appears as a serious solution for many countries which are anxious to support and back up their economic growth while at the same time respecting the principles of a durable, long-lasting development.

Once again, the figures concerning development prospects of small hydraulic plants are difficult to compile. Only countries such as India (450 MW), the United States (350 MW) or certain European nations propose estimations of projects in this sector (see Table 9). Besides Asia, one of the markets which is shaping up as a very promising one is that of the East European countries. A part of these countries had already developed small hydraulic plants during the first half of this century,

T. 8 – Puissance hydraulique (petite et grande) actuellement en construction ou en projet / Hydraulic power plants (small and big) currently under construction or in project stage

Pays	Installations en construction	En projet
Afrique		
Mozambique		2 700 MW
Nigeria		1 200 MW
Kenya		520 MW
Malawi		365 MW
Guinée	75 MW	
Asie		
Japon		350 MW
Chine	50 000 MW	80 000 MW
Inde	10 000 MW	28 000 MW
Pakistan		13 000 MW
Indonésie		3 000 MW
Thaïlande	1 000 MW	1 400 MW
Corée du Sud	2 300 MW	800 MW
Vietnam		260 MW
Moyen-Orient		
Iran		13 000 MW
Amérique latine		
Brésil	10 000 MW	15 000 MW
Argentine		8 600 MW
Venezuela	4 800 MW	
Amérique du Nord		
Canada	882 MW	3 200 MW
Europe		
Italie	450 MW	2 000 MW
Roumanie	992 MW	1 900 MW
Islande	132 MW	805 MW
Espagne		350 MW
Portugal	420 MW	266 MW
Bulgarie	420 MW	

EurObserv'ER

T. 9 – Projets petite hydraulique dans le monde / Worldwide small hydraulic projects

Pays	En projet
Yougoslavie	1 800 MW
Ukraine	500 MW
Inde	450 MW
Espagne	400 MW
Etats-Unis	350 MW
Allemagne	100 MW

EurObserv'ER

T. 10 – Principaux constructeurs de turbine petite hydraulique en Europe / Principal European small hydraulic turbine manufacturers

Entreprise	Nationalité
Noell	Allemande
Kvaerner Energy AS	Norvégienne
Litostroj Turbine Factory	Slovène
Gilbert Gilkes & Gordon	Britannique
Bouvier Hydro	Française
Sulzer Hydro	Suisse
Köessler	Autrichienne
Voith GmbH	Danoise
Alstom Minihydro	Française

EurObserv'ER

Ce baromètre est paru dans le numéro 132 de la revue Systèmes Solaires.

This barometer was published in Systèmes Solaires (issue N°132).

**Pour commander ce numéro :
To order this issue :**

**Systèmes Solaires
146, rue de l'Université
F-75007 PARIS
Tél. : 01 44 18 00 80
Fax : 01 44 18 00 36
E-mail : systemes.solaires@wanadoo.fr
www.systemes-solaires.com**

mais les mouvements de nationalisation avaient stoppé son développement. Aujourd'hui, ces nations sont demandeuses de nouvelles installations avec le soutien d'investisseurs privés. On évalue à 500 TWh par an le gisement de la petite hydroélectricité exploitable dans le monde, soit six fois plus que la production actuelle.

A l'instar de l'énergie géothermique, un des atouts majeurs de la filière petite hydraulique est son caractère non polluant. Placé dans le contexte des accords du sommet de Kyoto, cet argument prend toute sa valeur. Pour les pays en développement, la petite hydraulique représente un formidable outil dans le cadre de programmes d'électrification rurale décentralisée (ERD). Située à une position intermédiaire entre les installations électriques thermiques centralisées, qui nécessitent des réseaux de distribution importants, et la solution photovoltaïque qui ne fournit hors-réseau que de faibles puissances, la filière petite hydroélectricité, dans la mesure où il existe un potentiel, est parfois la seule véritable alternative.

Un des meilleurs exemples que l'on puisse citer est celui du Népal. Doté de 6 000 rivières, ce pays, dont 85 % de la population est rurale, possède un énorme potentiel estimé à 44 000 MW. Ces ressources n'étaient pas encore exploitées au début des années 90. Aujourd'hui, à partir de projets initiés par le secteur public, puis relayés par des investisseurs privés, le pays a installé 262 MW. L'électricité a pu ainsi arriver dans des villages reculés et le gouvernement annonce son intention d'électrifier 30 % de la population d'ici à l'horizon 2020.

Les principaux acteurs de la filière industrielle de la petite hydraulique sont facilement identifiables. Toutefois, il est bien plus ardu d'estimer leur volume d'activité, leur chiffre d'affaires ou les emplois qu'ils représentent. Au niveau européen, les principaux constructeurs de petites turbines hydrauliques sont présentés dans le tableau 10. Ces entreprises sont également des acteurs importants dans le domaine de la grande hydraulique. En France, le marché est principalement représenté par cinq sociétés. Outre Alstom Minihydro et Bouvier Hydro, on trouve ESAC Energie, Mecamidi et THEE. Ces constructeurs ont en commun d'être largement tournés vers l'exportation (pour 60 à 82 % de leur activité), essentiellement vers l'Allemagne, le Canada, l'Espagne, l'Europe de l'Est ou l'Amérique latine. Elles représentent environ 149 millions de francs (22,7 millions d'euros) de chiffre d'affaires annuel et emploient près de 100 personnes. Le chiffre d'affaires des constructeurs et installateurs de petites hydrauliques a été, lui, de 400 millions de francs (61 millions d'euros) en 1996. En termes d'emplois, une étude du Cler (Comité de liaison des énergies renouvelables) fait apparaître que, dans son ensemble, la filière petite hydraulique française (constructeurs, installateurs, maintenance, exploitation, bureaux d'études) fait travailler directement et indirectement environ 2 400 personnes à temps plein (un emploi temps plein est l'équivalent de 1 800 heures travaillées par an). Ces emplois, essen-

but the movements of nationalization had stopped their development. Today, new installations backed by private investors are greatly in demand in these countries. The exploitable worldwide resources in terms of small hydroelectricity plants is evaluated at 500 TWh per year, i.e. six times present waterpower production.

Following the example of geothermal energy, one of the major advantages of the small hydraulic plant sector is its non polluting character. Placed in the context of the Kyoto Summit Agreements, this argument takes on its full value. For developing countries, small hydraulic plants represent a formidable tool in the framework of decentralized rural electrification (DRE) programmes. At an intermediate position between centralized thermoelectric installations, which require important distribution networks, and the photovoltaic solution supplying only low levels of power, the small hydraulic plant sector, in so far as a potential exists, is sometimes the only true alternative.

One of the best examples which can be cited is that of Nepal. This country with a rural population composing 85% of its inhabitants, possesses 6 000 rivers and has an enormous potential of 44 000 MW. These resources had not yet been exploited at the beginning of the 1990s. Today, the country has installed 262 MW from projects initiated by the public sector and then taken over by private investors. In this way, it has been possible for electricity to arrive in remote villages and for the government to announce its intention of electrifying 30% of the population by the year 2020.

The main industrialists for small hydro turbines can be identified easily (even though it is very hazardous to estimate the volume of activity they represent, their sales figures and turnover, or the number of jobs that they represent). At the European level, the main manufacturers of small hydraulic turbines are presented in Table 10. These companies are also important actors in the field of large hydraulic plants. In France, the market is principally represented by five companies. Besides Alstom Minihydro and Bouvier Hydro, this list includes ESAC Energie, Mecamidi and THEE. All of these companies are largely turned towards exportation (for 60% to 82% of their activity), essentially to Germany, Canada, Spain, Eastern Europe and Latin America. They represent 149 million French francs in annual turnover (22,7 millions euros) and employ nearly 100 persons. The activity of the French constructors and installers of small hydraulic plants was estimated at 400 million French francs (61 million euros) in 1996. Concerning employment, a study from The Clear (a French association about renewable energy) shows that the whole French small hydraulic sector (which includes also operators) directly and indirectly provides 2 400 full-time jobs (a full-time job is considered as being the equivalent of 1 800 hours worked per year). These essentially local jobs participate in keeping the economic activity rolling in regions which are sometimes a bit hemmed in and overlooked.

T. 11 – Coût moyen des turbines micro et petite hydraulique en francs par kWe / Average cost of micro turbines and small hydraulic plants in French francs per kWh

Puissance	Coût en F par kWe
10 à 100 kW	10 000 – 4 000
100 à 400 kW	4 000 – 2 000
400 à 1 000 kW	2 000 – 1 000
1 000 à 1 500 kW	1 000 – 800

EurObserv'ER



© Médiathèque EDF – Michel Brégaud

Microcentrale de Briançon (Hautes-Alpes, France). / Micro hydraulic plant of Briançon. (Hautes-Alpes, France).

tiellement locaux, participent à l'animation d'une activité économique dans des régions parfois enclavées.

Le coût du kWh produit par une petite centrale hydraulique est également une donnée très difficile à déterminer. En effet, la géographie des lieux (hauteur de la chute, accessibilité du site) où est implantée la centrale va déterminer les choix techniques et donc le niveau d'investissement total. Seuls les coûts des turbines (voir tableau 11) sans l'installation sont des données "standards" dans le sens où elles sont indépendantes de la localisation du site.

En 1992, les exploitants français en PCH ont fait un chiffre d'affaires global de 2,1 milliards de francs (320,1 millions d'euros). Sur ce chiffre, 108,5 millions de francs ont été versés aux collectivités locales au titre de la taxe foncière et de la taxe professionnelle auxquels se sont ajoutés les redevances versées aux Agences de l'Eau (4,3 millions de francs) et les dons aux associations de pêche et d'alevinage (2,7 millions de francs). Plus globalement, la filière hydroélectrique française (petite et grande hydraulique) répartit chaque année entre 1 700 communes une somme de 1,88 milliards de francs (286,6 millions d'euros) de taxes professionnelle et foncière.

La petite hydroélectricité est sans doute la plus paradoxale des filières renouvelables. En dépit d'une technologie mûre résultant de plusieurs décennies d'expérience et d'un caractère non polluant, les PCH sont confrontées dans les pays industrialisés à d'importantes contraintes. On leur reproche leurs nuisances sonores, leurs structures en béton ou les troubles qu'elles occasionnent au biotope (faune et flore) des rivières. Aussi, depuis des années de nombreux efforts ont été entrepris pour faciliter l'intégration de ces installations dans le milieu naturel. En France, de nombreuses centrales ont ainsi été équipées de passes à poisson ou de conduites dérivées. La filière devrait également s'inscrire dans une dynamique européenne qui participerait à son développement. La future Directive sur l'accès aux réseaux électriques pour les énergies renouvelables, associée au contexte d'ouverture des marchés électriques et au développement des contrats de courant "vert", devrait permettre à plusieurs pays industrialisés de redécouvrir cette filière.

Les pays en développement ou l'Europe de l'Est sont également des marchés potentiels importants qui, à l'image de la Chine ou du Népal, attirent de plus en plus les investisseurs privés.

(1) Voir Systèmes Solaires n°119 mai-juin 1997

Ce baromètre a été réalisé par Observ'ER dans le cadre du projet "EurObserv'ER" regroupant Observ'ER, Eurec Agency et Eufores, avec le soutien financier de l'Ademe et de la DG Tren (programme Altener) / This barometer was prepared by Observ'ER in the scope of "EurObserv'ER" Project which groups together Observ'ER, Eurec Agency and Eufores, with the financial support of the Ademe and DG Tren (Altener Programme).

The cost of a kWh produced by a small hydraulic plant is also a data which is difficult to determine. The geography of the sites (height of the water drop, site accessibility) where the plants are installed is going to determine the technical choices and therefore the total level of investment costs. Only the non-installed turbine costs (see Table 11) are "standard" data in that they are independent of the site location.

In 1992, French activity in the small hydraulic plant sector reached a turnover of 2.1 billion French francs (320.1 million euros). Of this figure, 108.5 million French francs were paid to local communities by way of the land tax and the trade tax which are added to the fees paid to the Water Agencies (4.3 million French francs) and the donations to fishing and fish farming associations (2.7 million French francs). More globally, each year the French hydroelectric sector (small and large hydraulic plants) distribute a total of 1.88 billion French francs (286.6 million euros) in trade and land tax to 1 700 different towns.

Small hydroelectric plants are doubtless the most paradoxical of the renewable energy sectors. In spite of a mature and well established technology resulting from several decades of experience and a non polluting character, small hydraulic plants are victim to important constraints in the industrialized nations. They are reproached for their noise pollution, their concrete structures or the problems they cause to the rivers fauna and flora. Consequently, numerous efforts have been made for many years now to facilitate integration of these installations in their natural environment. For this reason, plants in France are more and more equipped with fish "swimway" passages and detour channels. The sector should be inscribed in a European dynamism which will participate in its development. The future directive on access to electric grids for renewable energies, associated to the context of the opening up of the electricity markets and the development of "green" electricity, should make it possible for several industrialized countries to rediscover this sector.

Developing countries or Eastern European countries are also important potential markets which, in the image of China or Nepal, are attracting private investors more and more.

(1) See Systèmes Solaires, issue N°119 May-June 1997

