

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 79 (1987)
Heft: 9

Artikel: Les petits aménagements hydro-électriques ont de l'avenir = Il futuro delle piccole centrali idroelettriche
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940659>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

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

Les petits aménagements hydro-électriques ont de l'avenir

Compte rendu d'une étude de l'Office fédéral de l'économie des eaux¹

La Suisse dispose d'un important potentiel de forces hydrauliques pour de petits aménagements hydro-électriques. La modernisation d'aménagements existants et la construction de nouveaux ouvrages permettraient d'augmenter sensiblement la production hydro-électrique. D'un autre côté, de multiples problèmes entravent la construction de nouveaux aménagements. Tel est, brièvement esquissé, le sujet que traite dans le détail une étude de l'Office fédéral de l'économie des eaux, étude qui expose également la procédure jusqu'à la réalisation et la mise en service de petits aménagements hydro-électriques.

L'exemple de Glaris

L'Office fédéral de l'économie des eaux a appuyé son étude détaillée des petits aménagements hydro-électriques sur un exemple concret. Il a choisi l'arrière-pays glaronais comme bassin repère parce que, malgré son degré d'équipement élevé, cette région dispose encore d'un important potentiel hydro-électrique inutilisé. Dans l'arrière-pays glaronais et la vallée du Sernf, l'utilisation des forces hydrauliques a une longue tradition. Outre les grands aménagements des forces motrices de la Linth-Limmern, du Fätschbach et du Sernf-Niederembach, près de deux douzaines de petits aménagements hydro-électriques y sont en exploitation. Construits vers 1900 ou pendant les décennies qui ont précédé la Seconde Guerre mondiale, les petits aménagements hydro-électriques servent pour la plupart à approvisionner en électricité des exploitations industrielles. Quelques-uns d'entre eux ont été érigés par des communes. Alors que dans un second bassin repère (Toggenbourg supérieur), le potentiel disponible pourrait être domestiqué en premier lieu par de nouveaux aménagements, en Pays glaronais la production d'énergie électrique pourrait être triplée par la transformation et la modernisation des aménagements existants. Pour atteindre cet accroissement de la production, il conviendrait d'en rénover 14 et d'en construire 6 nouveaux. En s'appuyant sur ces deux bassins repères, l'étude donne les éléments caractéristiques de l'utilisation des forces hydrauliques par de petits aménagements. Cette étude a été réalisée par Richard Chatelain (direction), Ruedi Sigg et Pierre Brun, de l'Office fédéral de l'économie des eaux. Les chapitres qui suivent en résument les aspects les plus importants.

Le part des forces hydrauliques diminue dans la production énergétique

Au cours des dernières décennies, la consommation énergétique de la Suisse a fortement augmenté. En 1985, les principaux agents énergétiques étaient le pétrole avec 52 % et le combustible nucléaire avec 25 %; les deux sont importés. La part relative des forces hydrauliques, ressources indigènes, a en revanche considérablement diminué, puisqu'elle ne couvre plus aujourd'hui que 15 % des besoins énergétiques de notre pays. Ce chiffre ne saurait pourtant pas refléter à lui seul l'importance de nos aménagements

¹ Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz. Mitteilung Nr. 2 des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 1987 (zu beziehen bei: EDMZ, 3000 Bern. Kosten: 32 Franken).

Petits aménagements hydro-électriques en Suisse. Communication No 2 de l'Office fédéral de l'économie des eaux, 1987 (à commander auprès de l'Office central des imprimés et du matériel, CH-3000 Berne, prix fr. 32.-; paraîtra fin 1987).

Il futuro delle piccole centrali idroelettriche

Riassunto dello studio dell'Ufficio federale dell'economia delle acque¹

Il potenziale rappresentato dalle piccole centrali idroelettriche è in Svizzera assai importante. La produzione idroelettrica può essere aumentata considerevolmente modernizzando gli impianti esistenti e costruendone di nuovi. D'altro lato, tutta una serie di difficoltà si frappone alla costruzione di piccole unità. Uno studio dell'Ufficio federale dell'economia delle acque si occupa ampiamente di questo argomento ed indica la metodologia da seguire nella pianificazione di piccole centrali idroelettriche.

Glarona come esempio

L'Ufficio federale dell'economia delle acque ha scelto l'entroterra glaronese, quale regione campione, per eseguire una indagine accurata sulle piccole centrali idroelettriche in quanto, malgrado l'alto grado di sfruttamento, questa regione dispone di vaste risorse idriche ancora allo stato potenziale. Lo sfruttamento idrico ha una lunga tradizione nell'entroterra glaronese e nella valle del Sernf. Accanto alle grandi centrali idroelettriche di Linth-Limmern, di Fätschbach e di Sernf-Niederembach, si incontrano quasi due dozzine di piccoli impianti idrici. Costruite a cavallo del secolo o nei decenni precedenti la seconda guerra mondiale, queste piccole centrali servono soprattutto a produrre energia elettrica per le attività industriali. Solo alcune di esse sono state costruite dai comuni. Mentre nella seconda regione scelta per una indagine analoga (l'alto Toggenburgo) il potenziale idrico non ancora sfruttato è importante, la produzione di energia elettrica nel Glaronese potrebbe essere triplicata procedendo soprattutto alla trasformazione ed alla modernizzazione dei vecchi impianti esistenti. Per aumentare la produzione, dovrebbero essere costruiti 6 nuovi impianti e altri 14 modernizzati. Dagli esempi esaminati nel quadro delle indagini nelle regioni campione, lo studio trae conclusioni determinanti circa lo sfruttamento dell'energia idrica nei piccoli impianti. Gli autori dello studio sono Richard Chatelain (direzione), Ruedi Sigg e Pierre Brun dell'Ufficio federale dell'economia delle acque. Nei seguenti capitoli vengono riassunti gli aspetti più salienti dell'opera.

Decresce il contributo della forza idrica alla produzione di energia

Il fabbisogno di energia in Svizzera è aumentato considerevolmente nel corso degli ultimi decenni. Nel 1958, il petrolio, con il 52%, ed il combustibile nucleare, con il 25%, erano le fonti energetiche più importanti: ambedue si ottengono da materie prime d'importazione. La forza idrica ha perduto percentualmente molto del suo peso; essa copre attualmente solo il 15% del fabbisogno di energia in Svizzera. Questa cifra non fornisce però una idea esatta dell'importanza che rivestono le nostre centrali idroelettriche. L'elettricità, in primo luogo, è una energia-chiave (elettronica) e, in secondo luogo, le centrali alpine con bacino d'accumulo svolgono un ruolo fondamentale nell'ambito degli scambi di energia elettrica a livello nazionale ed internazionale. Contrariamente alle centrali termoelettriche (centrali nucleari, a carbone, ad olio combustibile), quelle idroelettriche possono essere adattate rapidamente alla domanda. Le centrali a bacino d'accumulazione vengono impiegate soprattutto per coprire le «punte» della domanda di energia; l'energia di «punta» ha un valore più alto in termini di mercato. In Svizzera, la forza idrica partecipa oggi per il 60% alla pro-

Fascia di potenza (potenza installata)	Stato 1. 1. 1914			Stato 1. 1. 1928			Stato 1. 1. 1947			Stato 1. 1. 1973 ¹⁾			Stato 1. 1. 1985 ²⁾		
	Numero di impianti	Potenza installata		Numero di impianti	Potenza installata		Numero di impianti	Potenza installata		Numero di impianti	Potenza installata		Numero di impianti ³⁾	Potenza installata	
		MW	% del totale generale		MW	% del totale generale		MW	% del totale generale		MW	% del totale generale		MW	% del totale generale
Totale fino a 10'000 kW	6'846	360	55.4	5'974	510	32.5	~5'930	560	19.6	~2'140	640	6.0	~980	670	5.4
Totale superiore a 10'000 kW	14	290	44.6	37	1'060	67.5	65	2'300	80.4	163	10'040	94.0	171	11'780	94.6
Totale complessivo (tutti gli impianti)	6'860	650	100	6'011	1'570	100	~6'000	2'860	100	~2'300	10'680	100	~1'150	12'450	100

¹⁾ Compresi, in parte, impianti non destinati alla produzione di elettricità

²⁾ Esclusivamente impianti idroelettrici

³⁾ Centrale quale criterio determinante

Figure 1. Petits aménagements hydro-électriques jusqu'à 10000 kW de puissance installée (aménagements internationaux: seule la puissance correspondant à la part de souveraineté suisse est prise en considération).

Figura 1. Piccole centrali idroelettriche; potenza installata non superiore a 10000 kW (la somma della potenza installata si riferisce, nel caso di impianti internazionali, alla parte sottoposta alla sovranità svizzera).

hydro-électriques. Premièrement, l'électricité est une énergie essentielle (électronique), secondement, les aménagements à accumulation des Alpes jouent un rôle important dans l'économie électrique indigène et le réseau interconnecté international. Au contraire des centrales thermiques (centrales nucléaires, centrales à charbon et à huile) peuvent être rapidement mis en marche ou arrêtés. Les aménagements à accumulation entrent en action surtout pendant les heures de forte consommation; or, sur le marché, l'énergie de pointe se vend à des prix relativement élevés.

La force hydraulique contribue pour soixante pour cent à la production électrique helvétique; cependant, seule une très petite part de cette production provient de petits aménagements. Il n'en a pas toujours été ainsi (voir figure 1). Les petits aménagements hydro-électriques ont atteint leur apogée entre 1890 environ et le début des années trente: en 1914, on en comptait environ 6700 en exploitation dans notre pays! La majorité d'entre eux ne produisaient cependant pas d'électricité. Ils transformaient la force de l'eau en énergie mécanique (moulins ou des scieries).

La haute conjoncture qui s'est installée après la Seconde Guerre mondiale eut pour effet d'accroître rapidement la consommation d'électricité. Dans les Alpes, on construisit des aménagements à accumulation de grande puissance capables de produire de l'électricité à des prix relativement favorables. Durant les décennies qui suivirent, les sociétés hydro-électriques érigèrent toute une série d'aménagements à accumulation importants, ce que les cantons alpins saluèrent comme une précieuse impulsion conjoncturelle.

Les seules objections qui s'élevaient alors touchaient des projets dont la réalisation aurait nécessité l'inondation de villages entiers. Parmi les plus impressionnants ouvrages construits pendant l'entre-deux-guerres, on citera l'aménagement à accumulation de la Dixence, dans les Alpes valaisannes (mise en service de la première tranche en 1934; puissance 190000 kW) et l'aménagement au fil de l'eau de Kembs sur le Rhin (1932, 159000 kW). D'autres grands aménagements ont été mis en service dans les années soixante et soixante-dix. La puissance installée de l'ensemble des aménagements hydro-électriques suisses a ainsi passé de 650 MW (1 MW = 1000 kW) en 1914 à quelque 12500 MW actuellement. Aujourd'hui, ce n'est plus l'ère de la construction des grands aménagements. Mais, comme le montre l'étude de l'office fédéral, les possibilités ne sont pas encore épuisées dans le domaine des petits aménagements.

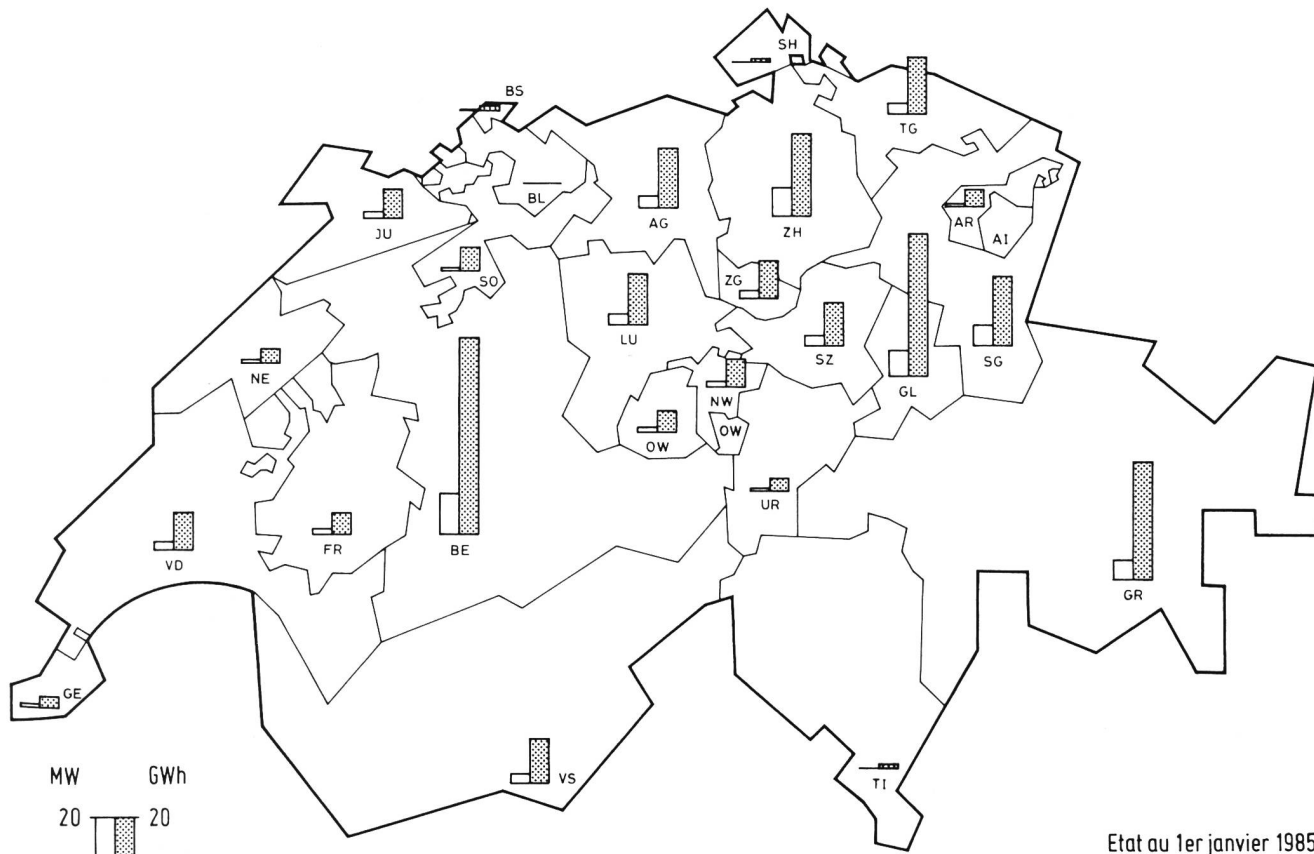
duzione di energia elettrica; solo una piccolissima parte proviene però dalle piccole centrali. Ma non è stato sempre così (ved. figura 1). Le centrali idrauliche di piccola potenza hanno vissuto il loro periodo di splendore tra il 1890 e l'inizio degli anni 30: nel 1914 erano in servizio nel nostro paese circa 6700 centrali di questo tipo! La maggioranza di queste non produceva tuttavia energia elettrica, ma utilizzava la forza idrica per la trasmissione di energia meccanica (azionamento di mulini e di segherie).

Dopo la seconda guerra mondiale, il fabbisogno di energia è andato aumentando di pari passo con l'evoluzione della congiuntura. Nelle Alpi hanno fatto la loro apparizione i primi impianti di potenza, i quali potevano produrre l'energia a prezzi comparativamente inferiori. Nei decenni successivi, le società elettriche hanno continuato a costruire centrali ad accumulo di grande potenza, contribuendo allo sviluppo economico dei cantoni di montagna.

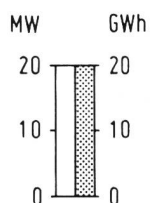
All'epoca, hanno sollevato una certa opposizione solo quei progetti che prevedevano il sacrificio di interi villaggi, destinati a sparire sotto le acque dei laghi artificiali. Tra gli impianti più imponenti costruiti tra le due guerre, figurano l'impianto idroelettrico di La Dixence, nelle alpi vallesane (la prima fase è stata messa in servizio nel 1934; potenza 190000 kW) e la centrale ad acqua fluente di Kembs, sul Reno (1932, 159000 kW). Altri impianti di grande potenza sono entrati in funzione negli anni 60 e 70. La potenza installata è passata dai 650 MW (1 MW = 1000 kW) del 1914 agli attuali 12500 MW. L'epoca della costruzione delle grandi centrali in Svizzera può però considerarsi ormai tramontata. Invece, come dimostra lo studio dell'Ufficio federale, nel settore delle piccole centrali le possibilità di sfruttamento non sono ancora completamente esaurite.

Le piccole centrali idriche al vaglio

Il concetto di «piccola centrale idrica» non è chiaramente definito. Gli autori dello studio propongono una classificazione in 6 categorie di potenza, da Ia (300 kW al massimo) fino a IIb (5001–10000 kW). Grazie ad una inchiesta di vaste proporzioni, l'Ufficio federale dell'economia delle acque ha stabilito un inventario delle piccole centrali idrauliche attualmente in esercizio in Svizzera, riuscendo così ad ottenere una visione più chiara della complessa situazione che regna in questo settore. Le centrali di potenza compresa tra 301 e 10000 kW, quasi 300, forniscono oggi il 9% circa dell'energia prodotta in Svizzera. Le piccolissime centrali, cioè



Etat au 1er janvier 1985



Légende:

Production moyenne annuelle escomptée
Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs

Figure 15. Les petits aménagements hydro-électriques suisses jusqu'à 300kW de puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs; par cantons.

Tableau 11, à droite. Les petits aménagements hydro-électriques suisses jusqu'à 300kW de puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs; par cantons.

Etat au 1er janvier 1985

Canton	Nombre d'aménagements	Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs		Production moyenne annuelle escomptée	
		MW * 1000kW	%	GWh - Mio kWh	%
Zurich	ZH	42	4.5	12.6	6.6
Berne	BE	161	6.3	30.3	15.9
Lucerne	LU	25	1.6	8.0	4.2
Uri	UR	13	0.3	2.0	1.1
Schwyz	SZ	15	1.6	6.7	3.5
Unterwald (le Haut)	OW	12	0.6	3.3	1.7
Unterwald (le Bas)	NW	6	0.8	4.1	2.2
Glaris	GL	38	4.0	21.9	11.5
Zoug	ZG	8	1.2	5.8	3.0
Fribourg	FR	29	0.7	3.2	1.7
Soleure	SO	5	0.5	3.6	1.9
Bâle-Ville	BS	1	0.2	0.9	0.5
Bâle-Campagne	BL	1	0.1	0.1	0.1
Schaffhouse	SH	1	0.1	0.5	0.3
Appenzell Rh.E.	AR	7	0.5	2.6	1.4
Appenzell Rh.I.	IR	—	—	—	—
Saint-Gall	SG	29	3.1	10.7	5.6
Grisons	GR	55	3.0	18.0	9.5
Argovie	AG	33	1.9	9.1	4.8
Thurgovie	TG	19	1.7	8.8	4.6
Tessin	TI	9	0.1	0.7	0.4
Vaud	VD	27	1.3	5.9	3.1
Valais	VS	17	1.4	6.8	3.6
Neuchâtel	NE	7	0.5	2.1	1.1
Genève	GE	3	0.4	1.8	0.9
Jura	JU	7	1.0	4.5	2.4
Suisse	CH	570	37.4	174.0	91.6

Extrait des analyses statistiques des petites usines hydro-électriques en Suisse

Données de la communication no 2 de l'Office fédéral de l'économie des eaux: «Petits aménagements hydro-électriques en Suisse» qui paraîtra fin 1987.

Tableau 12, en bas. Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs des petits aménagements hydro-électriques jusqu'à 300kW; selon recensement.

Etat au 1er janvier 1985

Tranche de puissance (puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs)	Nombre d'aménagements	Puissance maximale disponible aux bornes des alternateurs		Puissance maximale moyenne disponible aux bornes des alternateurs
		MW	%	kW
0 - 50 kW	354	6.2	17	17.5
51 - 100 kW	82	6.4	17	78.0
101 - 150 kW	47	5.9	16	125.5
151 - 200 kW	42	7.6	20	181.0
201 - 250 kW	27	6.1	16	225.9
251 - 300 kW	18	5.2	14	288.9
Total	570	37.4	100	65.6

non recensés *	CH	~130	4.6	16.0	8.4
Total général	CH	~700	42.0	190.0	100.0

* Estimation

Les petits aménagements hydro-électriques

La notion de «petit aménagement hydro-électrique» n'est pas définie avec exactitude. Les auteurs de l'étude proposent une différenciation en six catégories de puissance, allant de Ia (au maximum 300 kW) à IIIb (5001-10000 kW). Dans une enquête étendue, l'Office fédéral de l'économie des eaux a effectué un inventaire des petits aménagements hydrauliques en exploitation dans notre pays, apportant ainsi un peu de clarté dans l'imbroglio des petits ouvrages. L'ensemble des aménagements allant de 301 à 10000 kW de puissance, un peu moins de 300, fournissent environ neuf pour cent de l'électricité d'origine hydraulique produite dans notre pays. Quant aux quelque 700 très petits aménagements dont la puissance culmine à 300 kW, leur production est peu considérable puisque sa part ne constitue que 0,6 pour cent de la production totale.

L'office fédéral a adressé un questionnaire détaillé à tous les exploitants de petits aménagements hydrauliques, ce qui lui a permis de faire un inventaire assez complet des types de turbines, des installations électriques, des systèmes de commande, de l'âge des aménagements, etc. (voir figures 2 et 3). Les questions posées concernaient également les renouvellements et les agrandissements effectués ou projetés. Une tendance nette se dessine: le nombre des petits aménagements hydro-électriques des tranches supérieures de puissance augmente tandis que parmi les aménagements de très faible puissance on continue à constater des mises hors service pour des raisons de rentabilité. De même, les petits aménagements hydro-électriques des tranches supérieures de puissance sont toujours plus nombreux à être modernisés et agrandis.

Lorsque le prix de l'électricité est bas, les petits aménagements sont défavorisés

Comparé aux autres agents énergétiques et à l'indice des prix à la consommation, le courant électrique a peu renchéri au cours des quinze dernières années. En 1984, le consommateur suisse payait en moyenne 13,2 centimes le kilowatt-heure. Cette électricité était produite pour une bonne part d'anciens aménagements hydro-électriques. Une étude réalisée en 1983 estimait que les coûts de production devaient osciller entre 7 et 13 centimes le kW pour de nouveaux aménagements au fil de l'eau et entre 11 et 17 centimes pour de nouveaux aménagements à accumulation. Les tarifs appliqués actuellement ne couvrent donc souvent pas les coûts de production des nouveaux aménagements. La consommation électrique croît d'année en année et les projets de grands aménagements hydro-électriques et de centrales nucléaires rencontrent des résistances toujours plus vives. Quant aux centrales thermiques classiques, elles apparaissent elles aussi comme de plus en plus indésirables. Dans ce contexte, les petits aménagements hydro-électriques suscitent un nouvel intérêt du fait qu'ils peuvent contribuer, sur un plan local ou régional, à l'approvisionnement électrique. Au plan national, et davantage encore au niveau du réseau interconnecté européen, leur contribution est et demeurera par contre modeste. L'approvisionnement électrique est en Suisse extrêmement hétérogène; en effet, quelque 1200 centrales participent à la

Figure 2. Année de construction des turbines en exploitation dans les petits aménagements hydro-électriques jusqu'à 300 kW; selon recensement.

Figura 2. Anno di costruzione delle turbine in funzione nelle centrali idroelettriche esaminate, di potenza fino a 300 kW.

quelle di potenza non superiore a 300 kW, possono essere in pratica trascurate: esse forniscono infatti solo lo 0,6 % dell'intera produzione.

L'Ufficio ha spedito a tutti gli esercenti di piccole centrali idriche un questionario molto dettagliato; è stato così possibile raccogliere informazioni sui tipi di turbine, gli impianti elettrici e di regolazione, anno di costruzione, ecc. (ved. figure 2 e 3). L'inchiesta abbraccia anche gli ammodernamenti e gli ampliamenti già realizzati o allo stato di progetto. L'inchiesta ha messo in luce una tendenza molto netta: mentre aumenta il numero delle centrali la cui potenza è situata verso il limite superiore, le centrali più piccole tendono a scomparire per motivi di redditività. Un numero sempre più elevato di centrali delle categorie superiori viene modernizzato e potenziato.

Il basso prezzo dell'elettricità sfavorisce le piccole centrali

Se comparato agli altri agenti energetici ed all'evoluzione dei prezzi al consumo, il rincaro dell'energia elettrica è stato negli ultimi anni assai contenuto. Nel 1984, l'utente svizzero ha pagato, in media, 13,2 centesimi per ogni kWh consumato. Questa energia proviene in massima parte dalle vecchie centrali elettriche. Uno studio eseguito nel 1983 giungeva alla conclusione che i costi di produzione per ogni kWh ottenuto da una centrale ad acqua fluente di nuova costruzione si situavano tra 7 et 13 centesimi; per le centrali a serbatoio, pure di nuova costruzione, lo stesso costo era compreso tra 11 e 17 centesimi. Le tariffe oggi in vigore sono perciò insufficienti a coprire i costi delle nuove costruzioni.

Il consumo di energia elettrica cresce anno per anno, mentre la costruzione di impianti idroelettrici di grande potenza e delle centrali nucleari incontra una resistenza sempre più viva. Anche le centrali a carbone e ad olio combustibile non sono ben viste. In questa situazione, diventano sempre più interessanti le piccole centrali idroelettriche: esse possono infatti apportare un certo contributo all'approvvigionamento di energia elettrica a livello locale e regionale. Le piccole centrali assumono però un ruolo limitato nella fitta rete svizzera di distribuzione; questo ruolo è ancora più modesto all'interno del sistema di interconnessione europea.

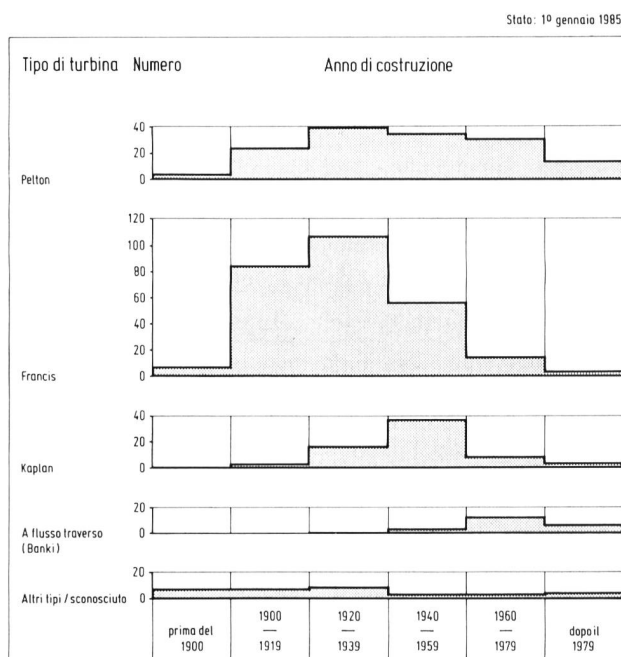


Figure 3. Année de mise en service des petits aménagements hydro-électriques jusqu'à 300 kW; selon recensement.

production et à la distribution de l'électricité, ceci aux conditions les plus diverses. L'économie électrique, dont la tâche est de pourvoir à nos besoins, se trouve pour trois quarts en mains des pouvoirs publics. De par leur nature, les petits aménagements hydro-électriques jouent un rôle secondaire puisqu'ils ne peuvent que rarement garantir la mise à disposition d'une certaine quantité d'électricité utilisable en fonction des besoins. Comme ils ne disposent généralement pas de bassins d'accumulation, souvent ils livrent leurs excédents de production au réseau durant des périodes de faible consommation. En revanche, leur offre est souvent faible lorsque la demande est forte (par exemple en hiver). De plus, les petits aménagements sont raccordés au réseau public de distribution au financement duquel ils n'ont pas participé. Ce sont là quelques-unes des raisons qui font que les prix versés par les grandes compagnies d'électricité aux propriétaires de petits aménagements sont généralement plutôt bas.

Une limite économique: le coût de construction ne devrait pas excéder 10000 francs par kilowatt

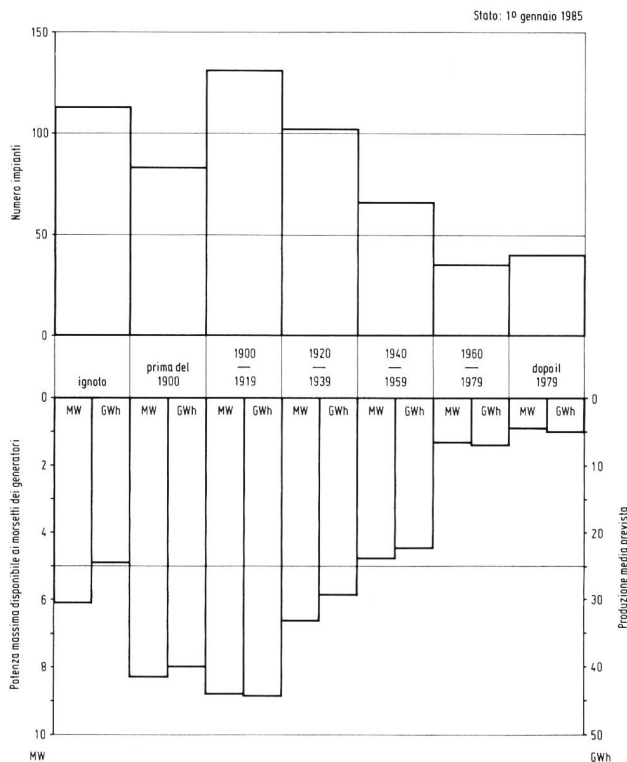
Une bonne partie des petits aménagements hydro-électriques sont des aménagements au fil de l'eau qui, comme les anciennes roues à eau, utilisent l'énergie des cours d'eau. Souvent, ces ouvrages sont érigés sur des canaux.

Les aménagements au fil de l'eau fournissent une quantité d'énergie qui dépend du débit momentané. Par opposition, les aménagements à accumulation disposent d'une retenue et peuvent dans une large mesure produire de l'énergie en fonction de la demande. Certes, il serait peu rentable, dans la plupart des cas, de doter un petit aménagement hydro-électrique d'un grand bassin d'accumulation.

«La valeur limite des investissements pouvant être consacrés à un petit aménagement hydro-électrique de telle manière que celui-ci soit encore rentable est actuellement de quelque 10000 francs par kilowatt de puissance installée. Sur la base des amortissements à long terme habituels cette valeur limite correspond à un coût de production d'au moins 13 ct./kWh d'électricité», peut-on lire dans l'étude de l'Office fédéral de l'économie des eaux. La construction de nouveaux petits aménagements hydro-électriques se révèle souvent relativement coûteuse. Les projets intéressants sont ceux dont la réalisation peut se faire parallèlement à des corrections de cours d'eau par exemple; mais une telle situation se présente rarement. L'industrie dispose d'un large éventail de turbines et d'installations électriques destinées aux petits aménagements. Les dispositifs techniques doivent être aussi fiables que possible de manière à ne pas perturber la production des petits aménagements hydro-électriques et diminuer ainsi leur rentabilité. Ces derniers peuvent être automatisés grâce à des systèmes de régulation centralisée. Pour des motifs économiques, les frais de personnel doivent être pratiquement négligeables.

Dès 1990, l'augmentation du maximum des redevances hydrauliques décidée par le Parlement fédéral sera applicable dans son ensemble. Elle correspond à une charge moyenne de 0,8 centime par kilowatt-heure. Cette taxe doit donc également être prise en compte dans le calcul de rentabilité. Les aménagements destinés à couvrir les besoins propres de l'exploitant autorisent des coûts spécifiques plus élevés que ceux des installations qui livrent leur production presque exclusivement au réseau public. Les aménagements hydro-électriques sont des investissements à long terme; il

Figura 3. Anno d'entrata in servizio delle piccole centrali idroelettriche esaminate, di potenza fino a 300 kW.



L'approvvigionamento di energia elettrica in Svizzera presenta una struttura molto eterogenea: circa 1200 società elettriche partecipano, sotto le forme più diverse, alla produzione ed alla distribuzione dell'energia. L'economia elettrica si trova, per il 75%, nelle mani dei poteri pubblici; essa è tenuta a soddisfare la domanda di energia. Le piccole centrali assumono, in questo contesto, un ruolo secondario, in quanto possono solo in rari casi garantire la fornitura di determinate quantità di energia in funzione dei bisogni. Siccome le piccole centrali non dispongono, in genere, di serbatoi di accumulo, esse riversano nella rete l'energia in sovrappiù proprio quando la richiesta è bassa. La loro offerta è, al contrario, minima quando la domanda è più forte (in inverno, ad esempio). A ciò bisogna aggiungere che le piccole centrali sono allacciate a reti di distribuzione alla cui costruzione esse non hanno contribuito finanziariamente. Questi sono alcuni dei motivi che spiegano il limitato prezzo versato dalle grandi società elettriche ai loro partner meno importanti.

Valore economico limite: costi di costruzione non superiori a fr. 10000 per ogni kW di potenza installata

Le piccole centrali sono in gran parte centrali ad acqua fluente le quali utilizzano, come le antiche ruote idrauliche, l'energia dei corsi d'acqua. Esse si incontrano spesso lungo i canali. L'energia che questo tipo di impianto può fornire dipende da quella che il corso d'acqua possiede ad un determinato istante. Le centrali a serbatoio dispongono invece di un bacino di accumulo e possono perciò adattare, entro larghi limiti, la loro produzione alla domanda. I bacini d'accumulo di grande capacità sono nella maggior parte dei casi poco interessanti, in termini economici, per le piccole centrali.

«Il valore limite dei costi per il quale l'impianto è ancora economicamente interessante si situa, attualmente, intorno a fr. 10000 per ogni kW di potenza installata. Assumendo gli

convient donc de prendre également en considération l'évolution future du prix de l'énergie. Comme le montre l'expérience, les jugements portés sur les aménagements sont généralement plus favorables après quelques années qu'au moment de leur réalisation.

Des transformations permettent une meilleure utilisation du potentiel énergétique

L'étude du bassin repère situé dans le sud du canton de Glaris, traité parallèlement au bassin du Toggenbourg supérieur, montre qu'il est possible d'y tripler la production hydro-électrique, bien que les cours d'eau soient déjà utilisés plusieurs fois. Certes, les dépenses nécessaires seraient importantes: quatorze aménagements devraient être transformés et modernisés, six seraient à construire. On n'ira cependant pas aussi loin, dans le canton de Glaris comme d'ailleurs dans d'autres régions de notre pays. Dans cette Suisse devenue exiguë, les intérêts économiques les plus divers buttent contre d'autres intérêts, non purement techniques. Les milieux de la protection de l'environnement et de la protection des eaux défendent leurs intérêts; ceux de la protection des sites et de l'aménagement du territoire posent des limites à l'utilisation. D'un côté, il y a les forces hydrauliques, une énergie indigène, indéniablement la plus propre et constamment renouvelable; de l'autre se manifestent les intérêts justifiés de la protection de notre environnement naturel. Le fait d'en tenir compte et d'adopter une attitude propre à susciter la collaboration de toutes les parties permet, aujourd'hui aussi, de trouver des solutions satisfaisantes. La question du débit résiduel reste cependant toujours un objet de litige décisif, précisément dans le cas des petits aménagements hydro-électriques. Dans son article 24bis, la Constitution fédérale donne au législateur la compétence d'édicter des dispositions visant à assurer des débits minimaux convenables. Actuellement, on est en train de réviser la loi fédérale sur la protection des eaux. Cette révision devrait permettre de régler cette question brûlante. Comme le montre l'exemple glaronais (il constitue un modèle pour d'autres régions de la Suisse présentant des conditions analogues), de petits aménagements hydro-électriques existants laissent inutilisés des potentiels encore considérables, car beaucoup fonctionnent aujourd'hui dans les mêmes conditions qu'il y a plusieurs décennies. Toute une gamme d'améliorations est offerte. Les possibilités vont du remplacement intégral d'un aménagement existant à la réactivation d'aménagements mis hors service – ils sont nombreux en Suisse – en passant par la transformation (modernisation, automatisation, renouvellement d'équipements désuets, agrandissements).

De précieux conseils à l'intention du projeteur d'aménagements

L'étude de l'Office fédéral de l'économie des eaux décrit la procédure à suivre lors de l'élaboration et l'exécution du projet de transformation ou de construction de petits aménagements hydro-électriques. Une liste détaillée des points importants à considérer contribue à éviter des surprises désagréables. Il s'agit tout d'abord de recueillir des données de base. «Des recherches minutieuses et détaillées porteront leurs fruits plus tard», constatent les auteurs. Pour donner une idée des coûts, on prend comme exemple un nouvel aménagement de 1000 kW de puissance dont le coût de premier établissement est estimé à 4 millions de francs. Les honoraires pour l'établissement de l'avant-projet se montent à environ 30000 francs et on compte environ

habituels temps d'ammortissement, a questo valore limite corrispondono costi di produzione di almeno 13 centesimi/kWh.» A queste conclusioni giunge lo studio dell'Ufficio federale dell'economia delle acque. La costruzione di nuove centrali di potenza limitata si rivela spesso comparativamente costosa. Questo tipo di costruzione diventa interessante, ad esempio, se realizzabile contemporaneamente ai lavori di arginatura di corsi d'acqua. Queste occasioni si presentano piuttosto raramente. L'industria offre una vasta gamma di turbine e di impianti elettrici adatti alle piccole centrali. Affinchè questo tipo di impianto sia economicamente redditizio, le apparecchiature tecniche debbono essere in grado di lavorare, in larga misura, senza che si verifichino guasti. Impianti di regolazione ad alta affidabilità, raggruppati in una unità centralizzata, permettono l'esercizio automatico. Per motivi economici, i costi di personale adibiti all'esercizio delle piccole centrali debbono essere comparativamente di entità trascurabile.

L'aumento dei canoni d'acqua, approvato dal Parlamento, diverrà pienamente effettivo a partire dal 1990; ciò significa che ogni kWh sarà gravato, in media, di 0,8 centesimi supplementari. Anche di questa prestazione si dovrà tener conto nel calcolo della redditività.

In genere, le centrali destinate a produrre energia per coprire il proprio fabbisogno possono sopportare costi specifici più alti rispetto a quelle che alimentano quasi esclusivamente la rete pubblica di distribuzione. Siccome gli impianti idrici rappresentano investimenti a lungo termine, occorre prendere in considerazione, per una esatta valutazione degli stessi, l'evoluzione futura del prezzo dell'energia. Come l'esperienza ha dimostrato, numerosi impianti sono stati più tardi rivalutati rispetto al giudizio emesso al momento della loro costruzione.

Il potenziale recuperabile con la ristrutturazione degli impianti

Nella regione in questione, cioè la parte meridionale del glaronese, considerata nello studio insieme all'alto Toggenburgo, è possibile triplicare la produzione di energia elettrica anche se, già attualmente, i corsi d'acqua sono sfruttati a più riprese. Gli investimenti necessari sarebbero tuttavia assai importanti: ristrutturazione di 14 impianti esistenti e costruzione di 6 nuove centrali. Non sarà tuttavia possibile spingere le cose così a fondo, nè nel glaronese, nè in qualsiasi altra regione del nostro paese. In una Svizzera che diventa sempre più ristretta, gli interessi più diversi, sia economici che idealistici, sono destinati a scontrarsi. La protezione dell'ambiente e quella delle acque fanno sentire la loro voce; altri limiti allo sfruttamento vengono posti dagli enti interessati alla pianificazione del territorio ed al mantenimento dei terreni agricoli. Da un lato abbiamo la forza idrica quale energia indigena, non inquinante, rinnovabile; dall'altro lato ci sono le comprensibili esigenze di coloro che intendono proteggere il nostro spazio naturale. Comprensione e rispetto reciproco possono ancora oggi portare a soluzioni accettabili. Un elemento non trascurabile di conflitto è costituito dal problema dei deflussi minimi. L'articolo 24bis della Costituzione federale fornisce la competenza di emanare disposizioni legislative per garantire deflussi minimi appropriati. È attualmente in atto la revisione della legge federale sulla protezione delle acque, la quale dovrebbe chiarire questo punto così controverso.

Come mostra l'esempio glaronese (lo stesso vale per le altre regioni del paese con caratteristiche analoghe), il potenziale delle piccole centrali esistenti può essere considerevolmente aumentato, anche perchè le condizioni d'esercizio sono rimaste immutate da decenni. Le possibilità di miglio-

130000 francs pour le projet de construction et les appels d'offres. Enfin, un projet d'exécution de cet ordre de grandeur est devisé à quelque 300000 francs, direction des travaux comprise.

Les bases juridiques de l'utilisation des forces hydrauliques sont compliquées en Suisse. Il faut tout d'abord faire la distinction entre les cours d'eau privés et publics. Les premiers, assez rares, sont régis par les règles sur la propriété privée. Cependant, ils ne peuvent, eux aussi, être utilisés qu'avec l'autorisation du canton. En outre, la Confédération examine chaque projet afin de s'assurer que les forces hydrauliques sont utilisées de manière rationnelle.

La condition préalable à la réalisation d'un projet utilisant des cours d'eau publics est, généralement, l'acquisition d'une concession valable. Dans un premier temps, la communauté concédante établit si des intérêts publics majeurs s'opposent à l'octroi de la concession et effectue une étude de l'impact sur l'environnement, dans la mesure où la loi le prescrit. Les oppositions faites par des tiers peuvent faire échouer un projet. La procédure de concession proprement dite fait intervenir les services spécialisés du canton et de la Confédération; c'est cependant le droit cantonal qui est déterminant. Les concessions de forces hydrauliques peuvent être octroyées pour une durée maximale de 80 ans; lorsqu'elles arrivent à expiration, et sauf décisions contraires, les ouvrages font «retour», à des conditions fixées, aux détenteurs de la souveraineté sur les cours d'eau touchés. On définit comme retour, le droit qu'a une communauté d'entrer en possession d'un ouvrage lorsque la concession prend fin. Un droit de rachat s'il est ancré dans la concession, lui permet en outre de mettre fin prématurément à la concession si cela se révèle nécessaire. D'autre part, il est possible de moderniser un aménagement pendant la durée de la concession. Pour un nombre toujours plus élevé d'aménagements hydro-électriques de notre pays, les concessions vont arriver à échéance, ce qui met les propriétaires dans l'obligation de moderniser les installations, d'en arrêter l'exploitation ou éventuellement de les vendre aux communautés concernées.

Une fois la concession octroyée, il est possible d'entreprendre l'élaboration du projet de construction et d'ouvrir la procédure d'autorisation de construire. Lorsque cette dernière est obtenue, le projet est mis en soumission. Dès que les oppositions éventuelles sont réglées, la décision de construire peut être prise. Les mandats sont alors adjugés et les contrats de livraison et d'entreprise conclus. Lorsque les travaux de construction sont achevés, l'aménagement doit être testé. Les éventuels défauts doivent être éliminés avant l'expiration de la garantie; enfin, l'aménagement est définitivement réceptionné.

Etude de potentiel

Les études de potentiel sont un moyen approprié pour déterminer, par région, les sites pouvant encore accueillir de nouveaux aménagements hydro-électriques ou ceux des aménagements pouvant être transformés. En plusieurs étapes, on calcule la puissance utilisable et le potentiel énergétique et on les reporte graphiquement sur la carte sous la forme de bandes dont la largeur est proportionnelle à la valeur de ses paramètres. La surface des bandes posées sur les divers tronçons de cours d'eau est une mesure de la puissance utilisable naturelle moyenne et renseigne sur le potentiel énergétique. Les études de potentiel donnent assez tôt aux autorités la possibilité d'examiner les projets de concession dans leur cadre général.

Sur mandat de l'Office fédéral de l'économie des eaux, un

rament sont multiples. Elles vont de la substitution complète des installations, à la restructuration partielle (amodernamento, automatization, substitution de parties techniquement dépassées, extension), jusqu'à la réactivation de nombreuses centrales non plus utilisées depuis.

Prontuario utilissimo ai progettisti di centrali

Lo studio dell'Ufficio federale dell'economia delle acque illustra i diversi stadi della progettazione per il rinnovo o la costruzione di piccole centrali. Un elenco dettagliato degli aspetti da esaminare aiuta ad evitare sorprese sgradevoli. Il primo, importante passo è la preparazione accurata della documentazione di base. «Ricerche approfondite ed accurate si rivelano più tardi preziose» affermano gli autori dello studio. Al fine di dare una prima, approssimativa idea dei costi, viene fatto l'esame, a titolo di esempio, della costruzione di un impianto da 1000 kW. Nel quadro di una centrale preventivata a 4 milioni, l'onorario per la progettazione di massima ammonta a 30000 franchi circa, mentre quello per il progetto definitivo con appalto può essere valutato a 130000 franchi. Il progetto d'esecuzione, compresa la direzione dei lavori, incide sui costi per circa 300000 franchi. Le basi legali che regolano lo sfruttamento delle acque sono complesse. Occorre in primo luogo distinguere tra acque pubbliche e acque private. Queste ultime, piuttosto rare, sono sottoposte all'ordinamento sulla proprietà privata. Anche queste acque, però, possono essere utilizzate solo con autorizzazione cantonale. La Confederazione esamina inoltre ogni singolo progetto sotto l'aspetto dello sfruttamento razionale.

Di regola, il possesso di una concessione costituisce la premessa indispensabile per la realizzazione di un progetto di centrale su un corso d'acqua pubblico. La comunità esamina, in un primo stadio, se interessi pubblici importanti si oppongono al rilascio di una concessione e controlla il progetto, qualora previsto dalla legge, in termini di impatto ambientale. L'eventuale opposizione di terzi può mandare a monte il progetto. Nella vera e propria procedura di concessione sono coinvolte anche le autorità cantonali e federali competenti; determinante è però il diritto cantonale. Le concessioni in materia di sfruttamento delle acque possono avere una durata massima di 80 anni. Allo scadere della concessione fa seguito qualora non vengano prese altre decisioni, la «riversione» dell'impianto, a condizioni espressamente definite, all'autorità che gode della sovranità sulle acque. Per riversione si intende il diritto della comunità di venire in possesso dell'opera al termine della concessione. Un diritto di riscatto, contemplato nella concessione, permette in caso di necessità di anticipare la scadenza della stessa. È inoltre possibile procedere all'ammodernamento dell'impianto durante il periodo di validità della concessione. Molte centrali arrivano attualmente al termine della concessione: ciò obbliga il proprietario a modernizzare l'impianto, ad arrestare l'esercizio dello stesso oppure a rivenderlo alla comunità.

Una volta in possesso della concessione, si può iniziare l'elaborazione del progetto e avviare la procedura per ottenere il permesso di costruzione. Ottenuto quest'ultimo, il progetto verrà messo in appalto. La decisione di costruzione viene presa dopo che saranno state risolte le eventuali opposizioni. A questo punto segue la delibera dei lavori e la conclusione dei contratti di fornitura e d'opera. Terminati i lavori, l'impianto sarà messo in esercizio per un periodo di prova. Gli eventuali difetti saranno eliminati prima dello scadere del periodo di garanzia. Solo allora si procederà al collaudo definitivo.

bureau d'ingénieurs a réalisé une étude de potentiel en prenant pour exemple le Toggenbourg supérieur. Les spécialistes ont découpé les cours d'eau de ce bassin repère en quelque soixante-dix tronçons afin d'en déduire quelles sont les forces hydrauliques que peuvent utiliser de petits aménagements. La puissance utilisable moyenne spécifique des affluents pratiquement inutilisés actuellement est techniquement équipable lorsqu'elle atteint environ 0,3 kW par mètre courant de cours d'eau.

Il découle que l'on pourrait envisager la construction de toute une série de nouveaux petits aménagements. Mais seul l'avenir dira combien d'entre eux verront réellement le jour. Une étude d'avant-projets a donné une production énergétique théorique de 83 millions de kWh, soit neuf fois plus que la production actuelle! Le potentiel théorique se situe cependant nettement plus haut que le potentiel économiquement équipable. Si l'on se base sur ce dernier, on obtient une production équivalant à quatre fois et demie la production actuelle. La protection de la nature et des sites, l'économie forestière ainsi que d'autres intérêts restreignent encore l'ampleur des réalisations possibles.

Conclusion

En se fondant sur deux bassins repères, l'étude de l'Office fédéral de l'économie des eaux montre quelles sont les possibilités de transformer ou de construire de petits aménagements. En les modernisant et en les agrandissant, il est possible d'augmenter le potentiel des aménagements existants. Les petits aménagements hydro-électriques rendent des services importants du point de vue de l'approvisionnement énergétique local et régional. Ceux qui livrent au réseau public leur énergie excédentaire reçoivent souvent en contrepartie un prix modeste, en comparaison de ce que paie le consommateur final. Ce n'est pourtant là qu'une des raisons qui font que les petits aménagements ne sont modernisés et agrandis qu'après bien des hésitations.

Lors de la planification de nouveaux aménagements, il convient de mettre en balance tous les intérêts, en particulier aussi ceux de la pêche et de la protection de la nature et du paysage. Aujourd'hui, les moyens techniques sont si divers et si perfectionnés qu'il existe encore des solutions satisfaisantes, tenant compte de tous les points de vue, qui permettent d'utiliser cette technologie propre et bien connue. Pour cela, il est nécessaire d'instaurer une coopération bienveillante entre les promoteurs de l'aménagement, les grandes entreprises électriques qui achètent le courant excédentaire et les autres milieux intéressés.

Tout kilowatt-heure qui ne peut pas être produit à partir des forces hydrauliques augmente les besoins en électricité d'autre provenance. Aujourd'hui, l'alternative à l'hydro-électricité est surtout le courant d'origine thermique, dont la production est nettement plus polluante. L'approvisionnement énergétique de notre pays repose par ailleurs en majeure partie sur des matières importées, ce qui met en évidence l'importance des ressources énergétiques indigènes. Cela vaut aussi, et de plus en plus, pour l'utilisation des forces hydrauliques par de petits aménagements hydro-électriques.

Studio del potenziale

Gli studi del potenziale sono un mezzo assai efficace per poter definire, all'interno di ogni singola regione, le diverse possibilità di costruire nuovi impianti idrici oppure di ristrutturare quelli esistenti. Procedendo per tappe successive, si possono calcolare le riserve di potenza e di energia e rappresentarle graficamente sulla carta sotto forma di fasce di ampiezza corrispondente. Per ogni singola zona, la superficie delle fasce fornisce l'entità della riserva naturale media della potenza a disposizione e, quindi, anche il potenziale energetico. Gli studi del potenziale offrono alle autorità la possibilità di esaminare le domande di concessione alla luce di una conoscenza globale della situazione.

Sull'esempio dell'alto Toggenburgo, un ufficio di ingegneria ha elaborato, per incarico dell'Ufficio federale dell'economia delle acque, uno studio di potenziale. Gli esperti hanno suddiviso i corsi d'acqua che percorrono la regione in esame in circa 70 tratte; su questa base hanno valutato la forza idrica utilizzabile tramite piccole centrali. Il potenziale specifico medio dei corsi d'acqua secondari, oggi ancora quasi inutilizzati, è dell'ordine di 0,3 kW per metro di lunghezza, quindi sensibilmente elevato. Si possono pensare tante piccole centrali disseminate lungo questi corsi d'acqua. Solo il futuro potrà dire quanti di questi impianti potranno essere realizzati. Uno studio preliminare è giunto a calcolare una capacità energetica teorica pari a 83 milioni di kWh, valore nove volte superiore all'energia ricavata attualmente! Il potenziale teorico è però molto più alto del potenziale idoneo ad uno sfruttamento economico. Quest'ultimo resta tuttavia sempre alto: quattro volte superiore alla produzione attuale. Le possibilità reali di sfruttamento vengono inoltre ridotte dalla salvaguardia di un certo numero di interessi: protezione della natura e del paesaggio, economia forestale ed altri.

Compendio

Lo studio dell'Ufficio federale dell'economia delle acque mostra, sull'esempio di due regioni campione, le diverse possibilità offerte dalla costruzione e dalla ristrutturazione delle piccole centrali. Il potenziale degli impianti esistenti può essere notevolmente accresciuto procedendo al loro ammodernamento ed ampliamento. Le piccole centrali idroelettriche svolgono un ruolo non trascurabile a livello di approvvigionamento locale e regionale. Le piccole centrali che riversano nella rete pubblica di distribuzione la loro eccedenza di produzione ottengono, in genere, un prezzo relativamente basso se comparato a quello che paga l'utente finale. Questo è uno dei motivi che spiega la reticenza con cui vengono eseguiti i lavori di ammodernamento e di potenziamento di questi impianti.

Al momento di pianificare un nuovo impianto, occorre soppesare tutti gli interessi in gioco, in particolare quelli della protezione della natura e del paesaggio, e gli interessi della pesca. La tecnica attuale, così ricca e provata, rende senz'altro possibili, ancora oggi, soluzioni soddisfacenti per tutti in grado di utilizzare questa tecnologia non inquinante e facilmente dominabile. Questo presuppone però la cooperazione fattiva dei fautori di questo tipo di impianti, delle società elettriche importanti e degli altri circoli interessati.

Ogni chilowattora non ottenuto per via idroelettrica, deve essere prodotto in altro modo. Quale alternativa esiste soprattutto la produzione termica, molto più inquinante. L'approvvigionamento energetico svizzero si appoggia, in gran parte, sull'importazione di materie prime: questo rende tanto più preziose le sorgenti energetiche indigene. Ciò vale soprattutto per l'utilizzazione dell'energia idraulica tramite le piccole centrali idroelettriche.