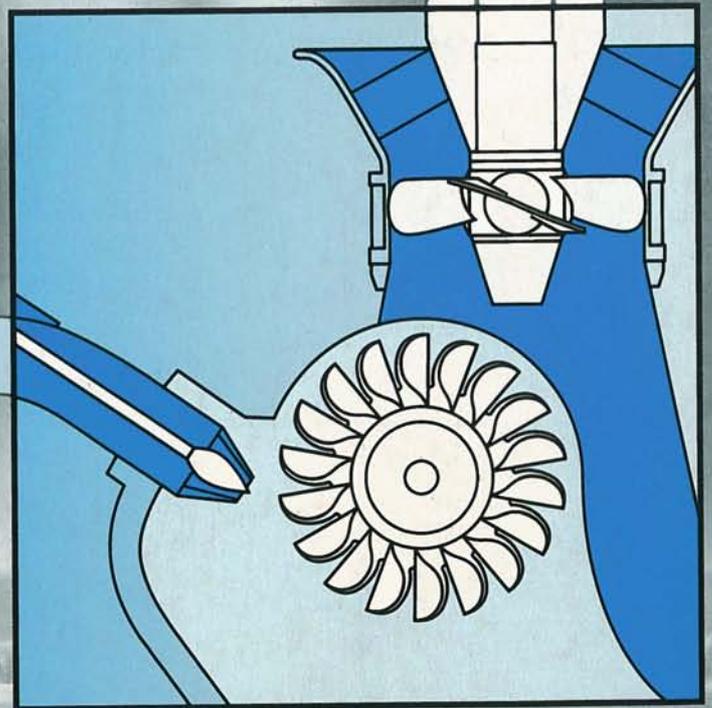


DIANE 10
Petites centrales hydrauliques

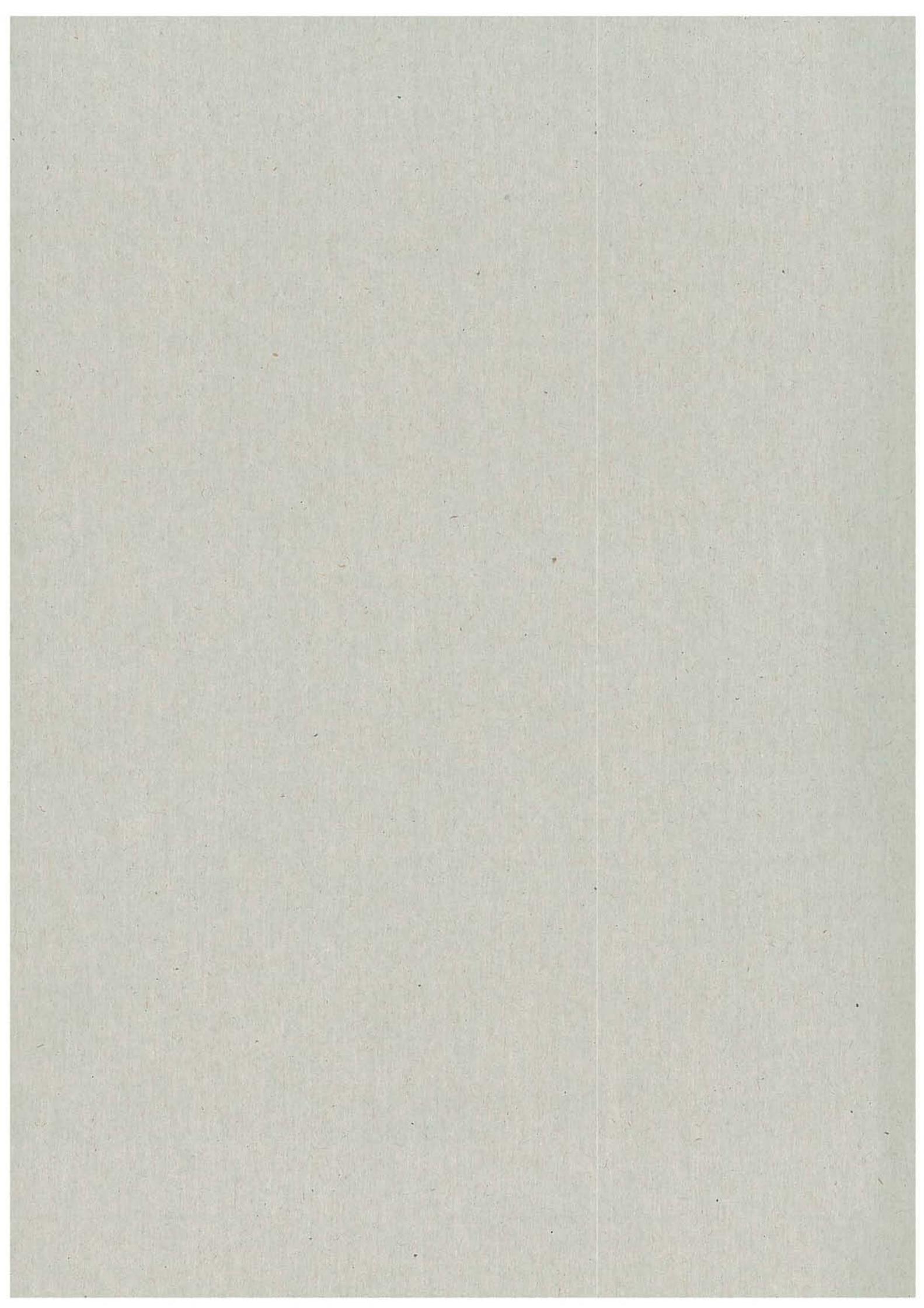
Aperçu général *sur les* *petites centrales* *hydrauliques*

Aspects économiques et écologiques



 **2000**

Le programme Energie 2000: Un partenariat à effet durable.
Préparons l'avenir, avec toute notre énergie.



Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques

Aspects économiques et écologiques

Auteurs:

Louis von Moos, Kiefer & Partners, Zurich

Hanspeter Leutwiler, ITECO ingénieurs SA, Affoltern a.A.

1997 / Numéro de commande OCFIM: 805.634 f

Direction du projet

DIANE Petites centrales hydrauliques

c/o ITECO ingénieurs SA, Case postale, 8910 Affoltern a.A.

Tél. 01-762 18 18 / Fax 01-762 18 15

IMPRESSUM

Editeur: Office fédéral de l'énergie, Berne; avec la collaboration de l'Office fédéral de l'économie des eaux, Bienne; et de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, Berne

Auteurs: Louis von Moos, Kiefer & Partners, Zurich
Hanspeter Leutwiler, ITECO ingénieurs SA, Affoltern a.A.,
chef du projet DIANE Petites centrales hydrauliques

Mandataires: Kiefer & Partners, Zurich

Couverture: F. Hartmann, St-Gall

Copyright: © Office fédéral de l'énergie (OFEN), 3003 Berne

Pour commander: Office central fédéral des imprimés et du matériel, (OCFIM), 3003 Bern
Numéro de commande: 805.634 f (ou d)

SKAT, Centre de coopération suisse pour la technologie et le management, Vadianstrasse 42, 9000 St-Gall

Infoénergie (adresses si-contre)

REMERCIEMENTS

L'abondante illustration de cet ouvrage a été presque entièrement fournie à titre gracieux par la maison ITECO ingénieurs SA à Affoltern a.A.

De leur côté, les personnes et entreprises ci-après ont offert des illustrations isolées (désignées comme telles):

- Elektrizitätswerk Brig-Naters AG (EWBN), Brigue;
- Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Berne;
- M. A. Engel, bureau d'ingénieurs AGRARING Hydrelec SA, Mandach;
- M. Ch. Göldi, Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kt. Zürich (AGW), Zurich;
- M. L. Quadri, S-chanf;
- M. R. Chenal, Laboratoire de Mini-Hydraulique (MHyLab), Montcherand;
- Licht- und Wasserwerk AG Kandersteg (LWK), Kandersteg;
- Provedimaint Electric Val Müstair (PEM), Sta. Maria.

Que tous trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

Il faut mentionner en particulier M. E. Kälin, qui a offert un dessin de sa centrale à Wollerau (dessinateur: M. Schorno).

Ce travail a été fait sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. Les auteurs répondent seuls de son contenu et des conclusions.

INFORMATION ET CONSEILS

Par l'intermédiaire d'Infoénergie, DIANE offre des informations, de la documentation et des conseils succincts au sujet des petits aménagements hydro-électriques, organise des visites sur place avec analyse sommaire et sert d'intermédiaire pour des conférences:

Raymond Chenal
Fondation MHyLab, 1354 Montcherand
Tel. und Fax 024 - 441 36 54

InfoEnergie Ostschweiz
c/o Nova Energie GmbH
FAT, 8356 Tänikon bei Aadorf
Tel. 052 - 368 34 85, Fax 052 - 368 34 89

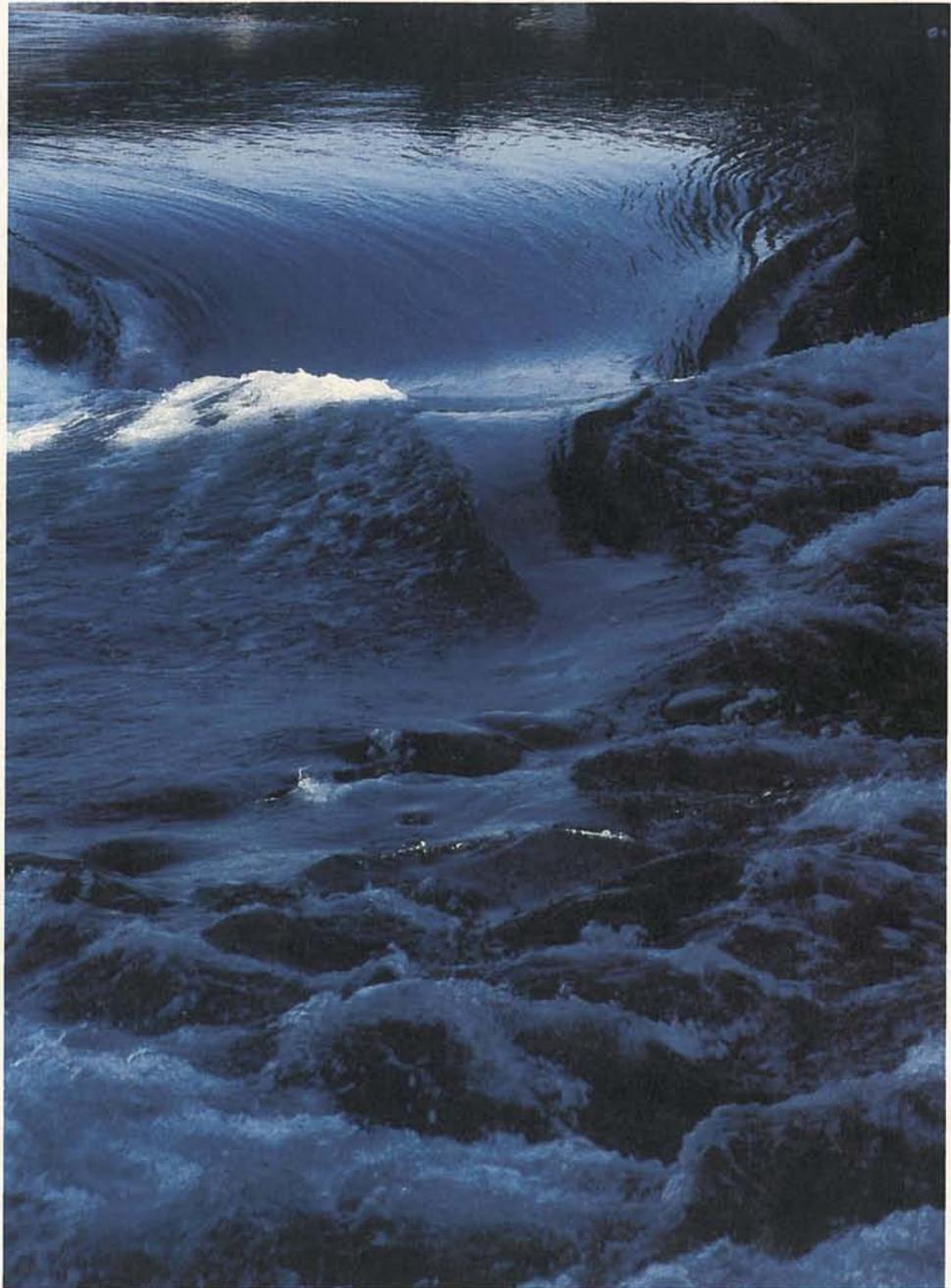
InfoEnergie Nordwestschweiz
c/o Nova Energie GmbH
Schachenallee 29, 5000 Aarau
Tel. 062 - 834 03 03, Fax 062 - 834 03 23

InfoEnergia Ticino, Centrale di consulenza
sezione protezione aria e acqua, 6500 Bellinzona
Tel. 091 - 804 37 55/53, Fax 091 - 804 37 36

MESURES D'ENCOURAGEMENT POUR PETITS AMÉNAGEMENTS HYDROÉLECTRIQUES

Pour s'informer sur l'état actuel des subventions, sur le projet DIANE Petits aménagements hydrauliques et sur d'autres mesures promotionnelles indirects dépendant de l'Office fédéral de l'énergie, contacter:

jusqu'en décembre 1997: la direction du projet DIANE Petites centrales hydrauliques
dès janvier 1998: la direction du projet Petits aménagements hydrauliques
c/o ITECO ingénieurs SA
Case postal, 8910 Affoltern a.A.
Tél. 01 - 762 18 18, fax 01 - 762 18 15



Extraits de l'article constitutionnel sur l'énergie (art. 24 octies cst.)

¹ Dans les limites de leurs compétences, la Confédération et les cantons s'emploient à promouvoir un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les exigences de la protection de l'environnement, ainsi qu'une consommation économe et rationnelle de l'énergie.

² La Confédération établit des principes applicables:

- a. à l'utilisation des énergies indigènes et renouvelables;
- b. à la consommation économe et rationnelle de l'énergie.

...

TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE

AVANT-PROPOS

PREMIÈRE PARTIE: ÉNERGIE, ÉCONOMIE ET SOCIÉTÉ	1
Restructuration du parc des aménagements hydro-électriques	1
Utiliser les potentiels en friche des énergies renouvelables	4
Énergie et CO ₂ dans la balance	6
De l'énergie a des prix abordables	8
Soutien diversifié – aide au financement	11
Quel est l'apport des petits aménagements hydro-électriques à l'économie publique?	13
SECONDE PARTIE: PAYSAGE ET ÉCOLOGIE	17
Les petits aménagements hydro-électriques dans le milieu bâti et non bâti	17
Un impératif: l'aménagement des cours d'eau	19
Créer des biotopes reliés entre eux	22
Sauvegarde de la qualité des eaux	25
LISTE DES PUBLICATIONS	28

PRÉAMBULE

Le programme Energie 2000 mené par la Confédération suisse a été l'occasion de réaliser plusieurs projets en faveur de la production d'énergie à partir des ressources renouvelables. Le projet DIANE Petits aménagements hydrauliques, en particulier, a permis d'approfondir les divers aspects de la question.

La présente brochure se veut une approche globale de la question. Elle doit servir à informer et motiver décideurs et promoteurs.

Les petits aménagements hydrauliques tirent l'énergie des cours d'eau – ils se situent donc au carrefour des intérêts des exploitants et des écologistes. Mais ils ne constituent que l'un des maillons d'une longue chaîne de nuisances pour les eaux: aménagements, pollutions, récréation, etc. Il n'en reste pas moins que le recours aux énergies indigènes et renouvelables doit être encouragé, afin de réduire les risques de réchauffement du climat et d'épuisement des ressources non renouvelables.

A cela s'ajoute que les petits aménagements hydrauliques sont synonymes d'emplois, de valeur ajoutée sur plusieurs générations et de développement décentralisé; ils se situent à l'opposé des tendances récentes à préférer l'importation d'électricité à bon marché même si le mode de production heurte la conscience écologique.

Tels sont les défis qu'il s'agit de relever grâce aux compétences et aux technologies modernes.

Hanspeter Leutwiler
Chef du projet DIANE Petites centrales hydrauliques



Pose de la conduite forcée du petit aménagement hydraulique Guggenloch Lütisburg.

AVANT-PROPOS

Aperçu et manuel La présente brochure «Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques» est l'un des deux produits de l'activité du groupe DIANE Petits aménagements hydrauliques, qui a travaillé de 1992 à 1997 sous les auspices de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Le second produit s'intitule «Manuel 1997. Petites centrales hydrauliques». Ce guide pratique de la conception, de la construction et de l'exploitation de petits aménagements hydro-électriques donne également les adresses utiles et les sources. En effet, le présent aperçu ne fournit pas le détail des sources, des lois et des adresses utiles, qui l'auraient alourdi; ces informations se trouvent dans le manuel.

Manuel 1997. Petits centrales hydrauliques

Informations sur la planification, la construction et l'exploitation

Numéro de commande OCFIM: 805.633 f

Tant l'aperçu que le manuel paraissent également en allemand:

Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke

Ökonomische und ökologische Aspekte

Numéro de commande OCFIM: 805.634 d

Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke

Informationen für Planung, Bau und Betrieb.

Numéro de commande OCFIM: 805.633 d

Pour faciliter la lecture L'aperçu passe en revue les différents aspects de l'exploitation d'un petit aménagement, considérés comme les éléments d'un tout. La première partie traite de l'énergie, de l'économie et de la société, tandis que la seconde partie est consacrée au paysage et à l'écologie. Chaque chapitre se termine par un résumé et l'indication d'autres ouvrages sur le sujet. Ces conclusions sont désignées ainsi:

 = résumé

 = autres ouvrages

PREMIÈRE PARTIE: ÉNERGIE, ÉCONOMIE ET SOCIÉTÉ

RESTRUCTURATION DU PARC DES AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES

Lorsque le tissu industriel helvétique s'étoffa, ce furent avant tout les petits aménagements hydro-électriques qui fournirent l'énergie nécessaire à l'industrie et à l'artisanat. Ces petites centrales représentent l'une des multiples manières que nous enseigne l'histoire pour exploiter les eaux à des fins industrielles ou privées: fourniture d'énergie pour l'industrie et l'artisanat; prise d'eau pour les tanneries et les teintureries ainsi que pour l'irrigation agricole; voies de transport pour la navigation et le flottage du bois; pisciculture; lessive à la rivière, etc.



Les petites centrales hydro-électriques alimentent l'artisanat et l'industrie en énergie (Guggenloch, Lütisburg).

Au cours du siècle dernier, l'industrie et l'artisanat helvétiques furent approvisionnés en énergie par plus de 10'000 petites centrales. Les registres suisses des droits des eaux de 1914 signalaient la présence de quelque 7'000 installations d'une puissance maximale de 10 mégawatts (MW). Parmi celles-ci, 90 pour cent étaient de toutes petites centrales, d'une puissance maximale de 300 kilowatts (kW), comme les roues à eau ou les petites turbines. Le nombre de ces petits aménagements hydroélectriques commença à marquer un recul au 20e siècle en raison de l'extension du réseau électrique à l'ensemble du territoire, de l'offre énergétique avantageuse des grandes centrales hydrauliques et de la concurrence des moteurs à combustion, peu onéreux et d'une grande souplesse d'utilisation.



Exemples de petits aménagements hydro-électriques abandonnés et envahis par la végétation.

Evolution dans le domaine des
petits aménagements
hydrauliques

Il restait encore environ 1'000 petits aménagements hydro-électriques d'une puissance maximale de 10 MW en 1985, dont 700 développant un maximum de 300 kW. Quelque 400 installations utilisant la force hydraulique à des fins purement mécaniques complétaient le tableau. Le problème du réchauffement climatique consécutif aux émissions de CO₂ dans l'atmosphère, ou des catastrophes telle celle de Tchernobyl, sensibilisèrent toutefois l'opinion publique à l'importance des sources d'énergies renouvelables. En 1990, le peuple accepta d'introduire l'article sur l'énergie dans la constitution fédérale (art. 24octies), lequel ouvrit la voie à l'arrêté sur l'énergie (AE), édicté en 1991. Ce dernier donne aux énergies renouvelables une nouvelle base économique. Prenant appui sur l'AE, le programme Energie 2000 et une politique d'encouragement des énergies renouvelables furent lancés dans la foulée, en 1991 également.

Axes majeurs du programme Energie 2000

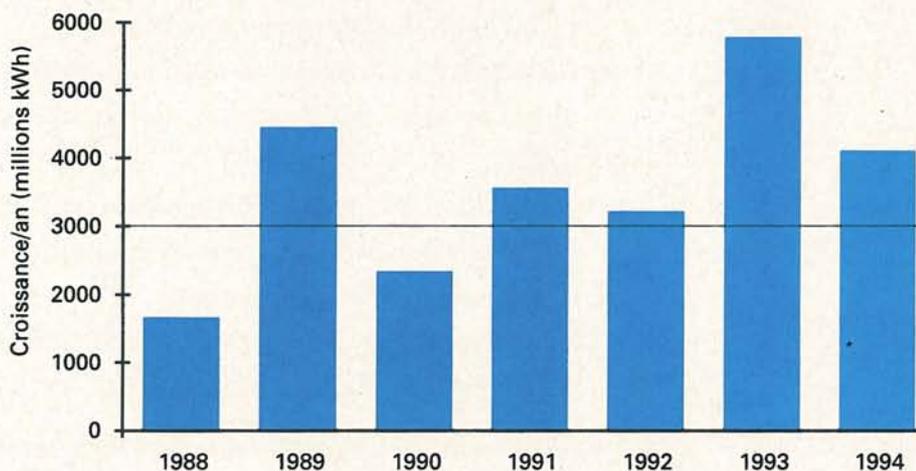
Le programme Energie 2000 vise à stabiliser la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ ainsi qu'à augmenter l'apport des énergies renouvelables. Il mise sur une action concertée, et axée sur l'économie de marché, de l'Etat, de l'industrie et des particuliers. Le programme pose les jalons de solutions volontaires et novatrices, à la fois judicieuses du point de vue économique et exemplaires en termes d'écologie.

Dans le cadre de sa politique d'encouragement, l'Office fédéral de l'énergie a réalisé le programme «DIANE – Petites centrales hydrauliques»

(DIANE, abréviation de diffusion d'applications innovatrices de nouvelles techniques énergétiques), entre 1992 et 1997.

Tournant amorcé

Même si le nombre d'aménagements continue à reculer légèrement du fait de la mise hors service de très petites centrales, la production d'énergie issue des petits aménagements hydro-électriques augmente à nouveau aujourd'hui. Cette inversion de tendance s'explique par une politique d'incitation ciblée et par l'augmentation consécutive de la production des différentes installations. C'est ainsi que chaque année, plus d'une douzaine de petites centrales hydrauliques, soit nouvelles, soit remises en service après une interruption plus ou moins longue, se greffent sur le réseau pour fournir un surcroît d'énergie annuelle de quelques millions de kilowattheures.



Augmentation de l'énergie produite en Suisse par les très petites centrales hydrauliques (< 300 kW). (Source: DIANE/ISKB, non publié)

X Depuis le lancement du programme Energie 2000 et de son programme sectoriel «DIANE – Petites centrales hydrauliques», des efforts multiples ont permis de relancer la production énergétique helvétique provenant des petits aménagements hydro-électriques, production qui, auparavant, allait s'amenuisant.

- ✓** • OFEE, 1987: *Petits aménagements hydro-électriques en Suisse, Partie III. Numéro de commande OCFIM: 804.101 f ou d.* (OFEE = Office fédéral de l'économie des eaux).
- OFEN, 1996: *6e rapport annuel du programme Energie 2000. Numéro de commande OCFIM: 805.063.6 f ou d.*

¹⁾ Evaluation interne de l'ISKB: projets de petits aménagements hydroélectriques réalisés entre 1988 et 1994. (ISKB = Interessenverband Schweizerischer Kleinkraftwerk-Besitzer. La section romande de l'ISKB est l'ADUR = Association des usiniers romands).

UTILISER LES POTENTIELS EN FRICHE DES ÉNERGIES RENOUEVABLES

La production d'énergie, à des prix abordables, des petites centrales hydrauliques pourra continuer sa progression dans la mesure où la Suisse poursuivra sa politique d'incitation actuelle et où les conditions-cadres économiques demeureront en l'état. Des potentiels existent dans les domaines suivants:

- Rénovation et modernisation d'installations existantes,
- Remise en service d'installations abandonnées,
- Nouvelles constructions dans des sites appropriés (veiller à la protection de l'environnement et du paysage, au prix de revient de l'énergie, etc.),
- Alimentation en courant électrique d'exploitations alpêtres au moyen de très petites centrales hydrauliques (pico-centrales) plutôt qu'à l'aide de génératrices au diesel,
- Utilisation de la pression excédentaire des réseaux de distribution d'eau potable, des systèmes d'eaux usées, d'irrigation et de drainage,
- Installation de turbines de dotation dans la mesure où l'eau ne sert pas aux dispositifs de franchissement pour les poissons (canal de déviation, échelle à poissons),
- Turbinage de l'eau fournie aux gros consommateurs,
- Utilisation de chutes existantes.

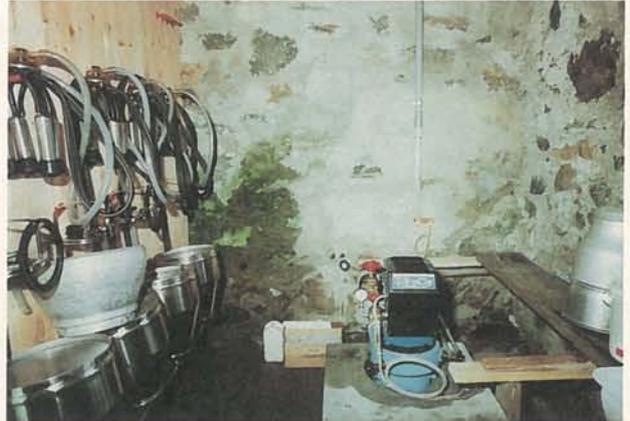
 *On peut augmenter la production des petits aménagements hydro-électriques en construisant ou rénovant avec soin de tels aménagements partout où il est possible de le faire à des prix abordables et sans polluer davantage les eaux et l'environnement.*

-  • DIANE Rénover au lieu d'abandonner: Modernisation et remise en service des petites centrales hydrauliques. Numéro de commande OCFIM: 805.173 f.
- DIANE Pico centrales: les toutes petites centrales à installer soi-même. Numéro de commande OCFIM: 805.196 f+d.
- DIANE L'eau potable génératrice d'électricité: inventaire et étude du potentiel des usines électriques sur l'alimentation en eau potable en Suisse. Numéro de commande OCFIM: 805.752 f+d.
- DIANE Petites centrales hydro-électriques sur l'eau potable: documentation technique, 8 exemples en détail. Numéro de commande OCFIM: 805.632 f+d.
- DIANE L'eau usée génératrice d'électricité: concept, réalisation, potentiel. Numéro de commande OCFIM: 805.209 f+d.

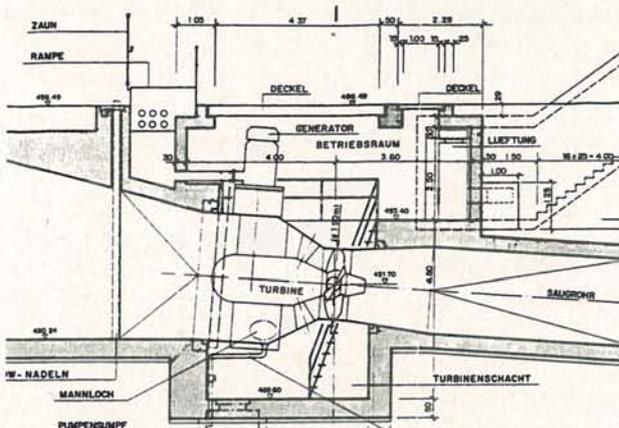
Potentiels d'accroissement de la production des petits aménagements hydro-électrique



Remise en service d'anciennes usines.
Petite centrale hydraulique de Pfungen.



Petit aménagement d'alpage.
Alpage d'Immez Lavinuoz, Lavin.
(Photo: L. Quadri, S-chanf)



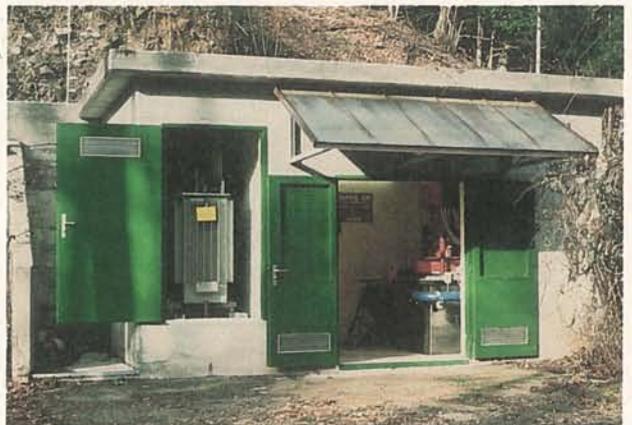
Aménagement de dotation.
Centrale de Felsenau, Berne.
(en construction; photo: EW Berne)



Centrale turbinant l'eau potable.
Installation de Buechetsmatt, Sarnen.



Centrale turbinant l'eau d'irrigation.
Petits aménagements hydrauliques de Wickertswald.
(photo: EWBN AG)



Turbinage de l'eau usée. Petite centrale de LA DOUVE 1
Premier palier de turbinage du rejet de la station d'épuration
de Leysin.

ÉNERGIE ET CO₂ DANS LA BALANCE

Les bilans énergétiques plaident en faveur de l'énergie hydraulique

Le facteur de gain (d'après Spreng 1988, voir OFEE, 1995) est le rapport de l'énergie produite par un aménagement hydro-électrique durant toute sa durée d'utilisation à l'énergie qu'il faut investir pour sa construction, son exploitation (y compris les agents énergétiques utilisés directement sous forme de combustibles comme le gaz, le charbon, le pétrole ou l'uranium) et son élimination.

Le tableau suivant indique les facteurs de gain de quelques petits aménagements hydro-électriques:

Facteurs de gain de quelques petits aménagements hydro-électriques	
Petite centrale hydraulique turbinant les eaux d'une rivière (Obermühle, Baar)	130
Centrale à haute chute (Champagna, Samedan)	188
Centrale turbinant l'eau potable (Buechetsmatt, Sarnen)	538
(Source: bilans énergétiques DIANE)	

Une comparaison avec les facteurs de gain de grandes centrales hydro-électriques montre que les ordres de grandeur sont les mêmes.

Facteurs de gain de grands aménagements hydro-électriques	
Centrale hydraulique au fil de l'eau (Bannwil)	170
Usine à accumulation (Tinzen)	280
(Source: OFEE, 1995)	

Une comparaison avec des facteurs de gain d'autres installations fonctionnant avec des énergies renouvelables montre que les petites centrales hydrauliques donnent des résultats supérieurs à la moyenne.

Facteurs de gain d'autres installations fonctionnant avec des énergies renouvelables	
Petite installation éolienne (Simplon)	30
Petite installation photovoltaïque (modèle 1995)	6
(Source: OFEE, 1995)	

Petites centrales hydro-électriques et émissions de CO₂

La grave question des émissions de CO₂ (facteur clef du réchauffement climatique) devrait à long terme devenir un problème existentiel pour l'économie.

Chaque kilowattheure (kWh) produit en Suisse à partir de sources d'énergie renouvelable et injecté dans le réseau public remplace en fin de compte, à un endroit quelconque du réseau européen interconnecté, la production d'un kilowattheure fourni par une autre installation. L'in-

jection dans le réseau de courant électrique produit par des petits aménagements hydro-électriques contribue donc à réduire la production des centrales de ruban utilisant des agents énergétiques fossiles tels le charbon ou le pétrole, et occasionnant d'importantes émissions de polluants atmosphériques.

Le tableau ci-après fournit des indications sur les polluants atmosphériques produits par plusieurs types de centrales. La construction, l'exploitation et l'élimination liées aux divers types de centrales ont été prises en considération; les émissions sont exprimées en kilogramme par gigawattheure (kg/GWh¹) d'énergie électrique produite.

Emissions de polluants atmosphériques de différents types de centrales en Europe (UCPTE ²) état 1990)			
	CO ₂	SO ₂	Particules
	[kg/GWh d'énergie électrique produite]		
Electricité d'une centrale thermique à lignite UCPTE	102'792	521	160
Electricité d'une centrale oléothermique UCPTE	67'314	708	52
Electricité d'une centrale au fuel-gaz UCPTE	57'951	25	15
Electricité d'une centrale nucléaire UCPTE	629	5	6
Electricité d'une usine à accumulation UCPTE	328	1	20
Electricité d'une usine hydro-électrique au fil de l'eau UCPTE	285	1	18
Régime électrique UCPTE ³	37'106	185	58

(Source: Ökoinventare für Energiesysteme, 1994⁴)

X *L'électricité produite par les petits aménagements hydro-électriques engendre au total (construction, exploitation et élimination) bien moins de CO₂ contribuant au réchauffement climatique que le courant importé du réseau européen.*

- ✓**
- *DIANE Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken: Energierückzahldauer – Energieerntefaktor. Numéro de commande OCFIM: 805.630 d.*
 - *OFEE, 1995: Energiebilanzen von Wasserkraftwerken im Vergleich mit anderen stromproduzierenden Anlagen. Numéro de commande OCFIM: 804.307.*

1) 1 gigawattheure (GWh) = 1 mio. de kilowattheures (kWh)

2) UCPTE = Union pour la coordination de la production et du transport d'électricité (en Europe)

Les Valeurs de pollution indiquées correspondent aux résultats moyens de toute l'interconnexion européenne.

3) Par "régime électrique de l'UCPTE", on entend la composition moyenne de l'électricité européenne à la prise c. à. d. des différents modes de production (charbon, atome ou force hydraulique).

4) Frischknecht et al. Ökoinventare für Energiesysteme. Sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. EPF de Zurich, PSI Villigen, mars 1994.

DE L'ÉNERGIE A DES PRIX ABORDABLES

Prix de revient de l'énergie

Le marché européen de l'électricité se libéralise; l'énergie d'origine nucléaire ou fossile ne coûte pas cher. A première vue, l'électricité fournie par de nouvelles installations hydrauliques est relativement onéreuse. Pour l'électricité d'origine fossile, il s'agit toutefois, comme mentionné, de tenir compte des atteintes bien supérieures qu'elle occasionne à l'environnement puisqu'elle engendre des polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre. Le tableau suivant donne un aperçu des prix de revient de l'énergie (centimes/kWh) produite par de nouvelles centrales de différents types.

**Prix de revient de l'énergie produite par de nouvelles installations
(centimes/kWh, coûts totaux 1995)**

Centrales au fil de l'eau	10
Aménagements à accumulation	24
Centrales nucléaires	8
Aménagements fonctionnant au gaz et à la vapeur ¹	10
Aménagements thermiques fonctionnant avec des combustibles fossiles	8
Installations photovoltaïques	130

(Source: Prognos, 1996²)

Refoulement dans le réseau

Conformément à l'arrêté sur l'énergie (AE), les producteurs d'électricité sont tenus d'autoriser les autoproducteurs d'énergies renouvelables à réinjecter leur courant dans leur réseau. Un prix annuel moyen a été fixé pour ce courant provenant d'une production décentralisée, prix correspondant aux tarifs applicables à la fourniture d'une énergie équivalente provenant de centrales suisses de construction récente. Selon les recommandations du Département des transports, des communications et de l'énergie (DFTCE), le tarif de l'énergie de ruban des petites centrales hydrauliques d'une puissance maximale de 1 MW est actuellement de 16 centimes/kWh. En fonction de la proportion de courant électrique d'hiver, plus facile à vendre, injecté dans le réseau, le revenu effectif moyen oscille dans la pratique entre 12 et 16.5 centimes/kWh. Un arrêt du Tribunal fédéral a confirmé le tarif recommandé par l'OFEN. Conformément au projet actuel, ces réglementations devraient également figurer dans la future loi sur l'énergie.

1) Centrale à gaz et à vapeur (type "GuD-Siedlung").

2) Prognos AG. *Analyse und Bewertung des Elektrizitätsangebotes für die Szenarien I-III 1990-2030. Sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie. Bâle, novembre 1996.*

Extraits de l'AE concernant les énergies renouvelables

"En favorisant une utilisation économe et rationnelle de l'énergie, le présent arrêté vise à contribuer à un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les exigences de la protection de l'environnement."

"... le recours aux énergies renouvelables doit être renforcé."

"Les entreprises assurant l'approvisionnement public en énergie sont tenues d'accepter l'injection d'énergie produite régulièrement par les producteurs pour leurs propres besoins sous une forme adaptée au réseau."

"Les prix payés se fondent sur les tarifs applicables à la fourniture d'une énergie équivalente par les réseaux régionaux de distribution."

Facteurs influant sur les prix de revient de l'énergie

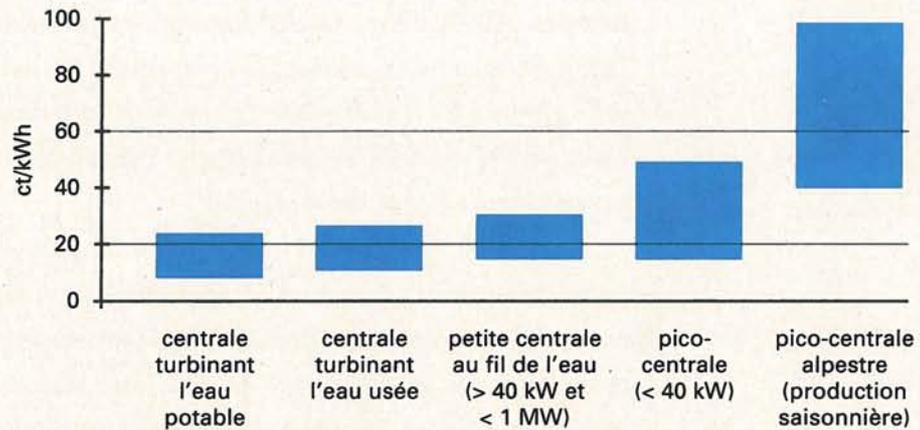
Les prix de revient de l'énergie produite par les petites centrales hydrauliques dépendent dans une large mesure des caractéristiques du site d'implantation et de la taille des différentes installations. Les facteurs exerçant des effets positifs sur les prix de revient de l'énergie sont les suivants:

- une importante chute utilisable,
- un grand débit utilisable,
- l'existence de bâtiment ou de conduites,
- des facilités de construction et de transport,
- des frais d'aménagement peu élevés des cours d'eau,
- la fabrication en série et la standardisation des procédés.

Prix de revient de l'énergie de quelques petites centrales hydrauliques

La figure suivante montre les fourchettes des prix de revient, en centimes/kWh, de l'énergie produite par de nouveaux petits aménagements hydro-électriques des types suivants:

- Centrale hydro-électrique turbinant l'eau potable,
- Centrale hydro-électrique turbinant les eaux usées,
- Petite centrale hydraulique d'une puissance entre 40 kW et 1 MW,
- Pico-centrale (très petite centrale à installer soi-même, d'une puissance maximale de 40 kW),
- Centrale alpestre (pico-centrale sans raccordement au réseau (exploitation «en flottage»), avec une utilisation uniquement saisonnière en cas d'exploitation alpestre).



Fourchettes des prix de revient de l'énergie de quelques petits aménagements hydro-électriques, en cts/kWh, compte tenu de la durée d'utilisation actuelle spécifique de chaque type de centrale (valeurs indicatives grossières concernant de nouvelles installations).
(Source: DIANE/ISKB, non publié¹⁾)

X *Renouvelable, l'énergie produite par les petites centrales hydro-électriques joue un rôle en vue parce que ces dernières émettent peu de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre. Ces aménagements sont en mesure de prétendre à une telle position parce qu'ils peuvent réinjecter leur courant électrique dans le réseau public et que ce courant leur est convenablement rétribué.*



Mise en place de la turbine de la petite centrale hydraulique d'Obermühle, Baar.

1) *Evaluation interne de l'ISKB: projets de petites aménagements hydroélectriques réalisés entre 1988 et 1994.*

SOUTIEN DIVERSIFIÉ – AIDE AU FINANCEMENT

Les maîtres d'ouvrage des petits aménagements hydro-électriques ne sont pas systématiquement abandonnés à eux mêmes. La rentabilité de ces installations peut être améliorée de plusieurs manières:

Contribution de l'Etat aux coûts non amortissables

- Soutien d'installations pilotes et de démonstration par la Confédération (OFEN) et les cantons.
- Contributions d'encouragement à des études préliminaires par l'OFEN, en particulier en faveur de projets de remise en service (sur la base des études de remise en service élaborées par l'OFEE avec les cantons).
- Soutien de projets en région de montagne par l'octroi de contributions de l'Aide suisse aux régions de montagne.
- Possibilité de subventionner de petites centrales hydrauliques alimentant des exploitations d'alpage en électricité en cas d'améliorations foncières intégrales.
- Contributions au maintien d'installations présentant une valeur historique ou culturelle au titre de la protection du patrimoine culturel.

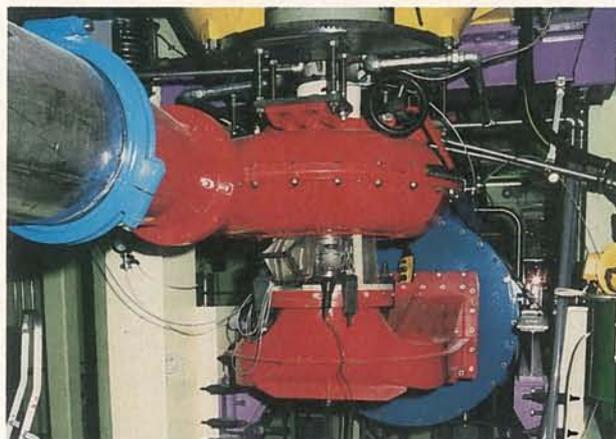
Encouragement de la recherche et du développement

Le laboratoire de mini-hydraulique de Montcherand (MHyLab), géré par une fondation, accumule un grand savoir-faire dans le domaine des petites centrales hydrauliques (20 à 1000 kW).

La technique développée est proposée aux collectivités publiques, aux constructeurs ainsi qu'aux institutions nationales et internationales.

L'objectif principal est de fournir aux promoteurs et constructeurs de petites centrales, les moyens techniques de réaliser des installations performantes, fiables et peu coûteuses.

Le MHyLab est essentiellement financé par la Confédération, par des cantons et par l'économie électrique.



Le MHyLab teste des petites turbines hydraulique depuis janvier 1997.

- Exemption favorisant les petites centrales hydrauliques
- Dans le cadre de la révision de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques, le parlement a décidé, lors de sa session d'automne 1996, d'exempter de la redevance hydraulique les petits aménagements hydro-électriques d'une puissance maximale de 1 MW et de réduire cette redevance pour les aménagements développant une puissance jusqu'à 2 MW.
 - Possibilité de prise en charge de certains frais d'aménagement des cours d'eau dans quelques cantons (protection contre les crues, entretien des berges, etc.).
 - Soutien financier des mesures écologiques mises en oeuvre comme celles liées aux dispositifs de franchissement pour les poissons, à l'aménagement des cours d'eau dans le respect des impératifs de la protection de la nature, à l'entretien d'objets naturels protégés sur les tronçons utilisés par les petits aménagements, etc.
 - Mise à disposition de terrain, par exemple cédé en droits de superficie, en particulier lorsque de grandes surfaces sont requises pour endiguer et aménager les rives d'un cours d'eau.
- Soutien des producteurs d'électricité
- Soutien de projets concernant des petits aménagements hydro-électriques par des contributions de fondations et de fonds (p. ex. PSEL).
 - Appui octroyé par les centrales électriques sous la forme de prises de participation, de transmission d'informations et de conseils, d'aide technique, etc..
- Mobilisation de capitaux d'investissement
- Octroi, par quelques institutions bancaires commerciales et par des banques spécialisées, de crédits et de prêts à des conditions particulières pour des projets rationnels en termes d'écologie et d'énergie .
 - Soutien de projets grâce à des participations privées (associations et coopératives de promotion de l'énergie) ou de sociétés productrices d'électricité.
- Nouvelle forme de financement
- Financement de projet uniquement à l'aide de capitaux extérieurs mis à disposition par un partenaire («contracting énergétique»).

 *Divers bailleurs de fonds et institutions aident à promouvoir l'énergie renouvelable des petits aménagements hydro-électriques.*

 *DIANE Manuel 1997. Petites centrales hydrauliques: informations sur la planification, la construction et l'exploitation. Numéro de commande OCFIM: 805.633 f ou d.*

QUEL EST L'APPORT DES PETITS AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES A L'ÉCONOMIE PUBLIQUE?

Les petits aménagements hydro-électriques stimulent l'économie

A long terme, les petits aménagements hydro-électriques peuvent contribuer à créer de la valeur ajoutée à l'échelon régional et à conserver des emplois. Ils contribuent au renforcement des petites et moyennes entreprises, lesquelles constituent l'épine dorsale de l'économie helvétique.



Petit aménagement hydro-électrique d'Obermühle, Baar.

Les petits aménagements hydro-électriques comme produits technologiques

L'existence de petites centrales hydrauliques modernes en Suisse reflète le savoir-faire et la productivité de l'industrie indigène. Il convient de s'imposer sur le marché international en élaborant des produits technologiques très performants et en faisant preuve d'un esprit novateur et dynamique.



Exemple de technologie moderne appliquée aux petites centrales hydrauliques.

Les petits aménagements hydro-électriques comme biens d'exportation

Par ailleurs, un parc moderne de petits aménagements hydroélectriques constitue la meilleure vitrine des performances de notre industrie d'exportation. Les expériences acquises en Suisse permettent de construire de petits aménagements hydro-électriques dans les pays en développement et en voie d'industrialisation et d'y créer des entreprises productrices d'électricité.



Entrée de la salle des machines de la petite centrale hydraulique de Salleri Chialsa au Népal. serkraftwerk Salleri Chialsa in Nepal.



Petite centrale hydraulique de Salleri Chialsa au Népal: fruit du savoir-faire technique suisse.

Les petits aménagements hydro-électriques fournissent du courant aux régions isolées

Les petits aménagements hydro-électriques sont en mesure de garantir de façon autonome l'alimentation électrique de vallées difficiles d'accès. C'est ainsi qu'ils peuvent assurer l'approvisionnement en courant électrique de secours d'importants équipements publics (p. ex. chambres frigorifiques de fromagerie ou installation d'épuration des eaux usées) et rendre des groupes diesel de secours superflus. De plus, dans les régions reculées, ils offrent une alternative intéressante aux longues lignes aériennes servant à approvisionner fermes, hôtels ou cabanes de montagne en électricité.



Alimentation de régions reculées grâce aux petites centrales hydrauliques.

(Photo: Provedimaint Electric Val Müstair (PEM), Sta. Maria)

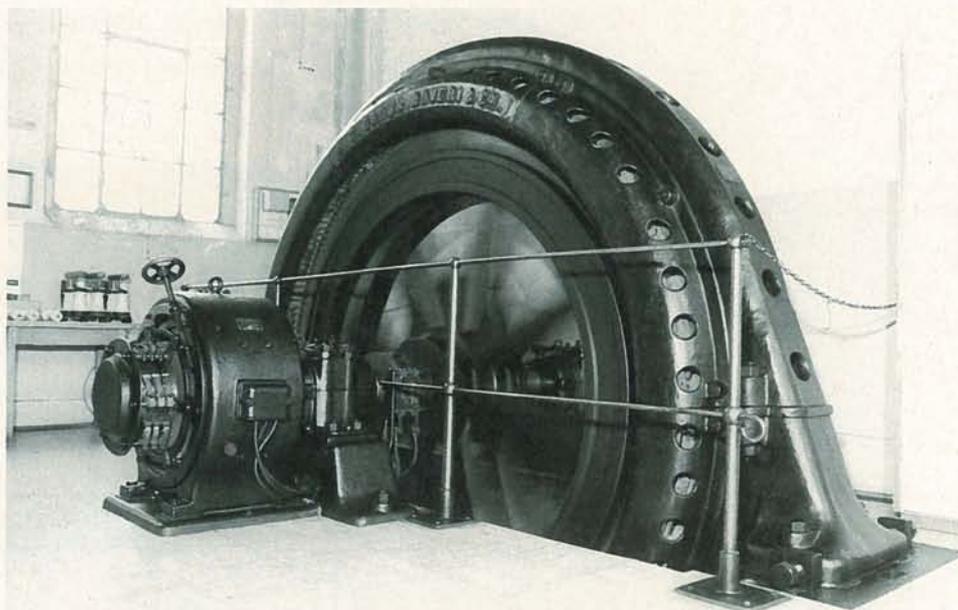
Engagement bénévole

Nombre d'exploitants privés utilisent les potentiels locaux de façon adaptée et à moindres coûts, grâce également à leur formidable engagement bénévole. Ils contribuent à un approvisionnement énergétique décentralisé en tirant parti d'une énergie renouvelable.



(Dessin: M. Schorno, Zurich)

Témoins de l'essor industriel Les recettes dégagées par la production d'énergie ont permis de sauver de l'oubli plus d'un témoin de l'essor industriel et artisanal. Celle-ci offre la possibilité de sauvegarder les canaux, les étangs et les bâtiments attenants aux petits aménagements hydro-électriques et de les entretenir au titre de la protection du patrimoine culturel.



Petit aménagement hydro-électrique de Stroppel, Untersiggenthal.

(Photo: A. Phillipe, Turgi)

Encouragement de l'utilisation rationnelle de l'énergie par un enseignement pratique

De petits aménagements hydro-électriques implantés dans des sites appropriés produisent de l'énergie renouvelable à des prix abordables et peuvent constituer des exemples d'investissements rationnels tant sur le plan économique qu'écologique. Ils peuvent de surcroît démontrer la valeur considérable de l'énergie électrique dans la mesure où leur présence sensibilise la population locale aux problèmes de la production de courant électrique.

X *Les petits aménagements hydro-électriques peuvent s'avérer d'une grande utilité économique et énergétique. Il s'agit de relever le défi consistant à profiter de cet atout en limitant le plus possible l'impact sur le paysage, la flore et la faune.*

✓ *OFEE, 1987: Petits aménagements hydro-électriques en Suisse, partie III. Numéro de commande OCFIM: 804.101 f ou d.*

SECONDE PARTIE: PAYSAGE ET ÉCOLOGIE

LES PETITS AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES DANS LE MILIEU BÂTI ET NON BÂTI

Intégration dans le paysage

Il n'est possible d'évaluer l'impact des petits aménagements hydro-électriques sur le paysage qu'en considérant les environs immédiats et plus lointains de leur site d'implantation. Aussi l'impact sur le paysage d'une centrale édifée dans un environnement proche de l'état naturel doit-il être différemment apprécié de celui d'un aménagement s'inscrivant dans un cadre fortement marqué par les activités agricoles ou industrielles. Il existe plusieurs possibilités de préserver ou de compléter le cadre naturel, les sites cultivés ou le milieu bâti dans le voisinage d'un petit aménagement hydro-électrique:

- construire les petites centrales hydro-électriques dans des bâtiments ou sous la surface du sol,
- engazonner et replanter au mieux les sites accueillant les constructions,
- bien intégrer les constructions dans le cadre naturel avoisinant,
- rendre bien visibles, à dessein, les constructions intéressantes des points de vue architectural et historique,
- mettre en place des équipements conçus de façon attrayante et moderne à des fins de démonstration.

Bruit et vibrations, nuisances pour le milieu bâti

Lorsque de petits aménagements hydro-électriques sont implantés dans le milieu bâti, il faut se préoccuper du bruit qu'émettent leurs turbines. Le choix d'une turbine appropriée, une isolation acoustique (capot) et, le cas échéant, une isolation de la salle des machines contre le bruit, permettent de résoudre les problèmes éventuels. Il faut également tenir compte des vibrations et du bruit de structure et y remédier en séparant le bâtiment des fondations sur lesquelles reposent les machines.



L'impact d'un petit aménagement hydro-électrique sur le milieu bâti et non bâti varie d'un site à l'autre et doit faire l'objet d'une évaluation dans chaque cas d'espèce.

Petites centrales hydro-électriques dans des cadres diversifiés



Rivière proche de l'état naturel.
Petite centrale de Guggenloch.



Zone industrielle.
Petit aménagement hydraulique de Berthoud.



Intégration dans un village.
Petite centrale de Kandersteg. (Photo: LWK AG)



Zone agricole.
Petite centrale de Lotzwil.



Centrale souterraine à proximité d'étangs piscicoles.
Petite aménagement de Le Montois, Undervelier.
(Photo: A. Engel, Hydrelec SA, Mandach)



Zone résidentielle.
Petite centrale d'Obermühle, Baar.

UN IMPÉRATIF: L'AMÉNAGEMENT DES COURS D'EAU

Aménagement en dur des cours d'eau synonyme d'appauvrissement biologique

L'utilisation intensive du territoire a conduit à transformer de nombreux cours d'eau en canaux endigués s'étalant sur un espace minimal. Cette évolution a le plus souvent débouché sur l'aménagement technique «en dur» des cours d'eau, à l'aide de pierres ou de béton. A la protection efficace contre les crues et à l'évacuation de débits importants à l'aide d'un profil minimal qu'autorise cette approche correspond le plus souvent l'appauvrissement biologique des cours d'eau: perte de milieux naturels, de refuges et de niches écologiques pour la flore et la faune. Les berges trop pentues empêchent par ailleurs une liaison avec les zones voisines et, partant, une interrelation entre les biotopes se trouvant de part et d'autre du cours d'eau.



Exemple d'aménagement en dur d'un ruisseau.

La solution: un aménagement naturel

Pour la construction de petites centrales hydro-électriques, la méthode d'aménagement «douce» offre précisément une alternative idéale à l'approche en dur étant donné, par exemple, que les tronçons d'évacuation des eaux ne présentent pas une forte dénivellation et sont protégés contre les crues. On entend par méthode d'aménagement «douce» des cours d'eaux, l'utilisation de plantes ou de parties végétales aptes à coloniser les berges et les talus de façon à les protéger. Sur les tronçons où le courant n'est pas très fort, une telle méthode peut constituer une protection tout à fait sûre contre les crues et favoriser une diversité biologique considérable. Ces deux conceptions, «douce» et «en dur», peuvent se compléter mutuellement de façon optimale et déboucher sur des solutions avantageuses, peu exigeantes en termes d'entretien.

L'aménagement le plus naturel possible des cours d'eau demande:

- des berges plates et respectant au mieux la nature, ainsi que des anses aux rives peu déclives, dans la mesure où la protection contre les crues et les besoins d'espace le permettent,
- la mise en place d'éléments naturels sur les talus.

Certains cantons et communes soutiennent les projets d'aménagement des cours d'eau à l'aide de contributions ou en réservant le terrain nécessaire.



Aménagement naturel de la Reppisch.
(Photo: Ch. Göldi, AGW Zurich)

Possibilité de créer des biotopes
de valeur

L'extrait suivant d'un rapport du service de protection du paysage et des eaux du canton d'Argovie prouve que les constructions et installations sises à proximité des petites centrales hydro-électriques peuvent également servir de biotopes pour la faune et la flore: «... Les préposés ont été surpris de constater que dans nombre de petits aménagements hydro-électriques, les canaux d'amenée et de fuite étaient joliment aménagés et présentaient une intéressante diversité biologique. Ces canaux constituent le plus souvent des biotopes de valeur pour la faune et la flore, tant aquatique que terrestre, et mériteraient de figurer parmi les paysages riverains à protéger du canton d'Argovie ...



Prise d'eau et bassin d'accumulation de la petite centrale de Guggenloch Lütisburg (prise d'eau au premier plan).



- ✘ *L'aménagement moderne des cours d'eaux offre des possibilités intéressantes de protéger ou de recréer des biotopes pour la flore et la faune à l'aide de moyens simples, sans pour autant négliger la protection contre les crues.*
- ✔ *DIANE Petites centrales hydrauliques et écologie des eaux. Analyse de la situation. Numéro de commande OCFIM: 805.631 f.*



Aménagement moderne et naturel d'une rivière et protection contre les crues sur la Thur.
(Photos: Ch. Göldi, AGW Zurich)

CRÉER DES BIOTOPES RELIÉS ENTRE EUX

Les cours d'eau naturels composent des biotopes reliés entre eux aussi bien dans le sens de leur courant que de façon transversale à celui-ci. Diverses mesures peuvent être prises pour que les aménagements hydro-électriques portent une atteinte minimale à ces biotopes interconnectés.

Débits résiduels et mesures techniques

Les exigences applicables aux débits résiduels conformément à la loi sur la protection des eaux (LEeaux) doivent assurer les conditions de vie nécessaires à la flore et à la faune. En associant la dotation en eau à des abris pour les poissons et à des cuvettes, dans des canaux de débit minimal, on parvient à recréer des conditions de vie proches de celles qu'offrait le milieu originel. Ainsi des mesures même anodines, mais novatrices, entraînent souvent des effets spectaculaires.



Tronçon soumis au régime des débits résiduels, aménagé en respectant la nature, lors de la construction et après la mise en service.

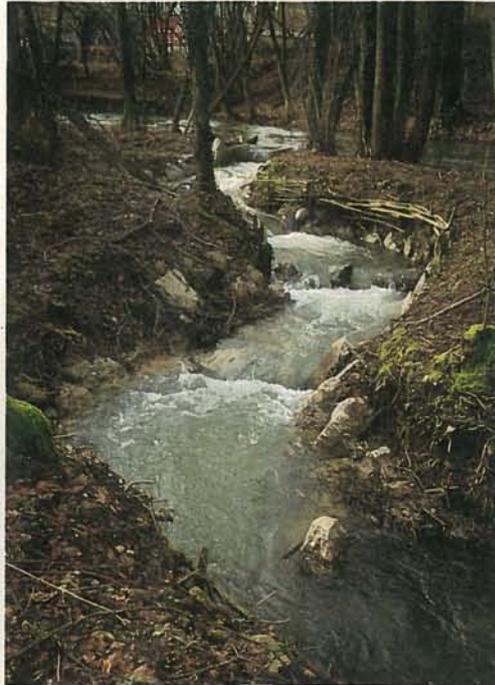
Petite centrale hydraulique d'Obermühle, Baar.

Migration et dérive dans les cours d'eau

Durant leur cycle de vie, les poissons et la microfaune aquatique migrent en amont et en aval des cours d'eau. C'est ainsi que diverses espèces de poisson tels les saumons, les anguilles ou les truites de rivière migrent vers leurs frayères afin de s'y reproduire. Quant à la microfaune aquatique, elle se laisse emporter par le courant et, de temps à autre, retourne vers l'amont. Des barrières aménagées dans les cours d'eau, comme des chutes ou des retenues, interrompent le biotope aquatique, empêchant sa continuité dans le sens de la rivière.

- en aménageant les cours d'eau à l'aide de rampes en blocs de pierre plutôt qu'avec des digues,
- en faisant en sorte, avec les petits barrages, que la crête aplatie des déversoirs soit toujours recouverte d'eau,
- en construisant des moyens de franchissement artificiels pour les poissons et la microfaune aquatique comme des canaux de dérivation, des échelles ou des passes à poissons, etc. A ce propos, on tiendra compte du fait que seules peuvent remplir leur office, les instal-

lations conçues de façon adaptée, baignant dans suffisamment d'eau (profitant le plus souvent des débits résiduels) et bien entretenues. La collaboration avec des ichthyologistes pour la conception, l'exécution et le contrôle du fonctionnement des installations de franchissement est indispensable et s'avère également des plus rentable. Il est possible de renoncer à la mise en place de dispositifs de franchissement si le biotope est interrompu dans le sens du courant par des chutes ou des obstacles naturels. Les dispositions à ce sujet sont réglées par la loi fédérale sur la pêche.



Canal de déviation du petit aménagement hydro-électrique de Sigismühle, Seon.



Echelle à poissons du petit aménagement hydro-électrique de Lotzwil.

- Des dispositifs adaptés, comme des grilles ou des treillis, garantissent que lors de leur migration vers l'aval, seuls les poissons et la microfaune aquatique pouvant passer sans dommage, parviennent à proximité de la turbine. Les chances de survie du poisson dépendent essentiellement du type et de la dimension de la turbine ainsi que de la chute exploitable. La logique veut que les plus petits poissons possèdent les meilleures chances de survie.

Les canaux et les bassins
d'accumulation comme biotopes
de valeur

Aménagés adéquatement, les canaux et les bassins d'accumulation des petites centrales hydrauliques peuvent constituer des biotopes de valeur tant pour la flore que pour la faune. Ils peuvent de surcroît servir de refuges contre les prédateurs naturels ou d'abris lors de crues ou en cas de sécheresse. La valorisation et l'aménagement des périmètres des centrales hydro-électriques comme biotopes naturels sont d'autant plus réussis qu'ils sont effectués en coopération avec les milieux de la pêche et de la protection de la nature, et d'entente avec les usiniers.



Exemple d'un bassin d'accumulation aménagé en accord avec la nature.

✘ Assurer la continuité des biotopes tout au long des cours d'eau revêt une grande importance pour les poissons et la microfaune aquatique. Plusieurs mesures à appliquer durant la construction des petits aménagements hydro-électriques aident à y parvenir ou à rétablir la continuité en question.

- ✓ • *DIANE Petites centrales hydrauliques et écologie des eaux. Analyse de la situation. Numéro de commande OCFIM: 805.631 f.*
- *DIANE Poissons et petites centrales hydrauliques: solutions avantageuses de franchissement pour les poissons et la microfaune aquatique. Numéro de commande OCFIM: 805.635 f+d.*
- *DIANE Vernetzung bei Kleinwasserkraftwerken. Kontinuum der Gewässer. Untersuchungen über das Gewässerkontinuum für Fische und Kleinlebewesen. Numéro de commande OCFIM: 805.637 d.*

SAUVEGARDE DE LA QUALITÉ DES EAUX

Détritus flottants Les débris flottants qui s'accumulent à la grille d'entrée des petites centrales hydrauliques doivent être retirés des eaux et éliminés dans les règles de l'art, conformément à la LEaux. Ces corps flottants sont soit des matériaux naturels, comme du bois mort ou des feuilles, soit des déchets dus aux activités humaines, ainsi que d'impressionnantes quantités d'algues dont la croissance est favorisée par le déversement excessif de matières nutritives dans les eaux. Les frais et le volume de travail liés au retrait de ces corps flottants incombent aux usiniers. Si des mesures conjointes ont été décidées avec une usine hydraulique en aval, l'usine en amont peut laisser flotter les débris, pour autant que l'autorité cantonale compétente ait délivré une autorisation dans ce sens.

Des mesures techniques adéquates, susceptibles de réduire considérablement les corps flottants dans les captages, peuvent en outre s'avérer d'un grand secours.



Détritus flottants retirés des eaux.

Charriage de fond et purge des bassins d'accumulation

Le charriage de fond obstrue peu à peu les bassins d'accumulation de petites centrales hydrauliques. Des purges régulières permettent de disposer d'un volume d'eau constant. Mal exécutées, elles portent gravement atteinte à l'écosystème. Aussi, ces opérations doivent-elles être menées en douceur pour éviter de causer d'importants dégâts: on veillera par exemple à purger la retenue uniquement lors d'une crue na-

turelle ou encore à tenir compte des périodes de frai et de migration des poissons. Des spécialistes et les autorités compétentes facilitent, au moyen de leurs conseils, l'élaboration de plans ad hoc.

En mariant la vaste expérience des usiniers aux connaissances techniques des spécialistes, on parvient souvent à empêcher la formation de dépôts, ce qui contribue à atténuer le problème des purges.



Purge d'un bassin d'accumulation.

Travaux de construction Un entretien approprié des machines et le stockage des liquides et des substances pouvant altérer les eaux (huiles, diesel, matériaux de construction, etc.) à l'abri des crues, durant la phase de construction d'une petite centrale hydraulique surtout, doivent permettre d'abaisser considérablement le risque de pollution des eaux. Il s'agit de surcroît d'éviter de conduire des travaux dans le lit des cours d'eau durant les périodes de l'année particulièrement sensibles pour la flore et la faune (p. ex. époque du frai et de la migration des poissons).



Travaux de construction du petit aménagement hydro-électrique de Mülibach, Berthoud.

Phase d'exploitation L'entretien régulier des machines et des installations, le recours à des graisses et à des huiles biodégradables ainsi que le remplacement des substances susceptibles de polluer l'environnement (p. ex. changement du fluide diélectrique des anciens condensateurs) sont des mesures propres à réduire le plus possible les risques de pollution des eaux pendant la phase d'exploitation des petits aménagements hydro-électriques. Normalement, à côté des substances susmentionnées, aucun autre liquide ou aucune autre substance pouvant altérer les eaux ne sont nécessaires durant cette phase. L'entreposage de substances et de matières auxiliaires servant à exploiter ces centrales doit aussi s'effectuer dans un lieu situé hors d'atteinte des crues. Il ne faudrait pas évacuer les eaux de la salle des machines dans les cours d'eau si la centrale hydraulique n'est pas équipée de dispositifs de protection et de nettoyage adaptés.

La qualité des eaux peut être altérée par le déversement d'eaux usées dans le canal soumis au régime des débits résiduels en aval d'un petit aménagement hydro-électrique. Convenu avec les autorités compétentes, le déversement de telles eaux dans le canal d'évacuation de l'eau turbinée de la centrale peut contribuer à remédier au problème.

 *Construits et exploités dans les règles de l'art, les petits aménagements hydro-électriques n'altèrent normalement pas la qualité des eaux.*

- 
- *DIANE Petites centrales hydrauliques et écologie des eaux. Analyse de la situation. Numéro de commande OCFIM: 805.631 f.*
 - *DIANE Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken. Wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages. Numéro de commande OCFIM 805.636 d.*

LISTE DES PUBLICATIONS

PUBLIKATIONEN / PUBLICATIONS

- **Elektrizität aus Trinkwasser-Systemen / L'eau potable génératrice d'électricité**
Inventar und Potentialerhebung / Inventaire et étude du potentiel.
Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OCFIM: 805.752 d+f Fr. 10.20
- **Nutzen statt Aufgeben**
Modernisieren und Reaktivieren von Klein-Wasserkraftwerken, Beurteilungskriterien.
Bestellnummer EDMZ: 805.173 d Fr. 17.35
- **Rénover au lieu d'abandonner**
Modernisation et remise en service des petites centrales hydrauliques.
Numéro de commande OCFIM: 805.173 f Fr. 17.35
- **Pico-Kraftwerke / Pico-centrales**
Kleinste Wasserkraftwerke mit Eigenleistungen bauen. / Les toutes petites centrales à installer soi-même. 8 Beispiele im Detail / 8 exemples en détail.
Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OCFIM: 805.196 d+f Fr. 31.60
- **Elektrizität aus Abwasser-Systemen / L'eau usée génératrice d'électricité**
Konzept, Realisation, Potential / Concept, réalisation, potentiel.
Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OCFIM: 805.209 d+f Fr. 16.20
- **Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken**
Energierückzahldauer und Energieerntefaktor.
Bestellnummer EDMZ: 805.630 d Fr. 6.75
- **Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie**
Situationsanalyse.
Bestellnummer EDMZ: 805.631 d Fr. 10.90
- **Petites centrales hydrauliques et écologie des eaux**
Analyse de la situation.
Numéro de commande OCFIM: 805.631 f Fr. 10.90
- **L'eau usée génératrice d'électricité**
Dossier technique et étude du potentiel.
Numéro de commande OCFIM: 805.211 f Fr. 22.00
- **Trinkwasser-Kraftwerke / Petites centrales hydroélectriques sur l'eau potable (▲)**
Technische Anlagendokumentation / Documentation technique.
8 Beispiele im Detail / 8 exemples en détail.
Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OCFIM: 805.632 d+f
- **Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke (▲)**
Informationen für Planung, Bau und Betrieb.
Bestellnummer EDMZ: 805.633 d
- **Manuel 1997, Petites centrales hydrauliques (▲)**
Informations sur la planification, la construction et l'exploitation.
Numéro de commande OCFIM: 805.633 f
- **Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke (▲)**
Ökonomische und ökologische Aspekte.
Bestellnummer EDMZ: 805.634 d
- **Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques (▲)**
Aspects économiques et écologiques.
Numéro de commande OCFIM: 805.634 f

- **Fische und Kleinwasserkraftwerke / Poissons et petites centrales hydrauliques (A)**
Kostengünstige Aufstiegshilfen für Fische und Kleinlebewesen / Solutions avantageuses de franchissement pour les poissons et la microfaune aquatique.
Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OCFIM: 805.635 d+f

GRUNDLAGENBERICHTE / RAPPORTS

- **Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken (A, Arbeitstitel)**
Wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages und Informationen für die Planung, Optimierung und den Betrieb.
Bestellnummer EDMZ: 805.636 d
- **Vernetzung bei Kleinwasserkraftwerken, Kontinuum der Gewässer (A, Arbeitstitel)**
Untersuchungen über das Gewässerkontinuum für Fische und Kleinlebewesen.
Bestellnummer EDMZ: 805.637 d

PROSPEKTE / PLAQUETTES

- **Faltblatt "Ökonomie und Ökologie bei der Erneuerung"** gratis
- **"Publikationen, Information & Beratung DIANE" / "publications, information & conseils DIANE"** gratis / gratuit

ANFERTIGUNG AUF BESTELLUNG / PRODUCTION SUR DEMANDE

- **Folienset für Hellraumprojektor "Ökologie und Kleinwasserkraftwerke"** Fr. 130.-
- **Portrait DIANE Klein-Wasserkraftwerke /
Portrait Projet DIANE petites centrales hydrauliques /
Ritratto Progetto DIANE piccole centrali idrauliche /
Portrait DIANE Project Small Hydro** gratis / gratuit
- **Gesamtkonzept DIANE Klein-Wasserkraftwerke (*)** Fr. 50.00
- **Diverse Informationsunterlagen zum Themenkreis Kleinwasserkraftwerke**
(Schweiz: Bezug bei InfoEnergie. Ausland: Auskunft bei SKAT
Suisse: Commande auprès de Infoénergie. Etranger: Information auprès de SKAT)

Bezug / Commande:

InfoEnergie Nordwestschweiz

Tel. 062 834 03 03

c/o Nova Energie GmbH, Schachenallee 29, 5000 Aarau

Fax 062 834 03 23

SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit

Tel. 071 228 54 54

für Technologie-Management, Vadianstrasse 42, CH-9000 St. Gallen

Fax 071 228 54 55

(Preise inkl. MWSt, exkl. Versandkosten / Prix incl. TVA, excl. emballage et port.)

(A): Publikationen Frühling – Sommer 1997 / Publications en printemps – été 1997

(*): Bezug / Commande:

DIANE Klein-Wasserkraftwerke / DIANE petites centrales hydrauliques

Tel. 01 762 18 18

c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG, Postfach / Boite postale

Fax 01 762 18 15

CH-8910 Affoltern a.A.

(Selbstkostenpreise inkl. MWSt. und Versandkosten / Prix de production incl. TVA et frais d'emballage et port.)

