

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	83 (1992)
Heft:	18
Rubrik:	Diverse Informationen = Informations diverses

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: 26.01.2026

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

Energieversorgung und Umwelt

Der zweite Tag begann mit einer Vortragsreihe zum Thema Energieversorgung und Umwelt. Prof. Dr. E. Pawlow bot ein sehr interessantes und gut illustriertes Referat in Mikroklimatologie. Danach zeigte Prof. Dr. H.U. Wanner interessante Beispiele gesundheitlicher Schädigungen durch die Umweltbelastung auf, unterliess es aber auch nicht, darauf hinzuweisen, dass stets noch andere Faktoren mitberücksichtigt werden müssen. Bei der Erwähnung des beschleunigten Todesesintritts fehlte allerdings der Hinweis, welche Kriterien dies nachweisen lassen. Der Themenkreis Umwelt schloss mit einem Referat zur Internalisierung der externen Kosten von Energieerzeugung und -anwendung.

Probleme der Energieversorgung Berlins

Mit Berlin und Schaffhausen wurde die Reihe der Beispiele aktueller Energieversorgungsprojekte fortgesetzt. Während die Ausführungen zu Schaffhausen weitgehend auf hypothetischen Annahmen aufbauten, war die Darstellung der technischen Probleme, denen Berlin vor und nach der

Wiedervereinigung ausgesetzt war und noch einige Zeit bleibt, besonders interessant. Der letzte Vortrag des Vormittages befasste sich mit Aspekten zur zentralen und dezentralen Energieversorgung.

Der Nachmittag war ganz den modernen Planungshilfsmitteln gewidmet. Referenten aus Düsseldorf, Luzern und Stuttgart stellten ihre Netzinformationssysteme vor, die in der anschliessenden Diskussion lebhaftes Interesse fanden.

Gegen 400 Teilnehmer im In- und Ausland

Rückblickend kann das Symposium als eine ausserordentlich gut gelungene und interessante Veranstaltung bezeichnet werden, die von gegen 400 Teilnehmern aus dem In- und Ausland besucht wurde. Der Tagungsband, der ausser den Referaten auch die Beiträge zur Posterausstellung enthält, ist sehr ansprechend gestaltet, und seine Lektüre kann auch denen, die am Symposium nicht teilnehmen konnten, sehr empfohlen werden. Er ist – solange Vorrat – erhältlich zum Preis von Fr. 150.– beim EWZ, Symposium 92, Postfach, 8023 Zürich (Tel. 01 216 21 11).
He

Diverse Informationen Informations diverses

Energie-Investitionen im Kraftwerksbau

Wie lange muss ein Kraftwerk in Betrieb sein, um die Energie zurückzugeben, die für seine eigene Herstellung verbraucht wurde? Je nach Kraftwerktyp sind diese Energie-Amortisationszeiten sehr unterschiedlich. In jedem Fall aber zahlen Elektrizitätswerke mit der höchstwertigen Energieform zurück: mit Strom.

Ein Kraftwerk soll Strom liefern. Bei seinem Bau wird aber zunächst Energie verbraucht. Damit nimmt es einen «Energiekredit» auf, den es durch eigene Stromproduktion wieder abzahlte. Erst danach beginnt der Energiegewinn.

Erntefaktor und Amortisationszeit

Es gibt zwei Begriffe, um das Verhältnis von Energieaufwand und -erzeugung eines Kraftwerks zu beschreiben: Der Erntefaktor gibt an, wieviel Mal mehr Energie ein Kraftwerk im Laufe seines Lebens erzeugt, als für die Herstellung verbraucht wurde. Der zweite Begriff ist die energetische Amortisationszeit. Gemeint ist dabei: Wie lange muss ein Kraftwerk in Betrieb sein, bis es seinen bei der Herstellung aufgenommenen Energiekredit abgearbeitet hat. Sinn solcher Fragen ist es, zu klären, welcher Energiegewinn unter dem Strich übrig bleibt.

Wasserkraftwerke erreichen dabei Bestwerte: Sie erzeugen während ihrer langen Lebensdauer rund 40–50mal mehr Energie, als ihre Herstellung verschlang. Ihr Erntefaktor beträgt also 40–50. Entsprechend kurz ist die energetische Amortisationszeit: Nach rund einem Jahr ist ihre Energieschuld abgearbeitet. Kernkraftwerke erzeugen rund 20mal ihre Herstellungsennergie und amortisieren ihren Energiekredit innert ein bis zwei Jahren.

De quel crédit d'énergie une centrale a-t-elle besoin?

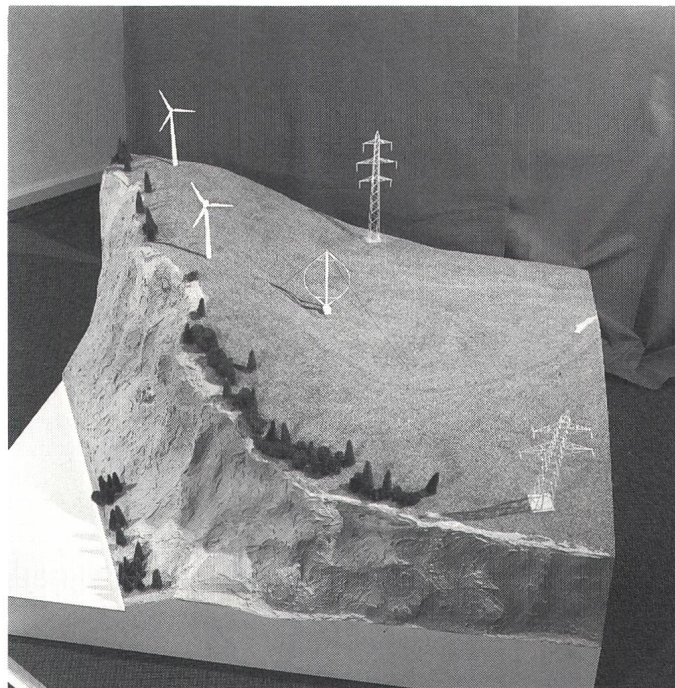
Combien de temps une centrale doit-elle être en service pour produire l'énergie qui était nécessaire à sa propre construction? L'amortissement de cette dette énergétique varie en fonction du type de centrale. Les entreprises électriques remboursent toutefois toujours leur «dette» en fournissant la meilleure forme d'énergie, qui est l'électricité.

Une centrale a pour tâche de fournir de l'électricité. Sa construction consomme toutefois d'abord de l'énergie. Elle prend ainsi un crédit d'énergie qu'elle remboursera ensuite avec sa propre production d'électricité. Ce n'est que par la suite que le solde de l'énergie produite et de l'énergie consommée deviendra positif.

Facteur de rendement et durée d'amortissement

Il existe deux termes permettant de décrire la situation de crédit et de production d'énergie d'une centrale. Le facteur de rendement est le rapport mathématique entre la quantité d'énergie produite par une centrale au cours de sa vie et celle qui a été nécessaire à sa construction. Le deuxième terme concerne la durée d'amortissement énergétique, c'est-à-dire le temps d'exploitation nécessaire à une centrale pour amortir le crédit d'énergie avancé lors de sa construction.

Les centrales hydrauliques obtiennent ici les meilleurs résultats. Au cours de leur longue durée de vie, elles produisent environ 40 à 50 fois plus d'énergie qu'elles n'en avaient demandée lors de leur construction. Leur durée d'amortissement énergétique est en conséquence courte – une année environ. Quant aux centrales nucléaires, elles produisent environ 20 fois l'énergie consommée lors de leur construction et amortissent ainsi leur crédit d'énergie en un à deux ans.



Modell der geplanten Windenergiefarm der NOK auf dem Fläscherberg bei Sargans. Mit unterschiedlich ausgelegten Windturbinen sollen die Möglichkeiten dieser Technologie in der Schweiz aufgezeigt werden

Maquette de la centrale éolienne que la NOK compte réaliser au Fläscherberg près de Sargans. Les différents rotors éoliens doivent fournir des renseignements sur les possibilités de cette technologie en Suisse

Additive Energien holen auf

Vor allem Windkraftwerke konnten in den letzten Jahren ihre Energiebilanz deutlich verbessern. An den günstigsten Standorten (im Ausland) brauchen Windrotoren ein bis zwei Jahre, bis sie die Energieschuld aus ihrer Produktion aufgeholt haben. Damit können Windkraftwerke im Laufe ihrer Betriebsdauer maximal etwa das Zehnfache an Energie erzeugen, wie für ihre Herstellung gebraucht wurde (Erntefaktor 10). Die bisherigen Versuchsanlagen in der Schweiz haben jedoch solche Werte nicht erreichen können.

Fortschritte gibt es auch bei Strom aus Sonnenzellen. Dennoch ist die energetische Amortisationszeit von Solarkraftwerken immer noch vergleichsweise lang: fünf bis sieben Jahre. Sie verbrauchen relativ viel Material, und die Herstellung der Photozellen ist energieaufwendig. Im ersten Lebensdrittel produzieren Solarzellen Strom nur für die Tilgung ihrer Energieschuld. Mü

Energies d'appoint en progrès

Ce sont en particulier les centrales éoliennes qui, durant ces dernières années, ont réussi à nettement améliorer leur bilan énergétique. Placés sur des sites très favorables, les rotors éoliens remboursent, avec leur production, en seulement un à deux ans leur «dette énergétique». C'est ainsi que, au cours de leur durée d'exploitation, les centrales éoliennes peuvent produire environ dix fois la quantité d'énergie consommée lors de leur construction. Les installations d'essai utilisées jusqu'à présent en Suisse n'ont toutefois pas encore pu obtenir de tels résultats.

Les installations photovoltaïques enregistrent elles aussi des progrès. Comparées aux autres installations, leur durée d'amortissement énergétique, qui va de cinq à sept ans, est toutefois encore longue. Elles doivent en outre être équipées d'un grand nombre de panneaux solaires dont la construction consomme une grande quantité d'énergie. Durant le premier tiers de leur vie, les cellules solaires ne produisent de l'énergie que pour amortir leur «dette énergétique». Mü

Vor 125 Jahren: Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips

Aus den vielen Erfindungen und wissenschaftlichen Arbeiten von Werner von Siemens ragt seine Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips im Jahr 1866 hervor. Diese Entdeckung war bahnbrechend, weil sie die Schwächen damaliger magnetoelektrischer Demonstrationsmaschinen oder leistungsschwacher Sondermaschinen für telegraphische, signaltechnische und medizinische Anwendungen beseitigte. Bis dahin war man auf die damals völlig unzureichenden Permanentpolerregungen angewiesen, die eine nennenswerte elektrische Energieerzeugung ausschlossen.

Werner von Siemens erkannte als erster, dass Restmagnetismus der Eisenkerne der Erregerwicklung einer Gleichstrommaschine bei mechanischer Drehung des Ankers einen Strom im Ankerkreis erzeugt, der durch Rückführung über die Erregerwicklung das magnetische Feld verstärken und den ursprünglich kleinen Ankerstrom bis zu einem Maximalwert steigern kann.

Im Gegensatz zu Ch. Wheatstone und C. F. Varley, deren gleichartige Erfindungen in etwa zeitgleich bekannt wurden, hat Werner von Siemens die Bedeutung der Erfindung im Hinblick auf die elektrische Energieerzeugung sofort in vollem Umfang erkannt. Seinen frühzeitigen Veröffentlichungen und Äusserungen entnimmt man die später bestätigte Einschätzung, dass mit der Erfindung der Dynamomaschine, deren technische Weiterentwicklung er sofort aufgriff, das Tor zur grosstechnischen Stromerzeugung aufgestossen wurde.

Die beginnende Elektrizitätswirtschaft baute noch bis in die 90er Jahre auf Gleichstrom, weil es praktisch nur Gleichstromanwendungen gab. Erst nach der Entwicklung von Transformator und Wechselstrom-Antriebsmaschinen erfolgte die Hinwendung zu Wechselstrom. Aus der anfänglichen Vielzahl von Drehstromgeneratoren für Dampfturbosätze, die von bedeutenden Erfindern aus allen europäischen Nationen entwickelt wurden, hat sich nur der Turbogenerator durchgesetzt. In seine Erregerwicklung muss Gleichstrom eingespeist werden. Dieser Gleichstrom wurde bis zur Einführung bürstenloser Erregersätze und statischer Erregereinrichtungen Mitte der 60er Jahre durchwegs von Dynamomaschinen geliefert.

Rasante Entwicklung der Turbogeneratoren

Der Vorläufer aller Turbogeneratoren wurde 1901 vom Anglo-Schweizer Charles E.L. Brown entwickelt (Leistung 0,25 MVA). Mit diesem Prototyp setzte weltweit eine rasante Entwicklung ein, die von

Il y a 125 ans le principe dynamo-électrique était découvert

Parmi les nombreuses découvertes scientifiques de Werner von Siemens, celle du principe dynamo-électrique en 1866 a été une des plus remarquables. Ayant éliminé les faiblesses des machines de démonstration magnéto-électriques de l'époque ou celles des machines à faible puissance utilisées pour le télégraphe et la médecine, cette découverte a

en effet ouvert de nouvelles possibilités. On utilisait jusqu'alors des excitations par aimants permanents tout à fait insatisfaisantes, qui empêchaient une production d'énergie électrique à grande puissance.

Werner von Siemens fut le premier à reconnaître que, grâce à la rotation d'un induit dans le champ magnétique rémanent des noyaux en fer de l'inducteur, une dynamo produit un courant électrique. La réinjection de ce courant dans le circuit inducteur permet de renforcer le champ magnétique des inducteurs et d'augmenter le faible courant induit jusqu'à une valeur maximale.

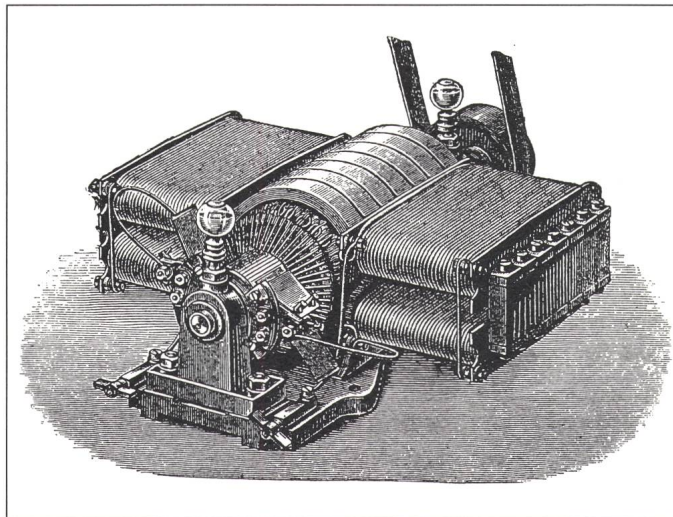
Contrairement à Ch. Wheatstone et C.F. Varley qui avaient fait, pour ainsi dire à la même époque, des découvertes analogues, Werner von Siemens avait immédiatement reconnu l'importance

de cette découverte pour la production d'énergie électrique. L'idée qui ressort de ses premières publications et déclarations, et que l'avenir confirmera, montre que la découverte de la dynamo, qu'il a tout de suite cherché à perfectionner, a ouvert la voie à la production d'électricité à grande puissance.

L'économie électrique s'est basée jusque vers 1890 sur le courant continu, car pratiquement seules des utilisations de ce courant étaient alors possibles. Le courant alternatif n'a été introduit qu'à la suite du développement de transformateurs et moteurs à courant alternatif. Parmi les nombreux alternateurs triphasés pour générateurs entraînés par turbine à vapeur que des chercheurs éminents de toutes les nations européennes ont développés, seul le turbo-alternateur a fait ses preuves. Son inducteur est alimenté par du courant continu qui, jusqu'à l'introduction du circuit d'excitation sans collecteur et de bobines d'excitation statiques vers le milieu des années 1960, était fourni par des dynamos.

Développement rapide des turbo-alternateurs

Charles E.L. Brown a développé en 1901 l'archétype de tous les turbo-alternateurs (puissance 0,25 MVA). Ce prototype a ensuite été développé rapidement dans le monde entier, pour passer de 7 MVA en



Dynamomaschine von Siemens, älteste Konstruktion
Dynamo de Siemens, construction la plus ancienne

7 MVA im Jahre 1910 über 100 MVA (1930), 200 MVA in den 50er Jahren, bis 800 und gar 1600 MVA in den 70er Jahren ging.

Reduzierter Zuwachs des Stromverbrauchs auf etwa 2% jährlich und weitere Marktveränderungen haben seit Ende der 70er Jahre zurück zu mittleren bis kleinen Turbosätzen geführt und den Trend zur immer größeren Einheitenleistung gebrochen.

Heutige Generatorreihen

Die Abmessungen des Generatorläufers werden durch Fliehkraftbeanspruchung und Durchbiegung begrenzt; Transportprofil und die zulässigen Belastungen von Brücken begrenzen die Ständerabmessungen. Zur Leistungssteigerung muss daher das Generatorvolumen besser ausgenutzt werden. Höhere Stromdichten führen jedoch zu grösseren spezifischen Verlusten und verlangen intensivere Kühlmethoden und effektiveres Kühlmittel. Bei den Generatorreihen unterscheidet man nach Kühlmittel (Luft, Wasserstoff, Wasser) und Kühlmethode (indirekt, direkt radial, direkt axial) für die Ständer- und Läuferwicklung.

(Quelle: Siemens-Zeitschrift)

1910 à 100 MVA en 1930, 200 MVA dans les années cinquante et enfin 800, et même 1600 MVA dans les années soixante-dix.

Vers la fin des années soixante-dix, les turbo-alternateurs de moyenne à petite taille ont été réintroduits et la tendance à la hausse de puissance nominale unitaire a été jugulée, en raison de la diminution à environ 2% par an de l'augmentation de la consommation d'électricité ainsi que d'autres changements observés sur le marché de l'énergie.

Générateurs normalisés actuels

Les contraintes dues aux forces centrifuges et la flexion limitent les dimensions du rotor de l'alternateur; le profil de transport et les charges admissibles des ponts limitent les dimensions du stator. L'augmentation de la puissance dépend donc d'une meilleure utilisation du volume du générateur. Des densités de courant plus élevées entraînent toutefois des pertes spécifiques plus importantes et demandent des méthodes et des produits de refroidissement plus efficaces. En ce qui concerne les générateurs normalisés, on distingue entre différents fluides (air, hydrogène, eau) et méthodes de refroidissement (indirecte, directe radiale ou axiale) pour les enroulements du stator et du rotor.

(Source: Journal de Siemens)

Fusion thermonucléaire contrôlée:

Accord Iter signé par les quatre partenaires mondiaux

Le projet Jet (Joint European Torus) qui a, grâce aux chercheurs des pays membres de la CE, de Suisse et de Suède, abouti à la construction du plus grand tokamak du monde, a démontré les avantages majeurs d'une collaboration multinationale. L'étape à suivre, la construction d'un réacteur expérimental qui est l'objectif du projet Iter (International Thermonuclear Experimental Reactor) semble pouvoir s'étendre à une collaboration encore plus large. En effet, les représentants des quatre membres du projet, soit la Communauté Européenne (la Suisse et la Suède y participent à travers la CE), le Japon, la Fédération de Russie et les Etats-Unis d'Amérique viennent de signer un accord concernant la coopération pour la phase d'étude technique du réacteur expérimental.

Les quatre partenaires ont agréé sur trois sites pour cette phase qui comporte le travail d'ingénierie, les recherches et le développement: San Diego (USA), Garching (Allemagne) et Naka (Japon). Les activités s'étendront sur six ans et leur coût sera de l'ordre d'un milliard de dollars. Elles serviront de base aux décisions futures concernant la construction d'Iter. Une fois bâti, le réacteur devra produire environ 1000 MW de puissance de manière quasi continue, les périodes allant jusqu'à une

heure. Il démontrera ainsi la faisabilité scientifique et technologique de la fusion thermonucléaire contrôlée utilisée à des fins pacifiques.

Le procédé de libération d'énergie par la fusion nucléaire

Dans le procédé de libération d'énergie par la fusion nucléaire, les atomes légers comme les isotopes de l'hydrogène fusionnent ensemble pour former de l'hélium. C'est ce procédé qui continuellement intervient dans le soleil et les étoiles, cependant sur terre, les réactions de fusion requièrent des conditions très sévères pour qu'elles puissent avoir lieu. Le combustible doit être chauffé et maintenu à des températures supérieures à 100 mio. de °C – environ dix fois plus chaud que le centre du soleil. A de telles températures, le gaz devient un plasma qui peut être contenu par des champs magnétiques.

L'énorme avantage de l'énergie de fusion est que son combustible de base, le deutérium, une forme d'hydrogène lourd, est facilement extrait de l'eau (34 g par mètre cube) et que les réserves sont pratiquement inépuisables; les lacs suisses fourniraient du deutérium pour dix réacteurs pendant plusieurs millénaires.

L'énergie de fusion a un potentiel énergétique, à long terme, illimité dont les effets sur l'environnement sont acceptables. Elle devrait être une source d'énergie économiquement compétitive.

Centre de Recherches en Physique des Plasmas, EPFL, Lausanne

Für Sie gelesen Lu pour vous

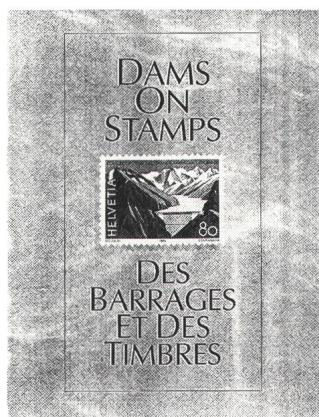
Dams on Stamps Des Barrages et des Timbres

De Jacques Belle, 71 pages, texte français/anglais, illustrations en couleurs, Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB), ISSN 0249-7565.

Des Barrages et des Timbres raconte l'histoire, peu connue, de l'apparition des barrages dans la philatélie. 146 pays ont publié au cours des années 860 timbres de barrage. Le premier a été émis par l'Egypte en 1914 et représente le vieux barrage d'Assouan. L'auteur

ne se contente toutefois pas de présenter les plus anciens timbres, mais il traite le thème du timbre de barrage sous ses aspects les plus divers. Ainsi, il regroupe les timbres qui montrent de grandes réalisations, célèbrent un anniversaire ou traitent des problèmes d'environnement. Même les Entiers Postaux (le timbre est imprimé sur le support) ont leur chapitre.

Les philatélistes apprécieront sans doute les premières pages de l'ouvrage qui fournissent des connaissances de base sur les barrages: un bref historique et des explications quant à leur utilité et aux types de construction. Le ré-



pertoire mondial des timbres de barrages où les timbres sont classés selon le pays et l'année

d'émission constitue un apport précieux à l'ouvrage.

Pour les adeptes de la philatélie, cette publication constitue un enrichissement des connaissances, un nouveau domaine de recherches, et l'occasion d'échanges avec d'autres collectionneurs du monde entier. Mais aussi le spécialiste de barrages sera comblé: il va découvrir un univers jusqu'alors inconnu.

Des Barrages et des Timbres peut être commandé auprès du Comité National Suisse des Grands Barrages, c/o Ingenieurbüro für bauliche Anlagen der Stadt Zürich (tél. 01/435 26 03) au prix de 40 fr.