

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: 66 (1975)

Heft: 18

Rubrik: Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1975 bis 1985 = Perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité de 1975 à 1985

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: 03.04.2026

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

Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1975 bis 1985

Überprüfung des vierten Zehn-Werke-Berichtes
vom Februar 1973

1. Einleitung

In ihrem vierten Bericht «Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz 1972 bis 1980» vom Februar 1973 analysierten die «Zehn Werke»¹⁾ die Lage der Elektrizitätsversorgung von 1972 bis 1980. In den Schlussfolgerungen dieser so zuverlässig als möglich ausgearbeiteten Studie wurde insbesondere darauf hingewiesen, dass unter der vorausehbaren Entwicklung im Ausland künftig nicht mehr damit gerechnet werden darf, dass die jährlich zunehmenden Fehlmengen an elektrischer Energie weiterhin durch Bezüge aus dem Ausland gedeckt werden könnten und dass daher mehrere Kernkraftwerke bis zur Baureife zu fördern seien. Diese Feststellung ist seither durch die Erdölkrise bestätigt worden.

Inzwischen wurden die Baubeschlüsse für die Kernkraftwerke Gösgen, Kaiseraugst und Leibstadt gefasst, die entsprechenden Teilbaugenehmigungen erteilt bzw. in Aussicht gestellt und der Bau dieser neuen Produktionsanlagen bzw. die entsprechenden Vorbereitungsarbeiten in Angriff genommen. Die Betriebsaufnahme dieser Werke ist aufgrund der zurzeit der Abfassung des Berichtes geltenden Terminpläne für Ende 1977 (Gösgen), Ende 1979 (Leibstadt) und Ende 1980 (Kaiseraugst) vorgesehen. Diese Termine gelten selbstverständlich nur unter der Voraussetzung, dass die Verwirklichung der zur Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung benötigten neuen Produktionsanlagen keinen weiteren Schwierigkeiten begegnet.

Seit der Herausgabe des letzten Zehn-Werke-Berichtes sind aber noch zwei weitere Ereignisse eingetreten, nämlich die veränderte Lage auf dem Erdölsektor und die unerwartet starke Abflachung der Konjunktur in den Industrieländern, deren mögliche Auswirkungen auf die Energieversorgung unseres Landes eine Überprüfung der im Jahre 1973 gezogenen Schlussfolgerungen angezeigt erscheinen lassen. Beim vorliegenden Bericht handelt es sich also um eine abschnittsweise Überprüfung und Ergänzung der im Februar 1973 erschienenen Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz²⁾.

2. Gegenstand des vorliegenden Ergänzungsberichtes

2.1 Zielsetzung

Die Elektrizitätswerke haben als Dienstleistungsbetriebe die Aufgabe und die eigentliche Verpflichtung, die Versorgung der Schweiz mit elektrischer Energie jederzeit sicherzustellen und vorausschauend alle notwendigen Massnahmen zu ergreifen, um Engpässe zu vermeiden. Sie haben demnach

¹⁾ Die sechs Überlandwerke: Aare-Tessin AG (ATEL), Bernische Kraftwerke AG (BKW), Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW), Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL), SA l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK) und die drei Stadtwerke Basel, Bern und Zürich sowie die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

²⁾ Zu beziehen beim Sekretariat des VSE, 8023 Zürich.

Perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité de 1975 à 1985

Vérification et complément
du quatrième «Rapport des Dix» (février 1973)

1. Introduction

Dans leur quatrième rapport intitulé «Les perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité de 1972 à 1980», publié en février 1973, les «Dix Entreprises»¹⁾ analysaient la situation de l'approvisionnement en électricité de 1972 à 1980. En conclusion de cette étude effectuée aussi consciencieusement que possible, elles relevaient en particulier que l'évolution prévisible à l'étranger ne permettait plus d'espérer que nos déficits en énergie électrique, qui croissent d'année en année, puissent continuer à être couverts par des importations; dès lors, il fallait mener à maturité les projets de construction de plusieurs centrales nucléaires. Cette affirmation s'est depuis lors trouvée confirmée par la crise pétrolière.

Entre-temps les décisions de construire sont intervenues pour les centrales nucléaires de Gösgen, Kaiseraugst et Leibstadt. Les autorisations partielles de construire ont été, soit accordées, soit envisagées, et l'on a entrepris la construction – ou du moins les travaux préliminaires – de ces nouveaux équipements de production. Selon les prévisions valables au moment de la rédaction du rapport, la mise en service de ces ouvrages est prévue à fin 1977 (pour Gösgen), à fin 1979 (pour Leibstadt) et fin 1980 (pour Kaiseraugst). Ces délais sous-entendent, cela va sans dire, qu'aucun obstacle nouveau ne s'oppose à la réalisation de ces équipements de production nécessaires pour assurer l'approvisionnement en électricité.

Mais depuis la publication du dernier «Rapport des Dix», deux événements nouveaux sont intervenus, à savoir les changements dans le secteur pétrolier et le ralentissement aussi important qu'inattendu de la conjoncture dans les pays industrialisés. Les effets qu'ils pourraient engendrer sur l'approvisionnement de notre pays en énergie ont justifié un réexamen des conclusions formulées en 1973. Le présent rapport a donc pour but de vérifier systématiquement et de compléter les prévisions émises à l'époque au sujet de l'approvisionnement de la Suisse en électricité²⁾.

2. Objet du présent rapport complémentaire

2.1 Objectifs

En tant que services d'utilité publique, les entreprises d'électricité ont pour tâche et même pour obligation d'assurer en tout temps l'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique et de prendre d'avance toutes mesures permettant d'éviter dans ce domaine des goulots d'étranglement. Elles

¹⁾ Les six entreprises d'électricité d'importance nationale: Aar et Tessin S.A. d'électricité (ATEL), Forces Motrices Bernoises S.A. (FMB), Forces Motrices de la Suisse centrale S.A. (CKW), Electricité de Laufenbourg S.A. (EGL), S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Forces Motrices du Nord-Est de la Suisse S.A. (NOK), ainsi que les trois Services de l'électricité des villes de Bâle, Berne et Zurich et les Chemins de fer fédéraux (CFE).

²⁾ Peut être retiré au secrétariat de l'UCS, 8023 Zurich.

nicht nur den Ausbau der Produktions-, Übertragungs- und Verteilanlagen für eine normale Entwicklung vorauszuplanen, sie haben vielmehr auch die Aufgabe, vorausschauend mögliche Tendenzen, die von der bisherigen Entwicklung abweichen, in ihre Betrachtungen einzubeziehen. Eine reine Fortrechnung aus der Vergangenheit, lediglich auf der bisherigen Entwicklung basierend, ohne Berücksichtigung wahrscheinlich zu erwartender Ereignisse, wäre aber ebenso unzulässig wie die Einbeziehung kurzfristiger Einflüsse. Diese können wohl eintreten, wirken sich aber nur als Überlagerung auf die allgemeine Entwicklung aus und sind von untergeordneter Bedeutung. Andererseits ist es aber zweifellos nicht angebracht, aus langfristig festgestellten Tendenzen auf deren dauernde Fortsetzung zu schliessen. Ein entsprechendes Beispiel ist die starke Verschiebung des Anteils der verschiedenen Energieträger am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz. Dieser hat bei der stark expansiven Wirtschaftstätigkeit der vergangenen Jahre in Verbindung mit der Preissituation zwischen den einzelnen Energieträgern zu einer starken Erhöhung des Erdölanteils und dementsprechend zu einer ständigen Verminderung des prozentualen Elektrizitätsanteils geführt. Dies darf aber für die Zukunft nicht als feststehende Gegebenheit hingenommen werden. Bereits die Situation im Winter 1973/74 mit der Ölkrise und den Produktions- und Liefereinschränkungen, verbunden mit starken Preissteigerungen auf dem Erdölsektor, hat ihre Auswirkung gezeigt, welche auf eine Umkehr der Tendenz des Elektrizitätsanteils schliessen lässt.

In Übereinstimmung mit den Zielsetzungen des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), die unter anderem auch eine grössere Diversifikation der Energieträger und eine Erhöhung des Anteils anderer Energiequellen als des Öls anstreben, ist der Abschätzung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfes besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Unter diesen und weiteren Gesichtspunkten ist zu prüfen, wieweit der Bericht aus dem Jahre 1973 zu ergänzen und zu korrigieren ist. Wie in jenem Bericht kann auch diesmal das Ziel nur darin bestehen, mögliche und wahrscheinliche Grenzen abzustecken.

Ein weiterer Problemkreis, mit dem sich die Elektrizitätswirtschaft neuerdings in vermehrtem Masse auseinanderzusetzen hat, betrifft die Finanzierung der neu zu erstellenden oder zu erweiternden Produktions-, Übertragungs- und Verteilanlagen. Im Rahmen dieses Revisionsberichtes kann jedoch nicht auf diese Frage eingetreten werden.

2.2 Zeitbegrenzung und Sicherheit der Voraussage

Während im Bericht des Jahres 1973 die Produktions- und Verbrauchszahlen bis zum hydrologischen Jahr 1970/71 zur Verfügung standen, liegen heute die entsprechenden Zahlen bis zum hydrologischen Jahr 1973/74 endgültig vor. Entsprechend diesem Fortschritt wird die Prognose bis ins Jahr 1985/86 ausgedehnt. Auch an dieser Stelle muss wiederholt werden, dass sich die wirtschaftliche Entwicklung über grössere Zeiträume hinaus kaum zuverlässig beurteilen lässt. Dies gilt heute in ganz besonderem Masse. Die gegenwärtig labile wirtschaftliche Lage erschwert Prognosen mehr denn je. Mit Gewissheit kann jedoch gesagt werden, dass die Behörden alles Interesse haben, die Vollbeschäftigung zu erhalten, die Arbeitsplätze zu sichern und Arbeitslosigkeit zu verhindern. Eine allein aus der heutigen Situation heraus überarbeitete

doivent de ce fait non seulement prévoir l'extension de leurs équipements de production, de transport et de distribution, en vue d'en assurer le développement normal, mais encore supputer les tendances qui pourraient déterminer une évolution différente de celle constatée dans le passé. A cet égard, il serait aussi faux de procéder par une simple extrapolation de l'évolution antérieure, qui ne tiendrait pas compte d'événements prévisibles, que de prendre en considération des influences passagères. Même si de telles influences devaient se manifester, leurs effets viendraient simplement se superposer à l'évolution générale, et leur signification resterait mineure.

Par ailleurs, il serait erroné de considérer une évolution comme durable, alors même qu'elle se serait manifestée durant de longues années. Un exemple à l'appui de cette affirmation résulte de la forte variation des parts dévolues aux différents agents énergétiques dans la consommation globale d'énergie en Suisse. Sous l'effet de la forte expansion économique de ces dernières années, liée au rapport des coûts existant entre les divers agents énergétiques, le recours aux produits pétroliers s'est fortement accru, entraînant une baisse constante du pourcentage couvert par l'électricité. L'on doit bien se garder d'admettre cela comme une donnée inamovible pour l'avenir. En effet, durant l'hiver 1973/74 déjà, la crise pétrolière a entraîné des restrictions dans la production et les livraisons ainsi qu'une forte hausse des prix des produits pétroliers; cette évolution est venue imprimer une nouvelle tendance au développement de la quote-part revenant à l'électricité.

Conformément aux objectifs de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité qui visent entre autres à mieux diversifier les agents énergétiques et à accroître la part dévolue aux sources d'énergie autres que le pétrole, il convient de prêter une attention particulière à l'estimation des besoins futurs en énergie électrique.

Pour ces raisons et pour d'autres motifs encore, il y a lieu d'examiner jusqu'à quel point le rapport de 1973 demande à être complété et amendé. Comme tout rapport, celui-ci n'a pour ambition que de cerner les limites possibles et probables.

Un autre genre de problèmes, qui depuis peu préoccupe l'économie électrique de façon accrue, est celui du financement des équipements nouveaux ou complémentaires servant à la production, au transport et à la distribution. La question dépassant toutefois le cadre du présent rapport, elle ne sera pas abordée ici.

2.2 Délimitation dans le temps et sécurité des prévisions

Alors que pour le rapport de 1973, l'on ne disposait de données sur la production et la distribution que jusqu'à l'année hydrologique 1970/71, nous connaissons aujourd'hui les chiffres définitifs jusqu'à 1973/74. Parallèlement à cette meilleure approche, les prévisions ont été étendues jusqu'en 1985/86. Mais il convient de répéter ici encore que l'évolution économique ne peut être prévue de façon sûre à longue échéance. Cela est valable tout particulièrement pour l'époque présente. L'instabilité actuelle de la situation économique complique plus que jamais les prévisions. On peut toutefois affirmer sans se tromper que les autorités ont tout intérêt à maintenir le plein-emploi, à garantir les postes de travail et à empêcher le chômage. Tout pronostic fondé sur la seule situation actuelle serait encore plus incertain que des

Prognose wäre mit einer noch grösseren Unsicherheit behaftet als Vorausberechnungen, die sich auf längere Entwicklungsperioden abstützen. In diesem Sinne behält der im letzten Bericht enthaltene Hinweis weiterhin seine volle Gültigkeit, dass in einer durch starke dynamische, wirtschaftliche und soziale Veränderungen gekennzeichneten Situation Entwicklungen möglich sind, deren mittel- und langfristige Wirkungen auf das Wirtschaftsleben kaum abzusehen sind.

calculs basés sur une période plus longue. Dans ce sens, l'affirmation émise dans le dernier rapport conserve toujours sa pleine validité: dans une situation caractérisée par d'importantes modifications dynamiques, économiques et sociales, une évolution inattendue peut se produire, dont les effets à moyen et à long terme sur la vie économique sont à peine prévisibles.

3. Schätzung des zukünftigen Elektrizitätsbedarfes

3.1 Die bisherige Verbrauchsentwicklung

Gestützt auf die ausgeprägten jahreszeitlichen Schwankungen des Elektrizitätsverbrauches wurde bisher die Verbrauchsentwicklung je für das Winter- und das Sommerhalbjahr jedes hydrologischen Jahres untersucht. Diese Methode war so lange zulässig, als die Elektrizitätsproduktion in der Schweiz fast ausschliesslich aus hydraulischen Anlagen stammte. Bei der Aufstellung der monatlichen Energiebilanzen hat sich durch die zunehmende Bedeutung der thermischen Produktion die Notwendigkeit gezeigt, die Methode zu verfeinern. Während einzelne Monate eine überdurchschnittliche Zuwachsrate aufweisen, ist diese in anderen Monaten geringer. Die in der Tabelle I aufgeführten Jahresverbrauchsprognosen sind deshalb erstmals aufgrund der jährlichen Zuwachsraten, entsprechend ihrem Gewicht in den einzelnen Monaten, ermittelt worden. Auf eine Unterscheidung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr wurde bewusst verzichtet.

3.2 Die Treffsicherheit der bisherigen Prognosen

Die Fig. 1 zeigt als Ausgangssituation neben der effektiven Verbrauchsentwicklung bis 1973/74 die Prognosebereiche der beiden früheren Berichte. Der Vergleich dieser Informationen zeigt eine gute Übereinstimmung zwischen Vorhersage und Wirklichkeit. Immerhin ist erkennbar, dass die 1968 aufgestellte Prognose eher etwas zu niedrig lag. Verglichen mit der Vorausschau des Jahres 1973 liegen die wirklichen Verbrauchszahlen der Jahre 1970/71 bis 1973/74 auf oder ganz schwach unter dem unteren Wert dieser Vorhersage. Aufgrund dieser Gegenüberstellungen darf die gewählte Bestimmungsart für die Beurteilung der näheren Zukunft nach wie vor als zweckmässig erachtet werden. Die

3. Estimation des besoins futurs en énergie électrique

3.1 L'évolution passée de la consommation

En raison des variations saisonnières de la consommation d'électricité, on a étudié jusqu'ici l'évolution de cette consommation durant les semestres d'hiver et d'été de chaque année hydrologique. Cette manière de faire était admissible tant que l'électricité en Suisse était presque exclusivement produite par des centrales hydrauliques. Mais lors de l'établissement des bilans énergétiques mensuels, il est apparu nécessaire, du fait de l'importance croissante de la production thermique, d'affiner la méthode. Tandis que certains mois présentent un taux de croissance supérieur à la moyenne, d'autres se caractérisent en revanche par un taux inférieur. C'est pourquoi les prévisions de la consommation annuelle indiquées dans le tableau I ont été pour la première fois établies sur la base des taux de croissance annuels obtenus par l'addition des valeurs mensuelles. On a volontairement renoncé à distinguer les semestres d'hiver et d'été.

3.2 Exactitude des prévisions faites jusqu'ici

La fig. 1 indique l'évolution effective des consommations jusqu'en 1973/74 ainsi que les marges de prévision des deux rapports précédents. La comparaison fait apparaître une bonne concordance entre prévisions et réalité. On constate toutefois que les prévisions établies en 1968 étaient un peu trop faibles. Comparés aux prévisions de 1973, les chiffres réels de consommation des années 1970/71 à 1973/74 concordent avec les valeurs inférieures prévues ou se tiennent légèrement au-dessous. Ces comparaisons permettent de tenir pour encore valable le mode d'estimation choisi pour le proche avenir. Les nouvelles prévisions embrassant la période de 1974/75 à 1985/86 se basent sur la même méthode, qui – comme il est dit sous chiffre 3.1 – a été un peu affinée.

Prognose des Landesverbrauchs in TWh bis 1985/86
Ausgangsjahr = 1973/74

Tabelle I

Hydrologisches Jahr	Zuwachsrates		Bandbreite
	schwach + 4%	stark + 5%	
1973/74	32,4	32,4	–
1974/75	33,7	34,0	0,3
1975/76	35,1	35,7	0,6
1976/77	36,5	37,5	1,0
1977/78	37,9	39,4	1,5
1978/79	39,4	41,4	2,0
1979/80	41,0	43,4	2,4
1980/81	42,7	45,6	2,9
1981/82	44,4	47,9	3,5
1982/83	46,1	50,3	4,2
1983/84	48,0	52,8	4,8
1984/85	49,9	55,4	5,5
1985/86	51,9	58,2	6,3

Prévisions de la consommation en Suisse jusqu'en 1985/86 (en TWh)
Année de référence = 1973/74

Tableau I

Année hydrologique	Taux de croissance		Fourchette
	faible + 4%	fort + 5%	
1973/74	32,4	32,4	–
1974/75	33,7	34,0	0,3
1975/76	35,1	35,7	0,6
1976/77	36,5	37,5	1,0
1977/78	37,9	39,4	1,5
1978/79	39,4	41,4	2,0
1979/80	41,0	43,4	2,4
1980/81	42,7	45,6	2,9
1981/82	44,4	47,9	3,5
1982/83	46,1	50,3	4,2
1983/84	48,0	52,8	4,8
1984/85	49,9	55,4	5,5
1985/86	51,9	58,2	6,3

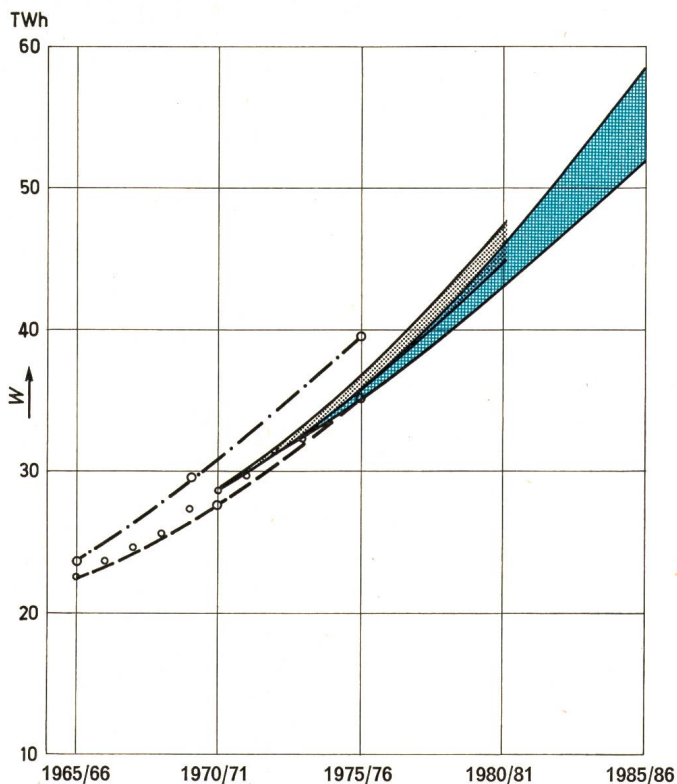


Fig. 1
Entwicklung des Energiebedarfs und Vergleich der Prognosen
Développement des besoins d'énergie et comparaison avec les estimations

- Tatsächliche Verbrauchswerte
Consommations effectives
- - - -○ Prognosewerte des Berichtes 1965
Estimations du rapport de 1965
- - - -○ Prognosewerte des Berichtes 1968
Estimations du rapport de 1968
- ▨ Prognosewerte des Berichtes 1973
Estimations du rapport de 1973
- ▩ Prognosewerte dieses Berichtes
Estimations de ce rapport
- W* Verbrauch in TWh
Consommation en TWh

neue Prognose, umfassend den Zeitraum von 1974/75 bis 1985/86, basiert auf derselben – aber wie unter 3.1 erläutert – noch etwas verfeinerten Methode.

3.3 Die Schätzung des zukünftigen Verbrauches und die mutmasslichen Einflüsse auf die Nachfrage nach elektrischer Energie

Aufgrund der seinerzeitigen Untersuchungen wurde im Zehn-Werke-Bericht des Jahres 1973 für die Ermittlung des voraussichtlichen künftigen Verbrauches ein Fächer mit einer oberen Zuwachsrate von 5,5 % im Winter und 4,5 % im Sommer und einer unteren Zuwachsrate von 5 % bzw. 4 % als wahrscheinlich angesehen. Die künftige Beschränkung auf Jahresverbrauchszahlen warf die Frage nach der oberen und der unteren Rate des Fächers wieder auf. Offensichtlich unter dem Eindruck der Konjunkturabflachung wurde verschiedentlich angeregt, die untere Rate drastisch zu senken. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt indessen, dass es immer wieder Jahre mit geringeren Zuwachsraten gegeben hat, dass sich aber die Energienachfrage schon nach wenigen Jahren wieder verstärkt hat und zum Teil sogar noch grössere Zuwachsraten auftraten. Selbst in den dreissiger Jahren oder während des Zweiten Weltkrieges waren keine nachhaltigen Einbrüche der Zuwachsrate zu verzeichnen. Der Wert von 3,1 % im hydrologischen Jahr 1973/74 wurde in den Jahren 1957/58 mit 2,9 und 1965/66 mit 2,4 % sogar unterboten, ohne dass dies in der langfristigen Entwicklung überhaupt in Erscheinung trat. Aufgrund von Zuwachsraten einzelner Jahre auf eine mittel- oder langfristige Entwicklungsänderung schliessen zu wollen, wäre zweifellos verfehlt. Eine Abweichung von der bisherigen Prognose liesse sich nur beim Vorliegen zahlenmässig eindeutig erfassbarer Einflussgrössen auf den Elektrizitätsverbrauch rechtfertigen.

3.3 Estimation de la consommation future et influences probables que subira la demande d'électricité

Pour déterminer les consommations futures, le rapport de 1973 des «Dix» se basant sur des études antérieures, avait admis pour probable une fourchette des taux de croissance dont les limites supérieures se situaient à 5,5 % en hiver et 4,5 % en été, et les limites inférieures respectivement à 5 % et 4 %. Le fait de n'indiquer à l'avenir que des taux de croissance se rapportant à l'année entière a reposé le problème des limites supérieure et inférieure de la fourchette. Sous l'impression causée par le ralentissement de la conjoncture, on a parfois proposé d'abaisser de façon spectaculaire les limites inférieures des taux. Mais le rappel du passé indique que si certaines années ont connu un taux d'accroissement restreint, il est non moins vrai que, peu d'années après, la demande d'énergie électrique s'est ranimée, présentant parfois un taux de croissance encore plus élevé qu'avant le fléchissement. Même au cours des années trente ou pendant la Deuxième Guerre mondiale, on n'a pas enregistré d'incidence durable sur les taux de croissance. La valeur de 3,1 % enregistrée pour l'année hydrologique 1973/74 est même tombée à 2,9 % en 1957/58 et à 2,4 % en 1965/66 sans que, pour autant, l'évolution à long terme s'en trouve influencée. Il serait sans doute erroné de vouloir déduire, des taux d'augmentation enregistrés durant certaines années, une modification du rythme de développement à moyen ou à long terme. Une modification des prévisions faites jusqu'ici ne pourrait se justifier qu'en présence de facteurs influençant la demande d'électricité dans une mesure à coup sûr chiffrable.

La consommation d'énergie se trouve positivement influencée par divers facteurs: l'évolution de la population résidente, les besoins croissants en surface habitable par habitant, la tendance à accroître le degré d'électrification domes-

Die Entwicklung der Wohnbevölkerung, die zunehmende Wohnraumbedarf pro Kopf, das Bestreben, den Elektrifizierungsgrad im Haus, der langfristig noch nicht die Sättigung erreicht hat, zu erhöhen, die infolge der Ölkrise festgestellte vermehrte Zuwendung zur elektrischen Heizung, die zur Erhöhung der Produktivität und damit der Existenzfähigkeit notwendige fortschreitende Mechanisierung der Arbeitsprozesse beeinflussen den Elektrizitätsverbrauch zweifellos in positivem Sinne. Andererseits wirken sich ein abnehmender Beschäftigungsgrad in Industrie, Handel und Gewerbe, ein Rückgang des Gastarbeiterbestandes und eventuell auch die Einführung neuer Energieformen – diese im Betrachtungszeitraum allerdings kaum nennenswert – in Richtung eines Minderverbrauches aus. Die Gesamtheit dieser Faktoren lässt zurzeit wohl eher einen leichten Rückgang des Verbrauchszuwachses erwarten.

Andererseits dürfen aber auch die Einflüsse nicht ausser acht gelassen werden, welche nebst den bereits erwähnten Möglichkeiten einen weiteren Aufschwung des Elektrizitätsbedarfes bewirken können. Hätten die Elektrizitätswerke beispielsweise allen durch den Anstieg des Ölpreises bedingten Begehren um Anschluss elektrischer Heizungen entsprochen, wäre ein sehr starker Zuwachs allein in der Gruppe Haushalt zu verzeichnen gewesen.

Der milde Winter 1974/75 hat diese Bedürfnisse weitgehend in den Hintergrund treten lassen, wobei aber der im März 1975 erfolgte Kälteeinbruch an einzelnen Tagen und in gewissen Gegenden einen ausserordentlichen Verbrauchszuwachs mit sich brachte, der eindeutig der elektrischen Heizung zuzuschreiben ist. Ein kalter und trockener Winter könnte somit die Elektrizitätsversorgung, trotz konjunkturbedingtem Minderbedarf, wieder in eine vollkommen andere Situation bringen.

Wie sich die Politik der ölproduzierenden Länder weiter entwickeln wird, ist ausserordentlich unsicher; längerfristig ist jedoch mit weiteren Preiserhöhungen zu rechnen. Zudem werden Ölförderungen ausserhalb der klassischen Förderländer erst nach Jahren nennenswerte Ausmasse erreichen, wobei die Gestehungskosten für Öl dieser Herkunft recht hoch sein werden. Eine gewisse Substitution fossiler Energieträger durch elektrische Energie ist somit ohne besondere Massnahme sehr wahrscheinlich, und mit ihr muss auf längere Sicht zweifellos gerechnet werden. Die an früherer Stelle erwähnten abschwächenden Einflussfaktoren können dabei mehr als kompensiert werden. Das Ausmass dieser sich selbst einstellenden Substitution ist jedoch im heutigen Zeitpunkt mengenmässig ebenso schwer zu erfassen wie eine längerfristige Konjunkturverflachung. Neben dieser Umstellung auf andere Energieträger aus Preis- oder Umweltgründen muss auch die gezielte Substitution in Betracht gezogen werden, entsprechend der erklärten Meinung aller Staaten im westeuropäischen Raum, dass die ausserordentlich starke einseitige Abhängigkeit vom Energieträger Öl mit allen damit verbundenen Gefahren vermindert werden muss durch Öffnung von Anwendungsmöglichkeiten, die heute dem Öl und seinen Derivaten reserviert sind. Die Ziele einzelner Länder sind zum Teil sehr weit gesteckt und gehen weit über die zurzeit in der Schweiz bestehenden Vorstellungen hinaus. Aber bereits in diesem Rahmen wird die Elektrizität ihren Beitrag zu leisten haben. Bei den heutigen Verfahren und den bestehen-

der, die, considéré à long terme, n'a pas atteint le point de saturation, le recours plus prononcé au chauffage électrique constaté à la suite de la crise pétrolière, la mécanisation accrue des procédés de fabrication exigée par l'accroissement de la productivité et, partant, du standard de vie. En revanche, le degré décroissant d'occupation dans l'industrie, le commerce et l'artisanat, le recul de l'effectif de la main d'œuvre étrangère, éventuellement aussi le recours à de nouvelles formes d'énergie – qui ne sauraient guère retenir notre attention pour la période prise en considération – agissent dans le sens d'une réduction de la consommation. Considérés dans leur ensemble, ces facteurs permettent actuellement de s'attendre plutôt à un léger recul du taux de croissance de la consommation.

Par ailleurs, on ne doit pas non plus négliger d'autres influences qui pourraient, outre les possibilités déjà évoquées, insuffler un nouvel élan à la demande d'électricité. Si, par exemple, les entreprises d'électricité avaient donné suite à toutes les demandes de raccordement de chauffage électrique provoquées par la hausse du prix du mazout, le groupe des «ménages» aurait à lui seul enregistré un très fort accroissement.

L'hiver 1974/75, très doux, a relégué ces préoccupations à l'arrière-plan, bien que la brève vague de froid survenue en mars 1975 ait provoqué dans certaines régions une hausse sensible de la consommation, imputable de toute évidence au chauffage électrique. Un hiver froid et sec pourrait dès lors, malgré le recul dû à la conjoncture, modifier entièrement la situation de l'approvisionnement en énergie électrique.

L'évolution future de la politique des pays producteurs de pétrole est extrêmement incertaine: à plus long terme, il faut toutefois s'attendre à de nouvelles hausses des prix. De plus, les nouveaux gisements de pétrole situés hors des pays traditionnellement producteurs n'assureront une production digne d'intérêt qu'après bien des années; les prix de revient de ce pétrole seront très élevés. Sans même que des mesures particulières soient prises, il est probable que l'électricité se substituera dans une certaine mesure aux combustibles fossiles; à plus longue échéance, cette substitution ne fait aucun doute. Les facteurs de fléchissement mentionnés plus haut se trouveront alors plus que compensés. Cependant, à l'heure actuelle, l'importance de cette substitution spontanée est aussi difficile à évaluer que l'est une stabilisation à long terme de la conjoncture. Ce passage à d'autres agents énergétiques est déterminé par des motifs tenant aux prix ou à l'environnement. Il faut encore y ajouter la substitution recherchée, découlant de l'opinion partagée par tous les Etats d'Europe occidentale, selon laquelle l'état de dépendance unilatérale à l'égard des produits pétroliers, avec tous les dangers qu'il comporte, doit être atténué en ouvrant à l'électricité des champs d'application réservés jusqu'à présent au pétrole et à ses dérivés. Les objectifs de divers pays en cause sont parfois très vastes et dépassent largement l'optique suisse actuelle. Mais ne serait-ce que dans notre cadre restreint, l'électricité aura son rôle à jouer. Selon les procédés actuels et la technique acquise, il n'est pour l'instant question essentiellement que du chauffage des locaux, qui absorbe la majeure partie des huiles minérales consommées.

L'estimation des taux de croissance pour les années à venir doit tenir compte de ce fait. La rapidité de la mise en

den Techniken kommt vorläufig in der Hauptsache die Raumheizung, die den grössten Teil des Erdölbedarfes beansprucht, in Frage.

Bei den Zuwachsraten der nächsten Jahre ist diesem Umstand Rechnung zu tragen. Wie rasch und in welchem Umfang diese Substitution Platz greifen kann, hängt von sehr vielen Faktoren ab und ist in einer Anlaufphase mengenmässig sehr schwer zu erfassen. Sie könnte aber die verminderten Einflüsse des Elektrizitätsverbrauches sehr bald kompensieren oder überflügeln.

Unter Würdigung vorstehender Ausführungen und aufgrund der Entwicklung in den letzten zehn Jahren sowie gestützt auf die Verfeinerung der Prognosemethode kann für die Betrachtungsperiode mit einer mittleren Zuwachsrate gerechnet werden, die sich zwischen 4 und 5 % halten wird und unter den Werten des letzten Berichtes liegt.

Für das Jahr 1985/86 ergibt sich eine Bandbreite von 6,3 TWh, was ungefähr der Produktion eines Kernkraftwerkes der im Bau befindlichen Generation entspricht. Eine Abweichung des effektiven Verbrauches von der Prognose um 1 % kommt einer Vor- oder Nachverschiebung des minimalen Verbrauches im Jahre 1985/86 um höchstens zwei bis drei Jahre gleich. Bei der langen Bauzeit für neue Produktionsanlagen zeigt sich sogleich, dass ein Überschreiten des effektiven Verbrauches wesentlich schwerwiegendere Folgen hätte als ein Unterschreiten.

Im Bericht 1973 wurden im Abschnitt 3.5 wesentliche Einflüsse (Wirtschaftsentwicklung, Preisfrage, sozialpolitische Probleme, Rationalisierung usw.) auf die Nachfrage nach elektrischer Energie behandelt. Diesen Erläuterungen ist grundsätzlich nichts beizufügen. Einzig die seinerzeitige Annahme, dass durch die bei allen Energieträgern zu erwartenden Preissteigerungen die damals vorhandenen Kostenrelationen nicht wesentlich verändert würden, traf nicht zu, indem durch die massiven Preiserhöhungen beim Erdöl die Relation sich zugunsten der Elektrizität verschoben hat. Auf mögliche Substitutionseffekte wurde bereits hingewiesen, wobei nicht nur die Preisentwicklungen, sondern ebensosehr die Ungewissheit der Auswirkungen der von den Ölproduzentenländern verfolgten Politik die Substitutionsbegehren seitens der Verbraucher fördern.

Die zuweilen geforderte restriktive Energiepolitik mit dem Ziel der Einschränkung des Wirtschaftswachstums hat heute an Aktualität wesentlich verloren oder gar ins Gegenteil umgeschlagen. Vor allem aber kann Energiepolitik nicht über die Beeinflussung des Verbrauches einer einzelnen Energieform, der Elektrizität, betrieben werden, insbesondere weil deren Anteil am Gesamtenergiebedarf nur einen kleinen Teil ausmacht.

3.4 Pumpspeicherbetrieb

Bei gewissen Speicherkraftwerken wird die Füllung der Speicherbecken durch natürliche Zuflüsse dadurch verbessert, dass mit Hilfe von Pumpenanlagen künstlich Wasser zugeleitet wird. Je nach Topographie und Ausbau des Speicherkraftwerkes können dadurch zusätzliche Wassermengen für die Energieerzeugung nutzbar gemacht oder aus Zwischeneinzugsgebieten anfallendes Laufwasser in bewirtschaftbares Speicherwasser veredelt werden. Dieser als *notwendige Pumpspeicherung* bezeichnete Pumpenbetrieb findet vorwiegend im Sommer statt. In einzelnen Fällen ist nur

œuvre et l'importance de cette substitution dépendent d'un grand nombre de facteurs; dans ses débuts, il est bien difficile d'en concevoir l'ampleur. Elle pourrait néanmoins très vite compenser, voir dépasser la baisse de la consommation d'électricité résultant des facteurs mentionnés plus haut.

Compte tenu de ce qui précède et vu l'évolution des dix dernières années, considérant enfin l'affinement intervenu dans la méthode de prévisions, on peut admettre pour la période prise en considération que le taux moyen de croissance sera compris entre 4 % et 5 %; il est donc inférieur aux taux admis par le précédent rapport.

Pour 1985/86, on obtient une fourchette de 6,3 TWh, ce qui représente à peu près la production d'une centrale nucléaire de la génération actuellement en construction. Une variation de 1 % de la consommation effective correspondrait à une avance ou à un retard de 2 à 3 ans au plus par rapport à la consommation minimale prévue pour 1985/86. Du fait du long délai requis pour réaliser de nouveaux équipements de production, on peut affirmer que si la consommation effective dépasse les prévisions, les conséquences en seront sensiblement plus dommageables que dans l'hypothèse contraire.

Dans le rapport de 1973, le chapitre 3.5 traite des influences essentielles (évolution économique, question de prix, problèmes de politique sociale, rationalisation, etc.) qui peuvent s'exercer sur la demande d'énergie électrique. En principe, ces explications restent valables. La seule affirmation qui ne s'est pas vérifiée est celle selon laquelle la hausse des prix, prévisible pour tous les agents énergétiques, ne modifierait pas sensiblement le rapport des coûts existants; en fait, la hausse des prix du pétrole a joué en faveur de l'électricité. On a déjà fait allusion plus haut à des substitutions possibles; il faut observer à ce sujet qu'elles seront requises par les consommateurs non seulement en raison de l'évolution des prix, mais plus encore au vu des effets incertains de la politique suivie par les pays producteurs de pétrole.

La politique énergétique restrictive préconisée çà et là afin de limiter la croissance économique a aujourd'hui beaucoup perdu de son actualité; on plaide même en faveur d'une action contraire. Quoi qu'il en soit, la politique énergétique ne saurait s'exercer au détriment d'un seul agent énergétique, l'électricité en l'occurrence, d'autant moins que celle-ci ne couvre qu'une petite part des besoins globaux en énergie.

3.4 Accumulation par pompage

Dans certaines centrales à accumulation, on améliore le remplissage obtenu par les apports naturels en amenant artificiellement de l'eau au bassin par pompage. Selon la topographie et la structure de l'aménagement, on peut ainsi utiliser pour la production d'énergie des quantités supplémentaires d'eau ou valoriser l'eau provenant de bassins versants intermédiaires en la convertissant en eau accumulée. Ce régime d'exploitation, dénommé *pompage indispensable*, a lieu avant tout durant la saison d'été. Dans certains cas particuliers, ce n'est qu'ainsi que l'on peut obtenir le remplissage complet des bassins. L'énergie absorbée par les moteurs des pompes a été de ce fait considérée comme s'ajoutant à la consommation normale d'électricité.

En revanche, dans le cas du *pompage-turbinage*, il s'agit d'une exploitation *libre* du pompage entre deux bassins d'ac-

damit eine vollständige Seefüllung sichergestellt. Die Antriebsenergie für die Pumpenmotoren wurde deshalb in der Rechnung als zusätzlicher Bedarf zum normalen Elektrizitätsverbrauch eingerechnet.

Demgegenüber handelt es sich beim *Umwälzbetrieb* um einen *freien* Pumpenbetrieb zwischen zwei Speicherbecken. Er ermöglicht die zusätzliche Erzeugung hochwertiger Starklastenergie, vor allem zur Deckung des Spitzenleistungsbedarfes, wozu das turbinerte Wasser hauptsächlich in den Schwachlastzeiten wieder hochgepumpt wird. Diese Betriebsart ist zurzeit nur sinnvoll, wenn entsprechende Mengen Schwachlastenergie verfügbar sind. Der Energieaufwand für den Pumpenbetrieb ist jedoch grösser als die daraus gewonnene Spitzenenergie. Für die vorliegenden Prognosen wurde deshalb die Antriebsenergie erst nach Deckung des übrigen Bedarfes und nur aus freien Disponibilitäten eingesetzt. Diese Betrachtung ist solange zulässig, als der Umwälzbetrieb zur Spitzenenergieerzeugung nicht unbedingt erforderlich ist.

4. Die Erzeugung elektrischer Energie (Fig. 2)

4.1 Die Erzeugung durch Wasserkraftwerke

Die Berechnung der aus Wasserkraftwerken stammenden Energiemengen beruht auf den monatlichen Produktionswerten bestehender Anlagen und solchen, deren Erstellung vor dem 1. Januar 1975 beschlossen wurde. Die Produktionswerte enthalten die aus den natürlichen Zuflüssen und die aus der notwendigen Pumpspeicherung gewonnenen Erzeugungsmöglichkeiten. Unterschiedliche Abflussverhältnisse haben jedoch zur Folge, dass die mögliche Jahresenergieerzeugung bei guter Wasserführung um rund 3 TWh über und bei Trockenheit um 5 TWh unter dem langjährigen Mittelwert liegen kann. Diese Bandbreite von rund 8 TWh ist somit grösser als der durch die beiden Zuwachsraten von 4 und 5 % p. a. gebildete Fächer der Bedarfsentwicklung und zeigt, dass der Einfluss der Hydraulizitätsschwankung wesentlich stärker ins Gewicht fällt als die Wahl einer etwas grösseren oder kleineren Zuwachsrate. Es zeigt dies aber auch, dass die Frage der Reservehaltung nicht nur aus tech-

cumulation. Ce mode de pompage permet de produire une quantité supplémentaire d'énergie de valeur, qui sert surtout à couvrir les pointes de la consommation: l'eau turbinée est repompée essentiellement aux heures de faible charge. Ce système n'est valable que si l'on dispose de quantités suffisantes d'énergie d'heures creuses. Toutefois, le pompage absorbe plus d'énergie qu'il ne permet d'en produire en pointe. C'est pourquoi, dans les prévisions, l'énergie de pompage n'a été considérée comme telle qu'une fois les autres besoins couverts; elle a donc été prélevée sur des réserves disponibles. Cette manière de voir n'est concevable que dans la mesure où il n'est pas absolument indispensable de recourir au pompage-turbinage pour produire de l'énergie de pointe.

4. Production d'énergie électrique (Fig. 2)

4.1 Production des centrales hydro-électriques

Le calcul des quantités d'énergie produites par les centrales hydro-électriques s'appuie sur les productions mensuelles des centrales existantes ou dont la réalisation a été décidée avant le 1^{er} janvier 1975. Ces chiffres incluent les possibilités de production issues des apports naturels et des pompages indispensables. Les variations des débits ont toutefois pour conséquence que la production annuelle en cas d'hydrologie favorable peut dépasser d'environ 3 TWh la moyenne multi-annuelle, alors qu'elle peut lui être inférieure de 5 TWh dans une année sèche. Cette plage d'environ 8 TWh est ainsi plus large que la fourchette obtenue en comparant des taux de croissance de la consommation de 4 ou 5 %; cela prouve que les fluctuations de l'hydraulicité pèsent plus lourd dans la balance que le choix de taux de croissance plus ou moins élevés. Ainsi se trouve également démontrée la nécessité de disposer d'une réserve non seulement pour des raisons techniques mais encore à cause des conditions particulières de la production hydraulique; cela d'autant plus que depuis la crise pétrolière, les possibilités de couvrir des déficits éventuels en électricité se sont fortement réduites. Pour établir les bilans énergétiques, on a quelque peu réduit la marge d'incertitude résultant de l'hydraulicité. L'hypothèse admise est que dans 87 % des cas, la production annuelle réelle devrait

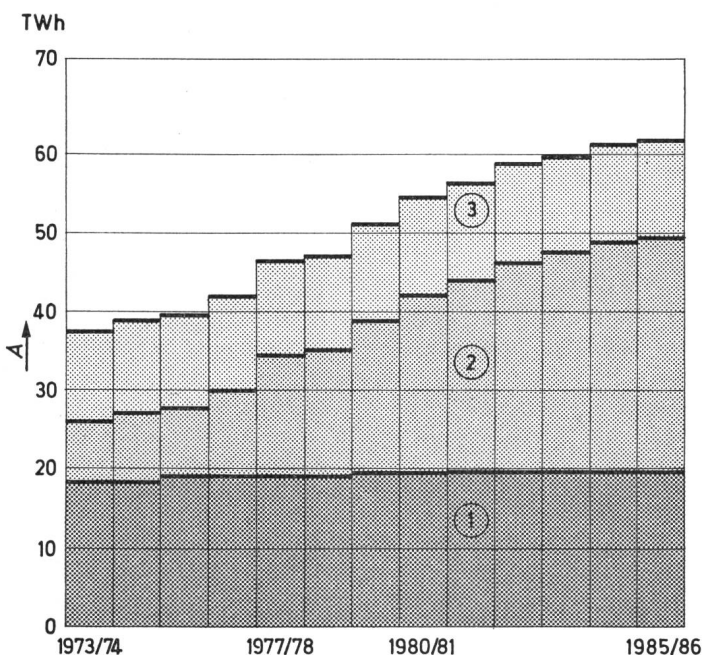


Fig. 2
Entwicklung der Elektrizitätserzeugung
Développement de la production d'électricité

- ① Laufenergie Energie au fil de l'eau
- ② Thermische Energie Energie thermique
- ③ Speicherenergie Energie accumulée
- A Mutmassliche Erzeugung in TWh Production prévue en TWh

nischen Gründen, sondern auch aus den hydraulischen Produktionsverhältnissen heraus Bedeutung hat, weil seit der Ölkrise die Eindeckungsmöglichkeiten mit Elektrizität stark eingeschränkt sind. Für die Berechnung der Energiebilanzen wurde diese extreme Schwankungsbreite der hydraulischen Erzeugung soweit reduziert, dass die tatsächliche Jahreserzeugung mit einer Wahrscheinlichkeit von rund 87 % aller Fälle noch innerhalb dieser Bandbreite liegt. Die Energieerzeugung aus dem freien Pumpenbetrieb (Umwälzbetrieb) wird als zusätzliche Erzeugungsmöglichkeit in die Rechnung eingesetzt.

4.2 Die Erzeugung durch thermische Anlagen

Die installierte Maschinenleistung der mit fossilen Brennstoffen betriebenen thermischen Anlagen betrug am 1. Januar 1975 rund 595 MW, wovon 310 MW auf kleinere Werke entfallen und 285 MW aus dem einzigen grösseren, ölbefeuerten Werk Chavalon stammen.

Die drei heute in Betrieb stehenden Kernkraftwerke Beznau I und II und Mühleberg weisen eine elektrische Nettoleistung von zusammen 1006 MW auf. Aus den schweizerischen Beteiligungen an den ausländischen Kernkraftwerken Fessenheim und Bugey werden ab 1976/77 schrittweise bis 591 MW zur Verfügung stehen.

Von den drei im Bau befindlichen schweizerischen Kernkraftwerken wird aufgrund der heutigen Situation im Bewilligungsverfahren und des Baufortschrittes das Kernkraftwerk Gösgen den Betrieb auf den Winter 1977/78 mit einer Leistung von 913 MW, Leibstadt voraussichtlich auf den Winter 1979/80 mit einem schweizerischen Leistungsanteil von 776 MW und Kaiseraugst vermutlich im Winter 1980 mit einem Schweizerischen Leistungsanteil von 598 MW aufnehmen.

Das im letzten Zehn-Werke-Bericht erwähnte Modell der technischen Verfügbarkeit grosser thermischer Anlagen wurde zur Ermittlung der jährlich erzeugten Energiemenge unverändert übernommen. Im Rahmen der Energiebilanz beinhaltet dieses Modell auch den Reservebedarf bei Unterhalts- und Revisionsarbeiten sowie Behebung kleinerer Störungen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass bei thermischen Kraftwerken erfahrungsgemäss Störungen auftreten können, die einen längerdauernden Stillstand der ganzen Anlage zur Folge haben. Die Aufgabe und Verpflichtung der Elektrizitätswerke zur Sicherstellung der Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie bedingt deshalb das Vorhandensein hinreichender Reserven. Vor allem bei einem Ausfall grosser Einheiten von bis zu 1000 MW muss sich die Beschaffung der fehlenden Energie und Leistung möglichst auf landeseigene Reserven stützen.

Im übrigen ist nicht auszuschliessen, dass dieses Modell in einem späteren Zeitpunkt aufgrund weiterer Betriebserfahrungen zu überprüfen und zu revidieren sein wird.

5. Die Deckung des Bedarfes

5.1 Energiebedarf

Die Bildung der Energiebilanzen ist am Beispiel des Stichjahres 1977/78 in der Tabelle II d¹⁾ dargestellt. Der gesamte *Energiebedarf* setzt sich aus dem normalen Elektrizitätsverbrauch, einschliesslich der Verluste, und dem Bedarf für die notwendige Pumpspeicherung zusammen.

¹⁾ siehe Anhang S. 1006...1010

se situer dans cette marge. La production par pompage libre (pompage-turbinage) a été portée en compte en tant que production complémentaire possible.

4.2 Production des centrales thermiques

La puissance installée des centrales thermiques consommant des combustibles fossiles atteignait au 1^{er} janvier 1975 environ 595 MW, dont 310 MW pour de petites centrales et 285 MW pour la seule grande centrale de Chavalon alimentée au mazout.

Les trois centrales nucléaires de Beznau I et II et de Mühleberg, actuellement en service, représentent au total une puissance électrique nette de 1006 MW. Les participations suisses aux centrales nucléaires étrangères de Fessenheim et du Bugey mettront à disposition dès 1976/77 une puissance qui s'élèvera progressivement jusqu'à 591 MW.

Pour les trois centrales nucléaires suisses en construction, l'état de la procédure d'autorisation et le degré d'avancement des travaux permettent de compter sur la mise en service de Gösgen en hiver 1977/78 avec une puissance de 913 MW, sur celle probable de Leibstadt en hiver 1979/80 avec une part suisse de 776 MW, et sur celle présumée de Kaiseraugst en hiver 1980 avec un chiffre correspondant de 598 MW.

Pour déterminer la production annuelle des grands équipements thermiques, on a repris, sans le modifier, le modèle de disponibilité technique admis dans le dernier «Rapport des Dix». Dans le cadre du bilan énergétique, ce modèle inclut les réserves nécessaires pour les travaux d'entretien et de révision et la réparation de dérangements mineurs. L'expérience a toutefois démontré que certains des dérangements qui peuvent survenir dans les centrales thermiques sont de nature à entraîner une immobilisation prolongée de toute l'installation. La mission et l'obligation qu'ont les entreprises d'électricité d'assurer l'approvisionnement du pays en énergie électrique nécessite dès lors que des réserves suffisantes soient constituées. En cas de défaillance de grandes unités jusqu'à 1000 MW, l'énergie et la puissance manquantes doivent autant que possible être fournies par des réserves indigènes.

Il n'est pas exclu que par la suite, le modèle admis soit réexaminé et remanié à la lumière de nouvelles expériences d'exploitation.

5. Couverture des besoins

5.1 Besoins d'énergie électrique

La structure des bilans énergétiques est présentée au tableau II f¹⁾, l'année-témoin 1977/78 étant prise comme exemple. La *demande totale d'énergie* comprend la consommation normale d'énergie, y compris les pertes, et la consommation des pompages d'accumulation indispensables.

Du côté de la *production* figurent les possibilités de production des usines au fil de l'eau, des équipements thermiques et des accumulations. La fig. 3¹⁾ montre que les deux premiers nommés couvrent la charge de base, tandis que l'énergie en provenance des accumulations est produite au gré des besoins, variables d'un mois à l'autre.

La différence entre la demande et les possibilités de production donne le *solde*. Les disponibilités, c'est-à-dire l'énergie non utilisée du ruban de base (énergie au fil de l'eau

¹⁾ voir annexe p. 1006 à 1010

Auf der *Produktionsseite* sind die Erzeugungsmöglichkeiten aus Laufwasser, der thermischen Anlagen und aus dem Speicherwasser aufgeführt. Aus Fig. 3 ¹⁾ ist ersichtlich, dass die Laufenergie und die thermische Energie im Grundlastbereich eingesetzt sind, während die Speicherenergie entsprechend dem monatlichen veränderlichen Bedarf erzeugt wird.

Die Differenz aus Bedarf und Erzeugungsmöglichkeit ergibt den *Saldo 1*. Freie Disponibilitäten, d. h. nichtbeanspruchte Energiemengen, aus Bandenergie (Lauf- und thermische Energie) entstehen vor allem in Schwachlastzeiten (Nacht und Wochenende), wenn die Kapazität der Grundlastwerke den zeitgleichen Konsum übersteigt. Diese freien Disponibilitäten können für den Einsatz des freien Pumpenbetriebes zur Qualitätsverbesserung, d. h. zur Umlagerung auf die Starklastzeiten, verwendet werden. Diese Möglichkeit ist in der Tabelle II d unter *Umwälzbetrieb* mit dem Energieaufwand und der zusätzlichen Erzeugungsmöglichkeit aufgeführt, woraus sich der *Saldo 2* ergibt. Dank der Bewirtschaftbarkeit der Speicherenergie besteht die Möglichkeit, freie Disponibilitäten in einzelnen Monaten zum Zweck besserer Verwertbarkeit auf andere Monate zu verlegen. *Saldo 3* zeigt eine gleichmässige Verteilung der freien Disponibilitäten auf die Winterperiode (bis Ende April) bzw. auf die Sommermonate. Freie Disponibilitäten treten hauptsächlich als hochwertige Speicherenergie auf. Sie sind deshalb nicht als Ersatz von Grundlastenergie, etwa aus Kernkraftwerken, zu betrachten, um so mehr als auch die Erzeugungsmöglichkeiten aus Speicherkraftwerken infolge unterschiedlicher Abflussverhältnisse erheblichen Schwankungen unterworfen sind.

In der Tabelle III d ¹⁾ sind die Energiebilanzen der Stichjahre 1977/78, 1980/81 und 1985/86 bei mittlerer und schwacher Hydraulizität sowie Verbrauchsentwicklungen auf der Basis von vier- und fünfprozentigen Jahreszuwachsdaten zusammengefasst. Sie zeigen, dass mit der Realisierung der drei neuen Kernkraftwerke der Bedarf bis etwa 1985 durch eigene Mittel gedeckt werden kann. Ab 1985 ist jedoch unter bestimmten Voraussetzungen wieder mit dem Auftreten von Fehlmengen in den Wintermonaten zu rechnen, die mit weiter fortschreitender Bedarfssteigerung immer grösser werden und mit der Zeit auch im Sommer auftreten können. Diese Ergebnisse gelten unter der Voraussetzung normaler Betriebsverhältnisse der Kraftwerke, insbesondere der thermischen Anlagen. Längerdauernde Ausfälle leistungsstarker Anlagen können bei Fehlen genügender Reserven zu einem empfindlichen Engpass in der Stromversorgung führen. Ferner ist auch mit dem Auftreten extrem kalter Winter mit entsprechend höherem Elektrizitätsverbrauch zu rechnen, was ebenfalls eine angemessene Reserve erfordert.

Eine zeitlich gestaffelte Inbetriebnahme grösserer Kraftwerke kann nie in Einklang mit einem stetig wachsenden Energiebedarf gebracht werden. So entstehen – wie seinerzeit beim Bau von Wasserkraftwerken – zeitweise Überschüsse, zeitweise aber auch Mangellagen, die bis anhin über den internationalen Energiemarkt ausgeglichen wurden. Die in der Folge der Erdölkrise gemachten Erfahrungen zeigen jedoch, dass vor allem in Krisensituationen ein für die Landesversorgung notwendiger Stromimport nicht in jedem Fall gewährleistet ist.

¹⁾ siehe Anhang

et thermique) apparaissent essentiellement en heures creuses (nuit et fin de semaine), lorsque la production des usines en ruban dépasse la consommation. Ces disponibilités peuvent être utilisées pour l'exploitation en pompage libre, afin de revaloriser l'énergie en la transformant en énergie de jour. Cette possibilité figure dans le tableau III f sous «pompage-turbine» par la mention de l'énergie absorbée et de la possibilité supplémentaire de production; la différence entre ces deux quantités donne le *solde 2*. La souplesse de l'énergie accumulée permet de reporter les disponibilités de certains mois sur d'autres, afin d'en tirer meilleur parti. Le *solde 3* présente une répartition égale des disponibilités sur la période d'hiver (jusqu'à fin avril) et respectivement sur les mois d'été. Les disponibilités apparaissent essentiellement comme énergie d'accumulation de haute valeur. Elles ne doivent dès lors pas être considérées comme supplétives de l'énergie de base produite par exemple dans des centrales nucléaires, d'autant moins que les possibilités de production des centrales à accumulation sont soumises à de sensibles fluctuations dues aux variations des débits.

Le tableau III f ¹⁾ présente une comparaison des bilans énergétiques des années 1977/78, 1980/81 et 1985/86 en cas d'hydraulizité moyenne et faible ainsi que l'évolution des consommations évaluées sur la base de taux annuels de croissance de 4 et 5 %. Il en ressort que la réalisation des trois nouvelles centrales nucléaires permettrait de couvrir la demande par les moyens indigènes jusque vers 1985. Dès cette date, sous certaines conditions toutefois, il faudrait à nouveau s'attendre à des manques d'énergie au cours des mois d'hiver; ceux-ci, avec le constant accroissement des besoins, iraient en s'aggravant et pourraient même, avec le temps, se manifester en été. Ces résultats sous-entendent des conditions normales d'exploitation, notamment des centrales thermiques. La défaillance prolongée d'équipements puissants peut, à défaut de réserves suffisantes, conduire à des difficultés majeures dans la distribution. Il faut de plus compter avec la possibilité d'hivers extrêmement froids provoquant une consommation plus élevée, ce qui exige aussi des réserves suffisantes.

On ne peut jamais synchroniser exactement l'échelonnement chronologique de la mise en service de grandes centrales avec la demande constamment croissante. Il s'ensuit – comme naguère pour la construction de centrales hydrauliques – des situations tantôt excédentaires, tantôt déficitaires qui, jusqu'ici, se compensaient par le truchement du marché énergétique international. Les expériences découlant de la crise pétrolière démontrent que, surtout en période de crise, les importations nécessaires à l'approvisionnement du pays ne sont pas garanties dans tous les cas.

5.2 Besoins de puissance

Pour couvrir les besoins de puissance ainsi que l'exige une exploitation saine, les combinaisons actuelles de centrales hydrauliques suffisent. Mais l'intégration de grands équipements thermiques dans le système suisse de production exige un nouvel examen complet de la situation.

¹⁾ voir annexe

5.2 Leistungsbedarf

Zur Deckung des Leistungsbedarfes, wie er zur Erhaltung eines sicheren Betriebes notwendig ist, genügen die derzeitigen hydraulischen Werkkombinationen. Die Eingliederung grosser thermischer Anlagen in das schweizerische Produktionssystem erfordert aber neue und eingehende Untersuchungen.

6. Neue Produktionsmöglichkeiten

6.1 Zukünftige neue hydraulische Erzeugungsmöglichkeiten

Die seinerzeitigen Aussagen über den Bau neuer Wasserkraftanlagen, wonach neue Anlagen wie auch Erweiterungen bestehender Anlagen kaum noch einen wesentlichen Beitrag an die künftige Bedarfsdeckung werden leisten können, hingegen Pumpspeicherwerke als Ergänzung zu den thermischen Grundlastwerken und zur Deckung der Tagesleistungsspitzen einen wichtigen Platz in der künftigen Elektrizitätsversorgung einnehmen werden, behalten auch weiterhin ihre Gültigkeit.

6.2 Neue thermische Produktionsanlagen

Seit der Abfassung des Zehn-Werke-Berichtes 1973 wurde eine Reihe von Bewilligungen für den Bau der Kernkraftwerke Gösgen, Leibstadt und Kaiseraugst erteilt. Mit der sukzessiven Inbetriebnahme dieser Anlagen wird sich die Lage für die Bedarfsdeckung nach 1977/78 erheblich verbessern, während in den Winterperioden 1975/76 und 1976/77 je nach den dazumaligen Verhältnissen noch kritische Situationen auftreten können. Wie bereits erwähnt, muss sich die schweizerische Elektrizitätswirtschaft aus ihrer Verantwortung für eine sichere Elektrizitätsversorgung auf eine weitere Bedarfssteigerung einstellen und Vorbereitungen zur Erweiterung ihrer Produktionskapazität treffen, wofür nach dem heutigen Stand der Technik nur Kernkraftwerke einen wirkungsvollen Beitrag leisten können. Die Tatsache, dass sich die weltweite Forschung und industrielle Entwicklung mit der Nutzbarmachung anderer Energiequellen, wie Sonnenenergie, geothermische Energie, chemische Umwandlung u. a., beschäftigt, ist erfreulich, und sie wird von der Elektrizitätswirtschaft begrüsst. Nach den heutigen Kenntnissen ist jedoch nicht damit zu rechnen, dass im betrachteten Zeitraum bis 1985 andere Energiearten für die Elektrizitätserzeugung in grösserem Umfange zur Verfügung stehen werden. Andererseits zeigen die Energiebilanzen, dass der Elektrizitätsbedarf nach 1985 nicht mehr in jedem Fall gedeckt werden kann. Die Weiterbearbeitung der Kernkraftwerkprojekte Graben, Rüthi, Verbois und Inwil ist deshalb unerlässlich, um so mehr als die Realisierung solcher Vorhaben vom Beginn der Projektierungsarbeiten bis zur Inbetriebnahme rund zehn Jahre benötigt. Durch die komplizierten, zeitraubenden Bewilligungs- und Einspracheverfahren oder durch Finanzierungsprobleme kann die Reihenfolge und der Zeitpunkt der Realisation dieser Projekte noch nicht festgelegt werden. Die gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Projekte ist deshalb sinnvoll und notwendig.

6.3 Internationaler Verbundbetrieb

Dem internationalen Verbundbetrieb wird auch weiterhin grosse Bedeutung zukommen, wobei das Schwergewicht vor allem in der kurzfristigen Störungsaushilfe liegen wird. Die

6. Possibilités de nouvelles productions

6.1 Possibilités futures de nouvelles productions hydrauliques

Les remarques formulées à l'époque quant à la construction de nouveaux équipements hydrauliques conservent toute leur valeur. Elles relevaient d'une part que la réalisation de nouveaux équipements ou l'agrandissement d'installations existantes ne pourraient guère contribuer de façon appréciable à couvrir les besoins futurs; d'autre part, en revanche, les pompes d'accumulation qui complètent les usines thermiques fonctionnant en ruiban et qui assurent la couverture des pointes journalières occuperaient à l'avenir une place de choix dans l'alimentation future en énergie électrique.

6.2 Nouvelles centrales thermiques

Depuis qu'a été publié le «Rapport 1973 des Dix», une série d'autorisations ont été octroyées pour la construction des centrales nucléaires de Gösgen, Leibstadt et Kaiseraugst. La mise en service successive de ces équipements améliorera sensiblement la couverture de besoins dès 1977/78; en revanche, au cours des hivers 1975/76 et 1976/77, selon les conditions qui se feront jour, des situations critiques pourraient se présenter. Comme nous l'avons déjà dit, l'économie électrique suisse est responsable de l'approvisionnement sûr en électricité; elle doit donc se préparer à faire face à une demande accrue et à étendre sa capacité de production. Dans l'état actuel de la technique, seules les centrales nucléaires peuvent contribuer efficacement à atteindre ce but. Il est certes réjouissant de constater que la recherche mondiale et le développement industriel sont préoccupés de mettre en valeur de nouvelles sources énergétiques telles que les énergies solaire ou géothermique et des processus de transformation chimique; l'économie électrique s'en félicite. Les connaissances actuellement acquises ne permettent cependant pas d'escompter que, durant la période envisagée dans la présente étude, c'est-à-dire jusqu'en 1985, d'autres formes d'énergie seront disponibles en grandes quantités pour produire de l'énergie électrique. Par ailleurs, les bilans énergétiques indiquent que la demande d'électricité après 1985 ne pourra plus être satisfaite dans tous les cas. C'est pourquoi la poursuite des études relatives aux projets de centrales nucléaires de Graben, Rüthi, Verbois et Inwil est indispensable; cela d'autant plus que la réalisation de tels ouvrages demande, depuis le début des travaux d'études jusqu'à la mise en service, un délai d'environ dix ans. L'ordre de succession et l'époque d'aboutissement de ces projets ne peuvent encore être fixés à cause de la complexité des procédures d'autorisation et de recours, du temps qu'elles exigent ainsi que des problèmes de financement à résoudre. C'est pourquoi il est rationnel et nécessaire de mener de front plusieurs projets.

6.3 Interconnexions internationales

Les interconnexions internationales conserveront comme par le passé une grande importance, surtout du fait qu'elles permettent d'assurer des dépannages rapides. La politique générale de restrictions instaurée depuis l'hiver 1973/74 par suite de la crise pétrolière a mis en évidence qu'en cas de pénurie, un approvisionnement fondé en majeure partie sur des importations ne saurait être garanti dans tous les cas. On ne saurait donc, sous cet angle, considérer comme sûr un

in der Folge der Erdölkrise vom Winter 1973/74 aufgetretene allgemeine Restriktionspolitik zeigte mit aller Deutlichkeit, dass in Mangelsituationen eine massgeblich auf Importe abgestützte Elektrizitätsversorgung nicht in jedem Fall gewährleistet ist. Eine kleinlich auf den jeweiligen Bedarf ausgerichtete Produktionsmöglichkeit kann unter diesen Aspekten nicht als eine gesicherte Versorgung angesehen werden.

7. Übertragungsanlagen

Für eine ausreichende und sichere Elektrizitätsversorgung ist nicht nur der Bau von Produktionsanlagen erforderlich; es müssen auch die dem Bedarf entsprechenden Übertragungs-, Transformations- und Verteilanlagen bereitgestellt werden. Im letzten Bericht wurde bereits auf die Schwierigkeiten bei der Erlangung der hierzu benötigten Bewilligungen, insbesondere der Durchleitungsrechte für Kabel- und Freileitungen, hingewiesen. Obschon eine Reihe von Gerichtsentscheiden, denen auch grundsätzliche Bedeutung zukommt, inzwischen die Erstellung einiger wichtiger Leitungen ermöglichten, treten durch das umständliche und zeitraubende Bewilligungsverfahren nach wie vor erhebliche Verzögerungen beim Um- und Neubau des Verteilnetzes auf. Dies verunmöglicht in vielen Fällen eine optimale Baukoordination, was vielfach erhebliche Verteuerungen nach sich zieht.

8. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die seit der Abfassung des letzten Zehn-Werke-Berichtes erteilten Bewilligungen zur Erstellung der Kernkraftwerke Gösgen, Leibstadt und Kaiseraugst, die erheblichen Veränderungen auf dem Erdölsektor sowie die Konjunkturabflachung und die noch im Gang befindliche Umstrukturierung der Wirtschaft liessen es angezeigt erscheinen, den Zehn-Werke-Bericht 1973 einer Prüfung zu unterziehen.

Bei der Abschätzung der künftigen Entwicklung des Elektrizitätsbedarfes der Schweiz waren Einflussgrössen zu berücksichtigen, die sowohl abschwächenden als auch bedarfssteigernden Charakter aufweisen. Dabei sind im allgemeinen abschwächende Faktoren, wie etwa ein Rückgang der Wirtschaftstätigkeit mit den entsprechenden kumulativen Folgeerscheinungen, durch einen raschwirkenden Einfluss gekennzeichnet, während steigender Bedarf grösstenteils entsprechende Investitionen voraussetzt und damit mehr längerfristig in Erscheinung tritt. Aus der Notwendigkeit heraus, Arbeitsplätze sicherzustellen und nach Möglichkeit bisherige Lebensgewohnheiten und Komfortansprüche zu erhalten, ist davon auszugehen, dass sich die Wirtschaftslage wieder normalisieren wird und eine massvolle Entwicklung der Wirtschaftstätigkeit zu erwarten ist. Es wäre deshalb verfehlt, aufgrund einer momentanen aussergewöhnlichen Situation eine langfristige Trendänderung annehmen zu wollen. Dies schliesst jedoch nicht die Erwartung eines sparsamen und zweckmässigen Energieverbrauches aus.

Daneben haben die bekannten Ereignisse auf dem Erdölmarkt zu einer massiven Preissteigerung und einer längerfristig unsicheren Versorgungslage geführt, so dass bereits eine gewisse Selbstsubstitution der fossilen Energieträger durch elektrische Energie eingetreten ist, auch wenn dies im vergangenen milden Winter wenig in Erscheinung trat. Aus den Bestrebungen und Zielsetzungen der Behörden und der Elektrizitätswirtschaft nach einer Diversifikation der Energieträ-

approvisionnement étroitement basé sur une capacité de production correspondant uniquement à la demande du moment.

7. Installations de transport

Une alimentation sûre et suffisante en électricité n'exige pas seulement que soient réalisés des moyens de production; encore faut-il disposer d'équipements suffisants de transport, de transformation et de distribution. Le dernier rapport mentionnait déjà les difficultés rencontrées lors des demandes d'autorisations requises pour ces installations, notamment pour les droits de passage de lignes aériennes et de câbles. Une série d'arrêts faisant jurisprudence ont été rendus entretemps par les tribunaux, ce qui a permis la construction de quelques lignes importantes; malgré cela, la procédure d'autorisation longue et compliquée provoque toujours des retards considérables dans les nouvelles constructions ou lors de transformations des réseaux de distribution. Dans de nombreux cas, la coordination optimale des travaux s'en trouve compromise, ce qui occasionne parfois des suppléments de dépenses importants.

8. Résumé et conclusions

Il est apparu opportun de réexaminer le «Rapport des Dix» à la lumière des faits majeurs qui se sont produits depuis sa parution. On peut considérer comme tels les autorisations octroyées pour la construction des centrales nucléaires de Gösgen, Leibstadt et Kaiseraugst, les importantes modifications intervenues dans le secteur pétrolier, de même que le ralentissement de la conjoncture et la restructuration encore en cours de l'économie.

Pour supputer l'évolution future des besoins en électricité de la Suisse, il a fallu tenir compte de facteurs pouvant agir aussi bien dans le sens d'une baisse que d'une hausse des besoins. A cet égard, les facteurs atténuateurs, tels qu'un recul de l'activité économique avec ses effets cumulatifs, se signalent par leur action rapide; en revanche, la hausse des besoins résulte la plupart du temps d'investissements correspondants et ne peut dès lors engendrer des effets qu'à plus longue échéance. Partant de la nécessité de garantir la sécurité de l'emploi et de conserver autant que possible le mode de vie et le confort auxquels nous sommes accoutumés, on doit admettre que l'économie se normalisera à nouveau et que l'activité économique se développera de façon modérée. Il serait dès lors erroné, en tablant sur une situation momentanément particulière, de conclure à une modification de tendance à long terme. Ce qui néanmoins n'empêche pas de s'attendre à ce que l'énergie soit utilisée de façon plus économe et rationnelle.

Outre cela, les événements connus survenus dans le marché du pétrole ont entraîné une hausse massive des prix et ont rendu incertain l'approvisionnement à longue échéance. L'électricité s'est, dans une certaine mesure, déjà spontanément substituée aux combustibles fossiles, quand bien même un tel phénomène a été rendu moins visible par l'hiver clément que notre pays a vécu. Il faut s'attendre à ce que la demande d'énergie électrique se trouve renforcée en raison des efforts entrepris et des objectifs définis par les autorités et l'économie électrique, lesquels visent à diversifier le recours aux différents agents énergétiques. Pour la période ici

ger ist eine verstärkte Nachfrage nach elektrischer Energie zu erwarten. Für den betrachteten Zeitraum bis 1985 darf unter Berücksichtigung aller Faktoren angenommen werden, dass der Elektrizitätsverbrauch der Schweiz im Durchschnitt zwischen 4 und 5 % pro Jahr zunehmen wird, wobei in einzelnen Jahren der Zuwachs über oder unter diesen Werten liegen kann.

Mit der Möglichkeit, ab 1977/78 schrittweise drei neue Kernkraftwerke in Betrieb nehmen zu können, wird sich von da an die Lage für die Bedarfsdeckung erheblich verbessern, dies allerdings nur unter der Voraussetzung der vollen Verfügbarkeit der Werke. Der Ausfall einer 900-MW-Einheit hat anfangs der achtziger Jahre selbst bei mittlerer Wasserführung einen Fehlbetrag von bis zu 250 Millionen kWh pro Monat, bei ungünstigen hydraulischen Verhältnissen sogar bis zu 450 Millionen kWh pro Monat zur Folge. In der Mitte des Jahrzehnts kann der Fehlbetrag auf über 900 Millionen kWh ansteigen. Gegen Mitte der achtziger Jahre werden bei einer jährlichen Verbrauchszunahme von durchschnittlich 5 % die eigenen Produktionsmöglichkeiten einschliesslich der heute im Bau befindlichen Anlagen nicht mehr zur Bedarfsdeckung ausreichen. Die bei einer schwächeren Bedarfsentwicklung noch für das Jahr 1985/86 voraussehbaren freien Disponibilitäten werden etwa zwei bis drei Jahre später ebenfalls verschwinden. Die Bereitstellung weiterer Produktionsmittel wird auf jeden Fall notwendig sein, unter Berücksichtigung der erforderlichen Reserven für den Störfall voraussichtlich schon etwas vor 1985. Die Forschung und Entwicklung zur Nutzbarmachung neuer Energiequellen befindet sich zwar im Gang; aufgrund des heutigen Standes ist jedoch nicht damit zu rechnen, dass diese in absehbarer Zeit in grösserem Umfang zur Verfügung stehen werden, insbesondere nicht Brutreaktoren oder gar Fusionsanlagen. Andere Energiearten werden vor allem als Ersatz oder zur Ergänzung der fossilen Brennstoffe geeignet sein, jedoch kaum für die Erzeugung elektrischer Energie in grösserem, der Bedarfsentwicklung entsprechendem Umfang eine wesentliche Rolle spielen.

Die schweizerische Elektrizitätswirtschaft hat alle Vorkehrungen zu treffen, damit die Elektrizitätsversorgung auch in Zukunft jederzeit gewährleistet werden kann, wobei der Versorgungssicherheit inskünftig noch vermehrte Bedeutung zukommen wird. Nach dem heutigen Stand der Technik kann eine genügende Erweiterung der Produktionskapazität und Bereitstellung hinreichender Reserven in der dargelegten Grössenordnung nur durch die Erstellung von Kernkraftwerken gewährleistet werden.

considerée, allant jusqu'en 1985, et compte tenu de tous les facteurs en présence, on peut admettre que la consommation d'électricité en Suisse croîtra en moyenne de 4 à 5 % par an; des écarts en plus ou en moins pourront se manifester selon les années.

La possibilité de mettre successivement en service trois nouvelles centrales nucléaires, à partir de 1977/78, améliorera dès lors sensiblement la situation de la couverture des besoins, à la condition toutefois que ces centrales soient pleinement disponibles. La défaillance d'une unité de 900 MW causerait, au début des années 1980 et en cas d'hydraulicité moyenne, un déficit mensuel allant jusqu'à 250 millions de kWh; ce chiffre pourrait même atteindre 450 millions de kWh par mois par conditions hydrologiques défavorables. Vers 1985, le déficit pourrait s'élever à plus de 900 millions de kWh. Pour un taux d'accroissement annuel de consommation de 5 % en moyenne, la production indigène, y compris les centrales actuellement en construction, ne permettrait plus de couvrir la demande. Si la consommation se développait plus lentement, les disponibilités prévisibles pour 1985/86 seraient absorbées 2 ou 3 ans plus tard. La mise à disposition de nouveaux moyens de production sera de toute façon nécessaire, déjà avant 1985, compte tenu des réserves indispensables en cas de perturbations. On s'efforce actuellement de rechercher et de développer de nouvelles sources d'énergie; toutefois, dans l'état actuel de ces travaux, on ne peut guère escompter qu'elles puissent être disponibles en quantités appréciables et dans un délai déterminé, surtout si l'on songe aux réacteurs surgénérateurs ou même aux réacteurs à fusion. D'autres agents énergétiques pourront avant tout entrer en ligne de compte pour remplacer ou compléter les combustibles fossiles; ils ne pourront guère servir à produire de l'énergie électrique en quantités correspondant à l'évolution de la demande.

L'économie électrique suisse doit prendre toutes les mesures utiles permettant d'assurer à l'avenir l'approvisionnement en énergie électrique; la sécurité d'alimentation prendra désormais une importance toujours croissante. Dans l'état actuel de la technique, seule la construction de centrales nucléaires sera en mesure de garantir l'accroissement suffisant de la capacité de production et de permettre la constitution des réserves indispensables.

		Monat											Jahr	
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX
<i>Verbrauch</i>														
1 Verbrauch und Verluste	A	3 269	3 390	3 555	3 602	3 378	3 609	3 202	3 094	3 095	2 985	3 034	3 187	39 400
2 Pumpspeicherung	A	21	12	7	7	6	7	16	93	181	253	192	75	870
3 Gesamtverbrauch	= I + 2	3 290	3 402	3 562	3 609	3 384	3 616	3 218	3 187	3 276	3 238	3 226	3 262	40 270
<i>Erzeugung</i>														
4 Laufenergie	A	1 450	1 126	910	788	711	908	1 347	2 290	2 763	2 791	2 482	1 938	19 504
5 Thermische Energie	B	1 457	1 410	1 457	1 457	1 316	1 457	1 173	1 213	986	947	897	2 009	14 779
6 Speicherenergie	D	518	886	1 195	1 364	1 357	1 251	763	129	42	60	157	445	8 167
7 Total	4 + 5 + 6	3 425	3 422	3 562	3 609	3 384	3 616	3 283	3 632	3 791	3 798	3 536	3 392	42 450
<i>Speicherkraftwerke</i>														
8 Speicherzuflüsse	A	516	337	216	174	168	204	407	1 304	2 546	2 778	2 169	1 135	11 954
9 Veränderung der gesp. Energie	= 8 - 6 + C	-2	-549	-979	-1 190	-1 189	-1 047	-1 984	+1 175	+2 504	+2 718	+543	-	-
<i>Saldo 1</i>														
Freie Disponibilitäten														
10 Laufenergie	D	-	-	-	-	-	-	-	15	130	160	70	-	375
11 Thermische Energie	D	135	20	-	-	-	-	65	430	385	400	240	130	1 805
12 Speicherenergie	E	-	-	-	-	-	-	1 628	-	-	-	1 469	690	3 787
13 Manko	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Umwälzbetrieb</i>														
14 Pumpenergieaufwand	D	-95	-15	-	-	-	-	-55	-230	-275	-300	-190	-100	-1 260
15 Energieerzeugung	= 14 × 0,7	+67	+11	-	-	-	-	+39	+161	+193	+210	+133	+70	+884
<i>Saldo 2</i>														
Freie Disponibilitäten														
16 Lauf- und thermische Energie	= 10 + 11 - 14	40	5	-	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
17 Speicherenergie	= 12 - 13 + 15 + C	67	11	-	-	-	-	1 667	161	193	210	1 602	760	4 671
18 Manko	= 13 - 15 + C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Saldo 3</i>														
Freie Disponibilitäten														
19 Lauf- und thermische Energie	= 16	40	5	-	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
20 Speicherenergie	F 17	249	249	249	249	249	250	250	585	585	585	585	586	4 671
21 Manko	F 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A Prognosen, basierend auf der Energiestatistik

B Erzeugungspagnosen aufgrund von Inbetriebsetzungsdaten und Modell der Verfügbarkeiten

C Unter Berücksichtigung betrieblicher Grenzbedingungen

D Flächenintegral aus Fig. 3

E Monatliche Energiebilanzen mit saisonalen Grenzbedingungen

F Monatliche Verteilung der vorhergehenden saisonalen Bilanzsumme

Bilan énergétique de la Suisse 1977/78 (en GWh)
Hypothèses: Taux d'accroissement de la consommation 5%; hydraulité moyenne

Tableau II

		Mois											Année		
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		IX	
<i>Consommation</i>															
1	Consommation et pertes	A	3 269	3 390	3 555	3 602	3 378	3 609	3 202	3 094	3 095	2 985	3 034	3 187	39 400
2	Pompage d'accumulation	A	21	12	7	7	6	7	16	93	181	253	192	75	870
3	Consommation totale	= 1 + 2	3 290	3 402	3 562	3 609	3 384	3 616	3 218	3 187	3 276	3 238	3 226	3 262	40 270
<i>Production</i>															
4	Fil de l'eau	A	1 450	1 126	910	788	711	908	1 347	2 290	2 763	2 791	2 482	1 938	19 504
5	Thermique	B	1 457	1 410	1 457	1 457	1 316	1 457	1 173	1 213	986	947	897	2 009	14 779
6	Accumulé	D	518	886	1 195	1 364	1 357	1 251	763	129	42	60	157	445	8 167
7	Totale	4 + 5 + 6	3 425	3 422	3 562	3 609	3 384	3 616	3 283	3 632	3 791	3 798	3 536	3 392	42 450
<i>Ouvrages à accumulation</i>															
8	Apports totaux	A	516	337	216	174	168	204	407	1 304	2 546	2 778	2 169	1 135	11 954
9	Variation du stock	= 8 - 6 + C	-2	-549	-979	-1 190	-1 189	-1 047	-1 984	+1 175	+2 504	+2 718	+543	-	-
<i>Solde 1</i>															
Disponibilités libres															
10	Fil de l'eau	D	-	-	-	-	-	-	-	15	130	160	70	-	375
11	Thermique	D	135	20	-	-	-	-	65	430	385	400	240	130	1 805
12	Accumulé	E	-	-	-	-	-	-	1 628	-	-	-	1 469	690	3 787
13	Découvert	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pompage-Turbinage</i>															
14	Disponibilités absorbées	D	-95	-15	-	-	-	-	-55	-230	-275	-300	-190	-100	-1 260
15	Energie produite	= 14 × 0,7	+67	+11	-	-	-	-	+39	+161	+193	+210	+133	+70	+884
<i>Solde 2</i>															
Disponibilités libres															
16	Fil de l'eau et thermique	= 10 + 11 - 14	40	5	-	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
17	Accumulé	= 12 - 13 + 15 + C	67	11	-	-	-	-	1 667	161	193	210	1 602	760	4 671
18	Découvert	= 13 - 15 + C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Solde 3</i>															
Disponibilités libres															
19	Fil de l'eau et thermique	= 16	40	5	-	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
20	Accumulé	F 17	249	249	249	249	249	250	250	585	585	585	585	586	4 671
21	Découvert	F 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A Prévisions, fondées sur la statistique

B Prévisions de production selon mises en service et modèle d'exploitation

C Avec conditions limites d'exploitation

D Intégration graphique sur fig. 3, Production/Consommation

E Bilans énergétiques mensuels, avec conditions limites saisonnières

F Répartition mensuelle de la somme saisonnière d'un solde précédent

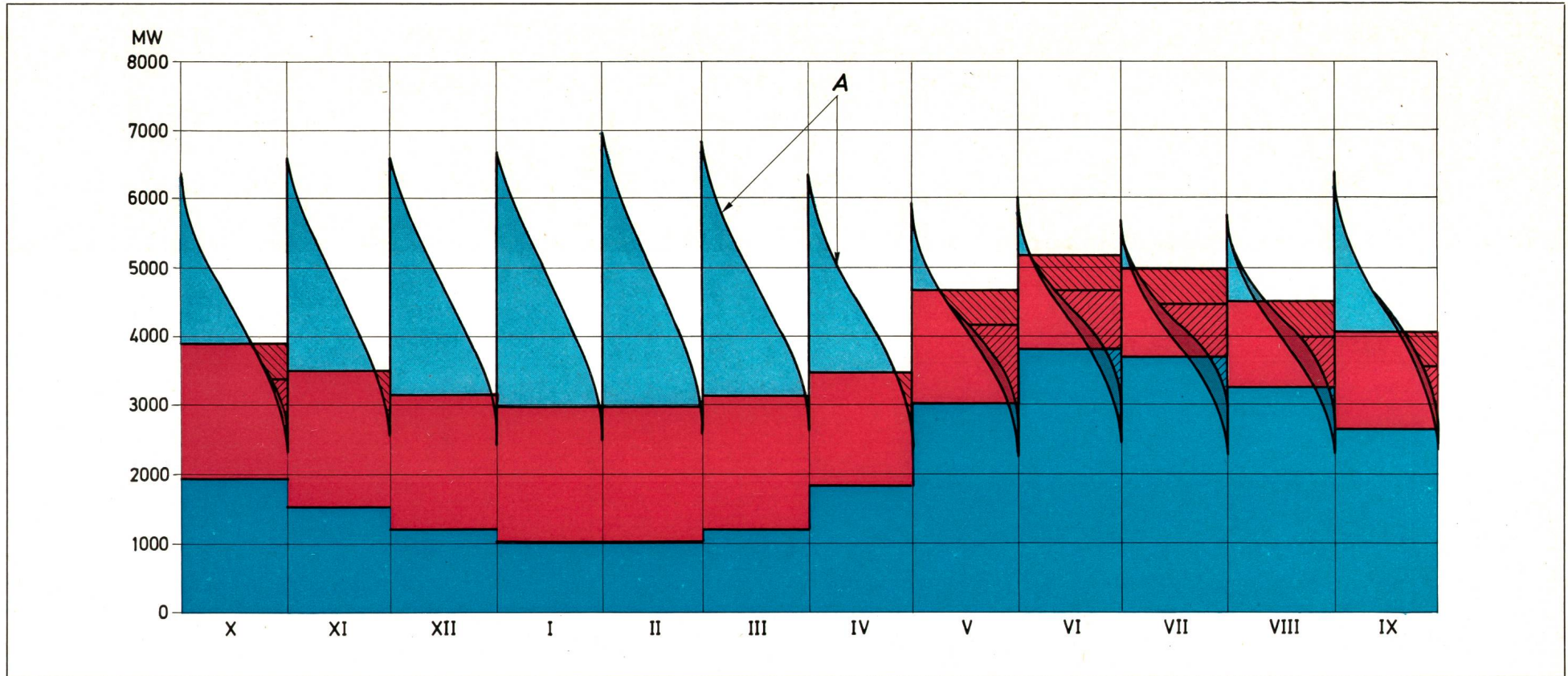



Fig. 3 Verbrauch und Erzeugung elektrischer Energie in der Schweiz 1977/78
Annahmen: Jährliche Verbrauchszuwachsrate 5 %, mittlere Wasserführung

Consommation et production d'énergie électrique en Suisse pour l'année 1977/78
Hypothèses: Taux d'accroissement de la consommation 5 %, hydraulicité moyenne


Erzeugung – Productions


 Laufkraftwerke
Usines au fil de l'eau


 Thermische Kraftwerke
Centrales thermiques

 Speicherkraftwerke
Usines à accumulation

Pumpspeicherung und freie Disponibilitäten – Pompage d'accumulation et disponibilités libres

 Energiebedarf für die notwendige Pumpspeicherung
Pompage d'accumulation

 Energieaufwand für den Umwälzbetrieb (freier Pumpbetrieb)
Disponibilités valorisées par pompage-turbinage

 Restliche freie Disponibilitäten
Disponibilités libres restantes

A Monatsdauerkurven des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs (inkl. Verluste)
Courbes de puissances classées de la consommation suisse (pertes comprises)

Schweizerische Energiebilanzen (in GWh)

Ergebnisse für die Jahre 1977/78, 1980/81 und 1985/86. Annahmen: Jährliche Verbrauchszunahmen 5 % und 4 %; mittlere und schwache Wasserführung

Tabelle IIIId

	Monat												Jahr
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<i>Wachstumsrate 5%</i>													
<i>Mittlere Wasserführung</i>													
1977/78 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	40	5	-	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	249	249	240	249	249	250	250	585	585	585	585	586	4671
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	25	-	-	-	-	-	15	140	120	100	70	50	520
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	401	401	401	401	401	401	400	749	749	749	749	748	6550
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	12	-	-	-	-	-	6	58	30	15	10	-	131
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	14	-	-	-	-	-	-	443	443	443	443	444	2230
Manko	-	85	84	85	84	85	84	-	-	-	-	-	507
<i>Wachstumsrate 5%</i>													
<i>Schwache Wasserführung</i>													
1977/78 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	15	-	-	-	-	-	5	120	190	210	80	20	640
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	57	57	57	57	57	57	56	314	314	314	314	313	1967
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	10	-	-	-	-	-	5	110	80	25	20	15	265
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	210	210	210	210	210	210	211	469	469	469	469	470	3817
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	5	-	-	-	-	-	-	40	15	10	5	-	75
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	-	-	-	-	-	-	-	131	131	131	136	127	656
Manko	262	262	262	262	262	262	263	-	-	-	-	-	1835
<i>Wachstumsrate 4%</i>													
<i>Mittlere Wasserführung</i>													
1977/78 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	90	5	5	-	-	5	10	240	300	300	160	70	1185
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	367	368	367	368	367	368	367	653	653	653	653	652	5836
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	80	15	-	-	-	-	10	210	230	120	110	90	865
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	634	634	634	634	634	635	635	882	882	882	882	881	8849
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	75	10	-	-	-	-	35	190	100	70	60	20	560
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	451	451	451	451	451	451	451	796	796	796	796	797	7138
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Wachstumsrate 4%</i>													
<i>Schwache Wasserführung</i>													
1977/78 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	30	-	-	-	-	-	5	110	270	220	90	20	745
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	182	182	182	182	182	182	181	394	393	394	393	394	3241
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	30	5	-	-	-	-	5	150	170	100	90	50	600
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	451	450	451	450	451	450	451	612	613	612	613	612	6216
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86 Freie Disponibilitäten: Lauf- und thermische Energie	40	-	-	-	-	-	20	110	50	45	30	10	305
Freie Disponibilitäten: Speicherenergie	271	271	271	271	271	270	270	511	511	511	511	510	4449
Manko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Mois												Année
	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<i>Taux d'accroissement 5%</i>													
<i>Hydraulicité moyenne</i>													
1977/78	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	40	5	-	-	-	10	215	240	260	120	30	920
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	249	249	240	249	249	250	585	585	585	585	586	4671
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	25	-	-	-	-	15	140	120	100	70	50	520
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	401	401	401	401	401	400	749	749	749	749	748	6550
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	12	-	-	-	-	6	58	30	15	10	-	131
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	14	-	-	-	-	-	443	443	443	443	444	2230
	Découvert	-	85	84	85	84	85	84	-	-	-	-	507
<i>Taux d'accroissement 5%</i>													
<i>Hydraulicité faible</i>													
1977/78	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	15	-	-	-	-	5	120	190	210	80	20	640
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	57	57	57	57	57	56	314	314	314	314	313	1967
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	10	-	-	-	-	5	110	80	25	20	15	265
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	210	210	210	210	210	211	469	469	469	469	470	3817
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	5	-	-	-	-	-	40	15	10	5	-	75
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	-	-	-	-	-	-	131	131	131	136	127	656
	Découvert	262	262	262	262	262	263	-	-	-	-	-	1835
<i>Taux d'accroissement 4%</i>													
<i>Hydraulicité moyenne</i>													
1977/78	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	90	5	5	-	-	10	240	300	300	160	70	1185
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	367	368	367	368	367	367	653	653	653	653	652	5836
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	80	15	-	-	-	10	210	230	120	110	90	865
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	634	634	634	634	634	635	882	882	882	882	881	8849
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	75	10	-	-	-	35	190	100	70	60	20	560
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	451	451	451	451	451	451	796	796	796	796	797	7138
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taux d'accroissement 4%</i>													
<i>Hydraulicité faible</i>													
1977/78	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	30	-	-	-	-	5	110	270	220	90	20	745
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	182	182	182	182	182	181	394	393	394	393	394	3241
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	30	5	-	-	-	5	150	170	100	90	50	600
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	451	450	451	450	451	451	612	613	612	613	612	6216
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86	Disponibilités libres: énergie au fil de l'eau et thermique	40	-	-	-	-	20	110	50	45	30	10	305
	Disponibilités libres d'énergie d'accumulation	271	271	271	271	271	270	511	511	511	511	510	4449
	Découvert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-