

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 44 (1953)  
**Heft:** 26

**Artikel:** Perspectives de l'économie énergétique suisse  
**Autor:** Niesz, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058118>

#### **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:** 23.01.2026

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

# BULLETIN

## DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

### Perspectives de l'économie énergétique suisse

Exposé présenté à l'assemblée générale de l'UCS le 29 août 1953 à Zermatt,  
par H. Niesz, Baden

620.9+621.311(494)

*Cet exposé du développement de l'économie énergétique en Suisse se base sur la statistique des dernières décades pour esquisser les perspectives d'avenir.*

Un graphique donne une idée d'ensemble de la structure actuelle. Il représente l'énergie brute contenue dans les forces hydrauliques exploitées ou dans les combustibles utilisés, son transport et ses transformations successives jusqu'à l'énergie utile absorbée par les consommateurs sous forme de chaleur, de force motrice et de lumière. Les pertes d'énergie atteignent près de la moitié de l'énergie brute totale.

L'auteur rapporte ensuite sur les résultats principaux d'études effectuées par le Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie dans le but de déterminer l'allure actuelle de la demande en chacun des agents énergétiques tels que: charbon, huile minérale, gaz, bois, électricité, employés pour répondre à l'augmentation incessante des besoins en énergie utile.

Les tendances du développement, plus particulièrement dans le secteur de l'électricité, sont étudiées de plus près, l'accroissement important de la demande étant mis en regard des efforts réalisés par les entreprises pour la satisfaire. L'aménagement des forces hydrauliques atteindra probablement dans un avenir pas très éloigné le plafond des disponibilités; il faut donc envisager l'emploi d'autres moyens de production et on fonde de grands espoirs sur l'énergie atomique. Les entreprises suisses d'électricité se doivent de participer aux recherches à effectuer dans le cadre national en vue de l'utilisation future de ce nouvel agent énergétique.

Au cours des dix dernières années, la consommation d'énergie électrique a marqué un développement sans précédent. Par ailleurs, la décennie au milieu de laquelle nous nous trouvons actuellement apportera à notre pays un accroissement non moins important de la production d'électricité. On peut donc se demander quelles sont les perspectives pour l'avenir. Il ne faut pas attendre de moi aujourd'hui des pronostics fermes, mais tout au plus quelques réflexions sur les facteurs principaux qui peuvent avoir une influence à l'avenir sur les besoins d'énergie et les moyens de les satisfaire.

Le problème du développement futur de l'économie électrique suisse ne peut toutefois être traité que si l'on considère dans son ensemble l'économie énergétique du pays. Il est indispensable, en effet, d'étudier les relations qui existent entre l'électricité et les autres sortes d'énergie, car l'électricité n'est, somme toute, que l'un des nombreux agents énergétiques dont l'homme se sert actuellement pour satisfaire ses besoins en chaleur, en force motrice et en lumière. Seules ces dernières formes d'énergie répondent à la dénomination d'énergie utile, selon la définition qu'en a donné le professeur B. Bauer.

*Dieser Artikel zeigt die Entwicklung der schweizerischen Energiewirtschaft, gestützt auf die Statistik der letzten Jahrzehnte, um einen Ausblick über die Zukunft zu geben.*

Eine Graphik stellt die gegenwärtige Struktur dar. Sie zeigt den Rohenergieinhalt der ausgebauten Wasserkräfte und der ausgenützten Brennstoffe, sowie den Weg durch die Energieumwandlungsseinrichtungen bis zu der vom Konsumenten verbrauchten mechanischen Arbeit, Wärme, Licht usw., d. h. der Nutzenergie. Die Energieverluste erreichen nahezu die Hälfte des Aufwandes an Rohenergie.

Der Autor berichtet über die Hauptergebnisse von Studien des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz. Diese hatten den Zweck, die heutige Entwicklungstendenz des Zuwachses der Nachfrage nach den verschiedenen Energieträgern, wie Kohle, Öl, Gas, Holz, Hydroelektrizität für die Deckung des unaufhörlich steigenden Bedarfes an Nutzenergie zu ermitteln.

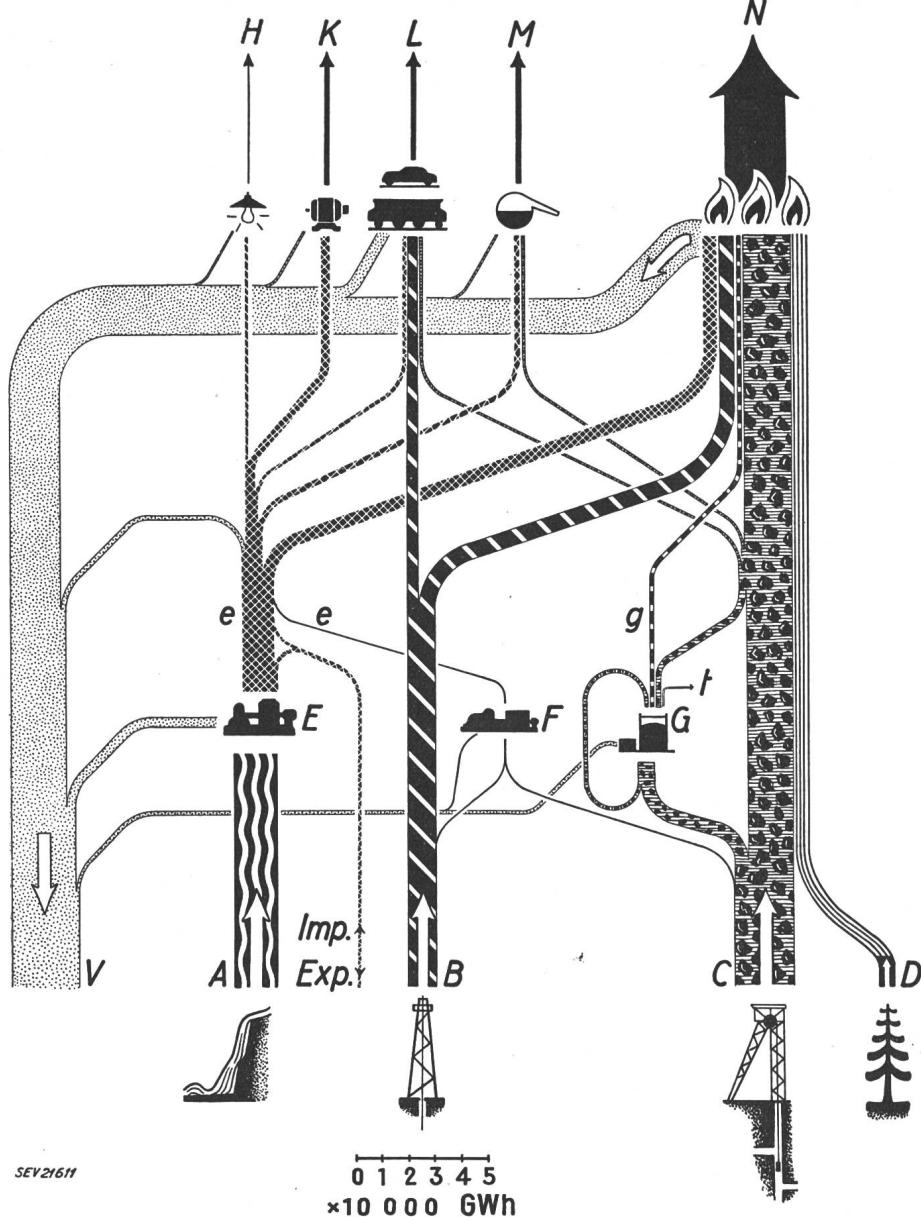
Die Entwicklungstendenzen, besonders auf dem Gebiet der Elektrizität, werden näher dargestellt, wobei der beträchtlichen Bedarfszunahme das Ausbauprogramm gegenübergestellt wird, das gegenwärtig in Ausführung begriffen ist. Die Nutzbarmachung der Wasserkräfte wird wahrscheinlich in einer nicht sehr weit entfernten Zukunft die Grenze des Verfügbaren erreichen. Es ist daher notwendig, auch die Heranziehung anderer Quellen in Aussicht zu nehmen und es ist viel von der Atomenergie zu erwarten. Die schweizerischen Elektrizitätsunternehmungen sind es sich schuldig, sich an den Forschungen zu beteiligen, die auf nationaler Grundlage im Hinblick auf die Verwertung dieses neuen Energieträgers unternommen werden müssen.

Certains domaines d'application semblent être réservés, dans l'état actuel de la science et de la technique, à des agents énergétiques déterminés, ainsi, par exemple, la lumière à l'électricité et la circulation routière aux carburants liquides. Mais dans d'autres domaines très étendus, des agents énergétiques différents entrent en concurrence pour satisfaire un besoin donné. Le choix se fait alors non seulement en raison de la supériorité technique de l'une ou l'autre des formes d'énergie, mais en tenant compte aussi des avantages économiques plus ou moins grands qu'elles offrent.

C'est pour cette raison que nous allons considérer tout d'abord en grandes lignes la structure actuelle et les possibilités futures de l'économie énergétique, prise dans son cadre général, pour nous arrêter ensuite à certains problèmes plus particuliers de l'économie électrique. Ce faisant, je passerai délibérément sous silence divers points importants touchant l'avenir de l'électricité, préférant traiter plus à fond certaines questions fonctionnelles du problème de son développement.

### I. Structure actuelle

Le graphique de la fig. 1 nous donne une idée d'ensemble de la structure actuelle de l'économie énergétique suisse. Suivons les différents flux d'énergie brute arrivant dans notre pays en provenance des mines de charbon et des puits d'huile minérale ou de celle que nous extrayons de nos forêts et de nos cours d'eau. Ces flux s'écoulent jusqu'aux consommateurs, soit directement, soit après transformation en d'autres formes d'énergie, ce qui, dans les deux cas, implique inévitablement des pertes.



Nous sommes redevables de ce graphique à mon collaborateur, Monsieur Schrøff. Avec autant de soin que de compétence, il a rassemblé les très nombreuses données statistiques nécessaires, ce qui n'a pas été facile, surtout dans le domaine des combustibles. Il est dans la nature de ces recherches de ne pas pouvoir aboutir à une très grande précision; d'ailleurs, les rendements des transformations ont souvent dû être simplement estimés. Les chiffres

représentés graphiquement ou figurant dans les tableaux ne peuvent donc pas prétendre à une exactitude absolue.

Dans les considérations qui suivent, nous employons partout comme unité d'énergie le GWh<sup>1</sup>), équivalant à un million de kWh, et cela aussi bien pour la chaleur et la force motrice que pour l'électricité. La largeur de chacune des bandes du graphique (fig. 1) est proportionnelle à la quantité d'énergie en cause.

L'énergie brute contenue dans le bois de feu provenant de nos forêts ou importée sous la forme

de charbon et de coke est acheminée jusqu'aux consommateurs et cela en général sans transformation préalable; elle sert presque exclusivement à la production de chaleur. Cependant, une partie du charbon est dérivée pour être conduite aux usines à gaz; une fraction de la production de ces usines sert à chauffer les fours à coke. Le goudron, représenté par son équivalent énergétique, est livré à l'industrie chimique. La production de coke qui absorbe à peu près la moitié de l'énergie brute travaillée

Fig. 1  
Bilan énergétique général  
de la Suisse en 1951

Energie brute:

- A force hydraulique «sauvage»
- B combustibles liquides
- C charbon, coke
- D bois

Installations de transformation:

- E usines hydroélectriques
- F usines thermoélectriques
- G usines à gaz

Agents énergétiques intermédiaires:

- e électricité
- g gaz

Energie utile:

- H lumière
- K énergie mécanique pour moteurs fixes
- L énergie mécanique pour transports
- M chimie
- N chaleur
- t goudron
- V pertes d'énergie

par les usines à gaz rejoint le courant général des combustibles solides. On remarquera que le flux d'énergie du gaz est égal à peu près à la moitié de celui du coke produit.

L'utilisation des combustibles et carburants liquides a été représentée de façon analogue.

A la partie supérieure de la figure 1, les courants d'énergie utile quittent les appareils de consomma-

<sup>1)</sup> 1 GWh =  $10^6$  Wh =  $10^6$  (1 million) kWh.

tion sous forme de lumière, de force motrice, d'énergie chimique et de chaleur, pour être absorbés par la consommation; ils sortent ainsi du tableau de l'économie énergétique générale.

On ne peut manquer d'être frappé par l'importance des pertes qui accompagnent l'utilisation de l'énergie brute contenue dans les combustibles solides et liquides. Le courant des pertes représente près de la moitié de l'énergie brute mise en jeu.

Il en est de même en ce qui concerne l'utilisation de l'énergie brute contenue dans la houille blanche. Des considérations générales nous conduisent à partir de la force hydraulique «sauvage», c'est-à-dire d'adopter comme énergie brute le produit des chutes par les débits captés. Les pertes d'énergie qui se produisent dans les installations hydro-électriques, des prises sur les cours d'eau jusqu'au départ des transformateurs sont traitées comme telles dans le graphique. Le reste de la figure se passe de commentaires. Attirons cependant l'attention sur l'importance des pertes qui se produisent dans les appareils des consommateurs où l'électricité, produit intermédiaire, est transformée en énergie utile. On sait que ces pertes sont relativement les plus fortes dans la production de la lumière. Nous constatons, peut-être à la surprise de certains d'entre vous, que les pertes d'énergie qui se produisent sur le chemin partant de l'énergie hydraulique brute captée jusqu'à l'énergie utile consommée atteignent presque la moitié de l'énergie brute, elles ne sont pas inférieures à celles dont s'accompagne l'utilisation des combustibles. La figure peut être considérée comme le bilan quantitatif de l'économie énergétique suisse, représentant la consommation de matières premières, les quantités perdues et les quantités de produits finis.

Dans les deux tableaux suivants, les flux d'énergie représentés sont exprimés en chiffres.

Consommation d'énergie utile en 1951 Tableau I

	GWh	%
Lumière . . . . .	56	0,2
Energie mécanique pour moteurs fixes . . . . .	1 997	7,0
Energie mécanique pour transports . . . . .	1 630	5,7
Chimie . . . . .	1 757	6,1
Chaleur . . . . .	23 194	81,0
Energie utile totale consommée dans le pays . . . . .	28 634	100,0

Consommation d'énergie brute en 1951 Tableau II

	GWh	GWh	%
Force hydraulique brute . .	16 100	28,9	
Combustibles liquides et carburants . . . . .	10 475	18,8	
Charbon et coke . . . . .	23 304	41,8	
Bois et tourbe . . . . .	5 835	10,5	
Energie totale employée . . .	55 714	100,0	
dont à déduire:			
exportation d'énergie . . . . .	925		
(solde exportation — importation)			
exportation de gaz . . . . .	10		
vente de goudron . . . . .	340	1 275	
Emploi d'énergie brute indigène . . . . .		54 439	

Pertes d'énergie: 54 439 — 28 634 GWh = 25 805 GWh, soit 47,4 % de l'énergie brute destinée à la consommation dans le pays.

Les pertes sont le résultat de lois naturelles, seule leur importance peut être réduite par les progrès de la technique et par investissement de capitaux. Chercher à réduire l'énorme poste des pertes constitue un devoir essentiel des exploitants aussi bien que des constructeurs.

Puisque nous parlons d'économie énergétique, ne citons pas seulement des quantités d'énergie, mais au moins quelques sommes en francs. Les consommateurs ont payé en 1951 pour l'énergie dont ils ont eu besoin les montants suivants en chiffres ronds:

	%	%	millions de francs
1. pour l'énergie électrique			550
se répartissant sur			
la lumière . . . . .		25	
les moteurs fixes . . . . .		26	
la traction . . . . .		7	33
les usages chimiques . . . . .			9
les usages thermiques . . . . .			33
2. pour le gaz . . . . .			80
3. pour les combustibles liquides			400
se répartissant sur			
la benzine et l'huile Diesel . .			64
l'huile de chauffage . . . . .			36
4. pour le bois . . . . .			120
5. pour le charbon et le coke . .			350

Les consommateurs ont ainsi déboursé une somme totale de 1,5 milliard de francs dont 1050 millions de francs ont été à l'économie indigène, tandis que 450 millions de francs ont été à l'étranger. La dépense pour l'énergie représente donc environ 7,5 % du revenu total suisse d'environ 20 milliards de francs.

## II. Développement de la demande d'énergie

Après avoir considéré la structure du bilan énergétique de la Suisse du *point de vue statique*, il convient d'étudier en quelque sorte du *point de vue dynamique* son évolution dans le temps. Nous chercherons à dégager les facteurs principaux de son développement. Il faut évidemment commencer par jeter un regard sur le passé pour essayer de se former une idée de l'avenir.

Il y a quelques années, le *Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie* (WPC) a créé, à l'instigation de son président d'alors, Monsieur *Emile Payot*, un *comité pour les questions d'énergie*. Ce comité a fait, entre autres dans le domaine du développement de la demande, des études approfondies dont une première étape a été terminée récemment. Je suis autorisé à vous en communiquer quelques résultats essentiels. La publication in extenso des rapports est prévue pour la fin de l'année.

Il convient de distinguer nettement entre le développement de la demande et celui des possibilités de production. Nous reviendrons ensuite sur leurs relations réciproques. Voyons tout d'abord le *développement de la demande*. Les tendan-

ces du développement pour la période s'étendant jusqu'à 1960 ont été étudiées par une commission du Comité de l'énergie. Je puis vous assurer que cette commission était pleinement consciente de la valeur problématique de tous pronostics et qu'elle n'a pas manqué de formuler ses réserves à ce sujet.

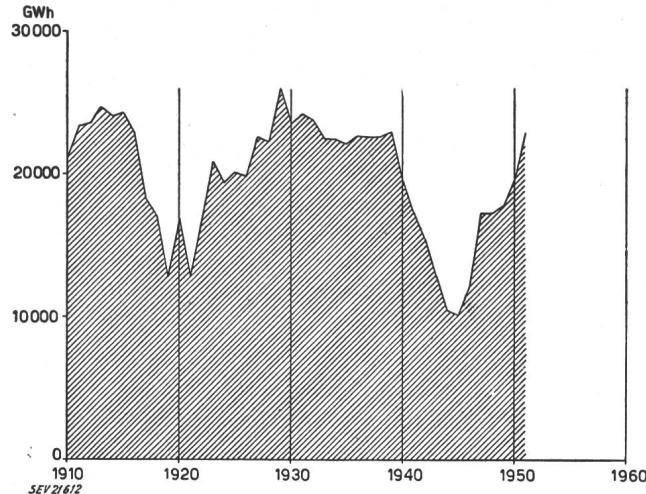


Fig. 2

Consommation suisse d'énergie brute en GWh  
Charbon y compris coke et charbon indigène

Nous considérerons tout d'abord 5 graphiques représentant les bases statistiques utilisées par le Comité de l'énergie. On y voit comment la consommation annuelle de chacun des agents énergétiques s'est développée de 1910 jusqu'en 1951.

La fig. 2 représente la consommation d'énergie brute sous forme de charbon et de coke. J'insiste sur l'expression de consommation et non de demande, car pendant et après les dernières guerres,

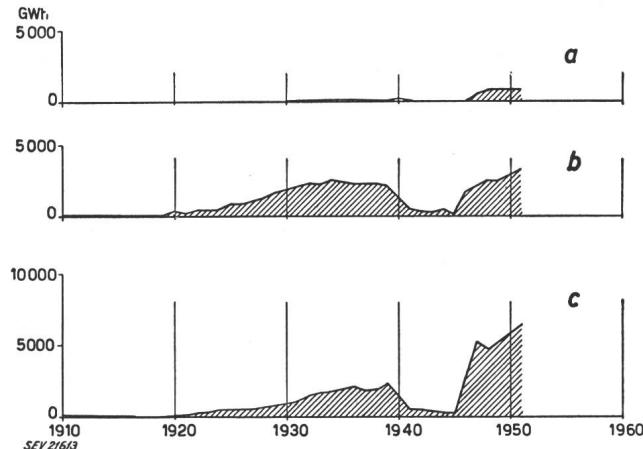


Fig. 3

Consommation suisse d'énergie brute en GWh  
a huile pour diesel; b benzine, benzol; c huile de chauffage

la demande n'était, certes, pas couverte entièrement. Les creux auraient été encore plus profonds si les charbons indigènes auxquels on a eu recours pendant la disette n'étaient pas inclus dans la consommation. En considérant uniquement les périodes de paix, on remarque que la consommation de charbon n'a pas tendance à augmenter.

Dans la fig. 3 également, la 2<sup>e</sup> guerre mondiale a creusé un recul profond de la consommation. L'importation de combustibles liquides s'est arrêtée en-

core plus rapidement que celle du charbon. Par contre, à peine la guerre était-elle terminée, que la consommation d'huile, celle de chauffage surtout, a repris et s'est fortement accrue depuis lors.

La fig. 4 montre la consommation de gaz. Pendant les périodes de guerre, la production a été

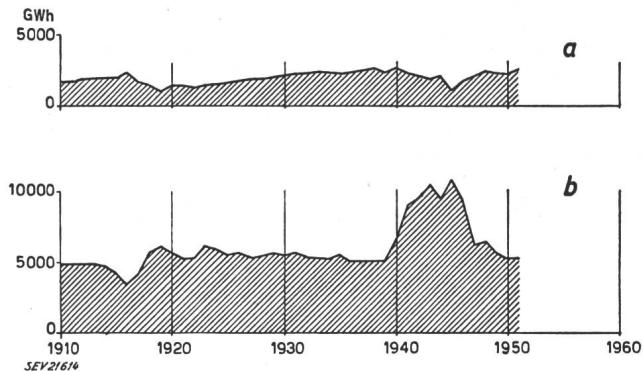


Fig. 4  
Consommation suisse d'énergie brute en GWh  
a gaz; b bois et tourbe

maintenue dans toute la mesure du possible en ayant recours à des matières premières plus ou moins appropriées. Quant au bois et, dans une certaine mesure, à la tourbe, ils ont été notre grande ressource pendant les périodes de pénurie.

La fig. 5 permet de suivre comment l'énergie électrique s'est développée jusqu'à présent. On reconnaît facilement les impulsions que la consommation d'électricité a reçues pendant les périodes de guerre ou d'autres périodes d'intense activité industrielle. On ne distingue, par contre, qu'un faible

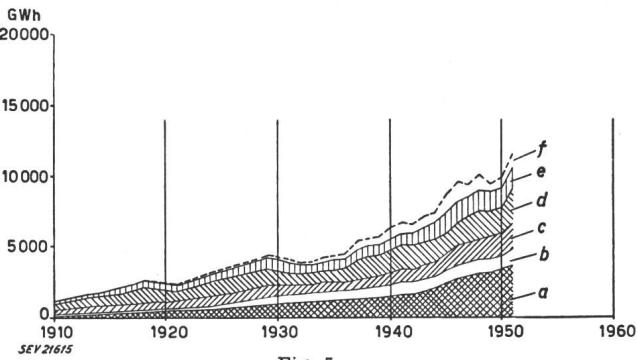


Fig. 5  
Consommation suisse d'énergie brute en GWh  
électricité (prise à l'usine)  
a usages domestiques et artisanat; b traction; c industrie  
générale; d chimie et métallurgie; e pertes et énergie de  
pompage; f chaudières électriques

recul de la consommation pendant les périodes de dépression économique. D'autre part, le développement continu et toujours plus rapide de la consommation domestique et artisanale est frappant. Quant à la consommation des chaudières électriques, elle n'a été indiquée qu'en pointillé, car il s'agit uniquement d'une utilisation d'excédents de production et nous ne nous intéressons ici qu'à l'énergie « normale ».

Il s'agit dans cette figure, comme aussi dans la fig. 6, de l'énergie électrique produite; les pertes considérées ne sont que celles se produisant à partir des usines électriques, conformément à la statistique de l'Office fédéral de l'économie électrique.

Au contraire, dans la fig. 1 et le tableau II, nous sommes partis de l'énergie hydraulique «sauvage» et il y a été tenu compte des pertes dans les installations de production. Cette remarque doit prévenir tout malentendu.

Enfin, la fig. 6 représente le développement de la consommation totale d'énergie brute, par simple addition des consommations des divers agents énergétiques.

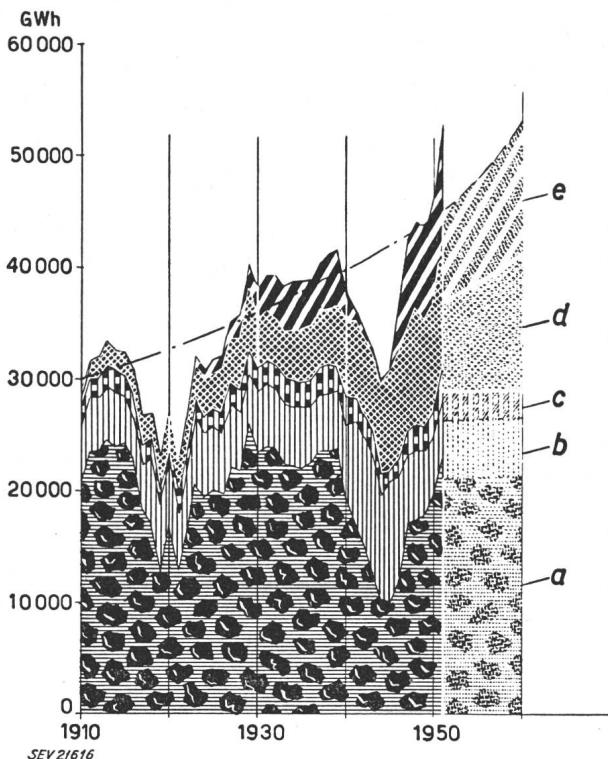


Fig. 6

Développement de la consommation suisse totale d'énergie brute en GWh et approvisionnement en agents énergétiques a charbon; b bois et tourbe; c gaz; d électricité; e huile

Telles sont les données statistiques qui ont servi de base au Comité de l'énergie. Pour déterminer l'allure probable de la consommation à l'avenir, il eût été trop superficiel de procéder par simple extrapolation des courbes du développement passé. En effet, il faut tenir compte de modifications structurelles comme aussi de l'éventualité de fluctuations dans la situation de l'économie générale. Pour pouvoir apprécier l'effet de la première de ces remarques, il a fallu étudier le problème du point de vue du consommateur, car c'est chez le consommateur que se développe la demande en énergie utile sous la forme de lumière, de force motrice et de chaleur, c'est sur ce terrain que les divers agents énergétiques entrent en concurrence. Les recherches du Comité ont donc dû s'étendre jusque dans le secteur de l'énergie utile.

Pour commencer, on a donc soustrait de la consommation d'énergie brute les pertes se produisant sur tout le parcours jusqu'au consommateur. On a également déduit les pertes provoquées chez le consommateur lui-même dans le processus de transformation de l'agent énergétique en la forme d'énergie utile qu'il consomme. En partant alors des courbes du développement probable de la demande d'énergie utile, on a calculé en sens inverse la quan-

tité d'énergie brute nécessaire, sous chacune de ses formes, en tenant compte de l'amélioration progressive des rendements. Il a fallu également faire intervenir l'augmentation continue de la population, en utilisant à cet effet des pronostics obligamment établis par le Bureau fédéral des statistiques.

Il serait trop long d'entrer ici dans le détail de ces études et des considérations retenues dans l'élaboration des prévisions. Leurs résultats principaux ont été reportés à la fig. 6. Les traits pleins représentent le développement de la consommation effective jusqu'à maintenant. La ligne en traits-points, par contre, fait ressortir la tendance moyenne générale de l'augmentation de la demande au cours de longues périodes passées et leur prolongement probable jusqu'en 1960. Cette ligne enjambe les périodes de guerre pendant lesquelles la consommation est évidemment restée inférieure à la demande; elle ne tient donc pas compte de ces creux profonds. On a cherché ainsi à déterminer une sorte de demande moyenne entre les périodes de crise et de haute conjoncture, c'est-à-dire le développement pour une activité moyenne économiquement normale. Dans l'ensemble, il en résulte une augmentation annuelle de la demande totale d'énergie brute de 2 %.

Ce chiffre de 2 % peut paraître bien faible, mais rappelons que cette ligne n'est valable que dans l'hypothèse d'un retour à une situation économique normale. Si la haute conjoncture actuelle devait se maintenir, il conviendrait d'adopter un point de départ plus élevé et un taux de développement plus rapide. En cas de crise, ce serait le contraire. Signalons que l'augmentation de 2 % provient d'un accroissement annuel de 1,5 % par habitant et d'un accroissement de la population de 0,5 % par an.

### III. Approvisionnement en agents énergétiques

Après cet aperçu du développement des besoins d'énergie, étudions à l'aide de la fig. 6 comment le pays s'approvisionne en agents énergétiques. Nous constatons au cours des années plusieurs modifications de structure.

La tendance actuelle de l'accroissement annuel de la demande en agents énergétiques est la suivante:

Energie électrique . . . . .	4 %
charbon . . . . .	0 %
huile de chauffage . . . . .	6,5 %
benzine et huile Diesel . . . . .	2,5 %
gaz . . . . .	1 %
bois . . . . .	0 %

Il y a 50 ans à peine, *charbon* était synonyme d'énergie. Mais par la suite, l'énergie hydro-électrique l'emploi de l'huile tendra à augmenter toujours supplante chez nous pour la production de force motrice dans l'industrie et pour la traction. Il ne reste au charbon presque que les applications thermiques et même dans ce domaine la concurrence s'est fortement accrue au cours du dernier quart de siècle. Le charbon tient ses positions en valeur absolue, mais il ne participe plus à l'accroissement constant de la consommation totale d'énergie, ce qui veut dire qu'en valeur relative, il diminue. En

1930, le charbon couvrait 66 % des besoins en énergie utile; maintenant, ce n'est plus que 42 %. Au concurrent du début, l'électricité, vint s'en ajouter plus tard un nouveau, encore plus dangereux, l'*huile minérale*, qui prend actuellement une place toujours plus grande pour le chauffage des locaux et dans l'industrie. L'augmentation annuelle de la consommation d'huile de chauffage a été de 6,5 % ces dernières 5 années. Cette évolution est en plein développement et il faut admettre qu'en 1960, le charbon ne couvrira même plus 40 % de la demande d'énergie utile. D'ailleurs, la concurrence des combustibles liquides commence à se faire sentir aussi pour l'électricité.

Le fait que l'alimentation du pays en énergie dépend des importations de charbon a été de tout temps un sujet de préoccupation dont le bien-fondé a été prouvé par l'expérience des années de guerre. La création de la communauté charbon-acier par les principaux pays qui sont nos fournisseurs de combustibles solides, mais dont la Suisse, neutre, ne fait pas partie, n'est pas pour alléger ces préoccupations. La substitution de l'huile au charbon accroît encore les soucis. En cas de guerre, l'importation de combustibles liquides est suspendue beaucoup plus rapidement que celle du charbon (voir fig. 6). Les suites catastrophiques d'une telle interruption ne peuvent être atténuées au moyen de réserves que pendant un temps relativement court, parce que le stockage des combustibles liquides est beaucoup plus onéreux que celui des combustibles solides. On peut alors craindre un passage massif des consommateurs à l'électricité, ce qui pourrait causer de nouvelles difficultés aux usines électriques.

Le *charbon indigène*, quoique coûteux et d'une utilisation difficile, constitue pourtant une certaine réserve pour les temps de pénurie. Il en est de même de la *tourbe*.

Le *bois* a joué un rôle important lors de la dernière guerre mondiale. La fig. 6 montre dans quelle mesure on a réussi à atténuer les suites du manque de charbon en doublant la consommation de bois. Nous sommes en face d'un problème national. Du point de vue de l'économie énergétique, le bois est plus cher et moins pratique que le charbon et surtout que l'huile. Si l'on considère, par contre, l'économie publique, il faut tenir compte du fait que nos forêts existent et représentent surtout pour notre population montagnarde des possibilités de travail et de revenus indispensables. Puisque l'économie forestière dispose, à côté du bois de construction, également de bois utilisable seulement pour le chauffage et dans une mesure limitée aussi comme carburant, il faut tâcher de faire en sorte que ce bois puisse régulièrement trouver des acquéreurs également en temps de paix à des prix suffisants.

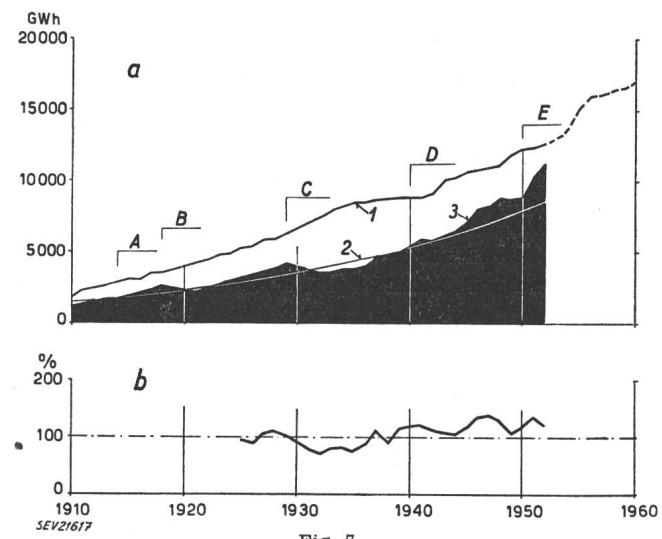
Le *gaz*, ce «charbon sans ballast», a une fonction toute spéciale dans l'économie énergétique. Si l'on substituait d'une façon générale aux cuisinières à gaz des cuisinières électriques, la pointe de charge nationale augmenterait dans une mesure telle que les entreprises d'électricité ne pourraient résoudre ce problème économiquement. Maintenant déjà, la pointe de cuisine dépasse fortement le reste du dia-

gramme journalier de la consommation d'électricité, elle est devenue la pointe de charge absolue du pays. La concurrence gaz/électricité doit faire place à une collaboration libre et raisonnable, telle qu'elle est heureusement déjà pratiquée par les esprits clairvoyants. C'est la forme suisse de la coordination. A des époques difficiles, c'est l'industrie du gaz qui a fourni le goudron et le benzol aux industries chimiques et métallurgiques. Par ailleurs, elle produit le coke qui est le meilleur remplaçant de l'huile lorsque cette dernière vient à manquer pour les chauffages centraux et dans certaines industries. Des raisons d'économie publique parlent également en faveur du maintien et du développement des usines à gaz, à l'exception des usines qui, du fait de leur trop faible capacité, ne sont pas rentables; leurs réseaux devraient être raccordés à des usines plus importantes ou bien céder la place à l'électricité.

Il est très problématique que des gisements d'huile minérale ou de *gaz naturel* puissent jouer en Suisse un rôle important dans l'économie énergétique, comme cela est le cas aux Etats-Unis et en Italie.

#### IV. Tendances du développement de la demande et de la production d'énergie électrique

Après cette vue d'ensemble du développement passé et des tendances futures de la demande et de la production d'énergie sous toutes ses formes, nous allons considérer d'un peu plus près le cas de l'énergie électrique.



a Développement de la production hydro-électrique suisse et de l'utilisation de l'énergie dans le pays  
 A 1<sup>re</sup> guerre mondiale; B crise; C crise économique mondiale;  
 D 2<sup>me</sup> guerre mondiale; E guerre de Corée  
 1 productivité des usines; 2 ligne de base 1,04%;  
 3 consommation indigène (sans chaudières électriques)  
 b Coefficient d'occupation de l'industrie

La fig. 7 permet de faire deux rapprochements intéressants. Comparons tout d'abord la ligne de la consommation indigène avec la ligne inférieure qui représente le coefficient d'occupation de l'industrie. Nous voyons que les variations de la consommation par rapport à la ligne de base qui correspond à une augmentation moyenne annuelle de 4 % ont une

grande analogie avec les variations de l'occupation de l'industrie par rapport à sa valeur moyenne de 100 % et qu'elles lui sont même à peu près proportionnelles. Cette constatation sur le degré de l'incidence de la situation économique sur la demande d'énergie électrique est utile lorsqu'il s'agit d'envisager l'avenir.

Etudions maintenant l'influence des variations de la consommation indigène sur l'allure de la mise en valeur de nouvelles forces hydrauliques qui ressort de la ligne supérieure. L'accroissement extraordinaire de la demande d'énergie qui s'est produit avant la crise mondiale de la troisième décennie du siècle avait donné une forte impulsion à l'aménage-

années la mise en valeur des chutes hydrauliques atteindra une ampleur et une cadence encore inconnues jusqu'à présent.

Le déphasage entre la cause et l'effet, provenant de la durée des préparatifs et des délais de construction, est, comme on le voit, de l'ordre de 6 à 7 ans. Les conséquences de ce retard dans la mise à disposition de nouvelles tranches d'énergie se manifestent sous forme d'alternances entre les périodes de pénurie et d'excédent.

Nous en tirons une double leçon. Premièrement, il est bon que l'activité actuelle de construction permette de recréer la marge de production d'antan. Deuxièmement, lorsque l'accroissement de la de-

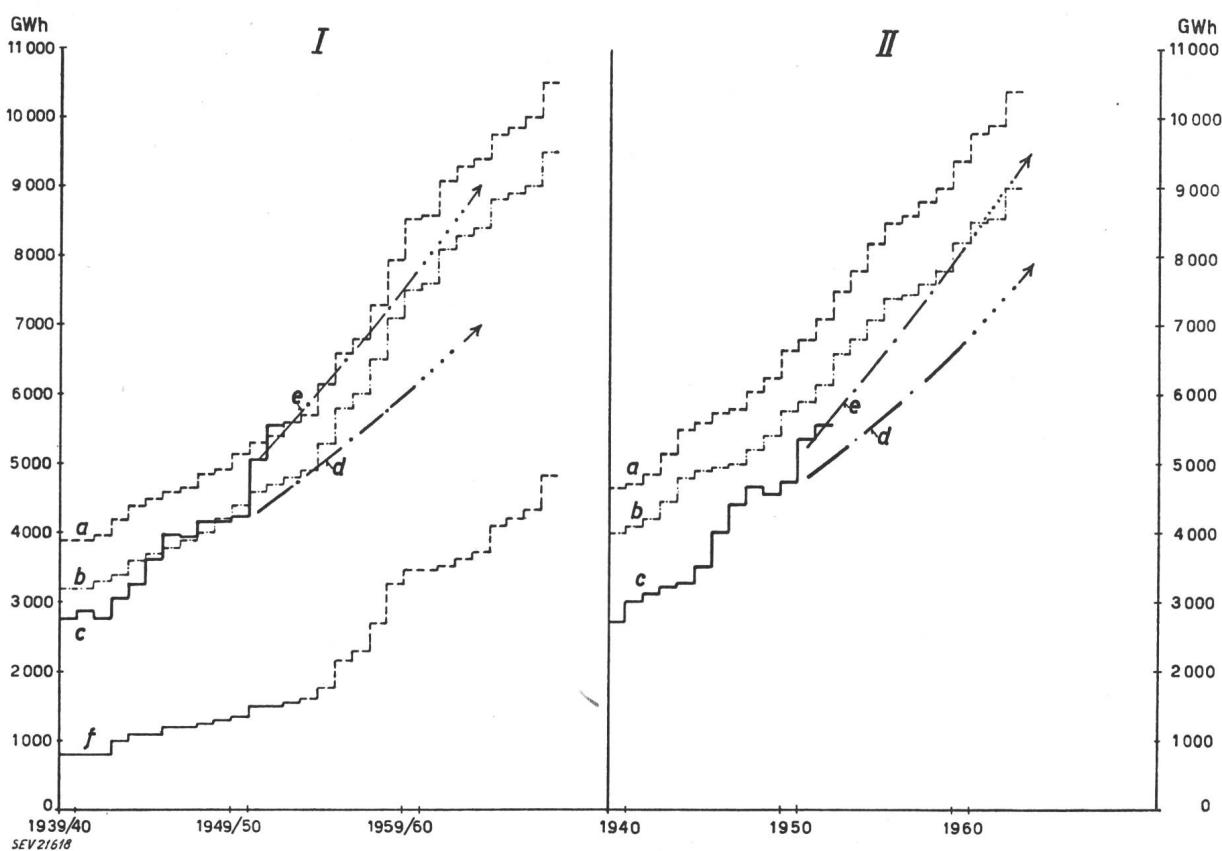


Fig. 8

Développement de la production moyenne possible des usines hydro-électriques suisses et de la consommation indigène  
I semestre d'hiver; II semestre d'été

production possible des usines hydro-électriques  
a en année moyenne  
b en année sèche  
c énergie accumulée

demande d'énergie  
e par haute conjoncture  
d par conjoncture normale  
c consommation effective (sans chaudières)

ment des chutes. Mais la crise économique éclata avant que les projets aient été mis au point, financés et réalisés et lorsque les usines entrèrent en service, la demande avait déjà sensiblement diminué. Pendant la durée de la crise, c'est-à-dire à l'époque des excédents d'énergie, la construction se ralentit jusqu'au moment où l'accroissement des besoins des dernières années précédant la guerre mondiale et des premières années de celle-ci déclencha une nouvelle vague de construction qui ne produisit ses effets que beaucoup plus tard. L'augmentation de consommation de l'après-guerre et celle consécutive aux événements de Corée ont provoqué de nombreuses décisions de construire, de sorte que ces prochaines

mande s'atténuerait, il ne faudrait pas que la mise en chantier de nouvelles usines s'endorme, le réveil pourrait être brutal.

Dans la fig. 8, le développement est représenté un peu plus en détail et séparément pour le semestre d'hiver et le semestre d'été.

Il est intéressant de comparer, d'après les évaluations du Comité de l'énergie, l'évolution probable de la demande jusqu'en 1960 par rapport à la ligne de la production. On a distingué entre le développement dans le cas d'un retour à une situation économique normale et celui du cas de la persistance de la haute conjoncture. Le point de départ de l'extrapolation et l'inclinaison de la ligne sont

différents dans les deux cas. La comparaison avec la ligne de production montre que, pour une situation économique normale, les besoins seront très largement couverts. Hiver comme été, il restera plusieurs milliers de GWh libres pour d'autres utilisations. Par contre, si la haute conjoncture devait durer, les besoins ne seraient couverts qu'en cas d'hydraulité moyenne ou abondante, tandis qu'en année sèche, il faudrait avoir recours, comme maintenant, à la production thermique ou à l'importation d'énergie.

Il est heureux de constater que, bien que la demande soit largement couverte et malgré le coût élevé des constructions, on continue à entreprendre de nouveaux ouvrages de grande envergure. La raison en est connue, l'abondance de capitaux disponibles permet d'obtenir les fonds importants nécessaires pour de longues durées et à des taux très bas. Comme les frais d'exploitation des usines hydro-électriques et de leurs réseaux se composent en majeure partie du service du capital, le renchérissement du coût de construction ne se répercute que partiellement sur le prix de revient de l'énergie.

Par ailleurs, il est intéressant de remarquer que la production nouvelle consistera principalement en énergie d'hiver et que celle-ci comportera une très large part d'énergie d'accumulation. C'est un avantage en ce qui concerne la possibilité d'adapter la production à la consommation. Par contre, le coût moyen de la production s'en trouvera accru.

## V. Qu'en sera-t-il après 1960?

On peut se demander comment se poursuivra le développement de la consommation après 1960. Nous quittons ici le domaine des études du Comité de l'énergie et devons accentuer les réserves déjà formulées au sujet de tout pronostic, surtout quand il s'agit de problèmes aussi étroitement liés à l'évolution toujours imprévisible de la situation économique.

Nous avons vu que l'huile et l'électricité ont empêché l'accroissement de la consommation de charbon et nous avons également signalé que l'huile devient un concurrent sérieux de l'énergie électrique dans son principal domaine d'utilisation, la production de chaleur. Il faut s'attendre à ce que le développement de la consommation d'électricité pour les usages thermiques continue à se ralentir, tandis que l'emploi de l'huile tendra à augmenter toujours plus. La démarcation entre les domaines respectifs de l'électricité et de l'huile pour les usages thermiques doit être laissée au libre jeu d'une concurrence objective. Les entreprises d'électricité n'ont pas intérêt à vouloir maintenir et développer certaines applications si ce n'est possible qu'en accordant des prix inférieurs à leur propre prix de revient marginal. Les forces hydrauliques suisses ne peuvent en aucun cas couvrir la majeure partie des besoins du pays en énergie. Il est donc rationnel et dans l'intérêt de notre économie nationale de réservier à la houille blanche les applications pour lesquelles elle est avantageuse, tant techniquement qu'économiquement, et d'abandonner les autres utilisations aux autres agents énergétiques.

Sur le plan de la production, nous aurons, à l'avenir, à résoudre divers problèmes pour employer plus rationnellement nos ressources d'énergie hydraulique brute. Citons quelques exemples:

Au point de vue *national*,

- Réduction du coût des aménagements, portant sur les types des ouvrages et sur les procédés de construction;
- Renouvellement et extension d'installations anciennes;
- Développement progressif de la production thermique, afin de valoriser la partie inconstante de la production hydraulique suisse, ainsi que pour la fourniture combinée de force motrice et de chaleur.

Au point de vue *international*,

- Echange d'énergie hydro-électrique de haute qualité provenant des usines à accumulation, disponible à chaque instant automatiquement, contre de l'énergie thermo-électrique de production moins souple. Le solde positif de cet échange devrait nous être livré en énergie d'importation, par exemple la nuit en hiver ou en période sèche.

Jusqu'à quelle époque nos chutes hydrauliques suffiront-elles à couvrir la demande d'énergie croissante? Cette question a déjà été traitée bien souvent et pas toujours très objectivement. Les pronostics, plus ou moins catégoriques, arrivent à des résultats assez divergents qui vont de 1965 à 1990. Cela s'explique aisément parce que, d'une part, bien des facteurs du développement sont imprévisibles et que, d'autre part, la productibilité des usines qu'il serait rationnel de construire, évaluée à environ 28 000 à 29 000 GWh par M. le directeur *Kuntschen* et par le Comité de l'énergie, pourrait encore se révéler supérieure à ce chiffre.

Les réserves mondiales de combustibles solides et liquides ne sont pas en notre possession, à l'exception de nos forêts. De plus, les gisements de charbon, s'ils paraissent devoir suffire pour plusieurs siècles, ne sont pas inépuisables. Quant aux sources d'huile minérale, elles pourraient, paraît-il, tarir d'ici une cinquantaine d'années. Un chose est certaine, il est de notre devoir de nous occuper de la façon dont nous pourrons pourvoir aux besoins futurs, en prévision des bons et des mauvais jours.

Par un heureux concours de circonstances, on peut espérer que, dans quelques décades, lorsque la mise en valeur de nos forces hydrauliques s'approchera de son achèvement, nous pourrons éviter d'importer davantage de combustibles et de retomber ainsi dans une dépendance plus grande de l'étranger. Les spécialistes nous assurent que la technique de la production d'électricité dans des centrales thermiques utilisant l'énergie de la réaction nucléaire pourrait atteindre avant la fin du siècle un développement permettant de mettre en service des centrales atomiques de grande puissance. Jusque là, il faudra toutefois fournir encore un immense travail systématique, tant en recherches scientifiques qu'en essais de réalisations constructives.

Quelques pays, dont les Etats-Unis et aussi le Canada, l'Angleterre, la France et la Norvège possèdent déjà des réacteurs nucléaires. En Angleterre, on utilise la chaleur produite, aux Etats-Unis on produit même déjà de l'énergie électrique avec un turbo-groupe à vapeur de quelques centaines de kW. D'autres pays préparent des installations semblables. La Suisse, avec ses forces hydrauliques limitées et sa pauvreté en minéraux, ne possède pas de gisements d'uranium. Par contre, elle peut offrir en compensation aux pays qui disposent d'uranium quelque chose d'essentiel: le travail particulièrement qualifié de ses savants, ingénieurs, techniciens et ouvriers, ainsi que l'échange des expériences qu'elle aura faites dans ses propres stations d'essais.

La Commission suisse pour l'énergie atomique projette de construire et d'exploiter un réacteur d'essai. C'est la seule façon pour nous de pouvoir rattraper un peu l'avance qu'ont les autres pays dans la technique de l'énergie atomique. C'est aussi le seul moyen d'éviter que notre alimentation en énergie vienne à tomber dans la dépendance de puissantes centrales atomiques étrangères.

Ce premier réacteur suisse est calculé pour une puissance thermique de 10 000 kW environ; une

partie de la chaleur pourra plus tard être utilisée pour la production d'électricité.

Le coût de cette installation est évalué à 20 millions de francs. Un exposé de M. *Lalive d'Epinay*, ingénieur en chef et membre du groupe industriel de recherches, a été publié dans le Bulletin de l'ASE 1953, n° 25.

Il y a quelques semaines, M. *Walter Boveri* a proposé un plan de financement de cette entreprise sur une large base nationale. Les entreprises suisses d'électricité auraient toute raison de répondre positivement à l'appel de M. Boveri, afin de prendre dans la réalisation du réacteur d'essai la place qui leur est réservée à côté de l'industrie et de diverses institutions. Une telle participation correspondrait bien à la situation que ces entreprises occupent dans l'économie énergétique nationale, elle serait également motivée par l'importance des capitaux qu'elles devront encore investir dans les installations nécessaires à l'alimentation du pays en électricité. Il s'agit ici de diriger le regard vers un but important, bien qu'éloigné encore, et de faire à temps le premier pas, le pas décisif sur une voie pleine de promesses.

Adresse de l'auteur:

H. Niesz, ing. Dr. h. c., Président de la direction de Motor-Columbus SA., Baden.

## Über ein linear anzeigendes statisches Voltmeter

Von H. Greinacher, Bern

621.317.725

Das seinerzeit im Bulletin SEV<sup>1)</sup> beschriebene Flüssigkeits-Voltmeter besitzt, wie alle quadratisch anzeigenenden Instrumente, eine geringe Anfangsempfindlichkeit. Durch Zuhilfenahme der Kapillarkräfte lässt sich diese aber vergrössern und durch passende Profilierung der Elektroden konstant machen. Es wird die Kurve für die erforderliche Krümmung der Fläche, die zu einer linearen Anzeige führt, berechnet.

Comme d'autres voltmètres «statiques» le voltmètre à liquide, publié antérieurement au Bulletin ASE<sup>1)</sup>, est un instrument à déviation quadratique, et par conséquence la déviation initiale n'est que petite. En employant des forces capillaires on arrive cependant à augmenter considérablement cette sensibilité. On n'a qu'à remplacer les électrodes planes par d'autres qui sont courbées d'une façon convenable. On peut calculer la courbe qu'on nécessite pour obtenir une fonction linéaire de l'instrument.

Im Jahre 1949 wurde im Bulletin SEV über ein neues statisches Voltmeter berichtet<sup>1)</sup>, das auf der Wirkung der Maxwellschen Spannungen in Dielektrika beruht. Im Prinzip besteht dieses aus einem Töpfchen mit isolierender Flüssigkeit, in die man 2 Kondensatorplättchen eintaucht (Fig. 1). Legt man an die Plättchen Spannung an, so hebt sich der Flüssigkeitsmeniskus um eine bestimmte Höhe  $h$ . Infolge der Kapillarität der Flüssigkeit liegt  $A$  etwas über dem äusseren Niveau. Dies hat den grossen Vorteil, dass der Meniskus ohne Schwierigkeit anvisiert, bezw. projiziert werden kann. Der Kapillarzug ist bei  $B$  eben so gross wie bei  $A$ , da der Plattenabstand derselbe ist. Die Hebung der Flüssigkeit geht also

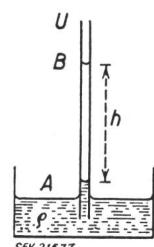


Fig. 1

Prinzip des statischen Voltmeters

auf alleinige Rechnung der elektrostatischen Kräfte, die auf die Flüssigkeit wirken, bezw. sie gibt ein Mass für die angelegte Spannung. Die

Wirkung beruht somit nicht auf Elektrokapillarität, wie hier noch besonders erwähnt sei, da das neue Elektrometer gelegentlich mit dem Kapillarelektrometer (nach Lippmann) in Parallele gestellt worden ist.

Es sei aus diesem Grunde auch gestattet, nochmals kurz auf die Funktionsweise des neuen Instru-

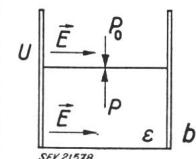


Fig. 2

Maxwellsche Spannungen

a im homogenen Feld; b an der Grenze zweier Medien

mentes einzugehen. Nach Maxwell besteht längs des Feldes  $E$  (Fig. 2a) ein Zug  $Z$  und quer dazu ein Druck  $P$ . In einem einheitlichen Medium heben sich diese Kräfte auf. Sie haben den Betrag  $P = Z = \frac{\epsilon E^2}{8\pi}$  (elektrostatisch). An der Trennungsfläche zweier Medien (Fig. 2b) wirken aber die verschiedenen Drücke  $P = \frac{\epsilon E^2}{8\pi}$  und  $P_0 = \frac{E^2}{8\pi}$ . Der resultierende

<sup>1)</sup> Greinacher, H.: Über ein neues statisches Voltmeter. Bull. SEV Bd. 40 (1949), Nr. 21, S. 816...817.