Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
Heft: 22

Rubrik: Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

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: 23.08.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

VII[e] Session Plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie

Introduction

La Conférence Mondiale de l'Energie vient de tenir sa VII[e] Session Plénière à Moscou. Elle s'est donnée de nouveaux statuts prévoyant pour l'avenir des sessions plénières tous les 3 ans, alors que celles-ci étaient espacées jusqu'à présent de 6 ans, avec deux sessions partielles intercalées tous les deux ans. La Conférence Mondiale de l'Energie a donc adopté le rythme de ses réunions au cycle de 3 ans adopté par d'autres organismes internationaux (par ex. CIGRE, ICOLD, UNIPEDE). Elle a d'autre part, changé sa désignation en langue anglaise pour l'adopter à la désignation en langue française et s'appellera donc à l'avenir World Energy Conference (Welt-Energie-Konferenz).

Il est d'usage que la CME publie tous les 6 ans une étude sur les réserves d'énergie du monde entier. Cette étude fait apparaître, grâce à la prospection de plus en plus poussée dans toutes les régions du globe, des réserves en énergie primaire dont l'augmentation dépasse régulièrement la consommation pourtant en forte augmentation elle aussi. Le spectre de la pénurie d'énergie s'évanouit.

Il nous a semblé juste de consacrer un numéro des «Pages de l'UCS» à la Conférence Mondiale de l'Energie et à son Comité National Suisse d'autant plus que notre Union fait partie du Comité National Suisse et possède en la personne de son vice-président un représentant au Comité de Direction. Dans un premier article, Monsieur E. H. Etienne, *président du Comité National Suisse et vice-président d'honneur du Conseil Exécutif International de la Conférence Mondiale de l'Energie, traite précisément du problème des réserves mondiales en énergie primaire et du problème des bilans d'énergie.*

Ensuite le D[r] H. R. Siegrist, *directeur de l'office fédéral d'économie énergétique, expose dans son article «Regard sur l'économie de la Suisse» quelques problèmes touchant plus particulièrement notre pays. Il s'agit du texte de la Conférence tenue par le D[r] Siegrist lors de l'assemblée annuelle du Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie.*

Nous reproduisons finalement le texte d'une allocution que M[r] E. H. Etienne *avait voulu prononcer lors de la prise de contact qui avait été prévue entre la délégation suisse à la VII[e] Session Plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie et une délégation du Comité National Tchéchoslovaque sur le voyage de retour de Moscou. Pour des raisons bien connues, cette rencontre ne put avoir lieu.*

La rédaction

Les ressources mondiales en énergie et leur utilisation à la lumière de la VII[e] Session Plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie]

Par *E. H. Etienne,* La Conversion

I. Généralités

La VII[e] Session Plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie s'est déroulée à Moscou du 20 au 24 août 1968. Environ 4700 participants et personnes accompagnantes y prirent part et ce fut une des conférences les mieux fréquentées de cette organisation internationale.

Les séances d'ouverture et de clôture eurent lieu au Palais des Congrès au Kremlin, les séances techniques se tinrent dans la nouvelle université sur les monts de Lenin.

Le thème général de la Session fut:

«Les ressources mondiales en énergie et leur utilisation pour le bien de l'humanité.»

Il fut subdivisé en 7 sections:

A. Ressources mondiales en énergie et leur utilisation
B. Bilans d'énergie
C. Production d'énergie électrique
   Centrales thermiques, hydrauliques et nucléaires
   Nouvelles méthodes de production d'énergie électrique
   Réseaux électriques et interconnexions
D. Transport d'énergie
E. Utilisation de l'énergie
F. Ressources énergétiques secondaires

Au total, *270 rapports* techniques furent présentés, et résumés dans *11 rapports généraux.*

En plus des séances techniques ont eu lieu:

3 conférences de table ronde sur les sujets suivants:

a) Conditions de l'eau pour des groupes énergétiques à pression supercritique et des centrales nucléaires équipées de réacteurs à eau bouillante

b) Rôle de la transmission de l'électricité par courant continu dans les réseaux électriques et leurs interconnexions

c) Approvisionnement en énergie des pays en voie de développement.

et *3 conférences principales:*

a) L'énergie nucléaire — son rôle dans les progrès des techniques, par le professeur A. P. Alexandrov

b) L'activité de la Division de l'Energie de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies à Genève, par P. Sévette, Directeur

c) L'activité du Conseil pour l'entraide mutuelle (COMECON) dans le domaine de l'économie énergétique, par V. Constantinescu, Conseiller.

Dans ce qui suit, nous donnons un aperçu des ressources mondiales en énergie et de leur utilisation ainsi qu'il résulte de la section A du programme.

	Kohle und Braunkohle Charbon et lignite		Erdöl Pétrole		Schieferöl Pétrole de schistes		Erdgas Gaz naturel	
1 Nordamerika — Amérique du Nord	51.5		11.9		90		33	
2 Südamerika — Amérique latine	0.5		7 [1]		6		11	
3 Europa ohne UdSSR — Europe sans l'URSS	8.2		0.5		1			
Total 1+2+3		60.2		19.4		97		44
4 UdSSR [2] — URSS [2]	28.5		8.7				14	
5 Naher und Mittlerer Osten — Proche- et Moyen-Orient			60.9					
6 Ferner Osten — Extrême-Orient			2.9					
5+6 Asien ohne UdSSR — Asie sans l'URSS	9.8			63.8			25	
Total 4+5+6		38.3	72.5			3		39
7 Afrika — Afrique		1		8.1				12
8 Australien — Australie		0.5						5
		100		100		100		100

[1]) einschl. Karibisches Meer — y compris les Antilles. [2]) einschl. übrige COMECON-Staaten — y compris les autres pays COMECON.

II. Ressources mondiales en énergie primaire

A. Généralités

Pour examiner le développement de l'économie mondiale des combustibles et de l'énergie il y a lieu de tenir compte avant tout:

— du progrès technique dans la prospection et des nouvelles méthodes d'évaluation des ressources,

— de l'interaction des aspects techniques et économiques au fur et à mesure de leur évolution et de la dépendance des ressources énergétiques disponibles,

— des effets réciproques causés par les modifications de structure et de volume dans la production, la transformation et l'utilisation des ressources énergétiques,

— du rôle du commerce international dans l'approvisionnement en énergie des pays et régions qui ne possèdent pas de ressources en quantité suffisante.

Les ressources en énergie sont pratiquement inépuisables, car on découvre continuellement de nouveaux gisements de combustibles fossiles. En outre, dans plusieurs pays, d'importantes recherches sont effectuées en vue de l'utilisation de nouvelles sources d'énergie, dont la mise en valeur est pratiquement déjà réalisable.

C'est pourquoi, actuellement, *le principal problème n'est pas le souci de l'épuisement prématuré des ressources en énergie, mais celui de mettre à la disposition de l'humanité de l'énergie à bon marché, en quantités suffisantes et en assurant la continuité d'alimentation*. L'amplitude de la tâche à accomplir ressort de la comparaison suivante:

Sur la production globale mondiale de l'énergie électrique, qui, pour 1966, est évaluée à 3700 TWh [1]), 92 % concernent 43 pays dont la population est de 30 % de celle du globe, et 8 % se rapportent à 121 pays dont la population correspond à 70 % de celle du monde. Dans 59 de ces pays, la consommation annuelle d'énergie électrique n'atteint en moyenne même pas 100 kWh par tête d'habitant.

B. L'évaluation des ressources mondiales en énergie

1. Réserves globales en combustibles fossiles

Sur la base de recherches géologiques, les réserves globales en combustibles fossiles, charbon, lignite, pétrole brut et pétrole de schistes sablonneux et gaz naturel sont évaluées de $10...25 \cdot 10^{15}$ UEC [2]) dont environ $3{,}4 \cdot 10^{15}$ UEC sont considérées comme étant économiquement exploitables. Cela correspond à 640 fois la production annuelle de la totalité des combustibles marchands. Sur ce total, 88 % se rapportent aux combustibles solides, 6 % aux huiles de schistes, et de sable bitumineux, 3 % au pétrole brut, et 3 % au gaz naturel. La part du charbon domine. Ce n'est donc pas par hasard que le terme «houille blanche» pour l'hydraulique se soit généralisé.

2. Charbon et lignite

Les réserves de charbon sont évaluées à $7{,}5...14 \cdot 10^{12}$ t dont $0{,}6$ à $2{,}4 \cdot 10^{12}$ t sont admises comme étant certaines.

Les réserves de lignite sont estimées à $2 \cdot 10^{12}$ t ce qui correspond à près de 10^{15} UEC.

La majeure part des gisements économiquement exploitables se trouve aux Etats-Unis et en URSS.

3. Pétrole

Les réserves de pétrole sont évaluées à $200 \cdot 10^9$ t, dont $53 \cdot 10^9$ sont considérées comme étant certaines (en 1966) et cela sans les huiles minérales contenues dans les schistes et les sables bitumineux.

En 1952, les réserves certaines étaient évaluées à $15 \cdot 10^9$ t, ce qui, au taux de la production d'alors, aurait permis de couvrir la consommation mondiale durant 26 ans. En 1966 les réserves certaines auraient pu faire face aux besoins totaux pendant 33 ans, et cela malgré l'accroissement de la consommation depuis 1952. Sur la base de prospections encore plus récentes, cela serait le cas pendant 40 ans.

Durant la dernière décennie, l'accroissement annuel des réserves certaines correspondait à celui de la production annuelle.

De très importantes réserves complémentaires d'huiles minérales se trouvent dans les schistes et sables bitumineux. Elles sont évaluées à $230 \cdot 10^9$ t, dont $97 \cdot 10^9$ t peuvent être considérées comme certaines.

4. Gaz naturel

Les estimations des réserves de gaz naturel sont les plus approximatives. Les écarts d'une année à l'autre sont très importants. Actuellement, ces réserves sont évaluées à $140–170 \cdot 10^{12}$ m³, dont environ $30 \cdot 10^{12}$ m³ sont considérées comme certaines.

5. Forces hydrauliques

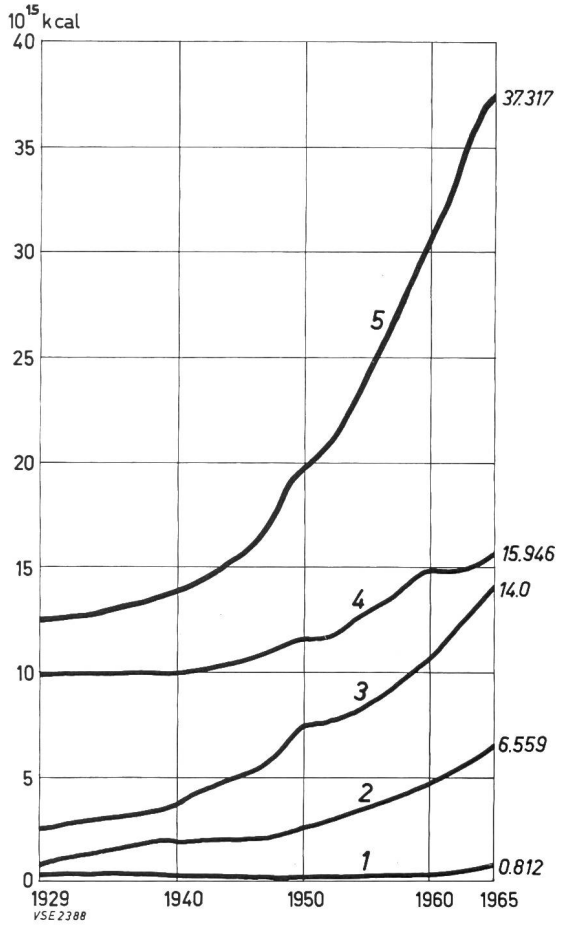
Le potentiel global des ressources hydro-électriques est évalué à 32 900 TWh [3]). En équipant l'ensemble des chutes techniquement aménageables il serait possible de produire en année moyenne environ 5000 TWh [4]), ce qui correspond au quintuple de la productibilité annuelle, pour une hydraulicité moyenne, de 1000 TWh des équipements existants.

Pour produire cette quantité d'énergie dans des centrales thermiques, il faudrait consommer environ $400 \cdot 10^6$ t de char-

[1]) 1 TWh = 1 Térawattheure = 10^{12} Wh = 10^9 kWh.

[2]) 1 UEC = 1 Unité d'équivalent Charbon = $7 \cdot 10^3$ kcal.

[3]) D'après une évaluation faite en URSS.



bon par an, ce qui correspond à $^1/_{1000}{}^e$ des réserves certaines de charbon [4]).

6. Energie nucléaire

Selon une étude effectuée par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), la quantité globale d'uranium pouvant être extraite économiquement est estimée à $1{,}5 \cdot 10^6$ t. En admettant que, du point de vue économique, il soit possible de doubler ou de tripler le prix actuel de l'oxyde d'uranium, de 22 $/kg, on en décuplerait la production, ce qui permettrait de doubler les ressources mondiales en énergie.

7. Répartition géographique des ressources certaines en combustibles fossiles

La répartition géographique des ressources certaines en combustibles fossiles est donnée dans le tableau suivant:

III. Utilisation des ressources en énergie primaire

1. La production annuelle globale d'énergie primaire marchande a suivi l'évolution suivante:

année	Production globale en 10^9 UEC	Production annuelle par par tête d'habitant en UEC
1900	environ 1000	environ 600
1929	1800	900
1955	3290	1200
1965	5331	1600

L'accroissement annuel était en moyenne pour les périodes de

1870 à 1955	d'environ 3,3 %
1955 à 1965	5 %
1960 à 1965	4,4 %

[4]) D'après l'Enquête sur les ressources énergétiques 1968, publiée par la Conférence Mondiale de l'Energie.

La progression relativement faible du taux d'accroissement concernant la dernière décennie par rapport à celui de la période antérieure et sa régression pendant les 5 dernières années provient des progrès techniques réalisés dans l'extraction, respectivement dans la production de l'énergie primaire, la transformation et la consommation.

C'est ce qui découle de l'évolution de la production mondiale de charbon qui, de 10^6 t en 1835 passa à environ $100 \cdot 10^6$ t en 1888 et dont le taux d'accroissement diminua ensuite pour tomber pendant la période de 1955...65 à 2,2 % en moyenne par année.

Au contraire, la production des formes d'énergie primaire facilement réglables enregistra, durant la période de 1955...65 un taux d'accroissement moyen annuel beaucoup plus élevé:

de 52 % pour l'ensemble de ces formes d'énergie, de 80 % pour le pétrole et de 116 % pour le gaz naturel.

2. Les trois quarts de l'énergie primaire «au robinet» sont consommés dans les 10 pays suivants: Etats-Unis, URSS, Grande-Bretagne, Japon, Allemagne de l'Ouest, Canada, France, Italie, Allemagne de l'Est et Tchécoslovaquie. Parmi ces pays, seule l'URSS est à même de couvrir la totalité de ses consommations d'énergie par ses ressources propres en énergie.

3. Pour faire face à l'accroissement extraordinaire des besoins d'énergie primaire «au robinet», il fallut résoudre de nombreux problèmes d'ordre technique et économique, et cela tant à la production que dans les transports. Il résulte que les *transports à très grande distance* ne sont *économiquement justifiables que si les quantités à transporter sont elles-mêmes très grandes.*

Quelques exemples:

dans le secteur du *pétrole:* pour les transports maritimes la construction de pétroliers d'un tonnage toujours plus élevé,

dans le secteur du *gaz naturel:* les possibilités de substitution du charbon par le gaz naturel dans les gros centres de consommation, par exemple de la région de Chicago, entre autre pour le chauffage des locaux, les cuisines collectives, le chauffage de l'eau, les chauffages industriels, mais surtout les usines à gaz et les centrales thermiques et cela avant les transformations générales des chaufferies au mazout et au fuel. Ces conditions particulières furent à la base de la progression extraordinaire des consommations du gaz pour atteindre à bref délai le volume assurant l'économie du transport du Texas à Chicago.

4. L'accroissement très rapide des consommations de combustibles liquides et gazeux dans les régions éloignées des ressources n'est possible que dans les centres de gros consommateurs de charbon, car il s'agit avant tout d'un problème de quantités.

5. Sous cette perspective, *les chances de pouvoir développer* sur une grande échelle *les applications de gaz naturel en Suisse* paraissent très problématiques. En effet, pour les gros consommateurs d'énergie tels que le chauffage des locaux et les chauffages industriels, le charbon a déjà été remplacé, dans une large mesure, par le mazout et le fuel. D'autre part, le passage direct de l'hydraulique au nucléaire, propagé en haut lieu, a évincé la phase intermédiaire des centrales thermiques classiques et par là un gros consommateur éventuel de gaz naturel. C'est pourquoi les tentatives de répartir les importations d'énergie primaire sur 3 formes d'énergie paraissent encore plus compromises.

IV. Conclusions

1. Les ressources mondiales en énergie seront à même de couvrir pendant des générations la progression probable des besoins futurs d'énergie de l'humanité.

Cependant, le pétrole et le gaz naturel n'ont pas à couvrir uniquement les besoins d'énergie sans cesse croissants; ils sont utilisés toujours davantage comme matière première pour de nombreux procédés de fabrication chimique. Même s'il s'agit de quantités relativement faibles, il y a lieu de tenir compte de ces aspects en examinant la situation des ressources disponibles pour l'économie énergétique.

2. Il semble que jusqu'au milieu des années 1980, l'accroissement des besoins d'énergie pourra être couvert en général par les formes d'énergie et les méthodes de transformation classiques. Après 1985 les nouvelles sources d'énergie et les nouvelles méthodes de transformation prendront le dessus.

Jusque là, dans les pays industrialisés, les forces hydrauliques disponibles auront été complètement aménagées, ce qui ne veut pas dire que la construction d'aménagements hydrauliques touche à sa fin; car les installations de pompage comme aussi les usines marémotrices sont appelées à jouer un rôle toujours plus important, à mesure que les centrales nucléaires se développeront. En outre, il existe un important potentiel de forces hydrauliques dans les pays en voie de développement; à ce sujet l'aménagement du Volta au Ghana est un exemple de possibilité de réaliser de grosses installations hydrauliques.

3. L'économie des centrales nucléaires de grosse puissance a rejoint celle des centrales thermiques classiques. Toutefois, dans les pays disposant de gisements intéressants de houille exploitables à ciel ouvert, le charbon maintiendra encore pendant longtemps la première place comme source d'énergie primaire pour la production d'énergie électrique.

4. Les distances entre les sites des ressources en énergie primaire et les centres de consommation d'énergie vont en croissant, ainsi que les quantités à transporter. C'est pourquoi il est nécessaire de vouer une attention particulière aux questions de transport.

5. Le désir de comparer les formes d'énergie utilisées et les besoins d'un pays ou d'une région engendra la tendance à se référer à *une* grandeur physique pour établir un bilan d'énergie (généralement la kcal ou l'unité d'équivalent charbon (UEC) = 7×10^3 kcal).

Si cette méthode ne présente aucun inconvénient quand il s'agit de comparer les pouvoirs énergétiques des combustibles solides, liquides et gazeux, il n'en est pas de même lorsque l'on compare ces pouvoirs avec la force motrice produisant un kWh dans une centrale hydraulique. Une telle comparaison est déraisonnable, car elle ne peut caractériser l'importance de l'hydraulique. Le bilan global d'énergie établi sur la base de la commune mesure précitée n'a donc aucune valeur pratique, ne serait-ce que pour le statisticien qui établit les statistiques.

C'est ce qui ressort du graphique de la figure ci-contre, où l'importance de l'hydraulique n'est pas caractérisée à sa juste valeur.

Cette anomalie fut signalée par la Délégation suisse au Conseil exécutif de la Conférence Mondiale de l'Energie qui, en 1935, décida de ne pas introduire dans son Annuaire statistique les bilans globaux d'énergie primaire.

Dès l'introduction du nucléaire, M. Pierre Ailleret se préoccupa de ces questions. Il prévoit très justement que «l'énergie éclatera en deux secteurs séparés:

— celui de l'électricité basé sur l'uranium et l'hydraulique
— celui des combustibles fossiles» [5])

[5]) Voir «Evolution et Aléas des problèmes d'énergie» Revue Générale d'Electricité – Juin 1967, t. 76, nº 6.

Adresse de l'auteur:
E. H. Etienne, Ing., Président du Comité national suisse de la Conférence mondiale de l'énergie, 1093 La Conversion.

Regards sur l'économie énergétique de la Suisse

Par *H. R. Siegrist,* Berne

Le Comité national suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie est, mis à part la Commission fédérale de l'économie hydraulique et énergétique, le seul groupement de notre pays qui réunisse les représentants de *tous les agents énergétiques* et leur donne l'occasion de procéder à des échanges de vues. Il m'échoit le grand honneur d'inaugurer aujourd'hui le nouvel usage qui veut qu'un exposé soit fait sur un sujet d'économie énergétique à l'assemblée annuelle du Comité national. Je vous en remercie.

I.

Dans ses «lignes générales de politique gouvernementale» du 15 mai 1968, le Conseil fédéral, inaugurant en cela également une nouvelle tradition, écrit dans le résumé qui fait suite au paragraphe consacré à la «politique économique»:

> «En ce qui concerne notre économie intérieure, nos efforts devront se concentrer sur la croissance afin de promouvoir la productivité».

Pour le spécialiste de l'économie énergétique, cela signifie que le *progrès de la productivité* est basé sur le remplacement de la force musculaire par une énergie extra-humaine. Le génie civil en offre l'illustration la plus frappante. Qui d'entre nous ne s'est pas émerveillé de l'étonnante capacité de travail des machines modernes de chantier? Cette évolution s'observe dans tous les secteurs de l'activité économique. Les ordinateurs modernes accroissent d'une façon tout aussi spectaculaire la capacité de rendement des travailleurs intellectuels, à condition bien sûr qu'il s'agisse d'un travail d'exécution et non de création. C'est toujours l'énergie qui fait fonctionner les machines capables d'accroître la productivité. La croissance économique, proclamée par le Conseil fédéral comme étant l'objectif principal de notre politique économique, suppose donc que le pays dispose d'énergie en suffisance et à bon marché. La meilleure machine ne sert en effet à rien si, faute d'énergie, elle ne fonctionne pas ou si son utilisation n'est pas rentable parce que l'énergie est trop chère. A la lumière de ces considérations, nous mesurons combien il serait faux de grever l'énergie de lourds impôts, car la substitution de l'énergie à la main-d'œuvre en serait

freinée et le progrès économique entravé. Pour simplifier le système fiscal, on à émis l'idée de supprimer tous les impôts et de les remplacer par un impôt unique sur l'énergie qui permettrait de frapper aisément toute l'économie. Cette proposition, si elle devenait réalité, ne pourrait que gêner la croissance économique.

On peut constater une *corrélation* étroite entre l'accroissement du produit national brut et celui de la consommation d'énergie. Dans un rapport destiné à la 7e Session Plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie, M. Kähr et moi-même nous sommes attachés à mettre en évidence ce phénomène en nous reportant à l'exemple suisse. La littérature spécialisée affirme souvent que le produit national brut croît dans une économie avancée plus rapidement que la consommation d'énergie. Cette assertion ne se vérifie pas pour la Suisse. Contrairement aux Etats-Unis, à la République fédérale d'Allemagne et à la Grande-Bretagne, pour ne citer que quelques exemples, la consommation d'énergie croît chez nous plus rapidement que le produit national brut. Il en va de même en Italie, en Norvège et en Suède. La consommation totale d'énergie en Suisse a augmenté de 6,4 % en moyenne par an durant les 15 dernières années, tandis que le produit national brut réel s'est accru de 4,5 % annuellement.

II.

Tous les agents énergétiques ne participent pas dans la même proportion à l'accroissement de la consommation énergétique. Au contraire, nous constatons des *changements de structure* très nets depuis la fin de la guerre. Le *charbon,* qui en 1950 couvrait encore le 43 % de nos besoins énergétiques, était notre source d'énergie la plus importante. En 1967, il n'occupait plus qu'une modeste part de 7 %. Inversement, la part des *produits pétroliers,* combustibles et carburants liquides, a passé de 25 % à 72 % pendant la même période. Cette évolution au profit des combustibles et des carburants liquides se maintiendra sans doute durant les années à venir. La part du *bois de chauffage* est en forte régression. De 12 % en 1950, elle est tombée à 3 % en 1967. La part de *l'énergie hydro-électrique,* de 20 % qu'elle occupait en 1950, est tombée à 18 % en 1967. Bien que la consommation de courant électrique augmente continuellement et qu'elle ait plus que doublé dans la période considérée, elle n'a pas réussi à maintenir tout à fait son taux de croissance par rapport à celui de la consommation totale d'énergie.

J'aimerais souligner ici qu'il est assez difficile de *réduire* les divers agents énergétiques à un dénominateur commun. Nous partons dans nos statistiques de la teneur physique en énergie. Nous calculons combien de calories auraient pu être produites par les différents agents énergétiques (charbon, produits pétroliers, bois de chauffage et énergie hydro-électrique). En procédant de la sorte, on n'estime pas l'électricité à sa juste valeur économique car l'électricité peut être convertie avec un rendement beaucoup plus élevé que ce n'est le cas pour les combustibles, en d'autres formes d'énergie utile, particulièrement en énergie mécanique. Ce n'est pas d'énergie brute dont l'économie a besoin, mais d'énergie utile, c'est-à-dire de lumière, de force, de chaleur. Et l'électricité, du fait de son meilleur rendement, occupe dans le bilan d'énergie utile une plus grande place que celle qui lui est attribuée dans le bilan d'énergie primaire. Contrairement à ce que nous faisons, la Communauté économique européenne et, depuis quelque temps, aussi la Commission économique pour l'Europe de l'ONU, ne considèrent pas dans leurs statistiques le kWh comme équivalent à la quantité de chaleur qu'il peut fournir, soit 860 kcal, mais comme égal à la quantité de chaleur qu'il faut pour produire 1 kWh dans une centrale thermique. Le rendement des centrales thermiques s'étant continuellement amélioré au cours des années, il a fallu constamment ajuster le facteur de conversion. Ainsi, les statisticiens de l'ONU valorisent à 4200 kcal le kWh d'énergie hydro-électrique produit en 1950 et à 2800 kcal le kWh produit en 1960 et dans les années suivantes. Il est clair que l'électricité aurait un tout autre poids dans notre bilan énergétique si nous l'avions valorisée à 2800 kcal au lieu de 860. En 1967, elle ne couvrirait pas seulement le 18 % de nos besoins totaux en énergie, mais le 41 %. La part des autres agents énergétiques serait réduite en conséquence. Cependant, dans un pays où l'électricité est pour la plus grande partie d'origine hydraulique, ce mode de calcul ne saurait être retenu. L'utilisation très générale d'électricité pour produire de la chaleur le rend tout à fait problématique, car avec 1 kWh on ne peut produire que 860 et non 2800 kcal.

Quand j'ai énuméré la part occupée par les agents énergétiques dans notre consommation énergétique totale, vous aurez remarqué que je n'ai pas mentionné le *gaz de ville.* La raison en est que le gaz de ville n'est pas une énergie primaire. Il est tiré soit du charbon, soit des produits pétroliers. Si on le faisait figurer dans les statistiques, on ferait un double comptage, à moins de déduire le charbon et les produits pétroliers qui ont servi à sa fabrication, ainsi que le Comité de l'énergie du Comité national suisse l'a fait dans ses statistiques. Si nous comparons la teneur énergétique du gaz de ville consommé avec la consommation totale d'énergie primaire, nous obtenons pour 1967 un taux de 1,2 %. Par rapport à l'électricité, la teneur énergétique du gaz consommé représente 7 %. Ces taux valent pour l'ensemble de la Suisse. Dans les villes qui disposent simultanément du gaz et de l'électricité, la part du gaz est plus importante; à Bâle, par exemple, l'énergie contenue dans le gaz représente 20 % environ de celle contenue dans l'électricité. Si nous regardons quelle est cette proportion aux heures de pointe, entre 11.30 et 12.15 h, nous constatons qu'à Bâle l'énergie fournie par l'usine à gaz peut atteindre les ¾ de celle que fournit le service électrique. Comme le gaz peut être produit uniformément 24 heures sur 24 et qu'il est facile de le mettre en réserve, il se prête parfaitement à la couverture des pointes. Voudrait-on remplacer le gaz par l'électricité, il faudrait aménager les installations électriques de production, de transmission et de distribution en fonction de ces pointes.

L'essor rapide qu'ont connu les produits pétroliers dans la couverture de nos besoins en énergie a provoqué une diminution de la part de nos *ressources énergétiques indigènes.* L'électricité et le bois de chauffage couvraient encore en 1950 le 32 % de nos besoins énergétiques totaux; en 1967, ils n'en couvraient plus que le 21 %. Quand toutes nos ressources hydrauliques auront été aménagées, cette proportion continuera à se détériorer rapidement. Ajoutons encore que la substitution des produits pétroliers au charbon est une substitution d'une source d'énergie d'outre-mer à une source

d'énergie européenne. Force nous est de reconnaître que les sociétés pétrolières ont paré admirablement aux énormes difficultés nées de la fermeture du canal de Suez et au boycottage des livraisons décrété par la plupart des états arabes à la suite de la guerre des 6 jours entre Arabes et Israéliens en juin de l'année passée. Nous ne savons cependant pas comment se ferait l'acheminement du pétrole vers l'Europe, si un conflit d'une certaine ampleur et d'une assez longue durée venait à éclater. Bien que je reconnaisse pleinement la vitalité de l'industrie pétrolière et les réalisations dont elle est capable, je ne pense pas qu'un Suisse prudent placerait toute sa fortune dans des actions pétrolières. Il doit en aller de même de notre approvisionnement en énergie. Il serait inconsidéré de s'appuyer par trop sur une seule source d'énergie. Conscients qu'un retour en arrière n'est pas pensable, nous estimons que ce n'est ni par des mesures étatiques coercitives, ni par l'imposition fiscale du pétrole, ni par le subventionnement du charbon et du bois de chauffage qu'on parviendra à la longue à retenir un choix qui, par la force des choses, se porte vers la source d'énergie la meilleur marché et la plus commode.

III.

Il y a inévitablement une limite à toutes choses. Le pétrole n'y échappe pas. Deux sources nouvelles d'énergie seront appelées sans doute à freiner son énorme expansion. Ce sont l'énergie nucléaire et le gaz naturel.

Les ¾ environ de l'énergie brute consommée sert à produire de la chaleur. Un *réacteur nucléaire* ne produit pas d'électricité au stade primaire, mais de la chaleur, qui est ensuite convertie en électricité avec un rendement de 30 à 40 % seulement. Par conséquent, il serait judicieux d'utiliser cette chaleur directement pour le chauffage d'agglomérations urbaines et pour approvisionner l'industrie en énergie calorifique. Toutefois, le transport de chaleur est très coûteux. Pour que le chauffage urbain au moyen de réacteurs nucléaires soit possible, il faut que les réacteurs soient installées à proximité immédiate des villes. On s'y est opposé jusqu'ici pour des raisons de sécurité, mais l'expérience croissante que l'on acquerra en matière de réacteurs nucléaires le permettra sans aucun doute un jour. La solution la plus économique consistera probablement à combiner la production de chaleur avec la production d'électricité; c'est la combinaison dite chaleur-puissance. Une centrale nucléaire expérimentale de ce genre existe depuis quelques années en Suède. A la suite d'une intervention de M. Choisy au Conseil des Etats, les possibilités d'une telle solution chez nous sont examinées actuellement. Les huiles de chauffage constituent les ⅔ et les carburants le ⅓ de la consommation pétrolière. Si le chauffage urbain au moyen de réacteurs nucléaires se révélait possible, le pétrole aurait trouvé dans ses applications principales un concurrent qui pourrait ralentir son expansion. Du même coup, le chauffage à distance au moyen de réacteurs nucléaires, en remplaçant le chauffage au mazout, contribuerait dans une large mesure à maintenir la salubrité de l'air. Troisièmement, la chaleur résiduelle provenant des centrales nucléaires — on sait que son évacuation présentera des difficultés — serait mise à profit de la façon la plus utile. Je reviendrai encore sur ce point.

Le *gaz naturel* couvre le 33 % des besoin totaux en énergie de l'Amérique du Nord (Etats-Unis et Canada). En Union soviétique, il en couvre le 22 %. La part des produits pétroliers dans ces pays est réduite en proportion: 39 % en Amérique du Nord et 28 % en URSS. Ces chiffres sont tirés d'une statistique de l'ONU et se rapportent à l'année 1966. Dans ces pays, la couverture des besoins en énergie par les divers agents énergétiques est beaucoup mieux équilibrée que chez nous. Ces statistiques nous montrent aussi que le gaz naturel ne concurrence nullement l'électricité. La consommation de courant électrique, aussi bien en Amérique du Nord qu'en Union soviétique, croît plus vite qu'en Suisse et la consommation d'énergie électrique par habitant est sensiblement plus élevée en Amérique du Nord qu'elle ne l'est chez nous. Le gaz naturel aussi est appelé à contribuer efficacement au maintien de la salubrité de l'air. La combustion de cet hydrocarbure ne laisse pour ainsi dire que de la vapeur d'eau et du gaz carbonique.

Voilà pour l'économie énergétique considérée dans son ensemble.

IV.

Permettez-moi à présent de jeter un coup d'œil sur les *agents énergétiques considérés individuellement*. Le titre que votre président m'a proposé pour mon exposé — «Regards sur l'économie énergétique de la Suisse» — me dispense de l'obligation de faire le tour complet de notre économie énergétique et me laisse tout le loisir de traiter les sujets les plus actuels.

1. *Le pétrole.* De 1950 à 1967, la consommation de produits pétroliers à des fins énergétiques en Suisse a passé de 1 mio de t à près de 9 mio de t. Par la force des choses, cette évolution s'est répercutée sur notre dispositif d'approvisionnement. Vers la fin des années 50, la consommation pétrolière était suffisamment grande pour que l'importation de pétrole brut et le raffinage dans le pays se justifient. On assista alors à une surenchère de la part de certains cantons qui s'efforcèrent d'obtenir des avantages de l'étranger lorsque fut établi le premier grand oléoduc appelé Oléoduc de l'Europe Centrale (Gênes–Ingolstadt).

Le souci de sauvegarder l'intérêt général de la Suisse lors de l'octroi d'autorisations, ainsi que la nécessité d'exiger une exécution du pipeline offrant toute sécurité, ont incité le Conseil fédéral à charger en automne 1959 le Département des postes et des chemins de fer, devenu par la suite le Département des transports et communications et de l'énergie, de créer une législation pour ce nouveau moyen de transport. Selon notre droit public, les cantons sont des Etats souverains dans la mesure où leur souveraineté n'est pas limitée par la Constitution fédérale. Il fallut donc reviser la Constitution fédérale pour donner à la Confédération le droit de légiférer en matière d'installations de transport par conduites. En dépit de la longue procédure de consultation des autorités publiques et des milieux économiques ainsi que des délibérations parlementaires, on parvint en 4 ans à élaborer un article constitutionnel et une loi, tout en soumettant l'article constitutionnel au vote du peuple et des cantons. La loi, en revanche, n'était soumise qu'au référendum facultatif. Le délai référendaire n'ayant pas été utilisé, le Conseil fédéral fixa au 1er mars 1964 l'entrée en vigueur de la loi et de son ordonnance d'exécution. La Suisse fut ainsi le premier pays qui disposa d'une législation sur les pipelines réglant tous les aspects de la question, y compris la responsabilité civile et

l'assurance obligatoire. Les prescriptions techniques concernant la construction et l'exploitation de pipelines ne figurent pas dans la loi elle-même, mais sont consignées dans une ordonnance du Conseil fédéral. Elles s'appuient sur des propositions d'une commission spéciale de la Société suisse des ingénieurs et des architectes. La loi et les prescriptions d'exécution sont valables aussi bien pour les oléoducs que pour les gazoducs. Le Conseil fédéral a confié la surveillance technique de la construction et de l'exploitation des installations de transport par conduites à l'Association suisse de propriétaires de chaudières à vapeur, laquelle a institué une Inspection des pipelines. Cette solution a été mise au point et elle a fait ses preuves.

Il existe actuellement deux *raffineries* de pétrole en Suisse — celle de Collombey et celle de Cressier — capables de traiter, à elles deux, environ 4,5 mio de t de pétrole brut par année. Elles parviennent à couvrir un peu moins de la moitié de nos besoins en combustibles et en carburants liquides. Ces raffineries sont alimentées par pipeline, la première de Gênes, la seconde de Marseille. Deux autres projets de raffineries — à Schötz dans le canton de Lucerne et à Sennwald dans le Rheintal saint-gallois — ont été un certain temps vivement discutés. Depuis lors, on n'en a plus entendu parler. En voici la raison principale: Depuis que la raffinerie de Collombey a été reprise par le groupe du Mittelland, toutes les grandes sociétés pétrolières possèdent des participations dans une raffinerie située sur territoire suisse. Il y a probablement encore une autre raison: La tendance, constatée depuis la fin de la guerre, à implanter des raffineries dans les centres de consommation a fait place ces dernières années à une autre tendance qui consiste à accroître la capacité des raffineries existantes. Les grandes installations travaillent plus économiquement et permettent mieux que les petites raffineries d'adapter l'éventail de leurs produits aux besoins du marché.

Etant donné que les produits pétroliers revêtent une grande importance dans notre approvisionnement en énergie et que leur fourniture dépend de l'étranger, le Département fédéral de l'économie publique, se fondant sur la loi sur la défense nationale économique, a ordonné en 1963 une augmentation considérable des *stocks obligatoires*. Il est évident que cette mesure ne résout pas le problème de la pénurie en cas de guerre; elle ne fait que le reporter. En outre, une meilleure décentralisation des réserves et l'installation d'entrepôts souterrains seraient souhaitables à cet égard.

La sécurité de notre approvisionnement serait notablement accrue si nous réussissions à découvrir des *gisements de pétrole en Suisse*. Quand bien même ces gisements ne seraient pas économiquement exploitables, ils n'en représenteraient pas moins des réserves de guerre appréciables. Par le fait que nous possédons aujourd'hui des raffineries sur notre territoire, le raffinage du pétrole indigène serait assuré. La prospection avance bien timidement et les moyens financiers que l'on avait recueilli par un effort national en fondant la Swisspetrol Holding S. A. sont bientôt épuisés. Il est peu probable, au dire des spécialistes, que l'économie suisse fournisse d'autres capitaux. Il appartiendra à l'Etat de décider s'il se justifie de suspendre la prospection ou si d'autres voies doivent être recherchées.

2. *Le charbon*. La consommation de charbon s'est élevée en 1950 à 2,6 mio de t comme en 1960. Depuis lors, elle est tombée à 1,2 mio de t. Il semble que ce processus soit irréversible. Nous assistons à une évolution semblable dans toute l'Europe occidentale. Il n'en va toutefois pas de même pour les Etats-Unis. N'oublions pas que dans ce pays, une partie des mines de charbon sont exploitées à ciel ouvert, d'où des prix de revient nettement plus bas qu'en Europe. En dépit des succès qu'elle a remportés sur le plan de la rationalisation, l'industrie charbonnière européene n'a pas pu affronter la concurrence du mazout. Les pays producteurs de charbon se voient dans l'obligation d'adapter la capacité de production des mines à la demande. Des problèmes sociaux préoccupants en résultent. Comme la Suisse n'a pas de production charbonnière, cette reconversion n'a pas eu de répercussions majeures. La seule branche qui vivait du charbon, le commerce, a su s'adapter en vendant du mazout.

Du point de vue de la sécurité de notre approvisionnement en énergie, nous déplorons le recul du charbon, car plus notre approvisionnement est diversifié, moins nous risquons d'être privés simultanément de tous nos agents énergétiques. Mais si les pays producteurs n'arrivent même pas à assurer au charbon sa part du marché, comment pourrait-il en être autrement chez nous? Nous ne saurions diversifier notre approvisionnement énergétique en maintenant des structures dépassées. C'est au contraire en encourageant l'application de nouvelles formes d'énergie qu'on y parviendra.

Le prétendu danger d'un épuisement des ressources énergétiques est un argument auquel on aime à recourir pour justifier le maintien des mines de charbon. Les mines qui ont été fermées, dit-on, ne pourraient plus être rouvertes et on ne pourrait plus recourir au charbon en cas de pénurie de combustible. Il est vrai qu'une mine fermée, si on ne l'entretient plus, sera inondée et s'effondrera. Mis à part le fait qu'un épuisement des ressources énergétiques ne constitue pas une menace dans un avenir prévisible, il serait toujours possible le cas échéant de foncer de nouveaux puits et de les exploiter selon des méthodes plus perfectionnées que celles que nous connaissons aujourd'hui.

3. *Le bois de chauffage*. Considéré du point de vue de sa quantité, le bois de chauffage s'est étonnamment bien maintenu. De 1950 à 1967, il a reculé de 1,5 mio de t à 1 mio de t seulement. Sa part, à la suite du fort accroissement de la consommation totale d'énergie pendant cette période, s'est considérablement amenuisée et ne fait aujourd'hui plus que 3 %. La préparation et l'utilisation du bois de chauffage demandent trop de travail pour que la part de ce combustible sur le marché puisse remonter. Comme le bois est un agent énergétique indigène, on ne peut ici aussi que regretter son recul relatif. Un autre aspect de la question, qui avec le temps pourrait prendre la dimension d'un problème national, ne doit pas être négligé: L'entretien des forêts, de rentable qu'il était, deviendra déficitaire si le bois de chauffage ne se vend plus. Outre la valeur idéale que représente la forêt, outre son importance en tant que régulateur des échanges hydriques et du climat, elle était une source de richesse, notamment pour certaines communes. Si son exploitation cesse, il en résultera une lourde charge.

4. *Le gaz*. Pendant un siècle, nos usines à gaz ont distillé en toute quiétude de la houille pour les besoins locaux. Pendant cette période, aucun changement fondamental n'est venu bouleverser les méthodes de production. Mais voici que

depuis quelques années, l'économie gazière connaît une vie agitée. Aucune usine n'y échappe. La distillation, procédé coûteux qui emploie beaucoup de main-d'œuvre, est presque partout abandonnée au profit du craquage d'hydrocarbures, principalement d'essence légère. Les usines d'importance secondaire optent pour la distribution de propane mélangé à de l'air. Tous ces procédés peuvent être automatisés dans une large mesure. Le fait que la vente du coke de distillation soit toujours plus difficile favorise aussi l'évolution vers ces nouvelles méthodes de production. Les usines à gaz du plateau et du nord-est de la Suisse sont convenues de concentrer leur production dans deux usines très modernes et d'alimenter les autres usines par un réseau de gazoducs. Notre loi sur les pipelines est arrivée fort à propos. Rappelons qu'elle prévoit la possibilité d'accorder le droit fédéral d'expropriation pour l'aménagement de conduites. Grâce aux systèmes d'interconnexion, presque toutes les usines à gaz entre Neuchâtel et St-Margrethen peuvent être fermées et les abonnés alimentés depuis Bâle et Zurich. Ces deux usines continuent — du moins provisoirement — à distiller de la houille. Elles ont en outre construit des installations pour le craquage d'essence légère. De plus, Bâle est relié à Fribourg-en-Brisgau par un gazoduc qui permet de faire venir du gaz du réseau allemand. La «Communauté du gaz du Mittelland» dont les installations de production sont à Bâle est déjà en service. La «Communauté du gaz de la Suisse orientale» construit son réseau. Son centre de production est à Zurich. Les deux sociétés se sont d'ores et déjà assuré leur approvisionnement en gaz naturel par contrat. Ces systèmes d'interconnexion, comme du reste les usines à gaz qui traitent des hydrocarbures, fournissent un gaz en grande partie détoxifié. Toutes ces reconversions entraînent une rationalisation importante qui permet d'économiser beaucoup de main-d'œuvre. C'est un gros effort, déployé une fois pour toutes, un gros investissement qui ne se répétera plus. L'économie gazière, d'industrie où le facteur main-d'œuvre prédominait, devient une industrie où le facteur capital est prépondérant. Les nouvelles installations de production et les réseaux de transport devraient suffire aux besoins pendant de nombreuses années. On peut donc escompter que le renchérissement ne continuera à se répercuter que faiblement sur la production et sur la distribution du gaz. Compte tenu d'une meilleure utilisation des installations, ceci devrait conduire à l'avenir à une baisse relative des prix du gaz.

L'expérience faite à l'étranger montre qu'une expansion notable de l'économie gazière n'est possible que si on dispose de *gaz naturel*. Ces dernières années, on a prouvé l'existence de gisements de gaz naturel de plus de 2000 milliards de m^3 en Hollande et dans la Mer du Nord, ce qui correspond à un pouvoir calorifique de 2 milliards de tonnes de pétrole. A ma connaissance, ce gaz peut alimenter les conduites de transport à distance sans avoir été préalablement traité. Les conduites de transport se prolongent en ce moment vers le sud en passent par l'Allemagne et par la Belgique et la France. Le prix du gaz d'exportation pratiqué en Hollande majoré des frais de transport jusqu'à la frontière suisse nous donne un prix de revient qui permettrait de vendre le gaz de ville quelques centimes meilleur marché, mais ne permettrait pas de concurrencer le mazout. Il faut espérer que se créera à la longue un *marché* européen du gaz naturel capable de concurrencer le monopole hollandais. Toutes les conditions nécessaires à sa réalisation sont réunies. Les gisements de France, d'Italie, d'Autriche et d'Allemagne qui sont exploités depuis des années déjà sont cependant trop petits pour permettre une exportation d'une certaine importance. Cette production est réservée aux besoins du pays. Il existe en revanche dans le nord du Sahara des gisements d'une envergure de ceux qui ont été découverts en Hollande. Le seul problème qui se pose est celui de l'acheminement vers le continent européen. Actuellement on procède ainsi: On liquéfie le gaz naturel en abaissant sa température à — 161° C. Le volume du gaz naturel, par cette opération, se réduit à 1/600 de son volume gazeux à la pression atmosphérique. Le gaz liquéfié est transporté à bord de méthaniers à destination de l'Angleterre et de la France. Arrivé sur place, il est évaporé et chassé dans le réseau de gazoducs. Quant à un pipeline sous-marin qui devrait traverser la Méditerranée, sa construction est techniquement résolue, mais il n'a pas encore été possible de la réaliser en raison de son coût élevé. Par ailleurs on a découvert récemment d'importants gisements de gaz naturel à proximité de la côte anglaise. On ne saurait dire pour le moment s'ils sont assez abondants pour que le gaz puisse être exporté en Europe continentale. L'Italie mène actuellement des négociations avec l'Union soviétique pour l'installation d'une conduite de gaz naturel de la Russie à la plaine du Pô, d'un diamètre de plus d'un mètre. L'Autriche a conclu ces jours-ci un contrat avec la Russie portant sur la fourniture de 1,5 milliard de m^3 de gaz naturel par an.

On assiste à une poussée du gaz naturel de toutes parts vers l'Europe centrale. La Suisse est actuellement désavantagée par le fait qu'elle est relativement éloignée de tous les gisements auxquels j'ai fait allusion. Mais elle aura peut-être plus tard l'avantage de se trouver en quelque sorte au centre de tous ces gisements et elle aura la chance de pouvoir faire jouer le mécanisme de la concurrence. Les distances pourront être franchies sans difficulté au moyen de pipelines, comme cela se fait déjà en Amérique du Nord et en Union Soviétique.

Là où le gaz naturel a pris pied, il connaît une rapide expansion en raison de ses qualités qui en font un agent énergétique idéal. Sa combustion ne laisse pas de cendres, pas de fumée, ni de suie et ne produit pas de gaz résiduels nuisibles ou nauséabonds. Il convient aux plus gros consommateurs comme aux plus petits. Le réglage de la température est des plus simples. L'usager n'a pas besoin d'un réservoir, l'approvisionnement étant continu. Par la création de réseaux de gaz intervilles, la Suisse se dote d'un dispositif qui la mettra en mesure de distribuer du gaz naturel. En raison de son pouvoir calorifique deux fois supérieur à celui du gaz de ville, le gaz naturel nécessite la modification des brûleurs. Cette opération entraîne des dépenses considérables. Aussi, les usines à gaz devraient-elles dès à présent tout mettre en œuvre pour que les appareils à gaz vendus sur le marché soient équipés de brûleurs universels. Le moment venu, les appareils nouvellement mis en service pourraient être adaptés sans grands frais.

Le gaz naturel se prête parfaitement à un stockage en grand. Une méthode consiste à le comprimer dans des structures imperméables. L'eau qui s'y trouve est refoulée et maintient le gaz sous pression, ce qui facilite le soutirage ultérieur. Selon une autre méthode, on stocke le gaz à l'état liquide.

A part l'installation de liquéfaction, ce procédé ne demande pas d'installations coûteuses. On creuse un trou dans la terre. On le remplit de gaz liquéfié dont la température fait geler l'eau se trouvant dans le sol environnant. Les parois rendues ainsi étanches, il ne reste plus qu'à fermer le tout par un bouchon isolant. Ces deux méthodes ne peuvent être utilisée, je crois, que pour constituer des réserves-tampon destinées à compenser des fluctuations périodiques, voire saisonnières. Elle n'entreraient guère en considération pour la constitution de stocks obligatoires. C'est la raison pour laquelle les réserves de secours devraient être constituées sous forme de réserves d'hydrocarbures liquides, car il est possible de fabriquer un gaz d'un pouvoir calorifique égal à celui du gaz naturel par le craquage d'hydrocarbures liquides.

Après un essai de combustion en torchère, l'espoir de pouvoir exploiter de façon rentable le gisement de gaz naturel découvert près de Pfaffnau dans le canton de Lucerne s'est malheureusement évanoui. Divers groupement de notre pays s'efforcent d'obtenir du gaz naturel de l'étranger. Cet état de choses a incité le conseiler national Breitenmoser et plusieurs co-signataires à déposer un postulat dans lequel il suggère que la Confédération coordonne les efforts accomplis dans ce domaine, attendu qu'il y va de notre approvisionnement en énergie. On ne peut encore rien dire quant à la suite qui sera donnée à ce postulat.

Si je me suis attardé un peu plus longtemps au gaz, notamment au gaz naturel, c'est parce que je suis convaincu qu'un grand avenir lui est réservé en Europe aussi bien qu'en Amérique du Nord ou qu'en Union soviétique.

5. *L'électricité.* Une comparaison vous montrera que la Suisse est entrée dans l'ère atomique: La productibilité des centrales nucléaires en construction dans notre pays sera de 7000 GWh par an tandis que celle des usines hydro-électriques en construction actuellement sera de 2500 GWh par an. Nous voyons que l'accent s'est porté sur l'énergie nucléaire au stade de l'édification de notre économie électrique. L'idée que, pour des raisons techniques, les centrales nucléaires doivent être exploitées en marche continue à un régime constant est aujourd'hui dépassée. Bien que ce soient toujours les usines à accumulation qui s'adaptent le mieux aux fluctuations de charge, les centrales atomiques s'y adaptent pour le moins aussi bien que les usines thermiques classiques. Toutefois, des considérations économiques parlent en faveur d'une exploitation en marche continue et à plein régime des centrales nucléaires: Plus grand est le nombre de kWh sur lequel se répartissent les frais fixes, à meilleur compte revient le kWh. La vente de l'énergie de nuit et de fin de semaine posera des problèmes que l'accumulation par pompage ne pourra résoudre à elle seule. A moins de pouvoir mettre à contribution nos usines à accumulation saisonnière pour le pompage journalier, l'énergie de pointe produite dans une usine de pompage reviendra relativement cher. Pendant plusieurs années encore, nous n'aurons pas besoin du pompage pour couvrir les pointes de charge, du fait que, grâce à notre système de production hydraulique, nous disposons d'une très grande réserve de puissance réglable.

Les entreprises électriques ont réussi à créer dans la période de l'entre-deux-guerres une importante possibilité de vente pour l'énergie de nuit en encourageant systématiquement l'installation de chauffe-eau à accumulation. Le chauffage au mazout, très souvent combiné avec un chauffe-eau, a considérablement réduit ce débouché. Le coût plus bas n'en est pas la seule raison. La plus grande commodité du chauffe-eau au mazout qui, au contraire du chauffe-eau électrique, fournit de l'eau chaude à volonté ou presque en est une autre. J'ai beaucoup de peine à comprendre pourquoi les entreprises électriques acceptent avec tant de résignation un concurrent qui leur dispute le marché de l'énergie de nuit alors qu'elles sont souvent très sensibles à la concurrence du gaz, lequel n'intervient pourtant qu'aux heures de cuisson et diminue par conséquent les pointes de charge. Considérant après coup les adaptations tarifaires qui s'étaient révélées nécessaires ces dernières années, je crois que ce fut une erreur d'avoir élevé aussi les tarifs de nuit. Il me semble qu'on devrait aller jusqu'à la limite de ce qui est supportable dans ce domaine et vendre l'énergie de nuit juste au-dessus du coût marginal. La Norvège, grâce à une politique tarifaire adéquate, a aujourd'hui le diagramme de charge le plus équilibré de tous les pays européens. C'est aussi dans ce pays que la consommation d'électricité par habitant est de loin la plus élevée. Elle atteint environ trois fois celle de la Suisse. Ceci est dû en grande partie aux conditions topographiques extrêmement favorables à la mise en valeur des forces hydrauliques. Mais un diagramme de charge si bien équilibré n'est que la conséquence d'une *politique tarifaire adéquate.* Voici celle qu'a choisi la Norvège: L'usager s'abonne à une certaine puissance, c'est-à-dire à un certain nombre de kilowatts pour lequel il paie une redevance fixe. L'énergie consommée en deçà de la limite est vendue à un prix qui doit équivaloir à peu près à celui du mazout. Dans un cas type, l'usager paie 53 francs par kW et par an, plus à peu près 2 centimes par kWh. L'énergie tirée sous une puissance supérieure à la puissance d'abonnement coûte bien plus cher, soit 8,5 centimes par kWh environ. Ceci amène les usagers à brancher leurs appareils de manière à ne pas dépasser leur puissance d'abonnement, mais à l'utiliser le plus possible pendant 24 heures. Il est à noter qu'il n'y a pas de différenciation entre l'énergie de jour et celle de nuit. L'usine ne limite pas le courant servant à la préparation d'eau chaude ou au chauffage des locaux pendant la journée. L'abonné déclenche ou baisse lui-même la puissance de ces appareils quand il en enclenche d'autres. Dans des ménages complètement électrifiés, la puissance d'abonnement est utilisée ainsi pendant 5500 à 6000 heures par année et la consommation de courant peut s'élever à 30 000 kWh par an. Les usagers n'utilisent même pas de fourneaux électriques à accumulation pour le chauffage des locaux, mais recourent au chauffage direct. A la question de savoir si ce système de tarif est applicable en Suisse — nous savons que les entreprises poussent à l'utilisation du chauffage électrique — nous répondrons que seules des études approfondies pourront le démontrer. Les succès remarquables obtenus par la Norvège, notamment en ce qui concerne son diagramme de charge, devraient nous engager à examiner sérieusement ce système.

Les centrales nucléaires nous posent encore de nombreux problèmes, tel le fait que le prix de revient de l'énergie décroît très fortement au fur et à mesure que s'accroît la taille de l'usine. La société de partenaires est par voie de conséquence la solution qui s'impose pour la construction ou l'exploitation de centrales atomiques. Cette association est évidemment plus compliquée que dans le cas des usines hydro-électriques où elle est au point depuis longtemps. La tendance

qui se fait jour actuellement est qu'une entreprise se charge de la construction de la centrale. Les autres partenaires s'engagent à reprendre une part fixe de la puissance au prix de revient pendant une période déterminée. Mais — et c'est ce qui caractérise la société de partenaires — l'exploitant de la centrale n'étant pas tenu de garantir la fourniture, chaque partenaire s'accommode des indisponibilités de la centrale. A la longue, cette solution ne satisfera sans doute pas les entreprises électriques trop petites pour construire leur propre centrale nucléaire.

L'*eau de refroidissement* pour les centrales nucléaires, dans notre pays où l'eau ne manque pourtant pas, est un point qui peut devenir délicat. Une commission d'experts placée sous la présidence du directeur du Service fédéral de la protection des eaux a recherché jusqu'à quel point un réchauffement des eaux est tolérable. Cette étude est terminée et elle sera accessible au public. Elle permettra d'évaluer quelle puissance nucléaire pourra être installée sur nos cours d'eau sans que la qualité de l'eau ne soit altérée de façon dommageable par le réchauffement. Cette puissance semble être plus faible qu'on ne l'avait cru tout d'abord. Les tours de refroidissement représentent une solution de rechange. Elles utilisent en effet 100 fois moins d'eau de refroidissement. Il ressort d'une étude que notre office a fait faire par un bureau d'ingénieurs que l'augmentation du coût de l'énergie qui en résulte varie entre 6 et 9 %, selon les redevances qui doivent être payées pour l'eau prélevée. En construisant des centrales d'une puissance légèrement supérieure, cette augmentation des coûts peut être absorbée.

Pour des raisons intéressant la défense nationale économique, il serait sans doute indiqué d'aménager quelques centrales nucléaires souterraines à proximité des grands centres de consommation. On peut se demander si on ne devrait pas réserver l'eau de refroidissement des rivières à de telles centrales. Il est clair que la sécurité due aux installations souterraines est problématique, si les tours de refroidissement érigées en plein air risquent d'être détruites. Si le système de refroidissement est hors service, c'est toute la centrale qui est paralysée. Quant à l'installation d'un refroidissement à air en souterrain, elle occasionnerait probablement des dépenses énormes.

Les centrales nucléaires touchent à tant de domaines de la vie économique qu'une *coordination et une programmation* de leur aménagement seront inévitables. Les entreprises électriques repoussent catégoriquement toute coordination venant de la part des autorités publiques. Il est vrai que la législation actuelle ne prévoit pas une telle base légale. Il faut cependant espérer que les entreprises discuteront leurs programmes ensemble et qu'elles en tiendront les autorités au courant. On réclame toujours plus une collaboration entre l'économie, la science et l'Etat. Je reconnais que cette collaboration est déjà en cours de réalisation. Les comptes rendus périodiques des dix grandes entreprises sur les perspectives d'approvisionnement de la Suisse en électricité en sont une preuve. Les offices fédéraux intéressés y participent en fournissant de la documentation et en collaborant dans une certaine mesure à leur élaboration. Mais une véritable coordination et programmation s'étendant aussi aux projets préparés par les bureaux d'ingénieurs sur leur propre initiative rencontre de grandes difficultés.

V.

Je pense que mon exposé aura mis en évidence le *profond changement* que subit toute notre économie énergétique. Notre approvisionnement en énergie se fait toujours plus tributaire de l'étranger. Les agents énergétiques sont soumis à des processus de transformation structurelle. L'économie énergétique fait partie de notre infrastructure économique. L'énergie à bon marché et en suffisance conditionne le bon fonctionnement de toute notre économie nationale, en même temps qu'elle est la clef de toute croissance économique. Garantir au mieux notre approvisionnement en énergie est par conséquent d'une importance primordiale. Etant donné qu'il ne nous est pas possible de recourir davantage à des sources d'énergie indigène, cet objectif, si on excepte la formation de réserves de secours, ne peut être réalisé que par une diversification de nos agents énergétiques, de leur provenance et de leur voies d'acheminement. Les nouvelles sources d'énergie en passe de prendre la relève des agents énergétiques traditionnels, — je pense à l'énergie nucléaire et au gaz naturel — seront appelées à élargir l'assise de notre approvisionnement énergétique et à mieux l'équilibrer eni la diversifant. A propos de ces considérations, le Conseil fédéral déclare lui aussi dans ses lignes générales de politique gouvernementale, au paragraphe consacré à l'économie énergétique, que l'utilisation de l'énergie nucléaire et du gaz naturel devrait être encouragée.

Adresse de l'auteur:
Dr *H. R. Siegrist*, Directeur de l'Office fédéral de l'économie énergétique, case postale, 3001 Berne.

En hommage au Dr Jaroslav Cerny

ingénieur, Professeur à l'Ecole Polytechnique Tchèque de Prague

Le Dr Cerny qui, après la première guerre mondiale fut Professeur à l'Ecole Polytechnique Tchèque de Prague, réalisa toute l'importance de la coopération internationale dans le domaine de la législation sur le régime et l'administration des eaux. Il s'efforça en particulier d'introduire *dans la législation sur le régime des eaux, le souci de la pureté des eaux et de l'hygiène publique.*

Déjà à la première Session partielle de la Conférence Mondiale de l'Energie, à Bâle en 1926, Cerny proposa de recueillir des informations précises sur la législation en vigueur dans les différents pays en matière de l'utilisation des forces hydrauliques. Le Conseil exécutif international de la Conférence Mondiale de l'Energie invita les divers comités nationaux à présenter des rapports sur ce sujet par l'intermédiaire de son Bureau Central de Londres. 47 pays répondirent à cette invitation.

A la troisième Session partielle de la Conférence Mondiale de l'Energie en 1929 à Barcelone, Cerny présenta un rapport sur le thème: «Projet de norme internationale pour les demandes de concession ou autorisation relatives au droit d'eau (application de la normalisation dans l'administration des eaux)», avec annexes, entre autres: «Comment instruire les projets et demandes de concession ou autorisation relatives au droit d'eau.»

Cerny montra que, dans les divers pays, toutes les prescriptions à ce sujet reposaient sur les mêmes bases, de sorte qu'il devait être possible de résoudre lesdits problèmes uniformément sur le plan international.

Parallèlement, le Comité de l'électricité de la Société des Nations avait proposé de créer à Genève un centre international pour recueillir toute documentation à ce sujet, et de se mettre en relation avec les organisations internationales compétentes.

Les propositions de Cerny à Barcelone eurent pour effet de charger la Conférence Mondiale de l'Energie de continuer à s'occuper des dites questions et d'élire dans le Comité technique de la Société des Nations D. N. Dunlop, le fondateur de la Conférence Mondiale de l'Energie, et Président de son Conseil exécutif.

Dans son rapport «Efforts tendant à obtenir une coopération internationale dans la législation sur le régime des eaux et dans l'administration des eaux» présenté à la Conférence Mondiale de l'Energie de Tokio en novembre 1929, Cerny montre que l'action commencée à la Conférence de Bâle en 1926 et poursuivie à celle de Barcelone n'est point entravée par les frontières des Etats et que les problèmes en question doivent être traités sur le plan mondial. En vue d'élever le niveau scientifique de la législation sur le régime des eaux et celui de l'administration des eaux, chaque Comité National de la Conférence Mondiale de l'Energie désigna un à deux rapporteurs chargés de se mettre en relations suivies avec les techniciens et les organisations existantes qui s'occupaient des mêmes problèmes dans les divers Etats.

Les travaux y relatifs furent publiés avec beaucoup de soins par Cerny dans son livre «Wasserbücher». Comme le précise l'auteur, cet ouvrage poursuit, au point de vue international, le même but que poursuit, au point de vue de la Suisse, la circulaire du département fédéral de l'intérieur en date du 15. 5. 1929, adressée aux gouvernements cantonaux en vue d'harmoniser les dispositions cantonales.

Enfin Cerny concrétisa ses propositions dans un rapport présenté à la Session plénière de la Conférence Mondiale de l'Energie de Berlin 1930 (voir rapport N° 374, compte rendu, vol. X. p. 323 et suiv.).

Cerny regretta que la Conférence Mondiale de l'Energie limita son action à la législation sur l'utilisation des forces hydrauliques en laissant de côté la législation qui régit la salubrité des eaux et l'hygiène publique. Il obtint cependant que le premier Congrès international de technique sanitaire et d'hygiène communale fut tenu à Prague en 1930 et réussit à y faire adopter la résolution suivante:

«Que l'action entreprise par le truchement de la Conférence Mondiale de l'Energie au point de vue de l'utilisation des forces hydrauliques soit portée aux soins à donner à la salubrité des eaux et à l'hygiène publique et qu'une coopération internationale adéquate soit crée dans ce but.»

En 1935 le Conseil exécutif de la Conférence Mondiale de l'Energie avait été invité à tenir sa réunion annuelle à Prague, réunion qui malheureusement ne put avoir lieu à la suite du décès subit de Cerny.

L'état actuel de la pollution des eaux prouve combien les propositions de Cerny étaient justifiées. Le sousigné avait préparé ce résumé à l'intention des délégués du comité national Tchèque qui avaient été invités par la Délégation suisse à la Conférence mondiale de l'Energie de Moscou à une réception à l'occasion de son arrêt à Prague en rentrant en Suisse le 1er septembre 1968. Hélas les évènements imprévus n'ont pas permis de réaliser ce projet.

A titre de sympathie pour nos collègues tchèques, nous tenons à donner connaissance des grands mérites du professeur Cerny et de l'élite intellectuelle tchèque.

Inspiré par les travaux de Cerny, le ministre Beneš avait souligné que dans la République tchécoslovaque, le sol est particulièrement approprié pour le mouvement paneuropéen, la grande idée de Briand, «car nous n'avons pas cessé de nous efforcer d'obtenir la plus large coopération avec nos voisins et la collaboration dans le cadre européen.»

E. H. Etienne
Président du Comité national Suisse
de la Conférence Mondiale de l'Energie

Dans l'appendice nous reproduisons quelques extraits des publications de Cerny:

I. [1])

«Depuis les temps les plus reculés, les chefs et les souverains avaient eu souci de la santé de leurs tribus et peuples; ils s'étaient préoccupés d'en exprimer les règles par des lois ou commandements qui, trop souvent, s'étaient appuyés sur la religion. . .

. . . le développement économique et social fait augmenter les soins à porter à l'hygiène publique dont *un élément des plus importants est la pureté des eaux.*

. . . Les lois, décrets et les prescriptions des autorités qui règlent les soins à donner à la salubrité des eaux et de l'hygiène publique ont une base technique et scientifique commune qui permet de faire des comparaisons et exige une coopération internationale. Les congrès internationaux sont le meilleur organisme pour l'échange de vues et d'informations entre les divers pays. Malgré qu'ils ne possèdent pas de pouvoir exécutif, ils peuvent par leurs conclusions faire adopter une certaine direction, non seulement à la science et à la vie économique, mais aussi à l'administration publique. C'est pourquoi la coopération internationale dans le domaine de la législation sur le régime des eaux et de l'administration des eaux est particulièrement importante.»

II. [2])

«L'administration de l'Etat n'implique pas de concurrence qui a pénétré dans le commerce, l'industrie et les métiers, ainsi que dans l'agriculture, car le travail de l'administration publique n'a pas de valeur marchande. Toutefois, il est possible de l'apprécier indirectement suivant les facilités ou les entraves qu'elle apporte aux diverses branches de l'activité économique.

Les éminents hommes d'Etat ont, dans ces derniers temps, proclamé que la rationalisation dans le commerce, l'industrie, les métiers et l'agriculture n'aurait pas de succès si elle n'était pas accompagnée de la rationalisation dans l'administration publique. La culture technique ayant dominé l'humanité, c'est à elle de donner une direction aux normes juridiques. C'est pourquoi l'*administration doit se conformer à la culture et à la science actuelles et connaître et utiliser les acquisitions scientifiques faites dans le monde entier.*

. . . Cependant celui qui sous-estimerait le travail exécuté dans l'administration de l'Etat, qui quitterait les anciennes traditions et essayerait d'obtenir des solutions toutes nouvelles agirait sans aucun sens des réalités. *En se penchant sur ce qui se fait à l'étranger, il serait dangereux d'imiter les méthodes de l'étranger sans les analyser à fond;* il faut procéder critiquement et avec réflexion pour trouver la manière d'améliorer et de perfectionner les méthodes existantes et d'éliminer les défauts.»

III [2])

D'après la résolution prise par la Conférence mondiale de l'énergie à Bâle en 1926, celle-ci ne s'intéresse qu'à la législation relative à l'utilisation des forces hydrauliques et non pas à la législation qui régit la salubrité des eaux et l'hygiène publique. C'est pourquoi je propose que l'on mette sur pied une action internationale parallèle dans les directions que j'ai esquissées. Moi, je préfère la solution qui ne prévoit qu'une seule législation sur le régime des eaux, législation qui doit mettre en harmonie tous les multiples besoins de l'humanité en tant que cette dernière veut avoir droit à l'eau, accomoder les collisions qui surgissent par suite des intérêts les plus divers, intérêts qui souvent se contrecarrent en voulant tirer leur profit de l'eau et qui trop rarement peuvent être satisfaits simultanément.»

[1]) Soins de la pureté des eaux et de l'hygiène publique prévus dans la législation sur le régime des eaux. Imprimerie Rolnicka Tiskarna, Prague 1930.

[2]) Compte rendu de la Conférence Mondiale de l'Energie Berlin 1930, vol. X. p. 323.

Communications de nature économique

Données économiques suisses

(Extraits de «La Vie économique» et du
«Bulletin mensuel de la Banque Nationale Suisse»)

N°		Juin 1967	Juin 1968
1.	Importations . . . (janvier-juin) . . . Exportations . . . (janvier-juin) . . . en 10^6 fr.	1 590,1 (8 881,4) 1 319,9 (7 282,2)	1 543,9 (9 283,8) 1 409,4 (8 114,3)
2.	Marché du travail: demandes de places	360	340
3.	Index du coût de la vie [1] sept. 1966 = 100 (août 1939 = 100)	103,9 (234,7)	105,8 (238,1)
	Index du commerce de gros [1] . . . . . moyenne 1963 = 100	104,5	103,7
	Index de gros des porteurs d'énergie ci-après:		
	combustibles solides . gaz (pour l'industrie) énergie électrique . . 1963 = 100	104,6 102,4 108,9	103,9 102,4 109,5
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 65 villes	2 213	
	(janvier-juin)	(10 871)	(11 712)
5.	Taux d'escompte officiel . . . %	3,5	3
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation . . 10^6 fr.	10 289,7	10 975,8
	Autres engagements à vue 10^6 fr.	3 033,1	4 221,8
	Encaisse or et devises or 10^6 fr.	13 989,0	14 670,6
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . . . %	91,97	75,64
7.	Indices des bourses suisses	30.6.67	28.6.68
	Obligations	91,95	96,72
	Actions	458,0	711,0
	Actions industrielles	606,1	987,3
8.	Faillites	92	67
	(janvier-juin)	(366)	(396)
	Concordats	7	11
	(janvier-juin)	(38)	(49)
9.	Statistique du tourisme occupation moyenne des lits *existants*, en %	39	40
10.	Recettes d'exploitation des CFF *seuls*		
	Recettes de transport voyageurs et marchandises . . . . . (janvier-juin) . . . . . Produit d'exploitation . . . . . (janvier-juin) . . . . . en 10^6 fr.	121,2 (661,7) 133,4 (734,4)	118,1 (663,8[2]) 130,3 (737,0[2])

[1]) Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général, la base août 1939 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base sept. 1966 = 100, pour le commerce de gros par la base 1963 = 100.

[2]) Chiffres approximatifs.

N°		juillet 1967	juillet 1968
1.	Importations . . . (janvier-juillet) . . . Exportations . . . (janvier-juillet) . . . en 10^6 fr.	1 460,2 (10 341,5) 1 206,1 (8 488,2)	1 791,6 (11 074.0) 1 525,3 (9 639,7)
2.	Marché du travail: demandes de places	302	284
3.	Index du coût de la vie [1] sept. 1966 = 100 (août 1939 = 100)	104,3 (235,6)	105,7 (238,8)
	Index du commerce de gros [1] moyenne 1963 = 100	104,4	103,5
	Index de gros des porteurs d'énergie ci-après:		
	combustibles solides . gaz (pour l'industrie) énergie électrique . . 1963 = 100	104,8 102,4 108,9	105,3 102,4 109,5
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 65 villes	1 495	2 345
	(janvier-juillet)	(12 366)	(14 057)
5.	Taux d'escompte officiel . . . %	3,0	3,0
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation . . 10^6 fr.	10 171,0	10 728,2
	Autres engagements à vue 10^6 fr.	2 924,8	3 279,8
	Encaisse or et devises or 10^6 fr.	13 786,0	12 696,4
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue . . . . %	93,98	80,33
7.	Indices des bourses suisses	31.7.67	26.7.68
	Obligations	92,95	96,75
	Actions	467,1	683,4
	Actions industrielles	618,8	933,9
8.	Faillites	67	85
	(janvier-juillet)	(433)	(481)
	Concordats	9	8
	(janvier-juillet)	(47)	(57)
9.	Statistique du tourisme occupation moyenne des lits *existants*, en %	59	60
10.	Recettes d'exploitation des CFF *seuls*		
	Recettes de transport voyageurs et marchandises . . . . . (janvier-juillet) . . . . Produit d'exploitation . . . . . (janvier-juillet) . . . . en 10^6 fr.	129,9 (791,6) 142,1 (876,5)	132,8 (796,6[2]) 145,3 (882,3[2])

[1]) Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général la base août 1939 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base sept. 1966 = 100, pour le commerce de gros par la base 1963 = 100.

[2]) Chiffres approximatifs.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;
adresse postale: Case postale 8023 Zurich; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux 80-4355;
adresse télégraphique: Electrunion Zurich. **Rédacteur:** *A. Ebener*, ingénieur.
Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.