Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 46 (1955)

Heft: 21

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

Les tâches de l'ingénieur dans l'exploitation et l'administration des entreprises électriques

Par *C. Aeschimann*, Olten

62.007.2 : 378.962(494)

L'auteur rappelle tout d'abord que le progrès technique conduit à une spécialisation toujours plus poussée dans la profession de l'ingénieur; or l'exploitation des entreprises d'électricité est un domaine d'activité qui offre des conditions très favorables à ceux que cette spécialisation à outrance rebute. L'auteur décrit ensuite les tâches qui attendent l'ingénieur d'exploitation dans les trois domaines distincts que sont l'entretien des installations, l'exploitation proprement dite et l'administration.

Les progrès de la science, le développement de toutes les techniques et la rationalisation conduisent inéluctablement à une spécialisation professionnelle toujours plus poussée, particulièrement dans la profession de l'ingénieur. Les divisions fondamentales d'ingénieurs civils, chimistes, mécaniciens etc. s'imposèrent évidemment dès la création des écoles polytechniques. Nous avons aujourd'hui de la peine à réaliser qu'il fut un temps où la distinction entre ingénieurs mécaniciens et électriciens ne paraissait pas indispensable. La progression très rapide des connaissances que les programmes d'études ne peuvent pas ignorer, exige, aux dépens d'une culture générale toujours désirable, de nouvelles subdivisions.

D'autre part, dans une même branche, le perfectionnement de l'organisation industrielle tend à spécialiser les fonctions plus nettement que dans le passé. Les départements de recherche, de construction, les plateformes d'essais, les bureaux de vente ont adapté à leur tâche particulière une méthode de travail, une documentation, une pratique distinctes. A la spécialisation imposée par la variété de la matière s'ajoute, après les études, une formation spécialisée dictée par l'organisation fonctionnelle toujours plus poussée de la vie économique.

Ce n'est pas notre intention d'épiloguer ici sur les avantages et les inconvénients de cette évolution, qui ne se manifeste pas seulement, du reste, dans la profession de l'ingénieur. Nous voulons seulement relever, comme introduction à notre sujet, que les possibilités pour l'ingénieur de se soustraire à une spécialisation assez poussée deviennent fatalement de plus en plus limitées. L'exploitation d'une entreprise électrique offre, à cet égard, des conditions particulièrement favorables. En revanche, elle exige naturellement une gamme de connaissances assez étendue et une faculté d'adaptation à des tâches variées.

Il est dans la nature des choses que l'ingénieur d'exploitation ait journellement à traiter les problèmes les plus divers. Une fabrique de moyenne importance, par exemple, a besoin d'un ingénieur pour l'entretien et l'exploitation des installations qui lui fournissent la force motrice. Il lui incombe d'établir des projets d'agrandissement ou de renouvellement de ces installations, de s'occuper de la commande, du montage et de l'entretien d'un matériel qui peut aller du moindre instrument de mesure jusqu'à une petite centrale de production thermique ou hydraulique. Il doit assurer d'une manière ou d'une autre une alimentation économique en énergie et une utilisation rationnelle de celle-ci. Des préoccupations techniques, économiques, commerciales, sont liées à chacune de ses décisions.

De même, le chef d'exploitation d'un petit réseau électrique se trouve souvent seul en face d'une gamme d'activités et de responsabilités analogues et peut-être encore plus variées. Le développement des applications, la propagande, les tarifs, les contrats, la comptabilité, les prescriptions légales, autant de domaines auxquels il doit consacrer une attention aussi grande qu'aux problèmes de mécanique ou d'électricité auxquels l'ont préparé en partie ses études techniques et sa première formation pratique.

Nous avons cité à dessein deux cas d'entreprises d'importance limitée pour évoquer toute la variété de problèmes auxquels doit faire face dans ces conditions l'ingénieur d'exploitation isolé. Dans la mesure où il s'agit de grands établissements industriels ou d'une entreprise électrique plus considérable qu'un secteur local, ces fonctions seront réparties sur une équipe d'ingénieurs et de techniciens, et plus ou moins départagées. Mais, même dans le cas d'une grande entreprise d'électricité, sur lequel nous voulons dorénavant nous concentrer, la spécialisation ne peut pas être extrêmement poussée et l'ingénieur qui désire appliquer ses connaissances techniques générales y trouve un champ d'activité très large.

Un travail varié, des problèmes appartenant à des domaines très divers répondent sans doute, aujourd'hui comme par le passé, aux aspirations d'une certaine proportion de jeunes ingénieurs, tandis que d'autres préfèrent acquérir dans une spécialité plus limitée une technique et des connaissances aussi approfondies que possible. C'est une affaire de tempérament. Néanmoins, il semble actuellement que les entreprises électriques rencontrent quelques difficultés dans le recrutement des jeunes ingénieurs appelés à former leurs futurs cadres. Quelles peuvent en être les raisons?

Les entreprises ne se sont pas multipliées mais développées, et l'effectif nécessaire des ingénieurs d'exploitation a certainement augmenté; toutefois,

jusqu'à maintenant, pas dans une proportion qui pèse dans l'ensemble.

Par contre, le développement intense de l'industrie, l'attention accrue qu'elle voue à la recherche, accaparent un personnel technique toujours plus nombreux. Autrefois, les bureaux et les plateformes d'essais de nos grandes maisons de construction fournissaient aux entreprises électriques le majeur contingent de leurs jeunes ingénieurs. Quelques années de pratique dans une grande fabrique constituaient une excellente référence et complétaient très utilement pour toute sa carrière la formation de l'ingénieur d'exploitation. Aujourd'hui, dans une période d'occupation inégalée, ces transferts ne sont pas facilités, et c'est compréhensible.

Il est plus surprenant que les étudiants des divisions de mécanique et d'électricité de nos grandes écoles ne manifestent pas un intérêt très marqué pour la voie qui leur est ouverte dans l'exploitation des entreprises d'électricité. C'est peut-être parce que les tâches qui s'y présentent sont trop peu connues. Au cours de quelques «excursions», le futur ingénieur visite des centrales et l'impression superficielle qui en résulte, c'est que, sous la surveillance d'un chef d'usine, une équipe de machinistes attentifs, mais plutôt passifs, suffit à assurer le bon fonctionnement d'une exploitation réglée une fois pour toutes. L'administration de nos sociétés d'électricité n'étant pas très spectaculaire, l'occasion se présente rarement d'en étudier les rouages et les fonctions. Un effort pour mieux les faire connaître aux futurs ingénieurs porterait peut-être des fruits.

Le problème est actuel, mais pas seulement passager. L'augmentation de la puissance unitaire des centrales, l'élévation de la tension des réseaux de transport, l'interconnexion toujours plus étroite, le développement des télécommandes et des télémesures en vue des exigences croissantes posées au réglage et à la protection, dans quelques années sans doute la production d'énergie atomique obligeront toujours davantage les entreprises électriques à faire appel à des ingénieurs plus nombreux et qualifiés.

Dans les pays où la production et la distribution d'électricité sont nationalisées ou partiellement concentrées entre les mains de très puissantes sociétés, la constitution d'une élite d'ingénieurs d'exploitation expérimentés est évidemment plus facilement réalisable qu'en Suisse, où l'économie électrique est nettement décentralisée. A côté d'avantages indiscutables, il faut reconnaître que la décentralisation provoque sur ce point un certain handicap. D'autre part, en l'absence d'une pratique et de règles unifiées, la multiplicité des méthodes d'équipement et d'exploitation enrichit la somme d'expériences dont profitent les constructeurs et les exploitants.

Si nos entreprises doivent songer à réunir pour l'avenir un plus grand nombre d'ingénieurs préparés aux problèmes de l'exploitation, si l'industrie en proie au même besoin ne peut facilement renoncer à une partie de ceux qu'elle a commencé à former pour la pratique, il faudrait orienter dès la fin de leurs études une certaine proportion d'étudiants de nos écoles polytechniques vers cette carrière. Pour cela, il faut mieux faire connaître les tâches qu'elle comporte, afin aussi que les futurs ingénieurs puissent y adapter leur plan d'études, dans la mesure où ils ont la latitude de le faire.

Il est évident que les programmes d'enseignement ne peuvent tenir compte de tous les desiderata de chaque secteur de l'industrie, et que l'on ne peut demander une préparation spéciale des futurs ingénieurs des entreprises d'électricité. C'est à ces dernières d'organiser la formation pratique de leur personnel technique. Mais peut-être que dans la répartition des branches facultatives, le choix des exercices et des travaux de diplôme, les écoles polytechniques pourront faciliter cette préparation.

Nous voulons maintenant traiter plus spécialement le sujet qui a fourni le titre à cet article et énumérer quelques unes des tâches caractéristiques que les entreprises d'électricité ont à confier à leurs ingénieurs, en laissant de côté celles qui ont trait à la construction des centrales, des réseaux et des stations, puisqu'il n'est question ici que de l'exploitation et de l'administration.

Dans l'exploitation, on peut distinguer trois sortes d'activités, mais elles s'exercent en étroite liaison et sont souvent réunies dans les mêmes mains.

L'*entretien* des installations est une tâche assez clairement définie pour qu'il n'y ait pas besoin de la décrire. Soulignons seulement la gamme immense d'instruments, d'appareils et de machines dont il faut connaître la construction et le fonctionnement, du moindre relais au plus grand alternateur. En électricité, la connaissance principale requise est évidemment celle du courant fort, mais la technique des courants faibles et de la haute fréquence est de plus en plus nécessaire, l'exploitation ne pouvant attendre, en cas de dérangement, l'arrivée des spécialistes du fournisseur du matériel. Les groupes turbines-alternateurs constituent des unités. Le montage et les révisions se font donc sous la même direction et les connaissances de la partie mécanique sont aussi indispensables que celles de la partie électrique. De même, pour l'entretien des lignes, par exemple, l'expérience requise touche aussi bien le domaine de l'ingénieur électricien que celui de l'ingénieur civil.

Les qualités exigées apparaissent clairement: une faculté d'assimilation rapide, beaucoup de sens pratique, de la décision, alliés à la prudence et la réflexion dictées par la responsabilité de la sécurité du personnel et d'installations très coûteuses. Des dispositions de détail peuvent avoir beaucoup d'importance et ne doivent pas être négligées, mais, d'autre part, l'ingénieur ne doit pas être paralysé dans ses décisions par une minutie excessive. Il doit donc avoir essentiellement des connaissances techniques générales étendues et un jugement sûr, être curieux de beaucoup de choses sans porter à aucune d'elles un intérêt trop unilatéral.

L'*exploitation* proprement dite consiste à coordonner journellement la production disponible des centrales, à la diriger dans le réseau et à régler les fournitures et les échanges d'énergie. C'est un travail méthodique quand tout est en ordre et en équilibre, mais il exige une concentration et des décisions rapides lorsque survient un dérangement brusque d'exploitation, passablement d'imagination, la faculté de combinaison lorsque l'équilibre est

rompu et qu'il faut trouver une source d'alimentation, un chemin ou un débouché nouveau. Le téléphone, le schéma et les rapports statistiques journaliers sont les instruments de l'ingénieur d'exploitation. Cette activité convient à un tempérament qui trouve de la satisfaction à surmonter habilement et calmement des difficultés journellement répétées mais variées. Dans un autre ordre d'idées, elle convient à celui qui voyage volontiers pour le simple plaisir de conduire sa voiture, mieux qu'à celui qui n'a en vue que la destination à atteindre. En outre, l'exploitation est un travail d'équipe et demande les qualités de caractère correspondantes.

Les deux tâches mentionnées, entretien et exploitation, ne sont en fait pas si distinctement séparées que nous venons de le dire. L'une ne peut pas s'effectuer sans tenir compte de l'autre et la collaboration nécessaire enrichit l'expérience des deux groupes.

Nous arrivons maintenant à une troisième catégorie d'ingénieurs, dont a besoin toute entreprise électrique d'une certaine importance. Ils appartiennent plutôt à l'*administration* qu'à l'exploitation. Leur présence s'explique ainsi: l'activité d'une entreprise d'électricité étant essentiellement technique, son organisation, sa politique de développement, son économie, ses services commerciaux sont fonction de cette technique et c'est le rôle d'un ingénieur d'assurer la liaison. On peut être d'avis différents sur la question de savoir si la direction supérieure doit être remise dans les mains d'un ingénieur, d'un juriste ou d'un économiste. A notre avis, la solution est un cas d'espèce et dépend des personnalités qui entrent en ligne de compte. Le contentieux sera certainement dirigé avec avantage par un juriste, la comptabilité par un comptable de profession. Mais il faut précisément dans ce cas qu'un ingénieur, tout en conservant de sa formation une compréhension générale de toutes les questions techniques, se penche sur tous les autres problèmes qui se présentent dans l'entreprise, principalement sur les problèmes économiques.

Je m'imagine, peut-être à tort, que dans une fabrique de chaussures un commerçant peut calculer le prix de revient de la paire de souliers et fixer les prix de vente en conséquence. Mais ce n'est pas le cas pour le coût du kilowattheure et les tarifs d'électricité. Les raisonnements et les calculs nécessaires pour approcher ce problème — ne parlons pas de le résoudre, on ne sait s'il le sera jamais! — demandent une parfaite compréhension du mécanisme de la production et de la distribution de l'énergie électrique. L'étude de la mise en valeur et de l'utilisation économique des différentes sources d'énergie, leur coordination, leur emploi rationnel doit être basée sur une culture technique. Même la propagande en faveur des applications de l'électricité doit être organisée en connaissance de cause, c'est à dire avec la collaboration de l'ingénieur.

En revanche, celui-ci devra s'assimiler des notions approfondies de droit, d'économie, de comptabilité, de statistique, d'organisation commerciale et s'efforcer de dominer tous les problèmes qui se posent à lui, en considérant tous leurs aspects. Il devra peut-être freiner le penchant pour l'exactitude technique qui lui a fait choisir sa profession d'ingénieur, afin de ne pas perdre une vue d'ensemble, de ne pas s'embarrasser de complications superflues. En général, il doit partir de données plus complexes que précises et chercher une solution en procédant à de larges simplifications. Mais pour simplifier à bon escient, il faut pouvoir apprécier avec justesse tous les facteurs de la production et de la distribution d'électricité, et c'est pourquoi une solide culture technique est nécessaire, bien que les problèmes cités puissent être le plus souvent résolus avec des notions de mathématiques ou de physique presque élémentaires.

Une telle activité convient mieux à des esprits captivés par les grandes lignes d'une étude qu'à ceux qui sont épris de perfection technique et d'exactitude mathématique. Par contre, la sûreté du raisonnement devrait être toujours rigoureuse, car une faute de logique dans une question économique, par exemple, est souvent plus difficile à déceler et plus lourde de conséquences que dans une suite d'opérations précises, dont le résultat peut être contrôlé par l'expérience.

En résumé, cette énumération, d'ailleurs bien incomplète, des tâches qui se présentent à l'ingénieur dans l'exploitation et l'administration des entreprises électriques montre qu'elles exigent certaines dispositions particulières communes: un esprit ouvert à tous les problèmes plutôt que le goût de la spécialisation, une activité ordonnée et bien équilibrée, c'est à dire qui ne connaît pas de prédilections trop marquées, de l'initiative et de la décision. Du reste, les qualités de caractère requises sont les mêmes que celles que demande l'industrie à ses ingénieurs. Elles ont été énoncées, entre autres, avec une clarté remarquable dans un exposé de M. *C. Seippel* [1]). Elles sont d'autant plus nécessaires dans le domaine qui nous intéresse ici que les responsabilités y sont très grandes, si l'on considère les dangers de personnes et les conséquences matérielles d'une décision erronée ou d'une négligence.

En échange de ces exigences, les entreprises électriques offrent à l'ingénieur des possibilités très favorables: avant tout, beaucoup d'indépendance et des compétences étendues, car il ne s'agit pas de travail en équipes nombreuses avec la discipline et la hiérarchie qui en résulte, ensuite une assez grande variété de problèmes et des contacts fréquents avec l'extérieur, constructeurs de matériel, ingénieurs des réseaux voisins et consommateurs d'énergie.

Si les entreprises électriques pouvaient proposer un programme d'études à leur mesure — elles savent bien que ce n'est guère possible — elles insisteraient probablement sur un solide enseignement des branches classiques fondamentales: mathématiques, mécanique, physique et électrotechnique. Elles préfèreraient développer le sens de l'application de ces disciplines à des problèmes pratiques variés plutôt que de pousser trop loin les théories abstraites. Elles renonceraient à toute spécialisation au profit de cours plus nombreux de droit, de sciences économiques, de statistique, d'organisation industrielle, voire même de psychologie. Nous souhaitons au moins que des étudiants assez

[1]) Voir Bulletin SIA, n° 5 (mars 1954), annexe I, p. 5...9.

nombreux, tentés par une carrière dans la production et la distribution de l'électricité, orientent la partie de leurs études qui est laissée à leur initiative dans la voie esquissée dans cet article.

L'Ecole Polytechnique Fédérale, au cours de ses cent ans d'existence, a formé nombre de grands artisans de notre économie électrique. A l'occasion du jubilé qu'elle va fêter, les centrales suisses d'électricité lui en expriment leur profonde reconnaissance.

Adresse de l'auteur:

C. Aeschimann, ing. dipl. EPF, Président de la direction d'Aare-Tessin S. A. d'électricité, Olten, Président de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité.

Prévision et réalité dans l'économie de l'énergie, en particulier dans l'industrie de l'électricité

Par *H. Niesz*, Baden

L'auteur compare tout d'abord entre elles les conclusions de deux travaux parus récemment dans ces colonnes sur les prévisions dans l'économie de l'énergie. Puis il rappelle que le Comité Suisse de la Conférence mondiale de l'énergie a publié en 1953 des prévisions relatives aux besoins de la Suisse en énergie brute pour la période 1952...1960; il compare ces prévisions avec les chiffres réels pour les années 1952 à 1954, ce qui lui permet de préciser ses vues d'avenir pour les années restant encore à parcourir jusqu'en 1960.

I

Il y a quelques mois [1]), la rédaction des «Pages de l'UCS» du Bulletin de l'ASE a eu l'heureuse idée de présenter à ses lecteurs simultanément deux études extrêmement importantes par les horizons qu'elles ouvrent, sorties de la plume d'auteurs étrangers des plus compétents: je veux parler, d'une part, de l'article de *P. Ailleret*, directeur des études et recherches de l'Electricité de France, intitulé «Prévisions d'avenir», qui avait déjà paru dans le Bulletin de l'Union des Exploitations Electriques en Belgique, et, d'autre part, d'un épais volume, rempli de graphiques et de tableaux, de *P. C. Putnam*, New-York, portant le titre «Energy in the Future», dont *W. Goldschmid*, Baden, avait le grand mérite de publier un résumé objectif de six pages intitulé «Les besoins mondiaux futurs en énergie et leur couverture». Ces deux travaux sont si différents l'un de l'autre par l'esprit qui les anime, qu'en les publiant simultanément sans commentaires et en les réunissant dans le même tiré à part, on ne pouvait qu'inciter le lecteur à prendre position à leur sujet.

La prévision des besoins futurs prend une place très importante dans l'économie de l'énergie de façon tout à fait générale, et plus particulièrement dans l'industrie de l'électricité, surtout dans un pays comme le nôtre qui n'a à sa disposition que des forces hydrauliques, si longues à aménager. Ne nous sommes-nous pas tous laissé surprendre plusieurs fois en Suisse par l'extension inattendue de la consommation? Qu'il nous soit donc permis ici de faire quelques remarques au sujet des deux articles cités, que nous supposons connus du lecteur.

L'étude de *P. Ailleret* concerne exclusivement la prévision des besoins dans le secteur de l'énergie électrique, domaine qui est aussi celui qui nous intéresse le plus dans les «Pages de l'UCS». Nous pouvons suivre la pensée très pondérée — fondée sur une vaste expérience et exprimée sous la forme de réflexions pleines de logique — de l'expert français sans jamais quitter le solide terrain de la réalité, même si nous ne sommes pas toujours complètement d'accord avec lui. Parmi les nombreuses remarques pleines de justesse que contient son article, l'une me semble tout spécialement digne d'être prise en considération dans notre pays d'industries exportatrices: les pays les plus sensibles aux fluctuations de la conjoncture, du point de vue des variations dans la courbe du développement de la consommation d'énergie, sont ceux, dit *P. Ailleret*, dont l'industrie est le plus exposée à la concurrence internationale. Le fait qu'en Suisse ce n'est pas l'industrie, mais bien les ménages et le petit artisanat, qui constituent le principal groupe de consommateurs nous tranquillise dans une certaine mesure: la consommation des ménages et du petit artisanat s'est révélée assez peu sensible à la baisse de la conjoncture durant la crise des années trente.

Il est un point où je ne peux suivre *P. Ailleret:* c'est quand il dit que lorsque la propagande a déclenché un développement important d'une application, ce n'est en général qu'une anticipation sur ce qui se serait produit sans la propagande. Il a raison en première approximation, mais ne sous-estime-t-il pas ici l'action économique féconde de la consommation d'énergie électrique «ad libitum»? Lorsque, par exemple, un atelier a été électrifié, l'expérience montre que la consommation des machines existantes augmente progressivement, et que de nouvelles machines viennent s'ajouter aux anciennes. Les mêmes constatations ont été faites en ce qui concerne les chauffe-eau domestiques, etc... C'est bien par suite de l'amélioration de la productivité et du bien-être que, comme on a pu le constater, l'extension de la consommation est justement la plus forte là où cette consommation est déjà très développée. Si donc la propagande a négligé telle zone géographique ou telle application de l'électricité, il sera très difficile, pour ne pas dire peut-être impossible, de rattraper le temps perdu.

Sur un deuxième point également, qui n'est pas sans rapport avec le premier, je ne peux pas partager entièrement les vues de *P. Ailleret*. Il cite le raisonnement selon lequel une longue continuation de la croissance actuelle est impensable, parce que l'industrie de l'électricité utilise déjà une main-d'œuvre et des matières en quantité importante et qu'il n'est pas possible pour l'économie générale que cette part double encore un grand nombre de fois. Ce raisonnement doit nous faire réfléchir, en Suisse, car l'aménagement de nos forces hydrauliques exige tellement de capitaux que nous investissons chaque année 350 millions de francs pour la construction d'usines génératrices ainsi que 150 millions — bientôt davantage — pour les installa-

[1]) Voir Bull. ASE t. 46(1955), n° 13, p. 615...626 et Prod. et distr. énergie t. 2(1955), n° 13, p. 149...160.

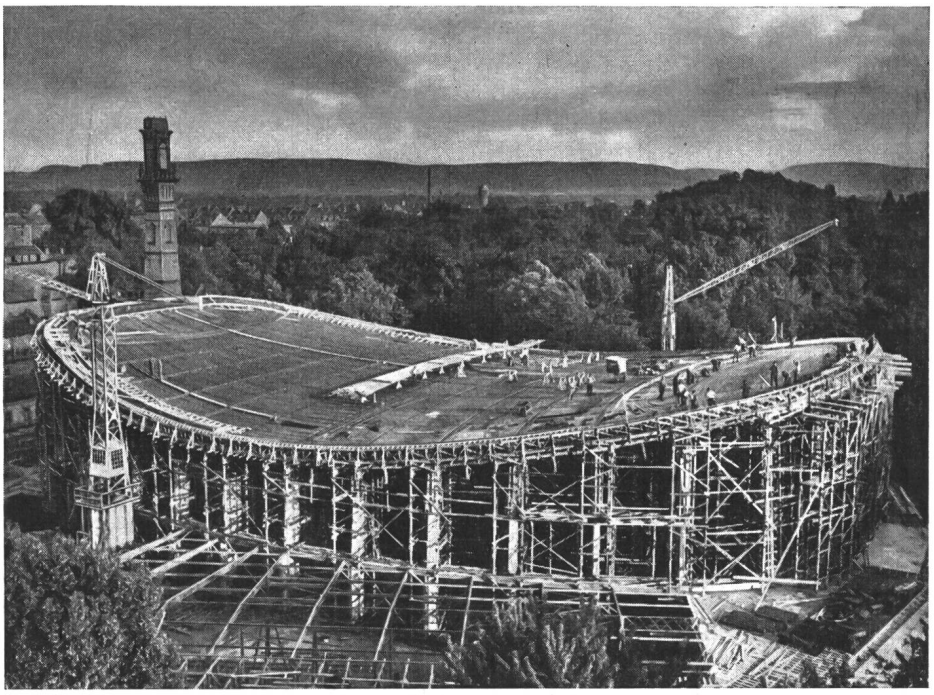
Kommandoraum LAVEY

Wir projektieren und bauen als Spezialfirma:

- Komplette Hoch- und Niederspannungsanlagen für Kraftwerke, Unterstationen, Industrie und Spezialgebiete
- Kommandoräume und Schaltpulte
- Schalttafeln und Verteilkasten
- Leuchtschaltbilder
- Steuerungen jeglicher Art

Unterbreiten Sie uns Ihre Probleme, wir beraten Sie gerne und absolut sachgemäss.
Entlasten Sie sich, indem Sie uns als Generalunternehmer mit voller Verantwortung die Errichtung Ihrer Gesamtanlagen übertragen.

ELECTRO-TABLEAUX A.G. BIEL



Schwarzwaldhalle Karlsruhe unter Verwendung von PLASTIMENT

PLASTIMENT

erhöht die Festigkeiten und Dichtigkeit des Betons und verbessert die Haftung an den Armierungseisen und den Verband in den Arbeitsfugen

PLASTOCRETE

verbindet die Eigenschaften des PLASTIMENTES mit den Vorteilen der beschränkten Lufteinführung ● Insbesondere erhöht es die Verarbeitbarkeit und die Wasserdichtigkeit des Betons

Sika

Kaspar Winkler & Co.

Fabrik für chemische Baustoffe Telephon 52 53 43 Zürich 48

●

Techn. Büro Bern Tel. (031) 9 07 73 Bureau techn. Lausanne Tél. (021) 26 08 13

tions de transport et de distribution, afin de pouvoir gagner un jour la course si difficile que nous avons entreprise contre l'extension rapide de la consommation. Mais peut-être est-ce là un souci qui n'est pas encore de mise pour notre pays, et qui ne le sera probablement pas avant que nos forces hydrauliques économiquement exploitables ne soient complètement aménagées. Peut-être mésestime-t-on également ici le fait que — comme nous le savons — l'énergie mise *aujourd'hui* à notre disposition grâce à la construction d'usines génératrices féconde pour *demain* l'économie tout entière et que les capitaux investis dans ces usines continuent, pour la plus grande part, de circuler dans le grand corps de l'économie générale. Qui aurait cru, il y a 25 ans, que nous réussirions un jour, comme c'est maintenant le cas, à mettre chaque année — bon an, mal an — 500 nouveaux millions de kWh à disposition des consommateurs?

Une dernière remarque au sujet de l'article de *P. Ailleret:* préoccupé de déceler les aléas de toute prévision, il me semble tenir compte, dans ses réflexions, des rapports existant entre l'énergie électrique et les autres formes d'énergie entre lesquelles s'exerce le choix du consommateur uniquement dans le sens limitatif. Nous verrons tout à l'heure que cela risque de restreindre à l'excès le champ des vues d'avenir où nous trouverons, dans le domaine de la production, de nouvelles raisons de croire au futur développement, en profondeur et en surface, de l'électricité. *P. Ailleret* insiste avec infiniment de raison sur les aléas de toutes les prévisions d'avenir relatives à la consommation d'énergie électrique et pose en principe qu'elles ne peuvent être exactes qu'à court terme. Mais cela nous libère-t-il de la nécessité de porter nos regards encore plus loin vers l'avant?

Voilà certes une objection qu'on ne peut pas faire à *P. C. Putnam;* cela ressort clairement du résumé de *W. Goldschmid.* Il entreprend en effet audacieusement, se fondant sur une gigantesque documentation et procédant avec une rigoureuse méthode, d'essayer de prévoir quels pourront être les besoins mondiaux en énergie sous toutes ses formes en l'an 2000, et même en l'an 2050. Pour ce faire, il appelle à son service toutes les connaissances actuelles afin de déterminer quelle sera l'extension future probable de la population du globe et des besoins d'énergie brute et utile par habitant, non sans considérer comme un des principaux devoirs de l'humanité et même ériger en postulat l'élévation du niveau de vie des peuples encore sous-développés. Il conclut de cette étude que les besoins mondiaux en énergie brute seront en 2050 au moins 28 fois plus élevés qu'en 1950 et peut-être bien davantage! Quant aux sources d'énergie susceptibles de couvrir ces besoins, l'auteur les étudie tout aussi à fond. Nous ne nous étendrons cependant pas sur ce point, et nous nous bornerons à relever une constatation: c'est que la plupart des besoins en énergie sont tels qu'ils ne peuvent être couverts par l'énergie nucléaire, à moins de procéder à une électrification généralisée. Cette constatation est d'un intérêt tout spécial pour nous Suisses, qui nous sommes efforcés jusqu'ici de substituer autant que possible aux autres sources d'énergie l'électricité extraite de notre «houille blanche», et qui aujourd'hui arrivons seulement à couvrir par l'électricité à peu près le quart de nos besoins totaux en énergie. Ainsi donc, au fur et à mesure du renchérissement des sources classiques d'énergie brute, l'énergie nucléaire ouvrira à l'électricité de vastes perspectives d'avenir. L'énergie nucléaire ne sera pas le relais de l'électricité, mais lui donnera une impulsion extrêmement vigoureuse.

L'allure dynamique de la pensée de *P. C. Putnam* m'a, je dois l'avouer, enthousiasmé, et ceci malgré toutes les objections et les critiques qu'on peut lui opposer. Cependant, si courageux et si enthousiasmant qu'il soit, le «saut périlleux» que l'Américain fait ainsi par-dessus un demi-siècle — et même un siècle — nous laisse, à nous raisonnables Suisses, un sentiment d'incertitude. Beaucoup d'événements se seront d'ici-là produits sur cette terre, et bien différents de ce que nous pouvons nous imaginer aujourd'hui. Tout ce dont nous avons été témoins dans tous les domaines depuis un demi-siècle ne peut certes que nous remplir de scepticisme envers des prévisions à long terme qui supposent une évolution continue et exempte de perturbations, et ceci nous ramène aux raisonnements si judicieux, si pondérés, de *P. Ailleret.*

II

Il y a quelques années, le Comité suisse de la conférence mondiale de l'énergie a rendu publics les travaux fondamentaux de son Comité de l'énergie sous la forme de quatre rapports [2]). L'un de ceux-ci étudie le développement futur probable des besoins en énergie de notre pays pour une période de 10 ans. Dans une conférence intitulée «Problèmes d'avenir de l'économie suisse de l'énergie» [3]), j'ai eu l'occasion, lors de l'Assemblée générale de l'UCS d'août 1953, d'exposer les résultats de ces études. Leurs auteurs viennent d'éprouver une grande satisfaction à la lecture de l'ouvrage de *P. C. Putnam:* pour établir ses prévisions, il a en effet, employé la même méthode qu'ils avaient adoptée naguère. Cette méthode consiste à rechercher quelle a été dans le passé l'évolution de la consommation d'énergie brute — c'est-à-dire ce qu'on appelle l'«input» de l'industrie de l'énergie —, à en tirer — en tenant compte des rendements des processus de transformation — les quantités d'énergie utile livrées à la consommation par cette industrie de l'énergie, c'est-à-dire l'«output», à établir ensuite des prévisions pour le développement de chaque application, et à faire enfin le même chemin en sens inverse dans le but de prévoir les besoins futurs probables en énergie brute. Evidemment, la tâche était infiniment moins vaste que celle de *P. C. Putnam:* elle n'embrassait que notre petite Suisse et une période de dix années seulement. Malgré tout, les dits auteurs ont, exactement comme *P. C. Putnam,* tenu compte aussi exactement que possible de l'augmentation probable de la population; de même, ils ont souligné dans leurs rapports la valeur problématique de toutes prévisions, même de celles qui ne sont pas à long terme.

[2]) Bull. techn. Suisse rom. t. 80(1954), n° 9, p. 113...153; tirage à part.
[3]) Bull. ASE t. 44(1953), n° 26, p. 1073...1081.

Les données statistiques qu'eurent à leur disposition les auteurs des rapports cités s'étendaient jusqu'à l'année 1951 y comprise. Leurs prévisions couvrirent la période allant de 1952 à 1960; elles furent faites pour les trois cas suivants: conjoncture économique très favorable, conjoncture économique normale, crise économique surmontée jusqu'en 1960.

Bien que les données nouvelles que nous possédons aujourd'hui ne concernent qu'une période de trois ans, il sera certes intéressant de comparer avec la réalité les prévisions faites naguère. Dans ce but, nous avons reporté dans l'ancien graphique (voir fig. 1) les chiffres réels constatés pour 1952, 1953 et 1954, tandis que pour la période allant de 1955 à 1960 les courbes anciennes ont été laissées inchangées. Remarquons que ces courbes avaient été tracées en supposant que la conjoncture économique, qui était déjà très favorable à cette époque, redeviendrait normale jusqu'en 1960; or, rien n'annonce encore une telle évolution.

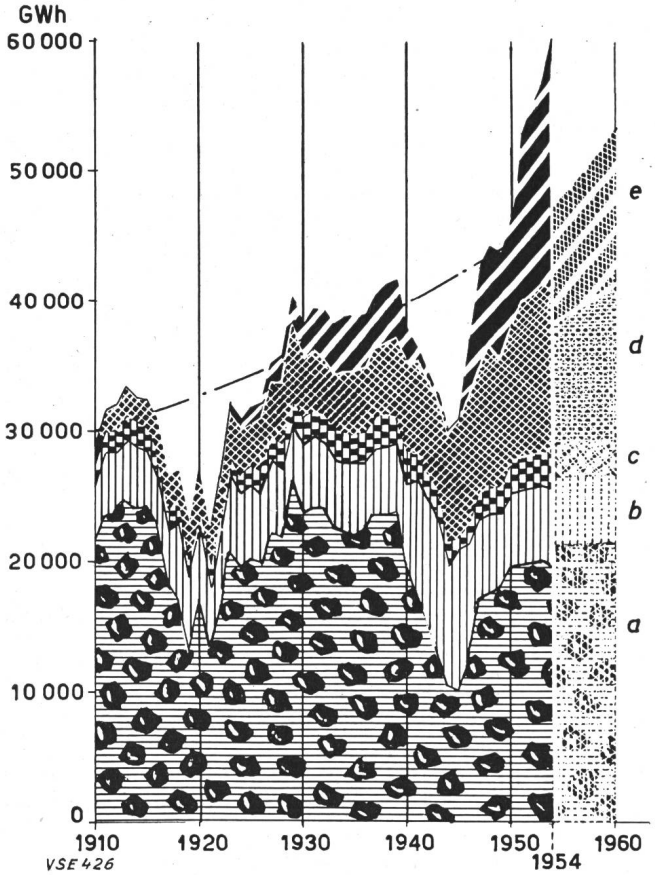


Fig. 1
Evolution des besoins totaux en énergie brute et de leur couverture par les diverses sources d'énergie

Evolution réelle jusqu'en 1954 (conjoncture économique très favorable) et prévisions jusqu'en 1960 en admettant un retour à une situation économique normale

e combustibles liquides *b* bois et tourbe
d énergie électrique *a* charbon
c gaz

Comment ont évolué entre-temps la consommation d'énergie brute et sa structure? Le tableau I, qui a été dressé par mon collaborateur *W. Schrof*, répond à cette question.

On est frappé, à la lecture de ce tableau, par la forte augmentation du taux annuel d'extension de

Consommation d'énergie brute en Suisse

Tableau I

	1952		1953		1954	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%
Combustibles liquides	14,2	26,1	15,6	28	19,0	31,7
Charbon	19,6	36,1	19,8	35	19,6	32,6
Energie électrique . .	12,0	22,1	12,5	22	13,0	21,7
Gaz	2,6	4,8	2,5	4,5	2,5	4,2
Bois	5,9	10,9	5,9	10,5	5,9	9,8
Total	54,3	100,0	56,3	100,0	60,0	100,0
Augmentation par rapport à l'année précédente	2,8 %		3,7 %		6,5 %	

la consommation totale d'énergie brute, et surtout par le rythme accéléré qu'a pris le développement de la consommation de combustibles liquides. Cette évolution ne provient qu'en partie de l'augmentation du nombre des véhicules à moteurs; elle est dans une beaucoup plus grande mesure le résultat des progrès dans la diffusion du chauffage à huile, aussi bien pour les immeubles anciens que pour les nouvelles constructions. Remarquons, en passant, qu'on peut s'attendre à une nouvelle et forte extension dans ce domaine, car l'industrie du bâtiment battra sans doute en 1955 ses records de 1954. Nous avions prévu un accroissement annuel de 2,5 % pour l'essence d'automobiles et le gas-oil, et de 6,5 % pour l'huile à chauffage, soit de 5 % au total. En réalité, il fut de:

8,5 % pour 1952
11 % pour 1953
22 % pour 1954

La consommation de charbon est restée, en chiffres absolus, à peu près au niveau que nous avions prévu; le charbon n'a donc pas participé à la haute conjoncture économique. Bientôt les combustibles liquides auront rejeté le charbon au deuxième rang. En 1953, je disais que la part du charbon, y compris le gaz, descendrait jusqu'en 1960 au-dessous de 40 %; or cette part n'est plus, aujourd'hui déjà, que de 37 %! Nous assistons donc à une substitution fondamentale, qui se déroule à un rythme accéléré; elle est sans aucun doute dans l'intérêt du consommateur d'énergie, elle est même commandée par ce dernier. Cette évolution n'a qu'un mauvais côté: elle augmente les soucis que nous causent les perspectives de notre approvisionnement en temps de guerre, car elle rend le problème des stocks toujours plus difficile à résoudre. Et il y a, paraît-il, des Suisses qui ne voient pas d'un bon œil l'éventualité d'une découverte de ressources de pétrole ou de gaz naturel dans notre pays!

La consommation d'énergie électrique a, en moyenne des trois années considérées, augmenté de 4 % par an environ, ce qui correspond aux prévisions. Toutefois, la part de l'énergie électrique dans la consommation totale a diminué quelque peu. Comme la part du bois est restée constante en chiffres absolus, elle a relativement diminué. La part des sources d'énergie nationales est passée de 33 % à 31,5 %, évolution qui n'a, certes, rien de réconfortant.

III

Quelles sont aujourd'hui les perspectives d'avenir dans le domaine de l'aménagement de nos forces hydrauliques?

Il y a deux ans, dans la conférence citée, je pouvais constater que, si la conjoncture économique continuait à être favorable, les besoins ne pourraient plus être couverts que durant les années où l'hydraulicité ne serait pas inférieure à la moyenne; que durant les années sèches, par contre, la production thermique et les importations d'énergie électrique continueraient à se montrer indispensables. Ces prévisions se sont confirmées durant l'année hydrographique 1953/54, où les mois d'hiver furent très secs. Il fallut — et on put — produire 200 GWh environ d'énergie thermique et importer 1200 GWh.

A la fig. 2, nous avons conservé les courbes correspondant aux prévisions que nous faisions il y a deux ans, à savoir dans le cas d'une conjoncture économique très favorable, d'une part, normale, d'autre part. Par contre, nous y avons reporté les chiffres exprimant la consommation réelle jusqu'en 1953 [4]) et même jusqu'en 1954/55 (estimations).

Comme on le voit, l'aménagement des forces hydrauliques a fait des progrès par rapport aux prévisions. Les usines de la Maggia, notamment, ont été achevées un an plus tôt qu'il n'avait tout d'abord été prévu. De nouvelles et importantes quantités d'énergie seront disponibles au cours des années qui viennent. Les disponibilités en énergie d'accumulation, en particulier, augmenteront constamment: elles atteindront probablement 4 milliards de kWh en 1961/62 déjà, trois ans plus tôt qu'on ne le prévoyait il y a deux ans. Une amélioration intervient aussi en été, étant donné que la plupart des usines dites «à accumulation» sont également en mesure de produire en été une certaine quantité d'énergie de pointe de grande valeur. L'aménagement des forces hydrauliques gagnera la course.

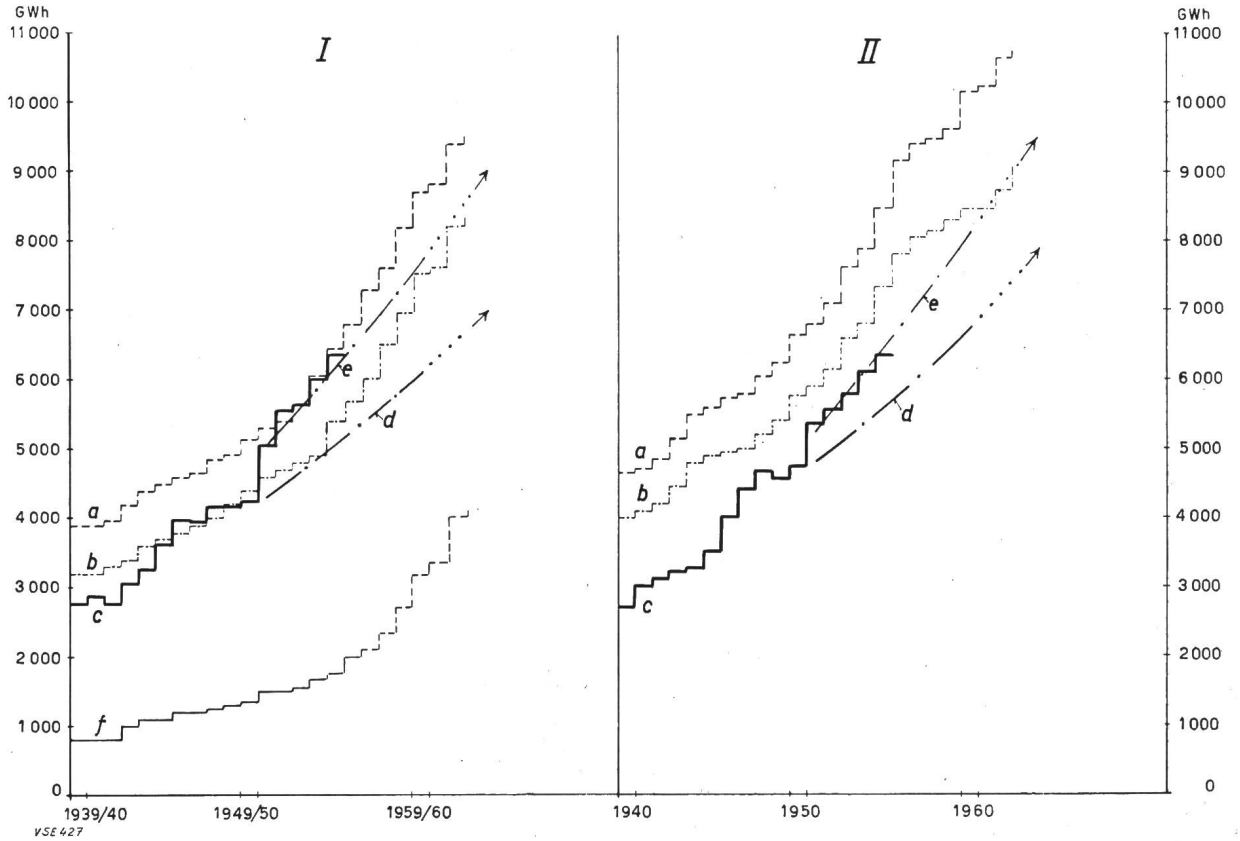


Fig. 2
Evolution de la production moyenne possible des usines hydrauliques et de la consommation d'énergie électrique dans le pays

I Semestre d'hiver
Production moyenne possible des usines hydrauliques:
a en année moyenne
b en année sèche
f énergie d'accumulation

II Semestre d'été
Consommation d'énergie électrique dans le pays:
e conjoncture économique très favorable
d conjoncture économique normale
c consommation réelle (sans les chaudières électriques)

Adresse de l'auteur:
H. Niesz, Dr h c., ing. dipl., Ennetbaden (AG).

[4]) Bull. ASE, pages de l'UCS, et Prod. et distr. énergie: communications régulières de l'Office fédéral de l'économie électrique.

L'importance de l'énergie électrique dans la production des biens

Par *B. Bauer*, Zurich

338 : 621.311

L'auteur expose comment la mécanisation de la production des biens s'est développée depuis le Moyen Age; il montre notamment comment cette mécanisation augmente la valeur du travail humain et quelle est l'importance de l'énergie électrique dans ce domaine. Tournant ses regards vers l'avenir, il se demande ensuite quels sont les besoins mondiaux en énergie pour le siècle à venir et comment ils seront couverts. Comparant enfin les Etats-Unis d'Amérique et quelques pays d'Europe, il montre tout le retard qu'a encore l'Europe du point de vue de la mécanisation de la production.

La présente étude a fait l'objet d'une conférence lors de l'assemblée annuelle de l'Union Autrichienne des Consommateurs d'Energie, à Vienne, en avril dernier. Nous remercions la dite Union de nous avoir autorisé à reproduire cette étude.

Nous nous trouvons dans l'atelier de filature de la manufacture de tapisserie de la Calle Santa Isabel, à Madrid. Dans le fond, des tapisseries sont exposées pour la vente; des dames de la cour madrilène, richement vêtues, admirent les nouveaux chefs-d'œuvre; peut-être débattent-elles les prix avec le directeur. Derrière nous, un peintre travaille à son chevalet. Les belles demoiselles l'intéressent beaucoup moins que les ouvrières fileuses (fig. 1). Il admire la noblesse naturelle de leur attitude, l'harmonie de leurs mouvements, il veut rendre le jeu de la lumière et de l'ombre sur leurs corps, la symphonie des couleurs dans la pièce tout entière. Le peintre échange de temps en temps une plaisanterie avec les ouvrières: il les connaît bien, car, en tant que conseiller artistique de la maison, l'atmosphère des ateliers lui est familière.

Il s'appelle *Vélasquez*, nous dit-il, et il nous parle de la dure vie que mènent ces femmes; c'est 12 à 14 heures par jour durant que, depuis leur prime jeunesse, elles accomplissent ici leur pénible travail; le salaire est misérable et suffit à peine à leur assurer une nourriture frugale; la mortalité est grande dans le peuple, plus grande qu'à Rome, où, nous dit le peintre, il a séjourné deux fois pour ses études. Puis il passe aux problèmes de son art. Les chefs-d'œuvre des maîtres italiens du siècle passé ont toute son admiration; cependant, c'est surtout l'œuvre de *Léonard de Vinci* qui l'impressionne par sa grandeur et son mystère: non seulement possédait-il à fond la science du pinceau, mais encore connaissait-il de nombreux secrets de la nature et rêvait-il de mettre, grâce à des machines, les forces de celle-ci au service de l'humanité. Lui, *Vélasquez*, veut bien croire que cela est possible, et que les fileuses seront un jour libérées de leur dur travail manuel..., mais l'Eglise dit que de telles pensées sont diaboliques. 133 ans plus tard, *James Watt* inventait la machine à vapeur, qui allait révolutionner les conditions de l'existence humaine.

Et 133 ans plus tard de nouveau, l'écrivain *Richard Katz* s'écriait effrayé: «Où donc nous mène l'ingérence toujours plus grande de la technique dans notre vie? Ne sentez-vous pas derrière chaque machine Lucifer qui nous regarde?»

Le rêve de Léonard de Vinci et l'espoir de Vélasquez étaient-ils donc trompeurs? L'activité «faustienne» de l'homme le mène-t-elle donc à sa perte?

Qu'il nous soit permis ici de considérer tout d'abord que les forces qui nous poussent, tout en jouissant du présent, à préparer un avenir meilleur, sont intimement liées au destin même de l'humanité. Se multiplier et se développer sans jamais se reposer, sans jamais se contenter des résultats atteints, voilà ce qui lui est imposé par le destin. C'est à un rythme accéléré que se multiplie le nombre des consommateurs, ainsi que l'offre sur le marché du travail; parallèlement, les besoins de chacun croissent en quantité et en diversité; le courant des biens de consommation s'enfle continuellement, et l'énergie qu'il faut dépenser pour tirer ces biens des richesses de la terre augmente aussi sans cesse. Mais ce n'est pas tout: comme l'homme ne peut pas gagner sa vie uniquement par son travail manuel, mais qu'il a besoin dans ce but d'un équipement technique, ce dernier s'étend de plus en plus lui aussi. Ainsi donc, l'homme se trouve continuellement placé devant une double tâche: produire d'une part les biens de consommation dont lui-même comme ses contemporains ont besoin pour leur existence, d'autre part les biens de production qu'exige l'extension de l'équipement technique. Car, s'il ne remplissait pas cette deuxième partie de sa tâche, les nouveaux consommateurs qui viennent s'ajouter continuellement aux premiers ne trouveraient pas les instruments dont ils ont besoin pour

Fig. 1
Les fileuses de Vélasquez

l'entretien de leur existence. Si l'extension du volume de la main d'œuvre devient toujours plus rapide avec le temps, cela est encore plus vrai de la masse des biens de consommation et de production qu'il s'agit de produire chaque année. Le travail que l'homme doit accomplir deviendrait donc sans cesse plus lourd, si son esprit inventif ne lui apprenait pas à tirer profit du progrès technique, c'est-à-dire à mettre à contribution les forces de la nature de façon de plus en plus intensive pour la production des biens dont il a besoin.

Si notre vie est aujourd'hui dominée par la technique, cela s'explique par une réaction de légitime défense, imposée par le dynamisme de l'évolution de l'humanité. Mais la technique est encore quelque chose de plus, comme nous le verrons: elle ennoblit le travail humain, elle augmente son rendement. Avant de préciser ma pensée sur ce point, je voudrais expliquer ce que je viens de dire grâce à une représentation schématique (fig. 2).

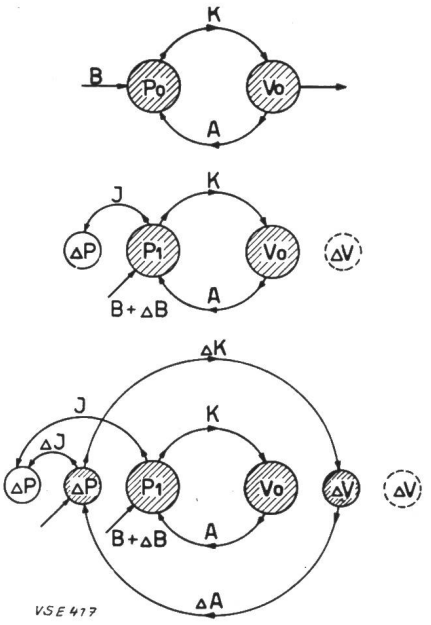


Fig. 2

Représentation schématique de l'activité humaine

V_o	consommateurs
P_o, P_1	équipement de production
A	volume de travail employé mensuellement par les consommateurs V_o à la production de K (resp. $K + J$)
K	besoins mensuels des consommateurs V_o en biens de consommation
B	masse de biens tirés du sol nécessaire à la production de K
J	production mensuelle de biens de production nécessaires à l'extension ΔP de l'équipement de production
ΔB	masse de biens tirés du sol nécessaire à la production de J
ΔV	extension du nombre de consommateurs

Considérons le premier schéma de cette figure: il représente un nombre donné de consommateurs V_o, qui, grâce au volume de travail A qu'ils développent mensuellement et aux biens B tirés du sol, produisent dans l'équipement de production P_o les biens de consommation K dont ils ont besoin mensuellement. Admettons tout d'abord que le nombre de consommateurs soit constant. On serait peut-être tenté de dire que $A + B = K$; mais nous ne pouvons additionner que des grandeurs de même nature. Certaines relations existent cependant entre ces trois grandeurs; le volume de travail nécessaire pour produire une quantité donnée de biens de consommation est d'autant plus faible que la richesse du sol est plus grande et le niveau technique plus élevé. Si les consommateurs exigent une augmentation de la quantité K, ils ne peuvent l'obtenir que par une augmentation de la dépense de travail A, à moins qu'ils réussissent, grâce au progrès technique, à tirer du sol, pour la même dépense de travail, davantage de biens qu'auparavant.

Admettons maintenant que l'état d'équilibre que nous venons de décrire soit dérangé par l'apparition d'un groupe supplémentaire de consommateurs ΔV, qui, à un moment donné, annoncent leur désir d'entrer dans le circuit (voir le 2e schéma de la fig. 2). Ces consommateurs mettront à la disposition de la communauté leur travail ΔA pour produire les biens ΔK dont ils ont besoin. Par contre, c'est aux anciens consommateurs V_o qu'incombe d'assurer l'extension ΔP de l'équipement de production nécessaire dans ce but: ils sont placés devant la tâche de produire, en plus des biens K, la quantité J de biens de production nécessaire à la création de ΔP. Ils devront donc travailler plus, à moins que les inventeurs qu'ils comptent dans leurs rangs puissent élever le niveau technique en améliorant le rendement de l'exploitation des forces naturelles, c'est-à-dire en augmentant B d'une grandeur ΔB. La quantité de biens de production J est évidemment d'autant plus grande que ΔK est plus grand, et ΔK sera en relation directe avec ΔV.

Dans le troisième schéma de la fig. 2, l'extension du circuit est déjà entrée dans la réalité, et un deuxième groupe de consommateurs supplémentaires ΔV s'est déjà annoncé, qui rendra nécessaire une deuxième extension ΔP de l'appareil de production. Si la dépense correspondante en moyens de production est plus grande que $J + \Delta J$, il faudra assister à une nouvelle amélioration technique dans l'exploitation des richesses du sol, si l'on veut que la dépense de travail reste constante.

C'est ainsi que le circuit primitif s'étend progressivement, anneau par anneau. Si les ΔV augmentent chaque fois en grandeur, et si les besoins des consommateurs en biens de consommation augmentent aussi, les inventeurs et les réalisateurs du progrès technique auront bien à faire s'ils veulent faire face à la croissance rapide du courant des biens sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la dépense de travail.

Telle est semble-t-il la volonté de la providence: elle ne nous a pas attribué l'étincelle divine nous permettant de dominer la nature pour que nous jouissions des biens du sol dans une inaction paradisiaque, mais bien pour que nous extrayions des richesses de la terre, moyennant une constante dépense de travail par ouvrier, un courant de biens toujours plus large à répartir entre tous.

Une grave question se pose ici: seront-elles suffisantes, ces richesses, pour couvrir éternellement les besoins de l'humanité? Nous arrivons difficilement à concevoir une fin catastrophique; mais nous restons cependant pleins de respect devant les problèmes gigantesques que devront résoudre les générations futures pour assurer l'approvisionnement de l'humanité en biens de consommation. A l'heure actuelle, l'excédent de natalité, c'est-à-dire l'aug-

mentation annuelle de la population du globe par les naissances moins sa diminution par les décès, est de 25 millions d'habitants: il faut les nourrir et les habiller, ils exigent même des conditions d'existence meilleures que celles de leurs parents.

Des études américaines récentes admettent qu'il faut compter avec une augmentation de la population du globe de 1,4 milliard d'habitants pour la période allant de 1950 à 2000, et à une augmentation de 2,4 milliards d'habitants pour le demi-siècle suivant. Selon ces prévisions, la terre aurait donc à nourrir dans 100 ans 2,7 fois plus d'habitants qu'aujourd'hui. Rendons-nous compte quels problèmes nous pose et posera à nos descendants une telle évolution: il faudra assurer la nourriture, l'approvisionnement en matières premières et en énergie de cette population, il faudra aussi veiller à conserver tout ce qui nous est sacré dans le domaine des valeurs humaines irrationnelles. Il y aurait beaucoup à dire sur ce dernier point, qui touche au sens même à donner à notre existence et fixe la responsabilité qui est la nôtre de conserver intactes la liberté et la dignité humaines. Ce sont là, cependant, des questions qui n'appartiennent pas à notre sujet: nous désirons avant tout savoir si l'humanité affamée aura toujours assez de nourriture à sa disposition, si les besoins croissants en matières premières pourront toujours être couverts par les richesses tirées du sol et — ce qui nous intéresse aujourd'hui tout spécialement — si les sources naturelles d'énergie de la terre pourront toujours faire face à l'extension constante de la consommation.

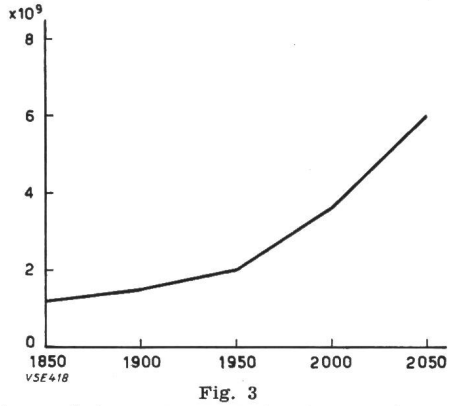


Fig. 3
Extension probable de la population du globe jusqu'en 2050

Au sujet de ce dernier domaine, les Américains ont publié récemment quelques considérations fort remarquables. Elles sont résumées aux fig. 3, 4 et 5.

100 prochaines années: comme on l'a vu, elle triplera presque entre 1950 et 2050. Les Américains estiment que les besoins mondiaux annuels en énergie seront à la fin de cette période 20 fois plus rectangle de la fig. 5 représente les quantités d'énergie qui seront consommées au total durant

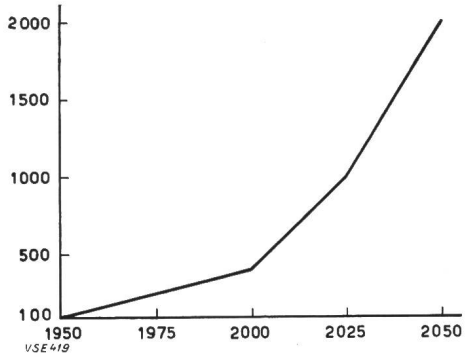


Fig. 4
Extension probable des besoins annuels en énergie de la population du globe jusqu'en 2050
Les besoins en énergie pour l'année 1950 ont été posés égaux à 100

ces cent années, exprimées sous forme de quantités de charbon industriel. L'unité Q utilisée ici représente le contenu en énergie de 34,5 milliards de tonnes de houille de bonne qualité environ.

Dans quelle mesure chacune des diverses sources couvrira-t-elle ces besoins en énergie? Les Américains calculent qu'un peu plus de la moitié, à savoir 38 Q pourront être couverts par les réserves encore existantes de combustibles solides, liquides et gazeux, après quoi ces réserves seraient complètement épuisées. La contribution des forces hydrauliques, de l'énergie solaire et de l'énergie éolienne est estimée à 8 Q. Le reste des besoins, soit 26 Q devraient être couverts grâce à l'énergie nucléaire. Il résulte de ces considérations que, à un certain moment de la période s'étendant de 2000 à 2050, l'ensemble de nos réserves en combustibles traditionnels se trouveraient épuisées, ce qui représenterait la fin d'un chapitre de l'histoire de l'exploitation des sources d'énergie par l'homme, chapitre ayant duré plus de 300 ans.

On peut certes opposer aux résultats numériques obtenus par les Américains plus d'une objection. Je rappelle notamment qu'une amélioration dans l'emploi des combustibles pourra peut-être permettre une utilisation plus rationnelle des réserves, et prolonger par là même leur durée, que d'autre part la science accomplira peut-être encore d'importants progrès en ce qui concerne l'utilisation de

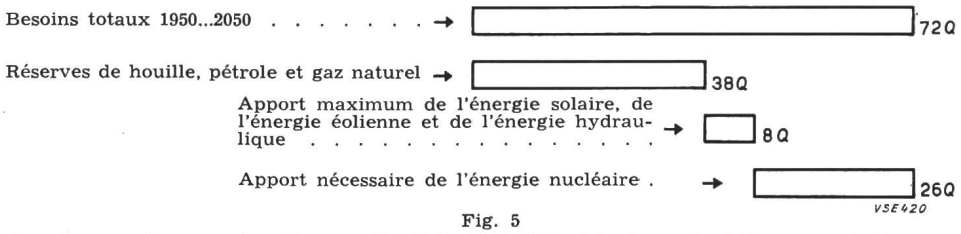


Fig. 5
Les besoins mondiaux en énergie pour le siècle 1950...2050 et la façon dont ils pourront être couverts
L'unité d'énergie Q correspond à $34{,}5 \cdot 10^9$ t environ de houille de bonne qualité

Le diagramme de la fig. 3 représente l'évolution déjà citée de la population du globe au cours des élevés qu'aujourd'hui (voir fig. 4). Le premier

l'énergie solaire. Il n'en reste pas moins que le siècle prochain sera forcément témoin de changements fondamentaux dans le domaine de l'exploi-

tation des sources d'énergie, et que c'est bien au moment opportun que la génération actuelle s'est attaquée au problème de la mise en valeur de l'énergie nucléaire.

Cependant, la question que je posais au début n'a pas encore trouvé de réponse définitive: l'activité «faustienne» de l'homme le mène-t-elle à sa perte, en d'autres termes l'homme deviendra-t-il finalement un jouet dans les mains de la machine, un apprenti-sorcier qui a oublié le mot magique capable de conjurer les esprits qu'il a appelés à son service? Qui pourrait donc nier l'importance de cette question, qui préoccupe notamment de plus en plus ceux qui ne sont pas initiés au monde de la technique? Réussirons-nous à les libérer de ce souci, à réconcilier en eux le cerveau et le cœur, la science et la vie, la raison et le sentiment, en un mot l'esprit et l'âme? Beaucoup, à l'avenir, dépendra de la réponse qui sera donnée à cette question.

du courant d'argent circulant en sens contraire. C'est ce que représente la fig. 6; ce modèle n'est tout d'abord valable que dans une économie fermée, qui ne connaît aucun échange de biens avec les systèmes voisins.

Comme on peut le constater, ont été adjointes cette fois-ci à l'équipement de production P deux subdivisions P_a et P_b. Dans l'une P_a est produite l'énergie brute E_m, qui y est ensuite transformée en travail mécanique et introduite sous cette forme dans le cycle de fabrication. Dans l'autre P_b, on procède de façon analogue à la production des combustibles et à leur transformation en chaleur. Cette répartition de l'équipement de production en subdivisions est naturellement incomplète: toutefois, c'est ici l'approvisionnement en énergie du cycle de fabrication qui nous intéresse tout particulièrement.

Nous désirons établir une relation entre la dépense de travail humain et E_m, contribution de la nature sous forme d'énergie; dans ce but, rappe-

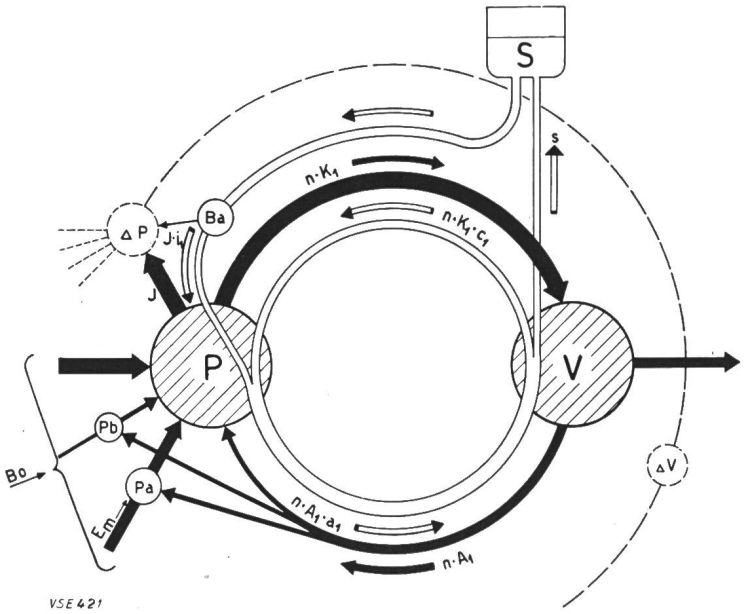


Fig. 6
Circuit des biens économiques et de l'argent: représentation schématique

circuit des biens économiques
circuit de l'argent

$A_1 = 30\,\alpha$ Wh
$E_m = \epsilon\, n\, A_1$
Pour V, on a: $n\, A_1\, a_1 = n\, K_1\, c_1 + s$
Pour P, on a: $n\, K_1\, c_1 + J\, i_1 = n\, A_1\, a_1$

$$\frac{a_1}{c_1} = \frac{K_1}{A_1}\left(1 + \frac{J}{n\,K_1}\cdot\frac{i_1}{c_1}\right)$$

V	consommateurs
P	équipement de production
P_a	équipement pour la production de l'énergie brute E_m et sa transformation en énergie mécanique
P_b	équipement pour la production des combustibles et leur transformation en chaleur
B_o	masse de biens tirés mensuellement du sol
E_m	contribution mensuelle de la nature sous forme d'énergie brute
n	nombre de consommateurs travaillant dans P
A_1	dépense mensuelle de travail d'un travailleur
K_1	besoins mensuels en biens de consommation par consommateur
B_a	banque
S	épargne des consommateurs
s	épargne mensuelle
J	masse de biens de production produite mensuellement
i_1	prix de l'unité de biens de production
a_1	salaire par unité de travail
c_1	prix de l'unité de biens de consommation
α	nombre mensuel d'heures de travail par ouvrier
ϵ	degré de mécanisation de la production

En attendant, nous prétendons que le progrès de la technique, si l'on en reste maître, peut procurer au travailleur une vie conforme à sa dignité humaine. Vélasquez souhaitait qu'il soit un jour donné à ses fileuses de moins travailler et de mieux manger. Nous dirions dans notre langue d'aujourd'hui qu'il souhaitait que le pouvoir d'achat par unité de travail engagée augmente, en d'autres termes que l'on puisse acheter davantage de biens de consommation avec le salaire correspondant à cette unité de travail. On peut appeler ce quotient le rendement matériel du travail humain. Le rendement de mon travail, sa valeur, est d'autant plus élevé que je peux acheter plus de biens avec le salaire correspondant à une unité de ce travail.

Afin d'étudier l'influence de la technique sur ce coefficient, aussi important du point de vue social que du point de vue économique, il nous faut compléter le circuit des biens économiques, que nous avons considéré plus haut, en tenant compte aussi

lons-nous que le travailleur humain est en mesure de produire par heure une quantité moyenne de travail équivalent à 30 Wh, s'il dispose d'une nourriture suffisante et d'un nombre normal d'heures de repos. La quantité d'énergie A_1, qu'il consacre mensuellement à la production des biens est donc, en Wh:

$$A_1 = 30 \cdot \alpha$$

où α représente le nombre d'heures de travail par mois. Pour $\alpha = 200$, ce qui correspond aux conditions règnant actuellement en Europe, on a: $A_1 = 6$ kWh. Dans l'industrie américaine, on ne travaille que 180 heures par mois; les fileuses madrilènes travaillaient, elles, de 250 à 300 heures par mois. Ce travail humain, que nous comptons maintenant en kWh, n'est pas nécessairement du travail manuel.

Si n consommateurs sont employés dans l'équipement de production, ils livrent $n \cdot A_l$ kWh au cycle de production. Ce travail humain est complété par

E_m, quantité d'énergie brute extraite de la nature employée mensuellement pour la production des biens. Nous pouvons écrire:

$$E_m = \varepsilon \cdot n \cdot A_1$$

où le coefficient ε exprime combien de kWh «étrangers» viennent s'ajouter à ceux du travail humain pour couvrir les besoins en énergie du cycle de production. On peut appeller ε le degré de mécanisation de la production. Il est approximativement de 120 en moyenne dans les établissements industriels européens et de 230 environ dans ceux des Etats-Unis d'Amérique.

Les Américains donnent au coefficient ε une autre signification, d'ailleurs très jolie: ils disent que le coefficient ε indique combien de travailleurs invisibles (d'une puissance de 30 W chacun) se trouvent derrière chaque ouvrier pour lui aider à accomplir la tâche qui lui est confiée. La valeur moyenne de ε est d'autant plus grande, c'est-à-dire le nombre des travailleurs invisibles est d'autant plus important, que le niveau technique est plus élevé.

Afin de comprendre le mécanisme de la circulation de l'argent, il faut que nous admettions qu'en face de n consommateurs à droite du diagramme se trouve un producteur à gauche de celui-ci; ce producteur livre mensuellement une quantité $n \cdot K_1$ de biens de consommation aux dits consommateurs et produit d'autre part la quantité J de biens de production destinés à l'extension ΔP de l'équipement de production. En compensation de ces services, il reçoit certaines sommes d'argent: $c_1 \cdot n \cdot K_1$ des consommateurs, ainsi que $i_1 \cdot J$ de la banque qui construit ΔP. Le producteur rétribue le travail humain dépensé par une somme mensuelle de $a_1 \cdot n \cdot A_1$; le prix a_1 représente le salaire par unité de travail.

Le producteur est dédommagé pour la livraison des biens de production J par la banque B_a, qui finance la construction de ΔP grâce aux économies des consommateurs. Les prix c_1, i_1, a_1 sont tout d'abord choisis arbitrairement. Pour que le circuit reste en équilibre, il faut que les équations indiquées à la fig. 6 soient vérifiées; nous ne les commenterons pas ici. Sans entrer dans les détails cependant, on voit immédiatement que ce n'est pas le niveau des prix en soi qui a une influence sur les conditions d'équilibre, mais bien la valeur des quotients de ces prix entre eux. Un de ces quotients nous intéresse spécialement ici: c'est $\frac{a_1}{c_1}$, qui exprime le pouvoir d'achat correspondant à une unité d'énergie du travail humain. La relation qui le lie aux constantes du circuit est indiquée également à la fig. 6.

Nous pouvons tirer de ce qui précède une conclusion importante: le rendement du travail humain, c'est-à-dire son pouvoir d'achat, dépend dans une grande mesure du quotient $\frac{K_1}{A_1}$, c'est-à-dire de la quantité de biens de consommation que chaque unité de travail humain peut produire. A l'époque de Vélasquez, une fileuse, bien qu'elle travaillât plus de 280 heures par mois, ne livrait pendant ce temps que 8 à 9 kWh au cycle de production. Aujourd'hui, 100 travailleurs invisibles se trouvent derrière elle, ce qui se traduit naturellement par la production d'une quantité de biens de consommation très supérieure.

Le rendement du travail est donc d'autant plus grand que le niveau technique est plus élevé, c'est-à-dire que le nombre des travailleurs invisibles est plus important. Il est vrai qu'il y a une restriction: la quantité de biens de consommation ainsi augmentée doit pouvoir être vraiment absorbée par le marché; un certain niveau de civilisation est nécessaire dans ce but; nos fileuses du 17e siècle seraient restées perplexes devant l'énorme quantité de biens que leurs collègues d'aujourd'hui croient devoir consommer chaque mois.

Il est intéressant, d'autre part, de constater que la production parallèle de biens de production augmente encore, toutes choses égales par ailleurs, la valeur du travail humain, en admettant bien entendu que le niveau technique permette cette production supplémentaire pour un a_1 restant constant; en d'autres termes, le rendement du travail humain est d'autant plus grand que l'extension du circuit et que l'accroissement de la population est plus rapide. Ici aussi, il faut un certain temps pour que la loi puisse entrer vraiment en jeu.

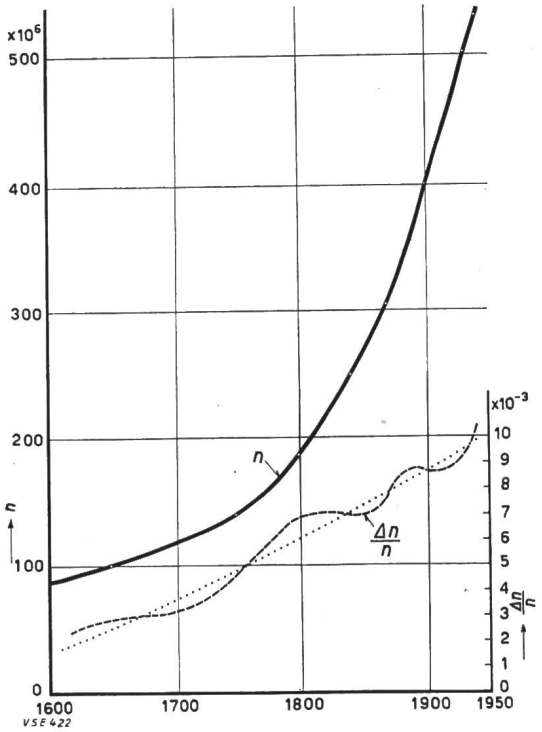


Fig. 7

Evolution de n et $\frac{\Delta n}{n}$ en Europe depuis 1600

On a $\frac{a_1}{c_1} = \frac{K_1}{A_1} + j \frac{\Delta n}{n A_1} \cdot \frac{i_1}{c_1}$

Or il y a, comme on le sait, deux moyens d'augmenter artificiellement le volume mensuel de la production des biens. Ou bien produit-on, en plus des biens servant à l'extension de l'équipement technique, d'autres biens qui ne sont pas introduits dans le circuit économique: c'est le cas par exemple des armements. Ou bien produit-on des biens de production en surplus, biens qui sont alors exportés, c'est-à-dire introduits dans d'autres circuits éco-

SULZER

Druckleitungen für hydraulische Kraftwerke

Herstellung und Montage
vollständiger
Druckleitungsanlagen:

Stollenleitungen

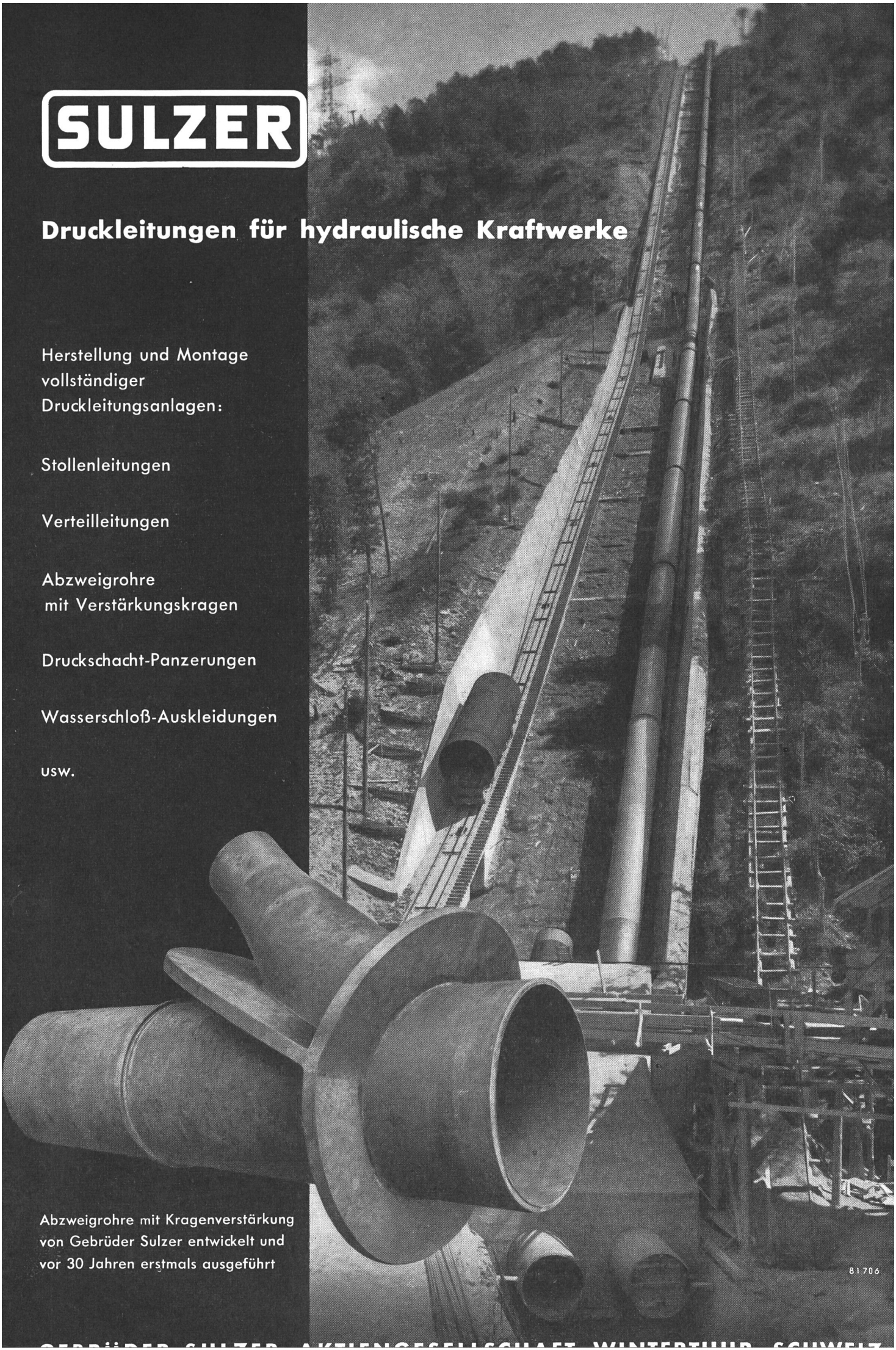
Verteilleitungen

Abzweigrohre
mit Verstärkungskragen

Druckschacht-Panzerungen

Wasserschloß-Auskleidungen

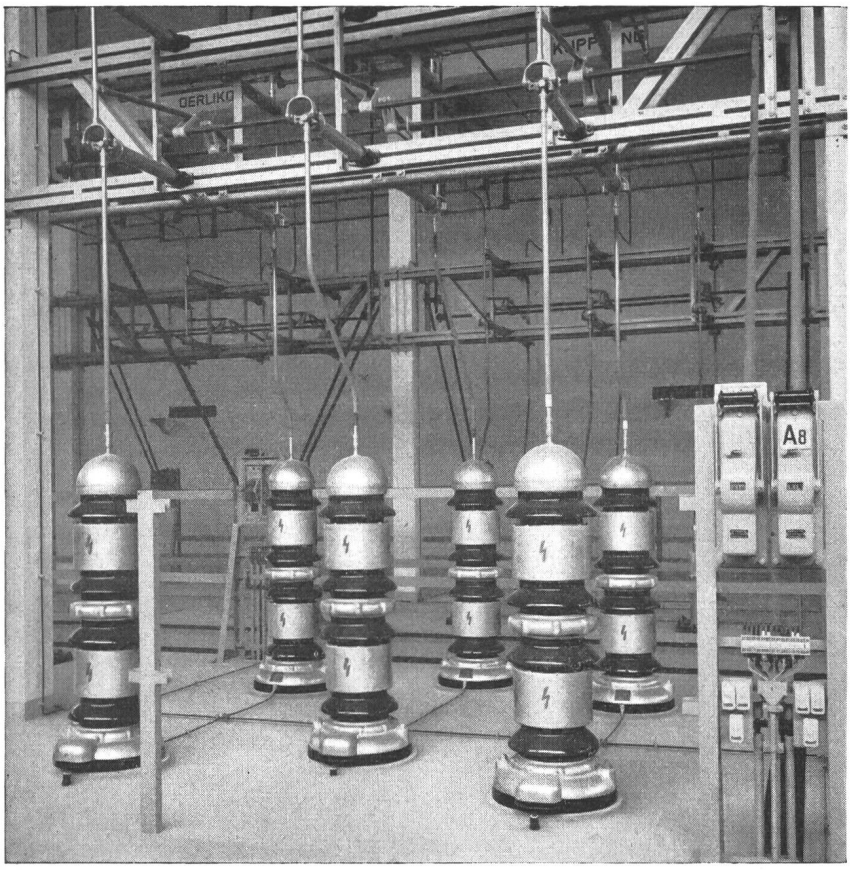
usw.



Abzweigrohre mit Kragenverstärkung
von Gebrüder Sulzer entwickelt und
vor 30 Jahren erstmals ausgeführt

81706

GEBRÜDER SULZER AKTIENGESELLSCHAFT WINTERTHUR SCHWEIZ



25 Jahre Trocken-Messwandler

Stromwandler, Spannungswandler und Messgruppen für Freiluft- und Innenraumaufstellung.

Abbildungen:
60 kV Trocken-Kaskaden-Spannungswandler Typ Ebg 2 in schweizerischen Kraftwerkanlagen

Aus unserem Fabrikationsprogramm:

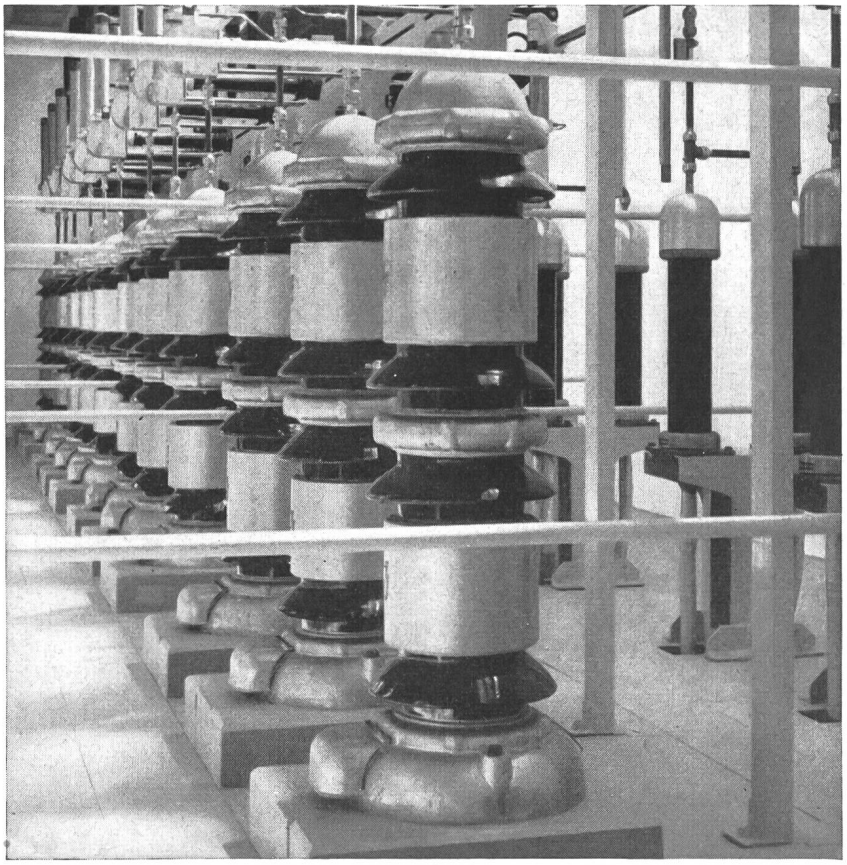
Messtransformatoren
für alle Anforderungen, in verschiedenen Bauarten.

Automatische Schutzschalter
für Spannungswandler.

Hochspannungs-Sicherungen
Sicherungstrennschalter
Anticorona-Schmelzeinsätze.

Schweisstransformatoren
Verschiedene Typen von 180 bis 500 A Schweißstrom.

Epolit-Kunstharz-Erzeugnisse
Hochspannungs-Stützer, Durchführungen und Formteile aller Art.



AG. EMIL PFIFFNER & CIE. — HIRSCHTHAL

Fabrik elektrischer Spezialapparate **Telephon (064) 51110**

nomiques. On suppose naturellement toujours que ce surplus de production, sous l'une ou l'autre forme, n'est pas obtenu grâce à une augmentation des heures de travail mais bien grâce à une augmentation du nombre de travailleurs invisibles, c'est-à-dire à une amélioration de la technique de la production.

Nous constatons donc que l'extension progressive du courant des biens économiques et sa répartition en un courant de biens de consommation et un courant de biens de production se traduisent par une élévation constante de la valeur du travail humain, en admettant que le progrès technique puisse venir en aide au dit travail humain. Son pouvoir d'achat s'accroît, il se trouve «ennobli» par l'extension de la mécanisation.

Nous pouvons tirer une autre conclusion encore des considérations qui précèdent. L'accroissement de la productivité grâce à l'exportation de biens de production, éventuellement de biens de consommation également, est à l'avantage des travailleurs du corps économique considéré, mais cet avantage ne peut être d'une durée éternelle. L'exportation de biens, en effet, n'est possible que parce qu'il y a des régions économiques qui — soit par suite de la pauvreté du sol, soit par suite d'un niveau technique inférieur — ne sont pas en mesure de couvrir elles-mêmes leurs besoins en biens économiques. Les régions hautement industrialisées vivent donc en partie du retard des autres; un jour viendra forcément où une égalisation se sera produite. On ne doit pas ériger les résultats obtenus par les corps économiques hautement développés en normes devant être atteintes un jour par les autres régions. Cette remarque est aussi valable en partie pour les comparaisons économiques entre l'Europe et les Etats-Unis, auxquelles nous allons consacrer la suite de notre exposé.

L'industrie de l'électricité en 1952 aux Etats-Unis d'Amérique et dans quelques pays d'Europe

Tableau I

	Etats-Unis	Suisse	Allemagne	France
Consommation annuelle totale d'énergie électrique (environ) 10^9 kWh	342,5	12,5	61,5	36,6
Consommation annuelle d'énergie électrique par habitant (environ) kWh	3000	2500	1200	1000
Répartition de la consommation en % de la consommation totale (environ)				
Industrie %	49	44	64	70
Ménages et artisanat %	43	44,5	26	22
Traction et divers %	8	11,5	10	8
Consommation dans l'industrie [1]) par 200 heures de travail (environ) kWh	1388	740	716	680

[1]) Sans l'industrie de l'aluminium et du magnésium.

Le tableau I réunit, tout d'abord, quelques données fondamentales pour 1952 de l'industrie de l'électricité aux Etats-Unis, d'une part, et dans quelques pays européens, d'autre part. Nous ne comparerons pas entre eux les chiffres relatifs à ces derniers, mais nous les utiliserons pour calculer dans chaque cas une moyenne européenne approximative, que nous comparerons ensuite au chiffre correspondant valable pour les Etats-Unis.

Comme on le voit, le tableau I confirme la supériorité bien connue des Etats-Unis dans le domaine de l'utilisation de l'énergie électrique, supériorité d'autant plus remarquable que ce pays possède des réserves de combustibles abondantes et à bon marché qui sont en concurrence avec l'énergie électrique. Les chiffres relatifs à la répartition de la consommation totale selon les diverses catégories de consommateurs prouvent d'ailleurs que la catégorie «ménages et artisanat» n'est pas négligée non plus aux Etats-Unis.

La mécanisation des établissements industriels est beaucoup plus poussée aux Etats-Unis que chez nous, et par conséquent leur consommation d'énergie par heure de travail bien supérieure. Il ne faut cependant pas tabler uniquement sur les chiffres moyens donnés ici, car la consommation spécifique d'énergie électrique, comme on le sait, dépend fortement du genre d'industrie considéré.

Quelques chiffres caractérisant l'économie des Etats-Unis d'Amérique et de certains pays d'Europe en 1953

Tableau II

	Etats-Unis $	Suisse fr.	Allemagne DM	France fr.fr.
Salaire mensuel moyen de l'ouvrier dans l'industrie	300	680	400	50 000
Prix de la tonne de charbon industriel (H_u = 7000 kcal/t)	7	90	70	6 800
Prix de l'énergie électrique par kWh:	ct.	ct.	Pf.	fr.fr.
Industrie (a)	0,95	5,15	7,5	7,5
Ménages et artisanat (b)	2,6	9,03	14,0	20,0
Rapport b/a [1])	2,74	1,76	1,87	2,66

[1]) La part de la consommation d'énergie qui correspond aux applications électrothermiques domestiques joue sans doute ici également un rôle important. En Suisse, le prix moyen de l'énergie livrée aux ménages est sensiblement plus faible que dans les autres pays, parce que cette part y est plus importante (Réd.).

Le tableau II contient quelques autres chiffres caractérisant l'économie des pays considérés: salaire moyen dans l'industrie, prix du charbon industriel, prix de l'énergie électrique pour l'industrie d'une part, les ménages et l'artisanat d'autre part, et leur quotient.

Comme le pouvoir d'achat de la monnaie n'est pas le même pour tous les pays, ce n'est certes pas une image fidèle qu'on obtiendrait en comparant ces pays entre eux après avoir calculé les prix sur la base du cours des changes. Nous avons donc exprimé les divers prix en les rapportant au salaire mensuel de l'ouvrier dans l'industrie (voir fig. 8).

Mais quelles sont, tout d'abord, les conclusions à tirer de la valeur du quotient des prix de l'électricité? L'énergie électrique destinée aux ménages et à l'artisanat est aux Etats-Unis 2,74 fois plus chère que celle qui est destinée à l'industrie. Comme la consommation du premier groupe d'usagers est relativement importante, 43 %, l'industrie américaine de l'électricité en tire une très grosse part de ses recettes, ce qui lui permet de maintenir très bas les prix de l'énergie destinée à l'industrie, c'est-à-dire de favoriser le développement de l'électrification de cette dernière. La France a fait des

efforts dans la même direction, mais la consommation domestique et artisanale y est encore trop faible.

Comme nous l'avons déjà dit, la fig. 8 donne certains prix rapportés aux salaires mensuels. Le premier des graphiques de la fig. 8 indique combien de kWh un industriel peut acheter pour une somme égale à un salaire mensuel moyen: c'est-à-dire qu'elle exprime dans quelle mesure cet industriel se trouve incité à électrifier son entreprise. Nous, Européens, ne sommes pas encore arrivés à moitié chemin des résultats atteints par les Américains dans ce domaine. On pourrait d'abord être tenté de croire que l'avance des Etats-Unis s'explique tout simplement par le niveau extrêmement élevé des salaires dans ce pays. S'il en était ainsi, cependant, le prix des biens de production devrait être également extrêmement élevé. Or ce n'est pas le cas, comme le prouve la fig. 9, qui montre à combien de salaires mensuels équivaut le capital investi par kW dans une usine génératrice thermique moderne. Ce chiffre est de 0,97 en Amérique; il est de 30 % plus élevé en Allemagne. Bien que les salaires soient chez nous beaucoup plus bas, nous investissons donc relativement plus de capitaux dans nos installations de production. Si nous considérons encore le troisième graphique de la fig. 8, qui donne la quantité de charbon correspondant à un mois de salaire, nous comprenons aussitôt la supériorité économique écrasante des Etats-Unis dans le domaine de l'industrie de l'électricité. Cette industrie y peut rendre de beaucoup plus grands services à l'artisanat et aux ménages que nous le pouvons en Europe. L'ouvrier américain peut acheter avec son salaire quatre fois plus de kWh environ que son collègue allemand ou français.

Pour terminer, apparaissent de nouveau les travailleurs invisibles, ces précieux aides de l'homme dans l'accomplissement de son labeur quotidien. Ils mettent en mouvement les machines-outils, déplacent les grues, soulèvent les charges, balaient et nettoient — en un mot, ils font tout le gros travail, et l'homme, qui les a inventés et créés, a le temps de penser et de diriger. Le rêve de Léonard de Vinci est en train de se réaliser complètement, mais il a fallu des siècles pour que les hypothèses qui ont permis cette évolution aient été remplies.

Quel étonnement aurait été celui du fabricant de tapisseries de la Calle Santa Isabel à la vue de

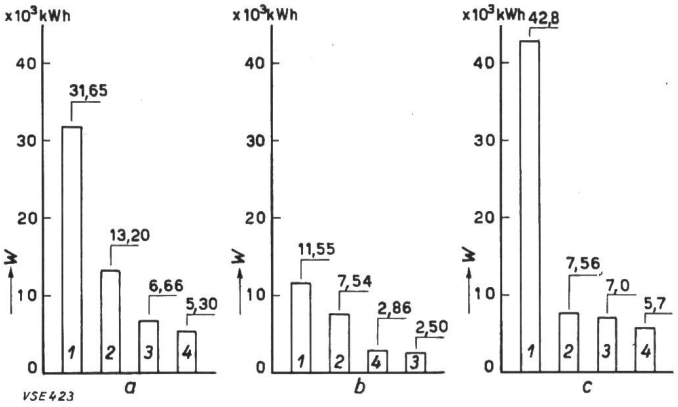


Fig. 8
Les prix de l'énergie dans quelques pays, rapportés au salaire mensuel moyen de l'ouvrier dans l'industrie

Les diagrammes donnent le nombre *W* de kWh qu'on peut acheter dans les divers pays pour une somme égale à un salaire mensuel moyen d'ouvrier de l'industrie

a énergie électrique destinée à l'industrie
b énergie électrique destinée aux ménages et à l'artisanat
c charbon

1 Etats-Unis d'Amérique
2 Suisse
3 France
4 Allemagne

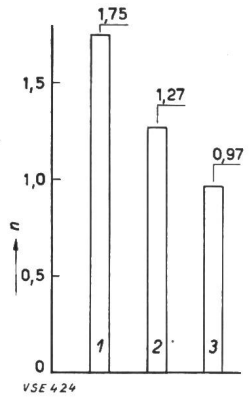


Fig. 9
Coût de construction de nouveaux équipements de production d'énergie électrique rapporté au salaire mensuel moyen d'ouvrier dans l'industrie

Le diagramme donne le nombre *n* de salaires mensuels moyens qui correspond au capital investi par kW dans un équipement moderne de production d'énergie électrique

1 Suisse (usines hydrauliques)
2 Allemagne (usines thermiques)
3 Etats-Unis d'Amérique (usines thermiques)

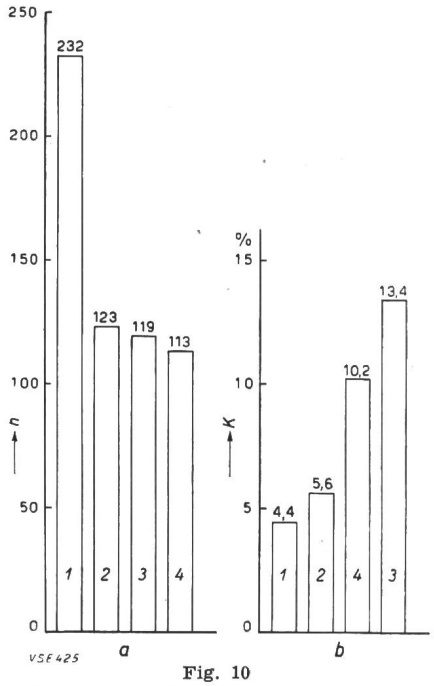


Fig. 10
Nombre et coût des «travailleurs invisibles»

a nombre *n* de travailleurs invisibles par ouvrier
b coût total *K* des travailleurs invisibles en pour-cent du salaire d'un ouvrier

1 Etats-Unis d'Amérique
2 Suisse
3 Allemagne
4 France

la fig. 10! «Caramba, se serait-il écrié, que coûtent donc ces travailleurs invisibles?» et il n'aurait jamais voulu croire que l'industrie américaine possède actuellement 232 de ces travailleurs invisibles par ouvrier, et qu'ils ne lui coûtent au total que 4,4 % du salaire de cet ouvrier! C'est d'ailleurs ce qu'il y a de plus étonnant dans la mécanisation de notre travail: *le coût relativement faible de l'énergie.* En d'autres termes, ici apparaît vraiment le bienfait de l'évolution technique: l'ennoblissement et l'augmentation de valeur du travail humain. Si les chiffres européens exprimant le coût de l'énergie sont en moyenne plus élevés que ceux valables aux Etats-Unis, cela s'explique par les conditions plus défavorables qui règnent en Europe. Notre pauvre, sotte et chère Europe n'est pas aussi richement dotée que les Etats-Unis en trésors de la nature; nous menons une vie plus dure, et nous nous efforçons sans cesse de la compliquer encore. Redevenons sérieux: tous nos efforts doivent tendre à mettre à notre service davantage de ces travailleurs invisibles et à diminuer leur coût. C'est là la tâche de la science, de la technique des appareils et des machines, sans oublier l'industrie de la production d'énergie et sa politique de prix.

Adresse de l'auteur:
M. *B. Bauer*, Dr sc. techn., professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich.

Communications de nature économique

Energie nucléaire et forces hydrauliques

La Conférence atomique internationale, qui s'est tenue récemment à Genève, a montré que divers pays — notamment les Etats-Unis d'Amérique, la Russie, la Grande-Bretagne et le Canada — ont accompli d'étonnants progrès dans le domaine de l'utilisation de l'énergie nucléaire pour la production d'énergie électrique. Dans certains pays, des centrales nucléaires sont déjà actuellement en service, dans d'autres de telles centrales sont projetées ou en construction. Dans notre pays, l'opinion publique se demande donc aujourd'hui à quel moment il sera également possible chez nous de produire de l'énergie électrique en partant des réactions nucléaires. Certains prétendent même que l'on devrait en Suisse, vu l'apparition de cette nouvelle source d'énergie, arrêter ou du moins réduire fortement l'aménagement de nos forces hydrauliques.

Ceux qui défendent un tel point de vue surestiment les possibilités d'application pratique prochaine des réactions nucléaires à la production d'énergie électrique, et méconnaissent notre situation actuelle en fait d'approvisionnement en énergie électrique. Scientifiquement, le problème de la production d'énergie électrique dans des centrales nucléaires peut être considéré comme résolu. Mais cela ne suffit pas: il faudra éclaircir encore de nombreuses questions techniques, ce qui exigera de nombreuses années. Il est difficile de prévoir à quel moment l'on produira dans notre pays des quantités notables d'énergie électrique dans des centrales nucléaires; les experts estiment cependant qu'il ne faut pas compter que cela soit avant 1965. D'autre part, la demande d'énergie électrique augmente sans cesse. Alors que la consommation annuelle d'énergie électrique dans le pays (sans les fournitures aux chaudières électriques et aux pompes pour l'élevation de l'eau dans les bassins d'accumulation) est actuellement de 12,5 milliards de kWh environ, on peut admettre que — si la conjoncture économique reste favorable — elle sera d'environ 17,5 milliards de kWh durant l'année hydrographique 1961/62, dont 9 milliards de kWh durant le semestre d'hiver. D'un autre côté, on estime que la production moyenne possible de l'ensemble des centrales actuellement en service ou en construction se montera à 9,75 milliards de kWh durant le semestre d'hiver 1961/62; en cas d'extrême sécheresse, cependant, cette production pourrait descendre jusqu'à 8 milliards de kWh. Donc, bien que l'activité soit aujourd'hui extrêmement intense dans le domaine de la réalisation d'aménagements hydroélectriques, 10 % environ des besoins devraient durant l'hiver 1961/62 — en cas de mauvaise hydraulicité et si aucun autre aménagement n'était entrepris d'ici là — être couverts grâce à la production thermique ou aux importations. L'extension constante de la demande d'énergie électrique nous interdit donc de ralentir le rythme de l'aménagement de nos forces hydrauliques en nous fondant uniquement sur les espoirs encore vagues que fait naître l'énergie nucléaire. Remarquons d'ailleurs en passant que les Etats-Unis d'Amérique — le pays le plus avancé dans le domaine de la construction de centrales nucléaires — continuent d'aménager leurs forces hydrauliques sur une grande échelle.

Pour différentes raisons, nous serons obligés de continuer d'aménager nos forces hydrauliques même lorsque notre industrie de l'électricité aura à sa disposition des centrales nucléaires. Tout d'abord, il faut tenir compte du fait que les matières premières fissiles, uranium et thorium, doivent être importées: nous serons donc, ici aussi, dans la dépendance de l'étranger. L'énergie hydraulique par contre, notre seule matière première nationale, est à notre entière disposition. D'autre part, on ne peut pas encore, à l'heure actuelle, dire avec précision quel sera le coût de l'énergie électrique produite par les centrales nucléaires; tout ce que l'on peut constater, c'est que l'énergie produite par les centrales nucléaires actuellement en service ou en construction est plus chère que celle que produisent nos centrales hydrauliques. Il est probable que le coût de l'énergie nucléaire diminuera encore; mais personne ne sait aujourd'hui si les centrales nucléaires pourront un jour produire de l'énergie électrique à meilleur marché que nos centrales hydrauliques.

Tôt ou tard, cependant, nous construirons nous aussi des réacteurs nucléaires destinés à la production d'énergie électrique. On estime que nos forces hydrauliques seront complètement aménagées dans 20 ou 30 ans d'ici, si bien que les centrales nucléaires seront alors les bienvenues. Les entreprises suisses d'électricité poursuivent donc avec le plus grand intérêt l'évolution qui se dessine dans le domaine de l'énergie nucléaire. Elles participent pour un montant de 5 millions de francs au coût de la centrale nucléaire d'essai de Wurenlingen.

En résumé, on peut constater que notre pays sera obligé de faire appel dans un délai relativement court à l'énergie nucléaire, mais que, d'autre part, il est absolument nécessaire de continuer l'aménagement de nos forces hydrauliques. Pour notre industrie de l'énergie, le mot d'ordre n'est donc pas «centrales nucléaires *ou* centrales hydrauliques», mais bien «centrales nucléaires *et* centrales hydrauliques».

Wi. (Sa.)

Organisations internationales

Commission de l'Energie de l'OECE

Le Conseil de l'OECE a décidé la création d'une Commission de l'Energie dont la composition est la suivante:

Sir Harold Hartley (Royaume-Uni), président de la Conférence Mondiale de l'Energie, président;
M. Jacques Desrousseaux (France);
M. H. D. Fransen (Suède);
M. F. Giordani (Italie);
M. H. Niesz (Suisse);
M. G. A. Tuyl Schuitemaker (Pays-Bas);
M. F. W. Ziervogel (Allemagne);
M. P. Uri (Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier).

Les membres de la Commission ont été choisis à titre personnel en raison de la connaissance qu'ils ont des problèmes généraux de l'énergie et de l'autorité qu'ils ont acquise au sein de l'OECE ou dans leurs pays respectifs.

La tâche de la Commission est la suivante:

a) Recueillir tous renseignements utiles au sujet des be-

soins et de l'approvisionnement des pays membres en toutes formes d'énergie, dans le passé récent et, dans la mesure du possible, dans les années à venir;

b) Examiner les principaux problèmes, notamment économiques et financiers, qui se posent pour les pays membres à cet égard, et confronter les méthodes que les pays membres utilisent ou comptent utiliser pour les résoudre;

c) Formuler des propositions tendant à améliorer les solutions de ces problèmes par la voie de la coopération au sein de l'Organisation.

Congrès et Sessions

Réunion d'électrothermie à Essen

La réunion annuelle allemande d'électrothermie se tiendra cette année à Essen du 9 au 10 novembre. Les principaux thèmes choisis sont les suivants:

Les problèmes techniques relatifs à l'électrothermie qui se posent aux producteurs et distributeurs d'énergie électrique,

Echange de vues sur les effets gênants des fours à arcs,

Applications électrothermiques dans la métallurgie du fer et des métaux non ferreux.

Les membres de l'UCS qui s'intéressent à cette réunion peuvent s'adresser au Secrétariat de l'UCS, qui leur fera parvenir une invitation.

Construction d'usines

Inauguration de l'aménagement hydroélectrique de Marmorera

L'aménagement hydroélectrique de Marmorera, qui fait partie du groupe d'usines des Grisons de la ville de Zurich, a été solennellement inauguré le 14 septembre 1955. Il exploite principalement les eaux de la Julia et du Fallerbach, qui s'accumulent dans un bassin de 60 millions de m³ derrière le barrage de Castilleto. La production moyenne annuelle possible de cet aménagement (y compris l'augmentation de la production des centrales de Tiefencastel et de Sils) se monte à 216 GWh, dont 145 GWh en hiver. La production d'énergie avait déjà pu débuter à la centrale de Tinizong le 7 octobre 1953, l'exploitation se faisant au fil de l'eau. Le premier remplissage du bassin d'accumulation commença le 4 août 1954.

Mises en service d'équipement à 225 kV à l'Aare-Tessin S. A. d'électricité

Ligne du Lukmanier

Comme on le sait, c'est au cours de l'année 1953 que la tension de service de cette ligne — plus précisément du tronçon Lavorgo–Amsteg–Mettlen — a été portée à 225 kV. Un terne de la ligne Amsteg–Mettlen, qui en comprend deux, est depuis lors exploité sous une tension de 225 kV.

Ligne Mettlen–Goesgen

La ligne à 150 kV existante a été transformée de façon à ce que la tension puisse être portée à 225 kV pour l'un des deux ternes, l'autre restant à 150 kV. La mise en service de la ligne ainsi modifiée s'est effectuée *le 21 août 1955.*

Poste de couplage de Goesgen

Le nouveau poste couplage à 225 kV de Goesgen est relié à l'ancien poste à 150 kV par l'intermédiaire de deux transformateurs de 225/150 kV. Leur puissance est de 125 MVA, mais on peut les surcharger jusqu'à 150 MVA. Ce nouveau poste a été également mis en service *le 21 août 1955.*

Ligne du Gothard

Pour le tronçon Airolo–Lavorgo de cette ligne, c'est *le 21 août 1955* également que la tension de service a été portée à 225 kV; quant au deuxième tronçon (Airolo–Amsteg), ainsi qu'au deuxième terne de la ligne Amsteg–Mettlen, c'est depuis le *4 octobre 1955* qu'ils sont exploités sous une tension de 225 kV.

Ligne du San Giacomo

Cette ligne, qui relie Airolo à la centrale de Ponte dans la vallée de la Formazza, est exploitée sous une tension de 225 kV depuis le *13 septembre 1955.* C'est donc la première liaison à 225 kV avec l'étranger; elle sert aux échanges d'énergie avec l'Italie du Nord.

Station du couplage de Mettlen

Lors du passage à 225 kV des deux lignes citées ci-dessus, on dut procéder à certaines modifications dans cette station de couplage et notamment à une extension du jeu de barres collectrices à 225 kV. En même temps, le système de barres collectrices doubles prévu a été perfectionné et muni d'un interrupteur de couplage.

Poste de couplage d'Airolo

Un nouveau poste de couplage à 225 kV a été construit à Airolo pour l'arrivée et le départ de la ligne du Gothard et le raccordement de la ligne du San Giacomo. C'est à ce poste de couplage que l'énergie produite par l'usine du Lucendro passe dans le réseau par l'intermédiaire de transformateurs. La ligne du Nufenen — qui est encore exploitée sous une tension de 150 kV — y est raccordée par un transformateur de couplage de 150/225 kV.

Achèvement de la ligne à 225 kV Riddes—Col du Sanetsch—Muhleberg (ligne du Sanetsch)

La ligne à 225 kV, longue de 100 km, qui relie entre elles les centrales de Riddes et de Muhleberg vient d'être achevée; les travaux ont duré deux ans. Les travaux de la ligne qui prolongera celle du Sanetsch jusqu'à la centrale de Laufenbourg, en passant par Bickigen, Pfaffnau et Olten, ont commencé en août.

Personalia

M. *Herbert F. Mueller,* Dr Ing. habil., directeur du Centre de recherche pour l'économie de l'énergie à l'Ecole Polytechnique de Karlsruhe, vient d'être nommé «apl. Professor». Après plusieurs années passées dans l'industrie, à l'Union allemande des producteurs et distributeurs d'électricité ainsi qu'auprès de diverses universités, *H. F. Mueller* commança en 1949 son activité à l'Ecole Polytechnique de Karlsruhe, et fonda en même temps la «Gesellschaft für praktische Energiekunde». Le Centre de recherche pour l'économie de l'énergie, qu'il dirige, a été officiellement reconnu par l'Etat en 1954 comme institution de l'Ecole Polytechnique de Karlsruhe. *H. F. Mueller* est largement connu dans le monde de l'économie de l'énergie en tant qu'auteur et pédagogue. Le périodique «Praktische Energiekunde» et la série de publications «Beiträge zur praktischen Energiewirtschaft» donnent un aperçu régulier du travail qui se fait au Centre de recherche pour l'économie de l'énergie de Karlsruhe.

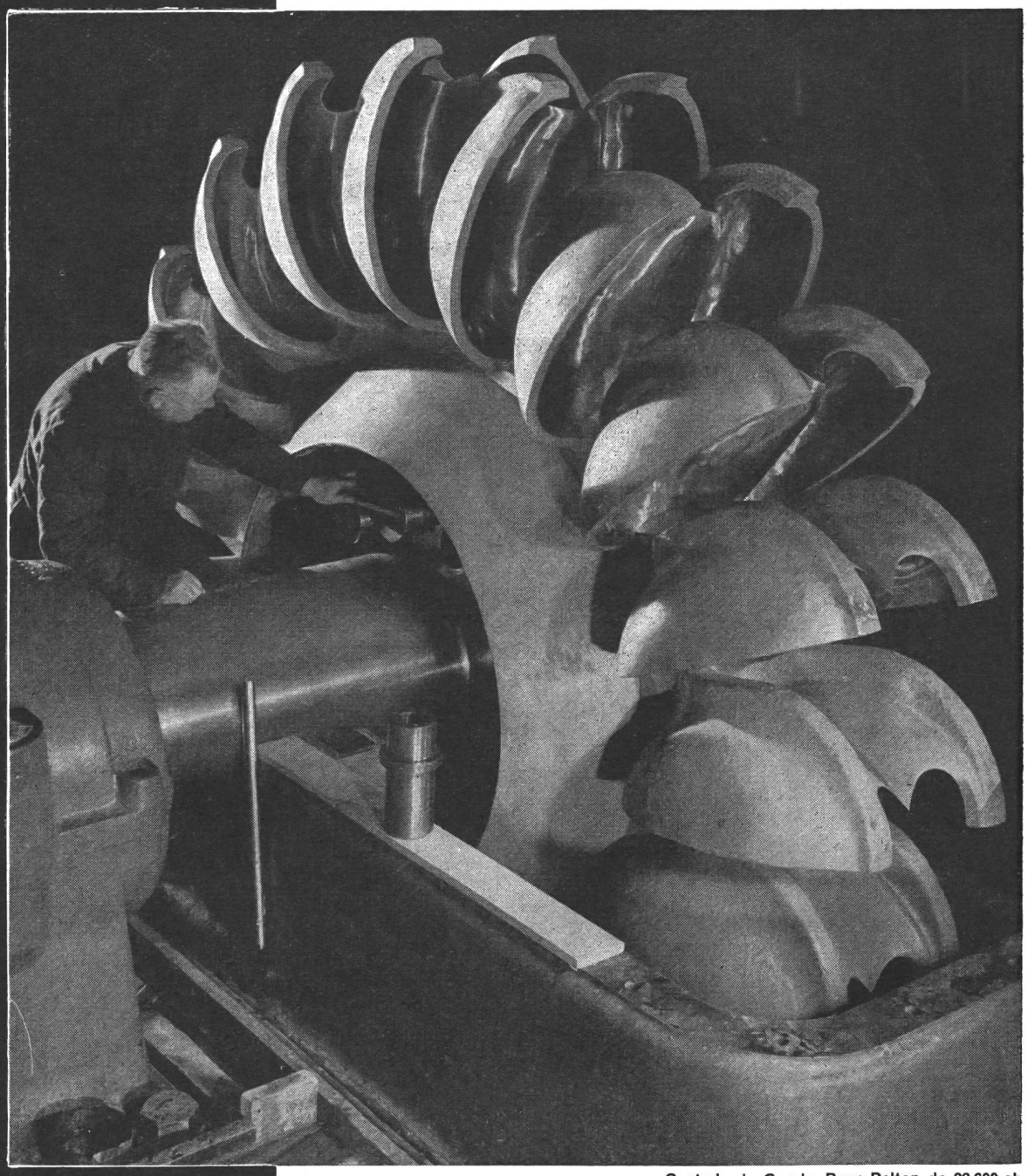
Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich.

Rédacteur: *Ch. Morel,* ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.

TURBINES HYDRAULIQUES

Vevey



Centrale de Gondo, Roue Pelton de 22 600 ch

Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S.A.
Vevey/Suisse

Equipements complets pour l'utilisation des chutes d'eau.

1424

ELEKTRISCHE UHREN

FAVAG

Fabrik elektrischer Apparate AG.

NEUCHATEL

SEUL LE RHODIUM

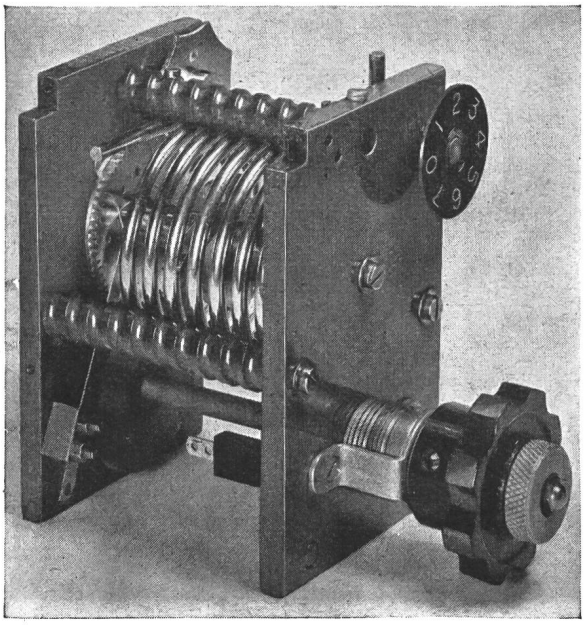
garantit

une RÉSISTANCE de CONTACT FAIBLE et STABLE

une GRANDE DURETÉ

une GRANDE RÉSISTANCE à l'ABRASION

une PROTECTION EXCEPTIONNELLE contre la CORROSION



Quelle que soit la complication des pièces à traiter, le laboratoire spécialisé de

l'USINE GENEVOISE DE DÉGROSSISSAGE D'OR

assure un dépôt parfait à l'emplacement désigné et à l'épaisseur exigée.