

Zeitschrift:	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber:	Association suisse des électriciens
Band:	48 (1957)
Heft:	1
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: 20.01.2026

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

A l'occasion du nouvel an

Les Pages de l'UCS, cette nouvelle rubrique du Bulletin de l'ASE, entrent dans leur quatrième année d'existence. Qu'il nous soit permis à cette occasion de jeter un regard en arrière et de tirer de cet examen du passé quelques conclusions pour l'avenir.

Quel est le but que nous nous sommes proposés en créant les Pages de l'UCS? Le voici en peu de mots: rassembler sous une rubrique spéciale la matière intéressant plus particulièrement les entreprises d'électricité, et la compléter par des communiqués concernant l'activité des organes de l'UCS, afin d'intensifier le contact de l'union avec ses membres. D'après les échos qui nous sont parvenus, nous croyons pouvoir prétendre que des progrès ont été accomplis dans cette direction, mais nous sommes parfaitement conscients qu'il nous reste encore beaucoup à faire pour atteindre notre but. Nous remercions chaleureusement tous ceux qui ont soutenus jusqu'ici nos efforts.

Nous avons publié des articles originaux sur divers problèmes particuliers de l'économie de l'énergie et de l'exploitation; nous nous sommes efforcés également, en publiant des extraits et des résumés de travaux déjà parus, d'attirer l'attention de nos lecteurs sur les importantes questions qui intéressent actuellement nos milieux, telles que les projets d'intégration européenne de l'industrie de l'électricité, les progrès de l'utilisation de l'énergie nucléaire et les principes de la tarification; enfin, nous avons traité plus particulièrement des questions d'exploitation des réseaux et de l'organisation de l'exploitation.

Nous continuerons d'étudier dans les Pages de l'UCS toutes sortes de questions d'actualité, car nous estimons que c'est là une des parties les plus importantes de notre tâche. Mais dans ce domaine, comme en ce qui concerne les communications sur les problèmes pratiques de l'exploitation, nous dépendons en grande partie de la collaboration des spécialistes. Nous savons qu'il est difficile à de nombreux d'entre eux d'échanger la règle à calcul contre la plume de l'écrivain. Le temps manque aussi souvent pour coucher sur le papier les observations faites et l'expérience acquise. Mais ces obstacles ne sont pas insurmontables. Tout d'abord, la rédaction est là, qui peut faire un article avec de simples notes rapides. D'autre part, nous voudrions en appeler aux entreprises pour qu'elles accordent autant que possible à leurs collaborateurs le temps nécessaire pour donner forme aux excellentes idées dont ils sont souvent remplis. Les communications publiées dans les Pages de l'UCS le sont pour le plus grand profit de tous!

Tout comme le secrétariat de l'UCS, la rédaction des Pages de l'UCS emménagera au cours de la première moitié de janvier dans les nouveaux bureaux de la place de la gare, à Zurich: ils sont si proches de la gare principale que nombreux seront sans doute dorénavant ceux qui passeront rapidement à la rédaction pour exposer leurs désirs et suggestions, ou même pour discuter de la matière d'un futur article, qui aurait sans cela disparu au fond d'un tiroir.

Puissent les «Pages de l'UCS» continuer de rendre service à nos membres en mettant à leur disposition une documentation toujours plus riche dans tous les domaines de leur activité!

*Union des Centrales Suisses d'électricité
Rédaction des Pages de l'UCS*

Principes fondamentaux de la détermination du prix de l'énergie électrique

Par W. Goldschmid, Baden

658.8.03

Nach einer kurzen Betrachtung der Preisbildungstheorie kommt der Verfasser zum Schluss, dass die Preisbildung auf Grund der kurzfristigen Grenzkosten, die bei der thermischen Erzeugung sinnvolle Lösungen ermöglicht, bei der hydraulischen Produktion in der Bestimmung der Volkskosten nicht mehr weiter zu helfen vermag. Eine kostenechte Tarifbildung muss somit von der Aufteilung der leistungsabhängigen Kosten ausgehen. Anderseits spielt nachfrageseitig die Wertschätzung eine grosse Rolle in der Preisbildung. Der richtige Weg liegt in der sinnvollen Anwendung beider Grundsätze. In den letzten 30 Jahren haben sich die Belastungsverhältnisse wesentlich geändert, so dass gewisse Tarife und Tarifformen, die vor Jahren noch durchaus geeignet waren, heute nicht mehr zu verantworten sind und somit angepasst werden müssen. Wird diese Anpassung unterlassen, so besteht die Gefahr einerseits einer Störung des finanziellen Gleichgewichtes der Elektrizitätswerke, andererseits einer für die allgemeine Volkswirtschaft nachteiligen Fehlorientierung in der Wahl der Energieträger.

Nachsatz der Redaktion: *Die Theorie der Preisbildung auf Grund der langfristigen Grenzkosten, die ohne Schwierigkeit auch auf die hydraulische Erzeugung mit Erfolg anwendbar ist, führt zu den gleichen Schlussfolgerungen hinsichtlich des allgemeinen Preisniveaus der elektrischen Energie und der Differenzierung der Preise innerhalb dieses allgemeinen Niveaus.*

Depuis que l'on produit et vend de l'énergie électrique, les tentatives se sont multipliées d'établir les frais de production et de distribution et de les répartir entre des preneurs isolés, des groupes d'abonnés, ou selon l'emploi de l'énergie, de manière à fixer les prix sur cette base ou à vérifier les prix déjà en vigueur, l'intention étant de créer ainsi des tarifs adaptés au coût.

Le postulat de la *conformité aux coûts* se rattache aux principes mêmes de l'économie politique, qui démontre qu'en concurrence libre les prix s'adaptent aux coûts marginaux. Dans l'hypothèse d'une *libre concurrence*, l'économie a tendance à rechercher un équilibre tel que, pour un investissement de moyens de production donné, les recettes marginales soient les mêmes dans tous les secteurs de cette économie. Un tel équilibre correspondrait à un maximum de bien-être national. En pratique, cet idéal théorique ne se réalise que plus ou moins.

Les entreprises de *transports* et celles dites *d'approvisionnement*, au nombre desquelles figurent les entreprises d'électricité, sont des exemples typiques de monopoles économiquement nécessaires. Il faut ici limiter la libre concurrence, afin d'éviter des investissements inutiles. Alors que dans un marché libre l'adaptation des prix aux coûts de production se fait naturellement, il faut l'introduire artificiellement dans le cas des monopoles.

Il est généralement admis que, dans le cas de la distribution d'énergie électrique, les coûts totaux (y compris une rente raisonnable du capital) doivent être en principe couverts par le prix de la fourniture et non par voie d'impôts; il s'agit en effet de satisfaire une demande *mesurable et partageable*, permettant une juste répartition des frais, et non pas de *besoins collectifs* de la communauté.

Après un bref aperçu théorique, l'auteur en vient à la conclusion que, si le calcul du prix de l'énergie basé sur le coût marginal à court terme peut donner des résultats intéressants dans le cas de la production thermique, il n'est plus daucun secours s'il s'agit d'établir les frais totaux de la production hydraulique. Pour obtenir une tarification adaptée au coût de la production, il faut donc partir de la répartition des frais de puissance. D'autre part, la valeur attribuée au service par le client joue un grand rôle dans l'établissement des prix. La bonne voie est de tenir compte raisonnable de ces deux éléments. Au cours des 30 années écoulées, le régime des charges s'est considérablement modifié, si bien que certains tarifs et modes de tarification naguère parfaitement adaptés ne se justifient plus aujourd'hui et doivent être remaniés. Faute de quoi l'équilibre financier de certaines centrales pourrait se trouver compromis et l'économie nationale elle-même pourrait se ressentir d'un choix inopportun des sources d'énergie.

Note de la rédaction: *Si l'on tient compte des coûts marginaux à long terme, la théorie marginaliste, qui s'applique d'ailleurs sans peine et avec profit à la production hydraulique, conduit aux mêmes conclusions en ce qui concerne le niveau général des prix de l'énergie électrique et la différenciation des prix à ce niveau.*

Quant à la manière de couvrir ces frais, il subsiste encore certaines indéterminations.

Même le principe de la *vente au coût marginal*, qui depuis quelques années alimente les discussions des milieux internationaux spécialisés, ne conduit à aucune solution vraiment nouvelle. Tenant compte de la structure du coût qui, dans l'économie électrique suisse, se compose presqu'entièrement de *frais fixes*, nous devons nous en tenir aux principes suivants:

En un point précis du diagramme de charge journalier, le coût de production résulte d'un mélange des coûts inhérents à chacune des installations en service à cet instant. La combinaison des installations en jeu et, partant, le mélange des coûts y afférents varie constamment au gré des fluctuations de la charge. Avec notre production essentiellement *hydraulique*, il importe d'observer qu'il s'agit là d'une variation du coût total et non pas seulement du coût proportionnel. La théorie marginale, pour autant qu'elle a en vue la variation à court terme des coûts en fonction des variations de la charge - ce qui aboutit à des solutions judicieuses dans le cas de la production *thermique* - ne nous est plus daucun secours dans la détermination du coût total. Nous en sommes donc réduits à répartir les coûts totaux sur les kWh produits au gré de charges variables.

L'absence presque complète de frais d'exploitation apparaît notamment lorsqu'il s'agit d'utiliser pleinement des disponibilités passagères et non adaptées à la demande. La production de ces quantités d'énergie n'occasionnant pratiquement pas de frais supplémentaires, le prix ne peut en être établi sur la base du coût, mais bien par *le jeu de la concurrence*. Ce n'est qu'ainsi que se justifient par exemple certains prix très favorables pratiqués en Suisse et qui seraient impossibles dans des pays à production thermique.

Une saine tarification découlera donc logiquement de la *répartition des frais de puissance*. Il en résulte des prix par kW de puissance appelée, pour lesquels on tient compte pour plus d'exactitude non seulement de la charge de pointe, mais également des autres charges. Pour chaque catégorie de preneurs, le prix du kWh s'établit selon le prix de la puissance appelée et la *durée d'utilisation* de cette puissance. Ainsi, de fortes charges avec courte durée d'utilisation provoquent un prix résultant élevé du kWh, tandis que les preneurs réalisant de fortes durées d'utilisation bénéficient d'un prix du kWh très favorable.

Un système tarifaire basé sur de tels principes ne peut être qu'*approximativement juste*, car on ne peut éviter un certain arbitraire dans la répartition des frais, et car la mesure de la responsabilité à la pointe des différents groupes de consommateurs ne peut être qu'approximative. Il n'est donc pas nécessaire de tenir compte de petites variations de la demande. En revanche, de profondes et durables modifications de structure devraient se refléter aussi dans les tarifs.

Comment se comporte un tarif ayant une telle structure du point de vue de la demande? L'économie politique, on le sait, part du principe que c'est le désir d'achat du preneur, c'est-à-dire *la valeur d'usage*, et non les frais de production qui déterminent les prix. Si l'acheteur n'est pas disposé à payer un prix qui couvre les frais de production, il faut renoncer à cette production pour éviter des pertes.

A l'égard de l'énergie électrique, le désir d'achat varie beaucoup selon les applications. C'est pour cela que la tarification s'est souvent fondée sur une adaptation des prix à la *faculté de concurrence de l'électricité*, cette différenciation des prix selon la demande étant orientée de façon à assurer la couverture des frais totaux. Il s'ensuit que certains preneurs ne couvrent pas les frais les concernant, ce sont d'autres qui, payant plus que leur part, assurent la couverture des pertes. L'échelonnement des prix selon ces principes paraît indispensable, car sans cela certaines quantités d'énergie ne trouveraient pas preneur. Etant donnée la structure des frais fixes, il s'ensuivrait que la production placée se payerait encore plus cher que lorsque certaines livraisons se font à perte.

A première vue, la tarification selon ce principe de la valeur d'usage semble théoriquement et pratiquement la seule exacte, et il semble que les deux modes de tarification évoqués — selon le prix de revient ou selon la concurrence — soient inconciliables. Ce n'est toutefois pas nécessairement le cas.

Nous avons déjà mentionné que pour certaines fournitures l'on ne peut fixer de limite inférieure du prix, ou tout au plus une limite très basse. Il n'est pas nécessaire pour cela qu'il y ait surproduction par hydraulité extraordinairement favorable, mais, selon l'allure du diagramme de charge, il peut s'agir simplement de fournitures hors pointe. Cependant, au cours des ans le développement de la consommation peut occasionner certains changements. Mais une tarification déterminée par le prix

de revient laisse toujours un certain champ libre à l'appréciation, dans ce sens que la limite inférieure du prix qu'impose le prix de revient est encore sensiblement au-dessous d'une valeur permettant le jeu de la concurrence. Dans ces conditions, il est indiqué que le prix soit *déterminé par la demande*.

Il ressort de ce que nous avons vu ci-dessus, que le champ laissé à la valeur d'usage n'est pas illimité. Si la tarification, ne se préoccupant pas du coût de la production, établit la différenciation des prix sur la seule concurrence, il peut s'ensuivre pour l'économie nationale de sensibles pertes. Il serait alors possible notamment de concurrencer d'autres formes d'énergie qui pour certains usages seraient aussi bien désignés que l'électricité, et cela à moindres frais. Les pertes viendraient alors d'une diminution de rente sur l'énergie de valeur, une part plus grande du bénéfice devant être affectée à la couverture des frais totaux.

Il importe donc de *tenir compte du coût* au moins dans tous les cas où l'allure de la charge joue un rôle prépondérant, c'est-à-dire chaque fois que pour satisfaire à la demande il faut faire appel à de l'énergie adaptée à la *consommation*, relativement chère. Les conditions peuvent alors changer considérablement avec le temps et une tarification primitivement bonne peut être largement dépassée par les événements. Du point de vue économique, il serait alors faux de céder à d'autres considérations pour ne pas réadapter les tarifs. Il est certainement bon de maintenir le plus longtemps possible les tarifs stables, mais devant un décalage fondamental des frais l'on ne doit pas hésiter à procéder aux rajustements qui en découlent.

Il est par exemple certains cas où l'octroi de tarifs très favorables pour l'énergie de nuit a provoqué avec le temps une modification fondamentale de la charge de nuit. Une nouvelle étude des conditions pourrait maintenant conduire éventuellement à revoir le prix établi naguère sur la valeur d'usage, pour mieux l'adapter au coût.

Bien des réseaux ont, vers les années trente, vivement encouragé le développement de la *cuisson à l'électricité* dans les ménages. Ce développement a eu pour conséquence que les deux pointes de charge qu'enregistraient ces réseaux de distribution le matin à 8 h et le soir à 17 h ont été dépassées par une pointe très marquée à midi. Les conditions varient naturellement beaucoup d'une localité ou d'une région à l'autre; on peut néanmoins affirmer d'une façon générale qu'aujourd'hui le maintien, pour l'énergie absorbée de jour par les ménages, des mêmes prix qu'au début des années trente ne donne plus satisfaction. Il ne saurait être question, dans le cadre de cet article, de développements et de calculs qui d'ailleurs se présenteraient très différemment d'une entreprise d'électricité à l'autre. Il convient, en revanche, de souligner les aspects fondamentaux de cette question.

Au cours des ans, l'équivalence, qui primitive servait de base à certains tarifs, a subi un décalage dû au renchérissement des autres formes d'énergie. Il en est résulté un abaissement relatif

du prix de l'électricité, qui aujourd'hui ne se justifie plus, même au nom de la concurrence. C'est là certainement une des causes du développement en flèche de la cuisson électrique, alors que la cuisson au gaz progressait à peine.

Un examen plus serré des statistiques oblige les milieux spécialisés à se demander très sérieusement si un développement excessif dans ce sens ne serait pas préjudiciable à l'économie nationale. *Ne pas entraver le développement naturel des autres sources d'énergie par des tarifs inadaptés au coût* constitue de nos jours un problème digne d'attention. Certes les prix ne sont pas seuls à déterminer le développement des différentes sources d'énergie; il faut néanmoins veiller à ce qu'ils ne faussent pas le jeu de la libre concurrence.

Il ressort de ce qui précède que la nécessité d'adapter les prix au coût devrait se traduire par la *revision de certains tarifs*. Selon le principe de

la couverture des coûts totaux, cela conduirait à compenser les hausses nécessaires par des baisses correspondantes. Il ne s'agit donc pas d'une hausse générale des tarifs. En revanche, il nous paraît pratiquement indiqué de procéder à ces rajustements à l'occasion précisément de certains remaniements de tarifs.

Il est bien clair que ces considérations ne manqueront pas de soulever des contradictions. Mais les arguments que l'on pourrait leur opposer proviennent d'une conception trop étroite des choses, qui fait placer au premier rang la forme d'énergie dont on s'occupe journellement, et perdre de vue l'ensemble des contingences économiques. Une telle attitude est certes compréhensible, mais ne doit pas conduire à s'opposer catégoriquement à des conclusions économiquement justes.

Fr. : Ra

Adresse de l'auteur:

D^r W. Goldschmid, Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden (AG).

Expériences faites avec la protection différentielle des transformateurs

Par F. Schär, Olten

621.314.21 : 621.316.925.2

A l'aide d'une statistique, l'auteur montre qu'à côté de la protection «Buchholz» des transformateurs, la protection différentielle a aussi sa raison d'être. Il parle brièvement de son réglage et de sa mise en service, pour décrire enfin, se fondant sur trois exemples concrets, des déclenchements couronnés de succès.

Généralités

Bien que l'utilité de la *protection différentielle* soit théoriquement élucidée et pratiquement démontrée, il vaut la peine d'examiner de temps à autre son application à la lumière des expériences d'exploitation. On sait, par exemple, que la *protection Buchholz*, basée sur le dégagement de gaz, est très sensible aux défauts internes; de plus, cette protection des transformateurs est très peu sensible aux surintensités et, par conséquent, aux déclenchements superflus. On se demande donc parfois s'il n'est pas suffisant de n'équiper les transformateurs que d'une protection Buchholz. Malheureusement, celle-ci ne remédie qu'aux défauts sous le couvercle, donc dans l'huile, à l'exclusion des défauts aux bornes et des courts-circuits apparaissant entre les interrupteurs situés de part et d'autre du transformateur. Si de tels défauts ne se produisaient que très rarement, on pourrait se demander s'il vaut la peine d'installer une protection différentielle. A cet égard, le tableau I, relatif aux perturbations survenues aux transformateurs de l'*usine de Goesgen*, présente un certain intérêt. Il date de l'époque durant laquelle les transformateurs déjà en service étaient équipés peu à peu de la protection différentielle, et montre clairement les progrès réalisés grâce à elle.

Il est remarquable de constater tout d'abord, grâce au tableau I, que la plus grande partie des perturbations (11 sur 12) ont eu lieu à l'*extérieur de la cuve d'huile*. On voit ensuite que, dans les 4 cas où les transformateurs étaient munis de la protection différentielle, seuls les deux interrup-

An Hand einer Statistik wird gezeigt, dass neben dem Buchholzschutz für Transformatoren, auch der Differentialschutz seine Berechtigung hat. Es wird kurz auf Einstellung und Inbetriebsetzung eingegangen. Zum Schluss werden drei Beispiele erfolgreicher Auslösungen etwas genauer beschrieben.

teurs du transformateur ont déclenché, alors que sans cette protection il y en avait jusqu'à six. C'est facile à comprendre, étant donné que lors de défauts en dehors de la cuve d'huile, qui ne font pas réagir la protection Buchholz, le déclenchement de toutes les lignes d'alimentation ou des transformateurs en parallèle est nécessaire. La protection différentielle, qui assure la disjonction sélective du transformateur affecté du défaut, s'est donc révélée très avantageuse.

Réglage

Il est naturellement important d'ajuster convenablement la protection différentielle. Le courant différentiel, qui résulte des rapports de transformation des transformateurs d'intensité, ne doit pas atteindre la valeur du courant de déclenchement du relais en cas de court-circuit externe, même dans la position la plus défavorable du commutateur de prises et pour un multiple de l'intensité nominale du transformateur. Ce courant de déclenchement se calcule le plus simplement d'après la formule

$$I_a = \sqrt{\left(\frac{G}{100} \cdot I_n\right)^2 + \left(\frac{H}{100} \cdot I_h\right)^2}$$

dans laquelle les lettres ont la signification suivante:

I_a courant de déclenchement secondaire du relais (courant différentiel).

G position de réglage en %. Celle-ci doit être en tous cas suffisante pour que le couple antago-

Perturbations survenues aux transformateurs de l'usine de Goesgen

Tableau I

	Année	1935	1938	1939	1939	1939	1942	1942	1945	1945	1946	1947	1947
	Mois	7	4	7	4	8	3	6	2	3	10	5	8
	Jour	1	16	11	5	23	7	1	5	22	26	31	21
	Heure	19.13	20.25	16.32	20.00	23.05	10.41	06.44	15.57	06.59	20.02	21.56	19.00
1. Transformateurs dans les postes en plein air									x	x			
Défauts internes													
Défauts aux bornes													
Contournements ou autres défauts dans le domaine de protection du relais différentiel .									x	x			
2. Transformateurs dans les postes intérieurs	x			x	x	x							
Défauts internes											x		
Défauts internes empêchés . .												x	
Défauts aux bornes						x							x
Défauts aux lignes d'aménée et aux interrupteurs des transformateurs	x						x	x					
Nature incertaine		x	x	x									
3. Perturbations aux transformateurs avec protection différentielle .									x	x	x	x	
sans protection différentielle .	x					x							
4. Interrupteurs ayant déclenché (interrupteurs de transformateurs et de lignes)	2	3	4	5	6	4	2	2	2	2	2	2	5
5. Lieu									x	x	x	x	
Station A													
Station B	x						x						
Station C ¹⁾		x	x	x									
Station D						x							
Station E ¹⁾							x						

Nombre total de défauts dans le domaine de la protection différentielle des transformateurs: 12, dont

à l'intérieur	1
à l'extérieur	8
incertains	3

¹⁾ Il n'est pas exclu que dans ces installations se soient produits d'autres défauts dont nous n'avons pas eu connaissance.

niste du relais lorsque le transformateur n'est pas chargé, dû au courant à vide, soit surcompensé.

I_n courant nominal du relais, par exemple 5 A.

H rapport de maintien en %. Il doit être choisi de telle sorte que le courant différentiel dû à une inégalité des transformateurs d'intensité ou à une position défavorable du commutateur de prises n'atteigne pas la valeur de I_a , même pour un multiple du courant nominal.

I_h courant de transit ou courant de maintien secondaire du relais.

On obtient une très bonne image de la sécurité contre les déclenchements indésirables provoqués par des courts-circuits survenus en dehors du domaine protégé en portant sur la même feuille la courbe du courant différentiel et celle du courant

de déclenchement. En choisissant la position de réglage, on veillera à maintenir une marge de sécurité d'environ 5 à 10 % entre les deux caractéristiques; autrement dit ces deux courbes doivent présenter partout une distance de 0,4 à 0,5 A. La fig. 1 illustre ce qui précède.

Mise en service

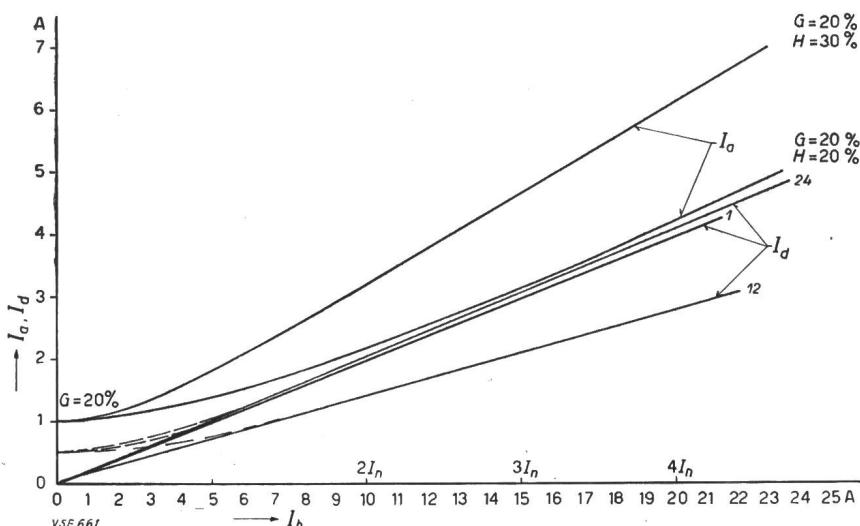
La mise en service ne demande pas moins de soin que le réglage. Il est à conseiller de procéder à un essai en court-circuit sur génératrice séparée — s'il y en a une — simulant des défauts situés à l'intérieur et à l'extérieur du domaine de protection. L'essai le plus important est celui où le défaut est «à l'extérieur», étant donné qu'alors les courants différentiels dans toutes les trois phases ne doivent présenter qu'une faible intensité par rap-

port au courant de transit. Ils doivent correspondre à la valeur calculée d'avance. Par contre, si le défaut est «à l'intérieur», le courant différentiel doit être égal au courant de phase. Il est aisément de voir que ce deuxième essai, à lui seul, simule aussi

Le 8 septembre 1954, à la suite d'une surtension due à un orage, un court-circuit entre spires se produisit au transformateur d'intensité d'une cellule de transformateur. Comme toujours, ce dernier était hors service pendant la nuit où la per-

Fig. 1
Caractéristiques du courant de déclenchement et du courant différentiel de la protection différentielle de transformateurs

I_a courant de déclenchement
 I_d courant différentiel
 I_h courant de maintien (courant de transit)
 I_n courant nominal du relais (ici 5 A)
 G position de réglage
 H rapport de maintien
Les chiffres figurant à côté des courbes I_d indiquent la position du commutateur de prises.
Pour les positions 1 et 24, le courant différentiel atteint presque le courant de déclenchement, et il est nécessaire de choisir un rapport de maintien de 30 % pour la position de réglage de 20 %.



un fonctionnement correct lorsque le courant différentiel est provoqué par des *fautes de couplage*. C'est pourquoi il convient d'attribuer plus d'importance à l'essai avec défaut artificiel situé à l'extérieur.

Toutefois, on n'a pas toujours une génératrice séparée pour effectuer ces essais. On peut y parer jusqu'à un certain point par le *contrôle de la polarité* des transformateurs d'intensité et des appareils intermédiaires éventuels. Il est alors important de contrôler les courants différentiels après la mise en service. Il est beaucoup plus facile de repérer des défauts de couplage éventuels lorsqu'on peut mesurer non seulement les courants du côté secondaire, mais aussi *leurs phases*. On veillera également à ce que les circuits galvaniquement solidaires du côté secondaire ne soient mis à la terre qu'en un seul point. En supprimant momentanément cette mise à terre, il est facile de contrôler cette exigence au moyen d'un ohmmètre.

Si l'on tient compte de ces quelques exigences majeures lors du réglage et si l'on procède à la mise en service consciencieusement et avec soin, la protection différentielle fonctionne toujours correctement, avec un minimum de surveillance.

Deux exemples de déclenchement réussi par protection différentielle

Le 26 octobre 1946, une perturbation survint à un transformateur de réglage. Le niveau de l'huile s'était abaissé sans qu'on s'en aperçoive à tel point que la fixation par vis de l'un des conducteurs allant au commutateur de prises sortait de l'huile. Par suite d'une surtension, un arc s'amorça à cet endroit. L'arc, qui était très intense, fut déclenché instantanément par la protection différentielle. Le dommage causé fut insignifiant.

turbation survint. Le matin suivant, on ne put pas le réenclencher, parce que la protection différentielle s'y opposait. L'examen montra que le transformateur d'intensité présentait un court-circuit entre spires du côté primaire. Comme les compteurs pour la vente d'énergie sont alimentés par ces mêmes transformateurs d'intensité, la découverte immédiate du défaut grâce à la protection différentielle était particulièrement intéressante.

Exemple d'une perturbation sélectionnée grâce à la protection différentielle et aux relais de distance

La fig. 2 donne le schéma de principe du réseau à 150 kV lors du défaut.

Quant à la perturbation elle-même, on peut en suivre l'évolution sur l'oscillogramme relevé à cette occasion (fig. 3). Au point 1, un défaut à la terre se produit à la sous-station de Lachmatt sur la phase T à l'isolateur de traversée — de type ancien — d'un transformateur. L'arc s'amorce probablement entre la porcelaine et la masse compound. Au bout de 2 périodes, au point 2 du diagramme, ce défaut à la terre est tout à fait franc.

L'arc amorcé sous la porcelaine — à cette époque le réseau était encore équipé de bobines d'extinction — échauffe fortement celle-ci et la masse compound, avec dégagement de gaz. Au point 3, l'enveloppe de porcelaine éclate. L'arc de défaut à la terre s'éteint par rupture à la valeur de crête. Cette rupture brusque provoque, par suite de l'inductance du réseau vis-à-vis de la terre, une surtension qui amorce la protection par éluateur dans la phase R du transformateur de potentiel du feeder de Mörel, à Airolo. Ce nouveau défaut à la terre aboutit au bout de 6 périodes, point 4, à un nouvel amorçage d'arc à l'isolateur de traversée déjà fortement endommagé du transformateur de la sous-station de Lachmatt. Il en résulte un double

défaut à la terre entre les phases R et T. Cependant, au bout de 4 périodes déjà, le relais de distance et l'interrupteur à air comprimé à Airolo ont éliminé ce double défaut à la terre (point 5). A

Il est remarquable qu'en dépit de cette perturbation multiple compliquée la *durée effective du court-circuit n'a pas dépassé 4 périodes*, ce qui ne suffit même pas à provoquer un vacillement de la

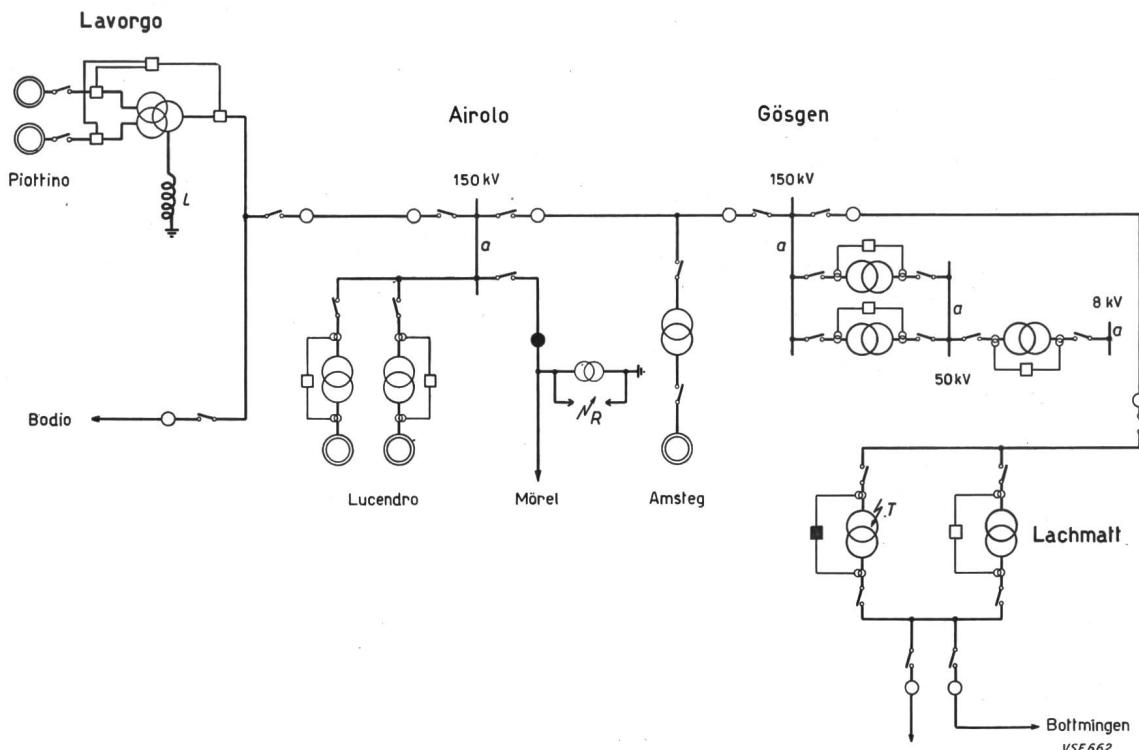


Fig. 2
Schéma de principe du réseau à 150 kV au moment de la perturbation

L bobine d'extinction	□ relais différentiels
a barres collectrices	● } relais ayant fonctionné
relais de distance	■ } endroits des défauts, avec indication de la phase affectée

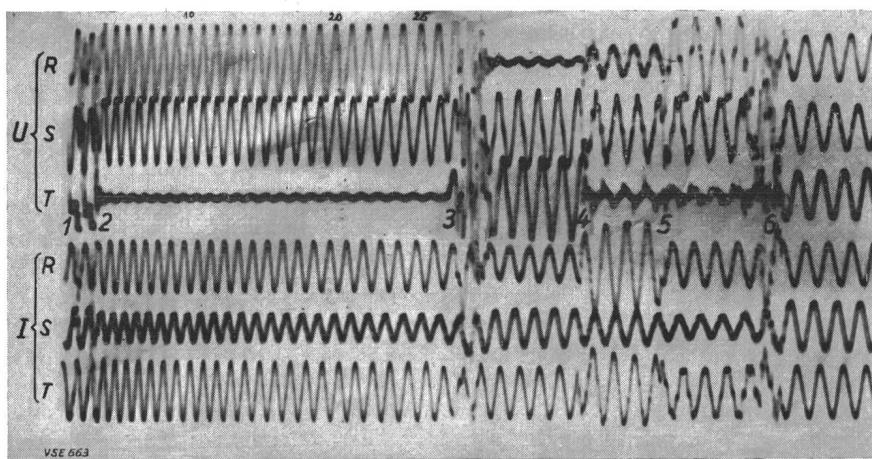


Fig. 3
Oscillogramme de la perturbation dans le réseau à 150 kV

Cet oscillogramme a été enregistré durant la perturbation à l'usine de Gösgen, sur le départ à 150 kV de Mettlen

U tensions de phase
I courants de phase

Signification des chiffres:
voir dans le texte

l'isolateur de traversée endommagé ne s'écoule plus que le courant résiduel de défaut à la terre. Celui-ci est capable de maintenir le relais différentiel du transformateur en position déclenchée jusqu'au moment où le transformateur se trouve mis sélectivement hors circuit, c'est-à-dire au bout de l'intervalle de temporisation fixé à 0,2 seconde (point 6 du diagramme).

lumière chez l'abonné; grâce à la mise hors circuit sélective du transformateur par la protection différentielle, aucune ligne importante ou autre partie d'installation ne fut déclenchée, et le service des abonnés a pu être maintenu sans interruption, malgré le grave défaut survenu.

Fr. : Bq

Adresse de l'auteur:

F. Schär, Aar et Tessin S. A. d'Electricité, Olten.

Dangers pour notre approvisionnement en énergie considéré dans son ensemble

Notre approvisionnement en énergie durant cet hiver pose des problèmes qui ne pourront être résolus que par une *collaboration étroite entre les milieux responsables de toutes les formes d'énergie*. C'est la raison pour laquelle se sont établis depuis la mi-décembre, à l'instigation de l'*Office de guerre pour l'industrie et le travail*, des contacts très étroits entre les organismes de *la branche du charbon et des huiles de chauffage, l'inspection fédérale des forêts et les entreprises d'électricité*. Le principal but de ces rencontres était d'établir en commun une appréciation exacte de la situation de notre approvisionnement en charbon, en coke, en gaz, en combustibles liquides, en bois et en énergie électrique, et de trouver ainsi des solutions tenant compte des besoins qu'ont chacune de ces diverses branches d'informer le public. Il n'est pas du tout absurde de craindre, par exemple, que le fait d'insister auprès du public uniquement sur la nécessité d'économiser le mazout et le charbon ne se traduise par des réactions d'une ampleur presque incalculable sur les autres secteurs de la consommation d'énergie. Les entreprises d'électricité, notamment, ont à plusieurs reprises dû constater que des périodes de froid rigoureux — sans parler de la diminution de la production des usines au fil de l'eau qui en résulte — peuvent être à l'origine d'un surcroît de consommation d'énergie électrique extrêmement important et conduire ainsi à une pénurie dans ce secteur. Si dans les appels adressés au public l'on demandait uniquement à ce dernier d'économiser les combustibles solides et liquides, il faudrait s'attendre — les expériences faites lors des périodes de froid le prouvent sans contestation possible — à ce que les consommateurs cherchent à satisfaire leurs besoins de chauffage en se rabattant sur l'énergie électrique.

Cet exemple prouve à lui seul toute la nécessité d'une coordination des efforts ayant pour but d'informer les consommateurs de charbon, de combustibles liquides, de bois et d'énergie électrique. Certes, à côté d'une telle campagne commune, les diverses branches de l'industrie de l'énergie ont le devoir de tenir séparément le public au courant des mesures d'économie qui pourraient se montrer nécessaires dans leur secteur particulier. C'est ainsi que la situation actuelle de *l'approvisionnement en mazout* rendra nécessaire un appel séparé à l'économie; la campagne publicitaire prévue à cet effet sera menée par prospectus recommandant des économies de chauffage, par annonces dans les journaux et par affiches. De même, l'*Union des Centrales Suisses d'électricité* a naturellement dû se réservé la liberté de renseigner régulièrement le public sur l'évolution de la consommation et des conditions de production d'énergie électrique.

Dans la réponse faite le 19 décembre devant le *Conseil national* à l'interpellation *Schaller* relative à l'approvisionnement du pays en combustibles li-

quides, M. le conseiller fédéral *Hollenstein*, chef du département fédéral de l'économie publique, a très clairement défini le sens et l'importance d'une coordination des appels au public dans les divers secteurs de l'industrie de l'énergie; au cours de sa déclaration, M. Hollenstein a souligné d'une façon très convaincante la nécessité qu'il y a de *considérer notre approvisionnement en énergie comme un tout*.

Voici, tirés de cette déclaration, que devront méditer durant cet hiver tous les consommateurs d'énergie, les passages qui intéresseront plus spécialement nos lecteurs:

«Pour comprendre la situation actuelle, il faut partir des constatations ci-après.

Aujourd'hui, l'approvisionnement global du pays en énergie est tiré, pour un tiers environ, du bois et de l'électricité. Les deux autres tiers proviennent du charbon, du coke, du gaz et de l'huile, matières pour lesquelles nous dépendons des importations et des possibilités d'entreposage du pays. L'accroissement annuel des diverses sortes d'énergie varie beaucoup. Il est particulièrement grand, depuis quelque temps, pour l'huile et l'électricité, du fait que les consommateurs donnant la préférence à ces formes d'énergie deviennent de plus en plus nombreux.

Notre approvisionnement en électricité est assuré pour l'essentiel, dans les limites de la consommation enregistrée jusqu'ici, à moins que les précipitations atmosphériques ne soient très défavorables. Il est également assuré, dans la même mesure, en ce qui concerne le charbon, le coke, le gaz, les briquettes et le bois de chauffage, la consommation de ces combustibles ne devant toutefois pas dépasser ce qu'elle a été jusqu'à présent, afin que l'approvisionnement ne soit pas entravé. Mais, ici encore, nos besoins sont à peine couverts. Compte tenu de cette situation, il est impossible de consommer des combustibles solides, du gaz ou de l'électricité pour remédier à la pénurie d'huile combustible. Les consommateurs de n'importe quels combustibles solides, de gaz et d'électricité doivent, eux aussi, être économiques et en tout cas ne pas consommer plus que jusqu'ici, pour ne pas gêner l'approvisionnement.

Afin d'éviter que notre approvisionnement devienne trop précaire cet hiver et afin de prévenir les gros inconvénients qui en résulteraient pour chaque ménage, pour l'artisanat et pour l'industrie, il faut que tous les consommateurs se tiennent aux règles suivantes: ne pas consommer plus d'énergie que précédemment; utiliser parcimonieusement l'électricité, l'huile, le charbon, le coke, le gaz, les briquettes et le bois; s'abstenir de remplacer une consommation d'énergie par une autre. Le Conseil fédéral espère que si la population observe cette ligne de conduite, les autorités n'auront pas besoin d'imposer des restrictions.»

Fr. : Sa

F. Wanner

Communications de nature économique

Production et consommation d'énergie électrique en France en 1955

31 : 311(44)

Les statistiques de la production et de la consommation d'énergie électrique en France pour 1955, ainsi que les comptes de gestion et le rapport d'activité de l'Electricité de France (EDF), ont été publiés récemment.

Comme le montre le tableau I, qui donne une *comparaison simplifiée des bilans pour 1954 et 1955*, la forte reprise constatée en 1954 dans le développement de la demande d'énergie électrique s'est maintenue en 1955. L'énergie totale fournie pour la consommation dans le pays a augmenté en 1955 de 9,4 % par rapport à 1954 (49 639 GWh contre 45 395 GWh), alors qu'elle avait augmenté de 8,9 % en 1954 par rapport à 1953. La consommation journalière maximum fut atteinte le 22 décembre 1955; elle a dépassé de 8,9 % la consommation journalière maximum de l'année précédente (157,6 GWh contre 144,7 GWh, y compris les pertes). La puissance consommée maximum s'est élevée à 8860 MW, dépassant ainsi de 6,8 % celle de l'année précédente. Comme

Comparaison simplifiée des bilans 1954 et 1955

Tableau I

	1954 GWh	1955 GWh	Variation %
<i>Energie produite nette:</i>			
Services publics	30 446	32 597	+ 7,0
Autoproducteurs	15 206	17 103	+ 12,5
Total	45 652	49 639	+ 8,9
<i>Energie importée de l'étranger .</i>			
	575	741	+ 29,0
<i>Energie exportée à l'étranger .</i>			
	- 832	- 802	- 3,7
<i>Energie totale fournie pour la consommation dans le pays</i>			
	45 395	49 639	+ 9,4
<i>Consommation industrie et traction</i>			
	32 524	35 884	+ 10,4
<i>Consommation éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises</i>			
	7 671	8 249	+ 7,5
Total	40 195	44 133	+ 9,8
<i>Energie absorbée par les pompes</i>			
	82	73	- 11,0
<i>Energie perdue dans les réseaux</i>			
	5 118	5 433	+ 6,3
Total général	45 395	49 639	+ 9,4

le montre d'ailleurs le tableau I, l'accroissement de la consommation a été sensiblement plus fort pour le groupe «industrie et traction» (10,4 %) que pour le groupe «éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises» (7,5 %). Ces chiffres sont sensiblement les mêmes qu'en 1954, ce qui souligne que la nette reprise de l'activité économique constatée en France durant l'année 1954 s'est poursuivie en 1955. En 1955 comme en 1954 le taux de l'expansion a dépassé celui correspondant au doublement en dix ans (7,2 %).

*Production d'énergie en 1955
Classement d'après la nature de l'industrie*

Tableau II

Nature de l'industrie	Production nette			
	thermique GWh	hydraulique GWh	Total	
			GWh	%
<i>Services publics électriques</i>				
Centrales EDF	8 732	19 760	28 492	87,4
Centrales non EDF	268	3 837	4 105	12,6
Total	9 000	23 597	32 597	100,0
<i>Autoproducteurs</i>				
Mines de charbon	8 924	—	8 924	52,2
Industrie sidérurgique	3 612	218	3 830	22,4
Industrie électrométallurgique et électrochimique .	182	148	330	1,9
Chemins de fer électriques et tramways	—	1 080	1 080	6,3
Industries diverses	2 370	569	2 939	17,2
Total	15 088	2 015	17 103	100,0
Total général	24 088	25 612	4 700	—

Les *conditions hydrologiques moyennes de 1955* ont été légèrement inférieures à la normale, le coefficient moyen d'hydraulicité ayant atteint 0,96, ce qui représente une très légère baisse par rapport à 1954, où il avait atteint 0,97. La production hydraulique nette a atteint 25 612 GWh en 1955 (voir tableau II), alors qu'elle avait été de 24 340 GWh en 1954; elle s'est donc accrue de 5,21 % par rapport à l'année précédente, alors que la production thermique, passant de 21 312 GWh en 1954 à 24 088 GWh en 1955, augmentait de 13,0 %.

Le tableau II classe la production hydraulique et thermique d'énergie électrique en 1955 d'après la nature de l'industrie. La production des services publics a atteint 65,6 % de la production totale, le reste représentant la part des autoproducteurs. Remarquons, d'autre part, que la production des centrales appartenant à l'Electricité de France s'est montée à 87,4 % de la production totale des services publics. Enfin, les mines de charbon et l'industrie sidérurgique réunies ont produit 74,6 % de l'énergie produite au total par les autoproducteurs.

*Production d'énergie thermique en 1955
Classement d'après la nature du combustible utilisé*

Tableau III

Nature du combustible	Energie produite		
	Services publics GWh	Auto-produc- teurs GWh	Total GWh
Charbon avec un pouvoir calorifique moyen dépassant 6000 kcal/kg	6 742	3 282	10 024
Combustibles liquides ou gazeux	1 826	3 432	5 258
Charbon de déchet	168	8 374	8 542
Lignite	264	—	264
Total	9 000	15 088	24 088
			100,0

Le tableau III classe pour 1955 la production d'énergie thermique des services publics et des autoproducteurs d'après la nature du combustible utilisé. Les 41,6 % de la production thermique totale (24 088 GWh) ont été produits en partant d'un charbon ayant un pouvoir calorifique moyen dépassant 6000 kcal/kg, 21,8 % en partant de combustibles liquides ou gazeux, 35,5 % avec des charbons de déchet (bas-produits), et 1,1 % seulement avec du lignite.

*Puissance maximum réalisable nette des usines thermiques et hydro-électriques
Classement d'après la nature de l'industrie*

Tableau IV

Nature de l'industrie	Usines thermiques		Usines hydro-électriques	
	MW	%	MW	%
<i>Services publics électriques</i>				
Centrales EDF	3 214	96,5	6 154	91,1
Centrales non EDF	117	3,5	753	10,9
Total	3 331	100,0	6 907	100,0
<i>Autoproducteurs</i>				
Mines de charbon	1 974	58,6	—	—
Industrie sidérurgique	700	20,8	46	7,2
Industrie électrochimique et électrométallurgique	45	1,3	35	5,5
Chemins de fer électriques et tramways	—	—	417	65,0
Industries diverses	650	19,3	143	22,3
Total	3 369	100,0	641	100,0
Total général	6 700	—	7 548	—

Le tableau IV donne à la date du 1^{er} janvier 1956 la puissance maximum réalisable nette de l'ensemble des usines thermiques et hydro-électriques classées d'après la nature de l'industrie. Pour les usines thermiques, il s'agit de la puissance maximum nette possible de 15 heures, alors que pour les usines hydro-électriques ont entendu par là la puissance maximum possible de 1 heure. Comme on le voit, dans le secteur des services publics la puissance maximum réalisable nette des

centrales de l'EDF représente 96,5 % de la puissance totale pour les usines thermiques, et 91,1 % pour les usines hydrauliques. Dans le secteur des autoproducateurs, la plus grande partie de la puissance thermique appartient aux mines de charbon et à l'industrie sidérurgique (79,4 %), la plus grande partie de la puissance hydraulique aux chemins de fer (65,0 %).

Par rapport au 1^{er} janvier 1955, où elle était de 6168 MW, la puissance maximum réalisable de l'ensemble des usines thermiques a augmenté de 532 MW: durant l'année 1955, des groupes génératrices thermiques d'une puissance globale de 642 MW furent mis en service, alors que la puissance des centrales thermiques désaffectées au cours de l'année atteignait 110 MW. Les installations nouvelles se répartissent comme suit: EDF 372 MW, houillères 220 MW, sidérurgie 50 MW. Quant aux usines hydrauliques, leur puissance maximum réalisable nette a augmenté en 1955 de 72 MW, dont 71 MW pour l'EDF, et 1 MW pour les autoproducateurs. La productivité annuelle moyenne de l'ensemble des usines hydrauliques est passée en 1955 de 28 052 GWh à 28 308 GWh, en augmentation de 0,9 % environ. La capacité totale des réservoirs saisonniers n'a pratiquement pas changé, passant de 3224 GWh à 3225 GWh.

Le tableau V, enfin, est relatif à la consommation d'énergie électrique en France en 1955. Alors que l'énergie produite nette totale était de 49 700 GWh, l'énergie fournie pour la consommation dans le pays ne fut que de 49 639 GWh. Les exportations ont dépassé de 61 GWh les importations. La France a exporté de l'énergie en direction surtout de la Suisse, de l'Allemagne, de l'Italie, de la Belgique et de l'Espagne; les principales importations proviennent de la Suisse et de la Belgique. Les autoproducateurs ont livré aux services publics 6073 GWh, soit près de 16 % de l'énergie fournie au total par ces derniers pour la consommation dans le pays. L'énergie effectivement fournie à la consommation fut de 44 133 GWh: 73 GWh ont été utilisés par les pompes pour l'élevation de l'eau dans les réservoirs et 5433 GWh (10,9 %) ont été perdus dans les réseaux. Si l'on considère la répartition de la consommation par consommateurs, on constate que 17,9 % de l'énergie fournie à la consommation a été consommée par les houillères et la sidérurgie et que le groupe «éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises» représente 18,7 % du total. Le reste de la consommation se répartit comme suit: électrochimie et électrométallurgie 18,1 %, traction 5,5 %, autres industries 39,8 %.

Consommation d'énergie électrique en 1955

Tableau V

	Services publics GWh	Auto- produc- teurs GWh	Total	
			GWh	%
Energie produite nette . . .	32 597	17 103	49 700	—
Energie fournie aux services publics par les autoproducateurs . . .	6 073	—6 073	—	—
Energie importée de l'étranger . . .	741	—	741	—
Energie exportée à l'étranger . . .	—802	—	—802	—
Energie totale fournie pour la consommation dans le pays	38 609	11 030	49 639	—
<i>Energie fournie à la consommation:</i>				
Mines de charbon	95	3 532	3 627	8,2
Sidérurgie	1 440	2 901	4 341	9,7
Electrochimie, électrométallurgie, électrothermie . . .	6 969	1 009	7 978	18,1
Traction	2 428	—	2 428	5,5
Autres industries	13 026	3 318	17 510	39,8
Eclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises	8 249	—	8 249	18,7
Total	33 373	10 760	44 133	100,0
<i>Energie absorbée par les pompes pour l'élevation de l'eau dans les réservoirs . . .</i>	<i>70</i>	<i>3</i>	<i>73</i>	<i>—</i>
<i>Energie perdue dans les réseaux</i>	<i>5 166</i>	<i>267</i>	<i>5 433</i>	<i>—</i>
Total général	38 609	11 030	49 639	—

En ce qui concerne plus spécialement l'EDF, le rapport d'activité rappelle qu'aucun équipement hydro-électrique important n'a pu être engagé en 1950, 1951 et 1952 en raison du creux entre le premier et le second plan de modernisation, ce qui explique pourquoi les aménagements hydro-électriques mis en service en 1955 ne concernent que de petites opérations rattachées au premier plan. Par contre, l'EDF a engagé en 1955 un ensemble d'opérations hydrauliques nouvelles représentant une productivité annuelle moyenne de 1540 millions de kWh. Au point de vue thermique, le programme nouveau engagé en 1955 comprend quatre groupes de 115 000/125 000 kW.

Dans le domaine de la tarification, les études poursuivies depuis plusieurs années ont abouti à un projet de tarif pour les consommations en haute tension, dit «tarif vert», dont le principe est de fonder les prix de vente de l'électricité sur les coûts de l'énergie supplémentaire que l'EDF doit produire pour faire face aux demandes nouvelles de la clientèle. Cette méthode permet d'encourager les consommations rentables pour l'économie nationale et, au contraire, de freiner celles qui ne le sont pas et qui entraîneraient l'EDF dans la voie du déficit. Le projet a été soumis en juin 1955 aux pouvoirs publics; en attendant la mise en vigueur de ce tarif, l'EDF continue à vendre l'énergie électrique suivant des tarifs inadaptés aux prix de revient.

Le recrutement des spécialistes qualifiés et des jeunes ingénieurs est de plus en plus difficile; malgré certains palliatifs, les salaires et traitements de début ne permettent pas à l'EDF de soutenir la concurrence avec d'autres secteurs dynamiques de l'économie. Selon l'EDF, il est urgent d'amplifier et d'accélérer le recrutement et la formation de techniciens et d'ingénieurs pour l'ensemble du pays.

Le rapport de gestion souligne, d'autre part, que ce serait une erreur d'imaginer que l'expansion économique, le progrès technique et l'accroissement de la productivité suffiront en tout état de cause à résoudre les problèmes économiques et financiers qui se posent à l'EDF: en effet, celle-ci se voit imposer des charges croissantes du fait de l'augmentation du coût des travaux, du relèvement du prix des combustibles, de l'accroissement des impôts et taxes et de la libéralité de certaines indemnités d'expropriation.

En 1955, l'EDF a financé comme suit ses investissements:

Prêts du fonds de développement

économique et social	72,8 milliards de fr. f.
Bons à 10 ans	11,6 milliards de fr. f.
Crédits bancaires	10,0 milliards de fr. f.
Ressources et moyens propres	34,1 milliards de fr. f.
Total	128,5 milliards de fr. f.

De plus, 2,8 milliards de fr. f. ont été fournis par des participations de tiers, si bien que les dépenses d'investissements ont atteint 131,3 milliards de fr. f. au total.

Le compte d'exploitation de l'EDF pour 1955 se solde par une perte de 2521 millions de fr. f., alors que celui de 1954 avait laissé un bénéfice de 172 millions de fr. f.

Quant au compte de profits et pertes, il se solde par une perte nette totale de 4906 millions de fr. f.

En conclusion, le rapport d'activité rappelle que l'accroissement de la demande d'énergie électrique se poursuit depuis le printemps 1953 au taux de 8 à 9 %, supérieur à celui du doublement en dix ans. Aussi les pouvoirs publics ont-ils, après une étude attentive des propositions de l'EDF, autorisé d'une part l'engagement d'opérations qui n'étaient pas prévues à titre ferme dans le second plan de modernisation, d'autre part la mise en route d'un programme d'anticipation du troisième plan, de manière à porter de 70 à environ 75 milliards de kWh l'objectif de 1960/61. En ce qui concerne l'énergie nucléaire, la centrale de récupération *G₁* de Marcoule est en cours d'essais, les centrales *G₂* et *G₃* en cours de travaux. Enfin, la construction de la centrale *EDF I*, ayant pour objet principal la production d'énergie électrique, doit débuter en 1956. Les travaux de l'usine marémotrice de la Rance démarreront bientôt; quant aux problèmes techniques posés par l'exploitation du gaz de Lacq, ils sont en voie d'être résolus. L'effort d'expansion économique et de rénovation technique se développe donc dans les conditions prévues.

Sa

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Bernische Kraftwerke A.-G. Bern		Elektrizitätswerk der Stadt Biel Biel		Service de l'électricité de Genève Genève		Gemeindewerke Uster Uster	
	1955	1954	1955	1954	1955	1954	1954/55	1953/54
1. Production d'énergie . . . kWh	511 718 100	493 601 600	2 071 600	2 024 600	401 749 940	362 628 690	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	1283 626 784 ¹⁾	1111 981 818 ¹⁾	74 150 260	67 419 866	101 011 300	98 449 480	22 088 429	21 103 070
3. Energie distribuée . . . kWh	1 795 344 884	1 605 583 418	70 590 865	64 479 018	441 363 838	407 204 806	21 296 242	20 164 617
4. Par rapp. à l'ex. préc. . . %	+ 11,8	+ 1,23	+ 9,7	+ 7,65	+ 8,4	+ 4,5	+ 5,6	+ 13,4
5. Dont énergie à prix de déchet kWh			—	—	32 021 845	19 688 145	2 686 550	2 002 600
11. Charge maximum . . . kW	418 200	407 700	15 750	14 720	86 500	81 000	5 033	4 680
12. Puissance installée totale kW	1 574 170	1 482 699	124 794	113 297	440 000	410 000	34 883	
13. Lampes { nombre kW	1 689 740	1 625 402	246 731	223 346	1 300 000	1 250 000	58 319	
14. Cuisinières { nombre kW	90 657	84 700	4 967	4 382	19 591	17 564	1 280	
15. Chauffe-eau { nombre kW	543 928	503 619	35 354	30 414	133 829	119 652	8 168	3)
16. Moteurs industriels . . . { nombre kW	65 301	60 305	7 372	6 603	30 134	28 315	1 692	
	161 186	146 575	14 326	12 943	71 020	67 769	2 629	
	147 468	140 010	16 733	15 486	27 500	27 000	2 832	
	292 182	282 730	18 497	17 434	77 000	75 000	8 868	
21. Nombre d'abonnements . . .	297 942	287 633	38 965	37 147	142 213	138 459	7 300	7 450
22. Recette moyenne par kWh cts.	—	—	9,1	9,2	—	—	6,592	6,573
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	56 000 000	56 000 000	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation	—	—	4 854 789	4 663 381	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. . .	81 938 397	80 152 832	5 169 236	5 139 711	92 944 000	92 806 000	995 002	760 002
36. Portefeuille et participat. . .	12 745 925	10 770 925	3 000	—	11 009 630	11 010 000	—	5
37. Fonds de renouvellement . . .	20 255 000	19 410 000	2 500 000	2 200 000	—	—	239 000	190 000
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	64 652 121	59 109 485	6 914 232	6 428 518	35 435 872	31 975 705	1 403 940	1 325 369
42. Revue du portefeuille et des participations	522 171	508 276	—	—	359 100	474 525	—	—
43. Autres recettes	1 348 799	1 064 950	11 613	12 540	—	—	—	—
44. Intérêts débiteurs	—	—	242 675	227 038	3 154 127	3 251 998	—	—
45. Charges fiscales	3 857 374	3 351 671	2 037	1 595	—	—	—	—
46. Frais d'administration	—	—	731 402	742 815	5 454 945	5 038 220	119 339	119 412
47. Frais d'exploitation	19 010 232 ²⁾	17 958 960 ²⁾	1 391 086	1 348 046	4 589 655	5 358 080	163 704	157 541
48. Achat d'énergie	31 140 644	28 079 334	2 149 140	1 957 305	4 642 120	4 275 938	800 308	780 305
49. Amortissements et réserves	8 962 815	8 704 741	1 062 845	858 311	4 534 424	4 534 424	186 801	145 649
50. Dividende	3 080 000	3 080 000	—	—	—	—	—	—
51. En %	5,5	5,5	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques	—	—	1 346 661	1 305 729	—	—	50 000	50 000
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.			14 361 748	13 778 865	203 703 413	198 075 215	3 661 634	3 239 832
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	—	—	9 192 512	8 639 154	99 552 309	94 077 877	2 666 632	2 479 830
63. Valeur comptable	79 100 000	77 800 000	5 169 236	5 139 711	104 151 104	103 997 336	995 002	760 002
64. Soit en % des investissements	—	—	36	37,3	51,13	52,50	27,17	23,46

¹⁾ y compris les fournitures des usines de l'Oberhasli

²⁾ y compris les frais d'administration

³⁾ les chiffres manquent

¹⁾ y compris les fournitures des usines de l'Oberhasli
²⁾ y compris les frais d'administration

²⁾ y compris les frais d'administration
³⁾ les chiffres manquent

3) les chiffres manquent

Communications des organes de l'UCS

Examen de maîtrise pour installateurs-électriciens

Entre avril et juillet de cette année aura lieu une session d'exams de maîtrise pour installateurs-électriciens. L'endroit et la date exacte seront fixés ultérieurement. Durée des exams: 4 jours environ. Les formules d'inscription peuvent être obtenues au *Secrétariat de l'USIE*, 6, *Splügenstrasse, case postale, Zurich 27*; elles devront être envoyées dûment remplies, accompagnées des certificats originaux de travail, d'une biographie du candidat écrite à la main et d'un certificat de bonnes mœurs de date récente, jusqu'au 8 février 1957 au plus tard à l'adresse précitée. Pour les exams d'automne, les inscriptions seront ouvertes au mois de juillet. Pour tous les autres détails, nous renvoyons les intéressés aux dispositions du règlement relatives à l'admission et aux exams. Le règlement des exams de maîtrise, valable depuis le 15 décembre 1950, pourra être obtenu à l'Union Suisse des installateurs-électriciens, 6, *Splügenstrasse, à Zurich*.

Commission des exams de maîtrise USIE/UCS

77^e examen de maîtrise

Les derniers exams de maîtrise pour installateurs-électriciens ont eu lieu du 4 au 7 décembre 1956 à la *Bäckereifachschule, Gesegnetmattstrasse 15, à Lucerne*. Les candidats suivants, parmi les 27 qui s'étaient présentés de la Suisse alémanique et italienne, ont subi l'examen avec succès:

Blattner Walter, Locarno
 Edel Rudolf, Davos-Platz
 Fischer Alfred, Winterthur
 Galliker Werner, Bern
 Gürber Hans, Luzern
 Imbach Georg, Sursee
 Jost Clemenz, Stäfa
 Kisseleff Karl, Langnau a. A.
 Kunz Konrad, St. Gallen
 Marending Ernst, Madiswil
 Mathys Ernst, Bern
 Rohn Hubert, Trimbach-Olten
 Schmalz Werner, Arbon
 Scholer Adolf, Riehen (BS)
 Suter Albert, Zug
 Tanner Hermann, Malters (LU)
 Weingartner Louis, Hochdorf
 Winter Otto, Zürich

Commission des exams de maîtrise USIE/UCS

Le secrétariat de l'UCS change d'adresse

Le secrétariat et la section des achats de l'UCS occuperont à partir du
16 janvier 1957

de nouveaux bureaux au n° 3 de la Place de la gare, à Zurich

A partir de cette date, les adresses seront les suivantes:

Domicile: Bahnhofplatz 3, 4^e étage

Envois postaux: Case postale Zurich 23

Téléphone: (051) 27 51 91

Télégrammes: Electrunion Zürich

Les bureaux seront fermés le 15 janvier

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;
 adresse postale: Case postale Zurich 23; téléphone (051) 27 51 91; 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.