

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 45 (1954)
Heft: 26

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: 14.01.2026

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Production et consommation totale d'énergie électrique en Suisse pendant l'année hydrographique 1953/54

Communiqué par
l'Office fédéral de l'économie électrique, Berne

31 : 621.311(494)

Précédant la publication du rapport annuel habituel, le présent communiqué donne connaissance des résultats statistiques déjà disponibles sur la production et la consommation d'énergie électrique en Suisse pendant la période allant du 1^{er} octobre 1953 au 30 septembre 1954.

Tableau I

	millions de kWh	
	1953/54	1952/53
1. Production		
Usines hydrauliques	12 994	13 407
Usines thermiques	186	58
Importation	1 197	486
Total	14 377	13 951
2. Consommation		
Usages domestiques et artisanat . .	4 801	4 421
Chemins de fer	1 175	1 158
Industrie	4 560	4 358
se répartissant en:		
Industrie en général	2 075	1 894
Applications chimiques, métall. et therm.	2 485	2 464
Chaudières électriques	599	850
Energie de pompage	170	128
Pertes	1 648	1 537
Consommation du pays:		
sans les chaudières électr. et le pompage	12 184	11 474
avec les chaudières électr. et le pompage	12 953	12 452
Exportation	1 424	1 499
Total	14 377	13 951

Par suite des débits défavorables du semestre d'hiver, où le Rhin à Rheinfelden n'atteignit que 71 (année précédente 136) % de la moyenne multi-annuelle, la production des usines hydrauliques a été sensiblement plus faible que l'année précédente. Du total, 5413 (5867) millions de kWh ou 42 % ont été produits en hiver et 7581 (7540) millions de

kWh ou 58 % en été. Pour la production thermique la répartition semestrielle est la suivante: 164 et 22 millions de kWh; pour l'importation: 919 et 278 millions de kWh.

La consommation d'énergie électrique du pays, sans les chaudières électriques et le pompage, a augmenté de 710 (343) millions de kWh ou 6,2 (3,1) %; cette augmentation prend la troisième place parmi les augmentations annuelles intervenues jusqu'à maintenant. La consommation s'est répartie comme suit: 6016 (5678) millions de kWh ou 49,4 % pour le semestre d'hiver et 6168 (5796) millions de kWh ou 50,6 % pour le semestre d'été. Proportionnellement, la plus forte augmentation a été, comme les années précédentes, celle du groupe «Usages domestiques et artisanat» avec 8,6 (8,2) %, suivie par celle de l'industrie avec 4,6 (-0,8) % et celle des chemins de fer avec 1,5 (3,6) %.

De l'énergie livrée aux chaudières électriques, 69 (153) millions de kWh ont été fournis pendant le semestre d'hiver et 530 (697) millions de kWh pendant le semestre d'été. Pour l'exportation, les chiffres correspondants sont de 376 et 1048 millions de kWh. On obtient comme soldes des échanges d'énergie avec l'étranger: pour le semestre d'hiver un excédent d'importation de 543 (hiver 1952/53: excédent d'exportation de 41) millions de kWh et pour le semestre d'été un excédent d'exportation de 770 (972) millions de kWh. En hiver, 8,9 % de la consommation du pays ont dû être couverts par l'excédent d'importation et 2,7 % par la production thermique, si bien qu'au total la contribution de l'étranger fut de 11,6 %. Pendant le semestre d'été, 10,2 % de l'énergie hydroélectrique produite purent être considérés comme excédent et exportés à l'étranger.

A propos de la défense contre la corrosion dans l'exploitation des entreprises électriques

par H. Bourquin, Küsnacht

621.3.014.6 : 620.197.5 : 621.311

L'exposé suivant présuppose la connaissance de l'article paru au Bulletin Technique de la Suisse Romande¹⁾ sous le titre «Protection cathodique des structures enterrées», où l'auteur donne le principe et quelques applications pratiques de cette technique moderne en lutte contre la corrosion. Aujourd'hui, notamment du point de vue des centrales d'électricité, il désire faire part de quelques réflexions inspirées par sa propre expérience, et tenter de clarifier ainsi certaines questions en partie controversées.

Unter ausdrücklichem Hinweis auf den in der Schweiz-Bauzeitung¹⁾ erschienenen Aufsatz «Der kathodische Schutz eingegrabener Anlagen», der die Grundlagen und eine Anzahl praktischer Anwendungen dieser modernen Technik im Kampfe gegen die Korrosion enthält, möchte der Verfasser heute, hauptsächlich vom Standpunkt der Elektrizitätswerke, einige Gedanken zur Sprache bringen, die sich aus seiner Praxis ergaben und zur Klärung manchmal unübersichtlicher Verhältnisse beitragen dürften.

Protection cathodique et mise à la terre

Nous examinerons tout d'abord les cas où les exigences d'une protection cathodique efficace entrent en conflit avec la pratique courante de la mise à la terre, voire avec les prescriptions en cette matière.

Comme on le sait, la protection cathodique d'une structure métallique quelconque, enterrée ou immergée, découle de l'influence électrique exercée sur elle afin de maintenir en permanence son potentiel à une valeur négative minimum, pour laquelle les phénomènes de corrosion électrolytique, chimique et galvanique cessent, autrement dit se trouvent neutralisés. Dans ce but, on intercale entre l'installation à protéger — qui jouera désormais le rôle de cathode — et une anode auxiliaire une force électromotrice, constituée le plus souvent par une source de courant continu indépendante (accumulateur ou redresseur); parfois l'anode intervient elle-même comme «agent énergétique», telles la voie d'un chemin de fer perturbateur ou les électrodes dites réactives en magnésium, zinc ou aluminium utilisées pour former des couples galvaniques.

Dans tous les cas on se propose l'abaissement du potentiel U_k de la cathode, lequel ne peut toutefois assurer l'immunité contre la corrosion que s'il atteint au moins $-0,85$ V pour les objets en fer et $-0,55$ V pour les objets en plomb (par rapport à la sonde CuSO_4). On voit donc clairement de quoi l'efficacité dépend; dans la plupart des cas, il est quasi impossible d'arriver au but sans le secours d'une source de courant étrangère. En effet, ou bien la succion émanant des rails à travers les connexions de «drainage» ordinaires est temporairement insuffisante ou même inexistante (d'où la nécessité d'un renforcement par «soutirage»), ou bien le couple galvanique Fe-Mg, Pb-Zn, etc. est trop faible pour vaincre la résistance généralement élevée des terrains rencontrés en Suisse par un courant I suffisant, de sorte que $I \times R_k = U_k$ atteint rarement la valeur-limite requise. Voilà pourquoi la protection des conduites en tuyaux ou en câbles au moyen d'anodes réactives est presque toujours vouée à un échec, ce qui, bien entendu, ne préjuge en rien l'efficacité éventuelle de la protection «galvanique» dans d'autres domaines, notamment là où il s'agit d'objets de dimensions restreintes en milieu liquide, par exemple à l'intérieur

de chauffe-eau ou autre réceptifs. Quelques exemples pour illustrer ce qui précède:

Des anodes en magnésium, auxquelles on avait eu recours en 1950 pour constituer un couple galvanique protecteur avec la gaine de plomb d'une ligne en câbles de la Suisse centrale, fournirent tout au plus — sans influencer visiblement U_k — un courant de 50 mA par anode (en hiver la moitié); ce courant allait d'ailleurs régulièrement en diminuant sous l'effet de la polarisation, de sorte qu'il fallut remplacer les anodes deux ans plus tard par un redresseur sec, capable de débiter un courant de 3 A environ, nécessaire pour abaisser le potentiel de la gaine de plomb à $-1,6$ V au point d'alimentation et à $-0,9$ V à l'extrémité des câbles, soit à plus de 1 km de distance.

Un essai analogue, tendant à protéger en Valais une ancienne conduite forcée à l'aide d'un certain nombre d'anodes en magnésium enterrées le long de l'ouvrage, n'a pas conduit non plus au résultat escompté, à cause de l'abaissement nettement insuffisant du potentiel tuyaux/terrain.

Dans une installation de climatisation d'une grande entreprise industrielle des Grisons, on tenta, pour commencer, de remédier aux corrosions qui avaient attaqué le serpentin de réfrigération par l'adjonction d'une plaque en tôle de zinc plongée dans le bassin et reliée au corps de la tuyauterie immergée. Le couple galvanique Fe-Zn donnait bien une différence de potentiel de 0,5 V entre anode et cathode, mais en court-circuit le courant galvanique ne dépassait pas 36 mA et le potentiel du serpentin tombait à peine de $-0,5$ à $-0,6$ V vis-à-vis de l'eau, donc sans atteindre la limite négative de protection $U_g = -0,85$ V. Sur quoi, après adjonction d'autres plaques de zinc pour améliorer la répartition du courant, on brancha un redresseur entre celles-ci (anode) et le serpentin (cathode), redresseur dont le débit de 1,6 A porta le potentiel U_k de $-0,5$ à $-1,3$ V au moins, en tout point de la structure immergée.

Devant l'insuffisance notoire des anodes réactives (Mg, Zn, Al, etc.) pour créer un courant galvanique assez intense, les exemples précédents montrent qu'en général une source indépendante de courant continu est indispensable, si l'on veut que la protection cathodique soit vraiment efficace. C'est pourquoi j'estime que, dans un pays aussi électrifié que le nôtre, où l'on rencontre presque partout des lignes de distribution permettant de brancher les appareils sur le réseau à basse tension, cette der-

¹⁾ Bull. techn. Suisse rom. t. 79 (1953), n° 1, p. 1...9.
L'auteur tient un tiré à part à disposition des intéressés.

nière façon d'influencer à loisir le potentiel des structures à protéger aura toujours la préférence.

Or, avec ce mode de procéder, on rencontre ici et là des conditions locales où il semble au premier abord qu'il faille choisir entre «sécurité» et «protection», car on est en présence d'exigences contradictoires. Me basant sur deux cas semblables examinés fin 1953 dans les régions nord et nord-ouest du pays, je vais décrire la situation à l'aide d'un exemple schématique (fig. 1):

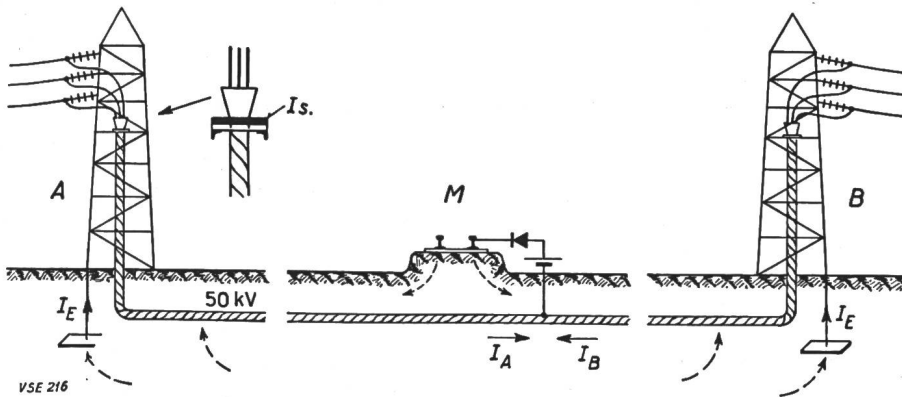


Fig. 1

Répartition du courant auxiliaire servant à la protection cathodique de la gaine de plomb du câble

- I courant soutiré total;
- I_A courant soutiré recueilli le long du tracé AM;
- I_B courant soutiré recueilli le long du tracé BM;
- I_E courant sans effet utile, passant par la prise de terre des pylones;
- I_s séparation isolante.

Les pylônes A et B d'une ligne aérienne à 50 kV sont reliés par un câble de 2 resp. 4 km de longueur, qui croise à peu près en son milieu (M) un chemin de fer régional à courant continu. Les courants vagabonds de celui-ci menacent la gaine de plomb, qu'il s'agit de protéger cathodiquement par un dispositif de drainage/soutirage au point M. Et ici, il convient de distinguer, entre les deux cas en question:

a) Dans le premier cas, l'essai n'a pas présenté de difficulté, le courant soutiré total I , de 2,6 A (sous 7,5 V) ou de 8,0 A (sous 15 V) ayant conduit aux valeurs suivantes du potentiel U_k de la gaine de plomb:

$$I = 2,6 \text{ A} \dots U_k = -1,2 \text{ V en M et } -0,70 \text{ V en A}$$

$$I = 8,0 \text{ A} \dots U_k = -2,1 \text{ V en M et } -1,05 \text{ V en A}$$

à condition toutefois de séparer du pylône mis à la terre la boîte d'extrémité!

Si l'on rétablit la liaison métallique entre boîte du câble et pylône à travers un ampèremètre (état normal), on mesure alors au point A les valeurs suivantes de U_k et de I_E (courant dans la prise de terre):

$$I = 2,6 \text{ A} \dots U_k = -0,50 \text{ V} \dots I_E = 0,6 \text{ A}$$

$$I = 8,0 \text{ A} \dots U_k = -0,65 \text{ V} \dots I_E = 1,2 \text{ A}$$

Par rapport à la fraction de courant soutiré I_A recueilli le long du tracé A-M (0,82 A et 2,48 A), I_E représente 73 % et 49 %. En d'autres termes: la moitié jusqu'aux trois quarts du courant auxiliaire utilisé pour protéger le câble rentre par la prise de terre du pylône, naturellement sans effet utile sur le potentiel de l'enveloppe de plomb, ainsi qu'il ressort de la comparaison de U_k mesuré avec et sans mise à la terre du câble en ce point. Un rai-

sonnement analogue sur le tracé B-M mènerait au même résultat.

b) Le second cas est plus compliqué en ce sens que les rails du chemin de fer croisé en M ne sauraient être séparés de l'électrode de terre de la sous-station de transformation sise également au point M. D'autre part, la marche en parallèle de plusieurs stations de redresseurs alimentant le chemin de fer a pour conséquence que les rails au point d'alimentation M ne sont pas toujours négatifs,

mais peuvent devenir aussi temporairement positifs, d'où pénétration de courants vagabonds dans la gaine de plomb à cet endroit et danger de corrosion électrolytique. Il est clair que ce danger pourrait être écarté en supprimant le contact direct entre la boîte d'extrémité du câble et la charpente métallique de la sous-station, après quoi, mais alors seulement, un drainage électrique, renforcé éventuellement par soutirage, pourrait être aménagé au point M pour réaliser l'abaissement voulu du potentiel plomb/terrain sur toute la longueur du câble.

Ainsi se pose la question de savoir si une séparation isolante entre boîte d'extrémité du câble et pylône (premier cas), resp. entre boîte et charpente métallique de la sous-station (second cas) est admissible ou non? — Personnellement, je suis d'avis qu'un éclateur à faible tension d'amorçage, monté en dérivation sur la coupure «illégal» (constituée, par exemple, d'une feuille isolante interposée entre la tête en fonte du câble et le fer profilé), garantirait une sécurité suffisante. Un spécialiste des questions touchant à la haute tension, à qui j'en parlais, convint sans réticence que pareil dispositif assurerait la protection contre les surtensions, du moins pour autant qu'il s'agisse d'évacuer des charges statiques (d'origine atmosphérique par exemple), mais il émit des doutes quant aux câbles d'énergie, à cause des tensions induites qui pourraient surgir en bout de ligne, lors d'un court-circuit double à la terre, et qui seraient susceptibles de mettre en danger le monteur occupé éventuellement sur le pylône à ce moment-là. Sans insister sur l'improbabilité de pareil hasard (on ne devrait d'ailleurs jamais travailler sur un pylône sans avoir préalablement déclenché la ligne), rien n'empêcherait d'édicter une prescription de service exi-

geant la mise à la terre de l'enveloppe du câble avant d'entreprendre un travail sur elle-même ou sur les charpentes métalliques solidaires (par exemple en pontant l'éclateur). L'entreprise électrique serait naturellement responsable de faire respecter cette prescription. Et là où l'on ne croira pas pouvoir assumer le «risque» ci-dessus, il faudra alors, soit renoncer au bénéfice de la protection cathodique, soit prendre son parti d'un dispositif renforcé (pour remédier dans la mesure du possible à son efficacité réduite, due à la dérivation du courant par la prise de terre).

Les *inconvenients de certaines mises à la terre*, lors de l'emploi de la protection cathodique, se sont manifestés dès le début et tout *spécialement dans les installations de câbles*. Comme on le sait, l'art. 13 de l'ordonnance fédérale du 7 juillet 1933 sur les installations à courant fort prescrit que les gaines de plomb, les boîtes d'extrémité et les manchons des câbles à haute et à basse tension doivent être mis à la terre, c'est-à-dire raccordés à la terre de protection. Si l'on avait observé strictement partout cette disposition, il aurait fallu renoncer du même coup à protéger mainte ligne en câbles, ou se contenter au pis aller d'une protection fragmentaire. Qu'on veuille bien, à cet égard, se reporter à ce qui est dit dans l'article mentionné du Bull. techn. Suisse rom. concernant les câbles à 18 kV Verbois-Genève. Ni là, ni à propos de l'exemple, également cité, des câbles à haute tension Locarno-Ponte Ascona-Solduno, l'Inspectorat des installations à courant fort n'a contesté la suppression de la mise à la terre de ces câbles, reconnaissant fort justement que la connexion des enveloppes de câbles aux rails de chemin de fer par l'intermédiaire d'un redresseur au sélénium — comme c'est généralement le cas pour la protection de telles installations — assure une «terre» au moins aussi bonne que leur liaison à une «électrode artificielle» en ruban de cuivre. La résistance de passage au sol d'une voie ferrée munie d'éclisses électriques soudées n'atteint qu'une fraction d'ohm, alors que l'article 21 de l'ordonnance citée tolère encore 2 ohms. Indépendamment de cela, les câbles souterrains de grande longueur présentent un contact tel avec le milieu enrobant qu'il n'est guère nécessaire de mettre encore spécialement leurs enveloppes à la terre. Bien plus, certaines entreprises électriques de

comme celles-ci sont raccordées à la voie ferrée, on a adopté la solution suivante, d'accord avec les CFF eux-mêmes: à l'endroit où finit le fil de contact, la voie de raccordement est coupée de la voie électrifiée principale par des *joints isolants*, de sorte que les files de rails situées dans le domaine de l'entreprise, et sur lesquelles ne circule qu'un tracteur Diesel ou à accumulateurs, peuvent désormais servir d'anode, tandis que l'ensemble des réservoirs jouera le rôle de cathode. Après suppression, il y a quelques années, de la disposition grotesque étendant l'exigence d'une mise à la terre aux réservoirs enterrés (!), les «Recommandations pour la protection des bâtiments contre la foudre» demandent, aujourd'hui encore, non seulement que «les parties métalliques des installations de réservoirs disposés au-dessus du sol (réservoir, tuyauteries de remplissage et de soutirage, conduites d'aération, filtres, pompes, appareils de mesure, etc.) soient soigneusement reliés d'une façon bien conductrice» — ce qui est parfaitement raisonnable et bien fondé — mais aussi qu'elles soient «raccordées à une ligne de terre commune. Lorsque sa liaison avec une canalisation d'eau n'est pas possible, une conduite circulaire devra être établie.» On peut de bonne foi différer d'opinion sur la valeur de pareilles mises à la terre. Quoiqu'il en soit, les spécialistes en haute tension sont bien plus enclins à mettre l'accent sur la nécessité d'une *équipotentialité* parfaite de toutes les parties de l'installation situées au-dessus du sol, sans exagérer l'importance de la prise de terre elle-même. Par ailleurs, si l'on songe que la résistance de passage au sol des réservoirs de grosse capacité que nous considérons ici, en dépit de la couche de bitume interposée entre la tôle du fond et le vaste socle circulaire en béton, demeure très faible (preuve en soit la facilité de faire passer le courant protecteur), il sera difficile d'admettre que des plaques de terre ou des rubans de cuivre contribueront notablement à écouler les charges atmosphériques au sol.

Cette constatation n'est pas sans importance en relation avec la *protection cathodique des installations de réservoirs à essence* sus-mentionnées. On rencontre assez fréquemment parmi ces ouvrages des *fils de paratonnerre* disparaissant quelque part dans le sol, où ils aboutissent vraisemblablement à des *électrodes de terre*. Celles-ci n'offrent en géné-

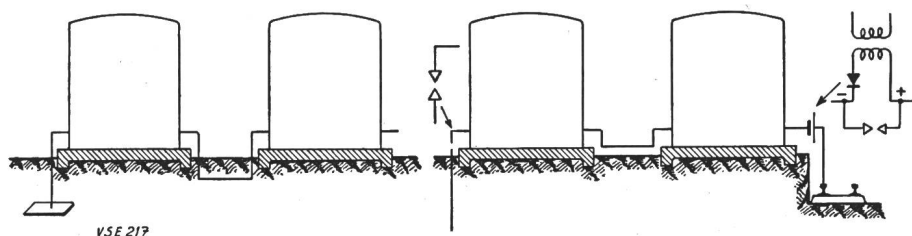


Fig. 2
Protection des installations de réservoirs au-dessus du sol contre la foudre et la corrosion
à gauche: mise à la terre gênante;
à droite: mise à la terre non gênante

l'étranger estiment pour leur part que la gaine de plomb constitue une «terre» meilleure et plus sûre que les conduites d'eau.

Les mêmes considérations s'imposent quant à la protection cathodique des *installations de réservoirs situés au-dessus du sol* (fig. 2). Dans la règle,

ral pas le moindre obstacle à la protection cathodique, pour la bonne raison que leur résistance ohmique est trop élevée pour détourner ne serait-ce qu'une faible part du courant protecteur. Mais alors, elles sont sans valeur pour protéger les réservoirs contre la foudre. Il peut arriver aussi qu'il

existe des *contacts fortuits entre réservoirs et voie ferrée*, notamment lorsque les liaisons équipotentiellielles reliant les réservoirs entre eux sont enterrées, donc invisibles. De tels « courts-circuits » rendent naturellement la protection cathodique impossible (fig. 2, à gauche).

Aussi devrait-on s'efforcer de séparer clairement les deux catégories de mesures, en évitant qu'elles se contrecarrent mutuellement. *La protection contre la foudre et la protection contre la corrosion doivent pouvoir coexister, sans perturbations réciproques.* A cet effet, il faudrait (fig. 2, à droite):

a) des *prises de terre* impeccables, de faible résistance ohmique et pratiquement dénuées de self-induction, toujours prêtes à fonctionner et facilement contrôlables;

b) des *éclateurs* à faible distance disruptive, montés dans les fils de cuivre massif des paratonnerres, pour éviter les dérivations du courant assurant la protection cathodique de l'ouvrage;

c) éviter d'enterrer les *liaisons équipotentiellielles* entre réservoirs, parce qu'elles rendraient illusoire l'« isolement » réalisé par les éclateurs, mais les poser bien en vue *au-dessus du sol*;

d) ponter éventuellement par un éclateur l'appareillage requis pour la protection cathodique (redresseur, ampèremètre, fusible), pour le protéger contre les surtensions possibles (émanant des rails ou de l'atmosphère).

Couples galvaniques

A la suite de ces considérations, il n'est pas superflu de revenir brièvement sur la question des couples galvaniques dûs au contact de métaux différents. De tels couples peuvent non seulement être utiles, comme nous l'avons vu plus haut avec les éléments Fe-Zn ou Pb-Mg protégeant galvaniquement certains objets, mais aussi parfois nuisibles pour la structure enterrée en fer ou en plomb. Pendant l'hiver 1951/52, je fus chargé d'une expertise dans une *station de couplage en plein air* du Plateau Suisse, où la gaine de plomb d'un certain nombre de câbles de signalisation, de télécommande et de mesure présentait des attaques ponctuelles spéciales, en l'absence totale de courants vagabonds et sans agressivité particulière du terrain enrobant. Après avoir détaché les boîtes d'extrémité des 39 câbles de télécommande de la charpente métallique mise à la terre, on a mesuré une faible tension de 0,1 V entre faisceau de câbles et support puis, dans la connexion conductrice rétablissant l'état normal, un courant constant d'origine galvanique d'environ 20 mA, réparti entre certains câbles du faisceau, dont les uns conduisaient jusqu'à 3 mA. Fait intéressant à noter, les câbles sans courant reposaient tous sur des dalles bétonnées et étaient intacts, tandis que les autres, enrobés de sable et d'humus, avaient une gaine de plomb plus ou moins corrodée. Ici, les courants mesurés sont la conséquence d'un *processus galvanique*, manifesté par la *corrosion de l'anode* (gaine de plomb) et dû au couple Cu-Pb, résultant de la *mise à la terre des*

enveloppes de câbles à l'électrode en ruban de cuivre (cathode) de la station en plein air. Pour empêcher ce phénomène, il suffit d'ouvrir l'élément galvanique Cu-Pb en court-circuit, c'est-à-dire de détacher les gaines de plomb de l'électrode en cuivre, ou bien de rendre pratiquement infinie la résistance interne de cet élément, en interposant des briques ou des dalles entre les câbles et le sol. Car les couples galvaniques ne sont actifs que s'ils peuvent donner naissance à un courant, alimenté lui-même par la corrosion de l'anode. D'où l'importance de la pose des câbles en milieu aussi sec que possible.

On a bien proposé aussi, et même appliqué déjà ici ou là, une troisième solution: la *substitution de fer ou de zinc au cuivre pour la confection des électrodes de terre*. Des objections sérieuses peuvent lui être opposées. Elle semble ignorer d'abord l'une des exigences requises par les prises de terre, notamment lorsque celles-ci sont appelées à fonctionner en relation avec des paratonnerres; ces prises de terre doivent présenter, en effet, non seulement une faible résistance ohmique, mais encore une *impédance d'onde aussi réduite que possible pour pouvoir évacuer les courants à haute fréquence et les ondes de choc consécutifs aux décharges atmosphériques*. Ce qui signifie, entre autres, qu'il faut *éviter l'emploi de fer, galvanisé ou non*, dont les propriétés magnétiques augmentent la self-induction²⁾. A cet égard, le zinc serait admissible, mais qu'on pense à sa brève durée en connexion avec le fer ou le plomb, étant donné que les couples galvaniques Fe-Zn resp. Pb-Zn jouent dans ce cas au détriment de l'électrode de terre!

Le couple Cu-Fe resp. Cu-Pb, que l'on dénonce parfois comme « dangereux », est loin d'être aussi nuisible qu'on veut bien le dire. Ainsi, la Société des Eaux de l'Arve à Genève exécute depuis de longues années les *colonnes montantes* de son réseau de distribution hydraulique *en tubes de cuivre*, sans avoir jamais rencontré de corrosions galvaniques à l'intérieur des conduites d'alimentation en fonte, bien que l'élément Cu-Fe eût eu beau jeu de déployer ici ses effets néfastes. C'est pourquoi je suis convaincu que l'on peut tranquillement continuer à faire usage d'*électrodes de terre en cuivre*. Tout au plus pourrait-on envisager pour les câbles des électrodes en plomb, là où des craintes justifiées viendraient à exclure l'emploi du cuivre.

Structures immergées

Il est clair que la protection cathodique se prête tout aussi bien au traitement des ouvrages entièrement ou partiellement immergés, de sorte que le titre de l'article rappelé en tête de ces réflexions n'a rien de restrictif. Depuis lors, l'auteur a recueilli de nouvelles expériences dans ce domaine, dont les centrales d'électricité peuvent aussi tirer profit.

Il y a deux ans, le Bulletin de l'ASE [t. 43 (1952), n° 24] a publié une série d'articles consacrés à la

²⁾ Voir D. Petrocokino: « De la prise de terre localisée au réseau de terre étendu ». Rev. gén. Electr. t. 59 (1950), p. 53...70 et 117...127.

protection anti-rouille des structures immergées («*Unterwasser-Rostschutz*»). Aucun des auteurs n'ayant cité la protection cathodique, j'ai pris l'initiative de suggérer peu après à quelques centrales l'aménagement d'essais pratiques sur des ouvrages hydro-électriques, pour examiner la possibilité d'influencer électriquement certains de leurs éléments, tels que vannes des barrages de retenue, portes d'écluses, etc. et pouvoir suivre expérimentalement l'efficacité de ces mesures contre la corrosion. Ces démarches ont abouti récemment à l'équipement d'un *premier champ d'expériences* sur les grilles des bouches d'entrée aux turbines d'une usine hydraulique à basse pression. Les résultats feront éventuellement l'objet d'une publication ultérieure.

Mais on peut dire, d'ores et déjà, que la protection cathodique se prête parfaitement à la lutte anti-rouille sur les objets immergés, à condition que l'ouvrage en fer soit muni d'un enduit convenable au bitume ou au caoutchouc chloré, permettant d'agir efficacement sur le potentiel de la structure immergée. Un ouvrage important prévu dès maintenant pour être traité cathodiquement est la grosse conduite d'adduction d'eau potable de la ville de Genève, dont la pose au fond du lac et dans le lit du Rhône touche à sa fin. En vue d'examiner le comportement de différents vernis sous l'eau, le Laboratoire de chimie physique de l'Université de Lausanne a été chargé d'entreprendre, il y a deux ans, des essais comparatifs qui portent également sur des cathodes traitées avec les mêmes enduits. En peu de temps ces essais ont clairement montré, entre autres, que les places dénudées des tôles soumises à un potentiel négatif, où le vernis avait été gratté à dessein, sont restées intactes, tandis que les échantillons-témoins étaient rouillés. Cette constatation peut avoir une portée considérable, en particulier quant au *comportement des conduites métalliques enterrées*, conduites forcées d'usines hydro-électriques par exemple, dont le revêtement protecteur superficiel de bitume et de tissu végétal ou en verre, si soigné fût-il, subit presque inévitablement des éraflures en cours de pose, points de départ de foyers ultérieurs de rouille ou autre corrosion. Si la conduite est protégée cathodiquement, ce risque est supprimé et les lésions éventuelles de l'enveloppe demeurent anodines.

Bien que son examen définitif ne soit pas encore achevé, il est peut-être intéressant de mentionner ici encore le *câble de télécommande* des Forces Motrices de la Maggia. Il est *immergé sur toute sa longueur* (33 km) dans les galeries d'adduction au bassin de Palagnedra et à la centrale de Verbano, à travers une région desservie par les chemins de fer à courant continu des Centovalli et de la Vallemaggia, dont les courants vagabonds empruntent en partie sa gaine de plomb, ce qui nécessite des mesures de défense propres à bannir les risques d'électrolyse sur cette artère d'importance vitale. Ici également on a eu recours à la protection cathodique.

Un autre champ d'application s'est ouvert à la protection cathodique dans les *installations frigorifi-*

ques des brasseries et autres exploitations similaires. Les évaporateurs à ammoniaque pour la réfrigération de la saumure ou de l'eau douce sont affectés souvent de corrosions, qu'on ne saurait attribuer ni à l'agressivité chimique du liquide, ni à des courants vagabonds, mais qui sont dues plutôt à des phénomènes galvaniques (soudures, aération différentielle, etc.). Le traitement de tels cas selon le principe de la protection cathodique a mis en évidence l'importance de la position réciproque des anodes auxiliaires et du serpentín fonctionnant comme cathode (distribution des filets de courant dans l'électrolyte), comme aussi celle d'un vernis adéquat. Aussi ne réussit-on pas toujours à protéger l'installation sur toute son étendue, à cause de la place restreinte disponible pour les anodes. Ici également s'est manifesté le rôle protecteur du potentiel négatif aux points dénudés de la tuyauterie, qui demeurent exempts de rouille.

Contrôles périodiques

Pour terminer, j'aimerais attirer l'attention sur l'importance du contrôle périodique des mesures de protection contre la corrosion. Le commettant ne se rend en général pas assez compte qu'un premier examen, avec l'équipement consécutif d'un dispositif adéquat pour abaisser convenablement le potentiel de l'installation à protéger, ne dispense pas une fois pour toutes de s'en occuper, mais qu'il convient de suivre le processus engagé et de contrôler l'efficacité de la protection par des mesures ultérieures. Sinon, l'installation risque, pour diverses raisons, de retomber dans son état primitif non protégé et les corrosions de réapparaître.

Un exemple typique de la nécessité de contrôles périodiques pas trop espacés nous est fourni par un réseau privé de distribution hydraulique, qui avait été protégé cathodiquement sur toute son étendue en automne 1952, de telle sorte que le potentiel des prises d'eau accusait partout $-1,5$ V environ. Le premier contrôle, effectué au bout de six mois, révéla une légère réduction du potentiel négatif ($-1,3$ V environ), tandis que le contrôle suivant, exécuté une année et demie plus tard, mit en évidence un relèvement inquiétant de ce potentiel ($-0,7$ V environ). Ce changement est dû principalement à l'altération progressive du pouvoir isolant des anciennes tuyauteries, posées en partie dans la marne et en contact avec l'eau de fond, comme aussi au fléchissement des propriétés initiales de la moitié neuve du réseau, posée en 1952, qui bénéficiait alors d'un goudronnage récent. Dans ces conditions, des mesures appropriées peuvent être prises immédiatement pour arrêter encore à temps les corrosions qui, sans cela, ne manqueraient pas de se reproduire.

Ici aussi, prévenir vaut mieux que guérir. Au lieu d'attendre pour intervenir que les conduites, câbles, réservoirs et autres installations présentent des symptômes de décrépitude, il est préférable de faire examiner dès le début, c'est-à-dire peu après leur mise en service, si un danger les menace et, le cas échéant, par quels moyens il convient d'y parer.

La protection cathodique, en particulier, est plus facile à réaliser et surtout bien plus efficace au début; c'est pourquoi, dans leur propre intérêt, les exploitants soucieux de la sécurité de fonctionnement et de l'économie de leurs installations ont

tout avantage à mettre celles-ci au bénéfice d'une technique qui, pour être relativement récente, n'en a pas moins fait ses preuves.

Adresse de l'auteur:

H. Bourquin, ing. dipl. EPF, Zürichstrasse 150, Küsnacht (ZH).

Réflexions sur l'homme et la technique

par Michel Cuénod, Genève¹⁾

130.2 : 62

Le Congrès de philosophie des sciences qui s'est réuni récemment à Zurich a consacré une série d'entretiens au thème: «L'homme et la technique». Il s'agit là évidemment d'un sujet qui devrait intéresser tous les techniciens et ingénieurs. Il nous a semblé, toutefois, particulièrement indiqué d'attirer l'attention des lecteurs des pages de l'UCS sur ce problème; nos entreprises d'électricité, en effet, ont entre leurs mains, avec la production et la distribution de l'énergie électrique, un des agents les plus puissants et les plus efficaces de l'évolution technique. Il n'est certainement pas inutile que tous ceux qui participent, de près ou de loin, au développement de cette production réfléchissent aux conséquences qui en résultent pour le sort de l'humanité. La communication de Monsieur Cuénod au congrès de Zurich expose ce problème d'une façon particulièrement claire et concise. Il a bien voulu nous autoriser à la reproduire ici, ce dont nous le remercions.

Am «Internationalen Kongress für Philosophie der Wissenschaften», der kürzlich in Zürich stattfand, wurde eine Reihe von Gesprächen dem Thema «Mensch und Technik» gewidmet. Es handelt sich dabei um Fragen, die jeden Techniker und Ingenieur interessieren müssen. Es scheint uns angezeigt, die Leser der «Seiten des VSE» besonders auf diese Fragen hinzuweisen, da die elektrische Energie ohne Zweifel einen der wichtigsten Schrittmacher der modernen Technik darstellt. Es darf daher erwartet werden, dass alle diejenigen, die an der Erzeugung der elektrischen Energie irgendwie beteiligt sind, sich ihre Gedanken machen, welche Bedeutung diesem Energieträger für unsere Generation und in Zukunft zukommt. Das Votum, das Herr Cuénod am genannten Kongress vortrug, legt diese Probleme ebenso klar wie treffend dar. Wir danken dem Autor bestens für sein Einverständnis, seine Ausführungen an dieser Stelle wiederzugeben zu können.

Définitions

Il est prudent, au début d'un exposé, de définir les termes dont on se propose de faire usage. Parmi les nombreuses définitions que l'on peut donner de l'homme et de la technique, permettez-moi de choisir les suivantes:

L'homme est un être qui aspire au bonheur. Ce bonheur exige qu'un certain nombre de conditions matérielles soient remplies, nourriture, logement, etc. ..., pour que l'homme soit ainsi libéré du souci de ces contingences et puisse se vouer à la satisfaction d'autres aspirations, d'ordre intellectuel, artistique et spirituel, sans laquelle il ne saurait réaliser sa pleine destinée.

La technique est l'application pour une fin utilitaire des moyens mis à la disposition de l'homme par la connaissance scientifique. Cette fin devrait être un accroissement du bonheur de l'homme. Est-ce que ce but a été atteint?

Un paradoxe de notre époque

Le XIX^e siècle avait mis en la technique une confiance illimitée. Certes, elle a permis déjà un accroissement considérable de la population du monde; elle a autorisé d'une façon générale une réduction de la durée du travail. Nous sommes si habitués à certains des avantages qu'elle procure — par exemple tourner un interrupteur pour être éclairé — que nous n'y prêtons plus aucune attention et que nous oublions d'en savoir gré à la technique.

Cependant peut-on prétendre en toute honnêteté que le développement prodigieux de la technique pendant ces dernières décennies s'est accompagné d'une augmentation correspondante du bonheur des hommes?

En fait, une grande partie de la population de la terre est actuellement encore sous-alimentée, sans que cela soit imputable à un manque de produits alimentaires, puisqu'au contraire, dans certains pays, on est contraint de restreindre la production agricole. Les taudis n'ont pas disparu. Les enquêtes du Bureau International du Travail ont montré que, si l'effort physique demandé au travail avait diminué, de nouvelles formes d'activités abrutissantes pour l'esprit étaient apparues, dont il résulte dans certaines professions une augmentation inquiétante du nombre des malades nerveux. La bombe au cobalt représente l'aspect le plus terrifiant des conséquences du progrès technique.

Si ce progrès n'a pas su apporter les conditions matérielles du bonheur, encore moins semble-t-il avoir répondu aux aspirations spirituelles de l'homme. L'avance de la technique correspond trop souvent à une diminution de l'attachement aux valeurs morales. La technique est utilisée, par exemple au moyen de la «machine à détecter les mensonges», pour violer la liberté de l'homme dans ce qu'elle a de plus profond.

Un des paradoxes de notre époque est ainsi que la technique, qui devrait être génératrice de bonheur, est considérée souvent comme une cause de trouble, voire comme une malédiction déchaînée par un imprudent apprenti sorcier.

Ce sentiment d'insécurité crée en l'homme une crainte de l'avenir. Cette peur engendre l'angoisse, la méfiance et la division, et pousse l'homme à chercher une sécurité plus ou moins fallacieuse dans un système d'assurance sociales et dans une organisation de sa défense, qu'il s'agisse de sa défense personnelle, de la défense de sa classe sociale, de son pays ou de son continent. Cette organisation absorbe une grande partie de son énergie et est une des raisons principales de la perte du bénéfice que le progrès technique promettait.

¹⁾ Communication présentée au Congrès de Philosophie des Sciences de Zurich (août 1954), Section «L'homme et la technique». Voir Bull. techn. Suisse rom. t. 80 (1954), n° 19, p. 297...299.

La technique est cause de crises

Le choix d'un remède exige tout d'abord un diagnostic de la situation. Il faut reconnaître que les critiques dont la technique est l'objet sont partiellement justifiées.

Il est certain que le développement technique a été générateur de crises, et qui dit crise dit souffrance, écrasement de l'homme. Une des caractéristiques essentielles de ce développement est une augmentation de la productivité. Mais cette augmentation est inégale: prodigieuse dans certains secteurs, elle est très faible, voire nulle, dans d'autres; certains domaines de production sont paralysés par suite du manque de main-d'œuvre qualifiée, tandis que dans d'autres secteurs, où la machine remplace l'homme, il y a chômage. De nouvelles industries se créent, tandis que d'autres, prospères jusqu'alors, voient leur activité se ralentir d'une façon apparemment inexplicable.

Si on laisse faire les choses, les transferts d'industrie et de main-d'œuvre se font sous le coup de la nécessité, c'est-à-dire sous le douloureux aiguillon des crises et des faillites.

Certaines mesures de sécurité sociale, telles les caisses de retraite et de prévoyance, rendent plus difficiles encore les changements d'emplois et freinent les capacités d'adaptation de notre économie.

D'autre part, les économistes ont mis en évidence que, par suite de la spécialisation à laquelle le développement technique conduit et de l'allongement du cycle de production qui en résulte, le phénomène de décalage entre le développement des différents chaînons de ce cycle de production s'en trouve accentué et rend l'équilibre économique plus précaire.

D'autres exemples pourraient être donnés, qui illustrent le fait que le progrès technique comporte en lui-même un risque de crises. Son influence sur l'évolution de la société est inévitable, et en aucun cas le remède ne saurait être un arrêt du progrès scientifique et un retour au «bon vieux temps des diligences».

Il y a crises lorsque l'homme subit cette évolution passivement et s'y adapte trop tard et de mauvais gré. Mais ces crises sont évitables si l'homme sait prendre les devants et dominer la technique au lieu d'être dominé par elle. Deux méthodes peuvent être envisagées dans ce but.

1. La méthode du dirigisme

Faut-il s'en remettre à un Etat omniscient et omnipotent pour planifier et organiser tout le développement technique et économique? Cette solution est séduisante à bien des égards et, certes, l'Etat a un rôle important à jouer; mais il doit se réserver pour la fonction que seul il peut remplir, celle d'un inspirateur qui crée les conditions préalables favorables, celle d'un arbitre impartial au-dessus de la mêlée, mais non celle d'un entrepreneur et celle d'un organisateur. Car, comme le dit Daniel Rops dans une

conférence donnée à Paris au Centre économique et social de perfectionnement des cadres²⁾, «le suprême danger que court l'homme dans une civilisation industrielle, c'est de n'être plus du tout un homme mais un rouage ou un insecte, minuscule pignon d'un gigantesque mécanisme, le termite ou la fourmi au service de la collectivité. Et ce n'est pas un des symptômes les moins tragiques que l'historien puisse relever en notre temps, que cette étrange coïncidence qui semble pousser les régimes ennemis à se répandre dans cette négation de ce que nous tenons pour les valeurs déterminantes de l'homme».

2. L'autre solution peut être définie comme la prise de conscience par l'élite technique de sa responsabilité sociale

On a beaucoup insisté sur le fait que chacun dans une entreprise devait «penser patron». Notre époque demande de faire un pas de plus. Elle demande de chacun, ou du moins de tous ceux qui considèrent faire partie de l'élite, de «penser homme d'Etat», c'est-à-dire de se préoccuper non seulement de leur intérêt propre, mais de l'intérêt général qui coïncide d'ailleurs à longue échéance avec les intérêts particuliers, et d'acquiescer une vue suffisamment large pour prévoir les multiples répercussions que le progrès technique peut avoir sur le développement de la société. «Penser homme d'Etat», c'est considérer que la puissance que donnent les moyens techniques ne doit pas être utilisée pour acquiescer et maintenir un pouvoir personnel, de classe ou de nation, mais pour être mise au service de la communauté.

Cette attitude nécessite la confrontation opiniâtre de points de vue différents, voire divergents. Certes, il n'est pas possible que le savant soit homme d'action, que le philosophe soit politicien, que l'ingénieur soit médecin, que le juriste soit ouvrier. Le développement des connaissances oblige de plus en plus impérieusement chacun à se spécialiser. Il est d'autant plus nécessaire qu'un dialogue s'établisse entre savants, hommes d'action, philosophes, ingénieurs, médecins, ouvriers et qu'ensemble ils cherchent comment prévenir les crises qui pourraient résulter du développement technique et comment faire bénéficier la société des promesses de bonheur que ce développement porte virtuellement en lui. Il appartient ensuite à chacun, dans sa sphère d'activité, de s'inspirer des conclusions qui résultent de ce dialogue, d'en dégager les applications pratiques, de se plier ainsi volontairement à une discipline librement choisie et consentie, qui rende superflu tout dirigisme collectif.

Cette attitude impose à qui cherche à l'adopter des sacrifices en temps et en argent. Elle exige de lui de faire un opiniâtre effort de connaissance et de synthèse. Elle implique qu'il renonce à des avantages matériels immédiats, à des loisirs, à du temps consacré à la famille et à des études personnelles.

²⁾ «Les chances de l'homme dans une civilisation industrielle», conférence du 8 avril 1954.

Mais est-ce qu'un esprit de service ne doit pas être la caractéristique d'une élite?

La responsabilité de l'ingénieur

Plus que tout autre, l'ingénieur se trouve placé au centre de l'opposition entre l'homme et la technique, divorce qui n'est qu'un des aspects de l'opposition plus profonde, inhérente à la nature humaine, entre l'esprit et la matière.

De même qu'il doit établir le joint entre la théorie scientifique et les besoins de la pratique, de même l'ingénieur se doit de faire le lien entre le domaine philosophique des discussions de principe et la réalité quotidienne des problèmes concrets. Il est non seulement responsable de faire en sorte que l'alternateur qu'il a construit tourne sans défaillance et satisfasse aux performances qui lui sont demandées, mais aussi de se préoccuper des conséquences pour la communauté de l'utilisation des moyens qu'il a créés.

Bien des ingénieurs y pensent déjà. La responsabilité sociale de l'ingénieur était le thème central du dernier congrès de la Fédération internationale d'associations nationales d'ingénieurs (FIANI), qui s'est tenu à Rome en automne 1953. Le groupe des ingénieurs de l'industrie (GII) de la Société suisse des ingénieurs et architectes (SIA) se penche également sur cette question. Il serait souhaitable que le nombre des ingénieurs qui prennent part à ces études soit plus élevé, que ces études soient entreprises de façon plus systématique et plus générale, et que, dans le cadre des associations d'ingénieurs, des débats soient organisés entre tous ceux qui sont touchés par ces problèmes: hommes politiques, philosophes, chefs syndicalistes. Certes, des débats de ce genre comportent un risque: celui de quitter le domaine académique des idées générales pour aborder des questions brûlantes liées à des intérêts, à des

prérogatives et à des droits particuliers. C'est en osant prendre ce risque que les associations d'ingénieurs rempliront leur véritable rôle: devenir des foyers intellectuels où se prépare l'avenir du pays, contribuer à créer ce nouvel humanisme qu'attend notre époque et qui aura réconcilié l'homme et la technique.

En conclusion, nous dirons que le problème de la connaissance apparaît comme primordial à notre époque. Pour remédier aux maux dont elle souffre, il ne suffit pas d'avoir de bonnes intentions, il faut savoir procéder à une analyse lucide des faits et de leurs relations entre eux; il faut atteindre une vue suffisamment large de la réalité, vue dans laquelle les malentendus se dissipent, car bien souvent les vérités que l'on se jette à la figure, et qui paraissent s'exclure, sont en fait complémentaires et contiennent chacune une part de vrai. A ce propos, il est certain que l'idonéisme apporte une méthode de connaissance et, comme le dit M. Gonsseth, «une doctrine préalable des vérités élémentaires» particulièrement féconde pour arriver à une meilleure connaissance de la réalité.

Cependant, cette connaissance à elle seule ne suffit pas; il faut encore la *volonté* de l'utiliser pour une fin libératrice, il faut l'*union des efforts* des hommes de bonne volonté dans un esprit de service, pour que les ressources prodigieuses que comporte implicitement le progrès technique soient mises effectivement à la disposition de la communauté et qu'ainsi vienne cette ère de l'abondance, où l'homme sera libéré du souci du lendemain et où son esprit deviendra disponible pour la satisfaction des aspirations supérieures sans laquelle nous avons vu que son bonheur ne saurait être complet.

Adresse de l'auteur:

Michel Cuénod, ingénieur, Société Générale pour l'Industrie, 17, rue Bovy Lysberg, Genève.

Communications de nature économique

Les résultats d'exploitation de la British Electricity Authority pour l'exercice 1953-54

31:311(42)

Le sixième rapport d'activité de la British Electricity Authority, relatif à la période allant du 1^{er} avril 1953 au 31 mars 1954, vient de paraître. Comme on le sait, la BEA, respectivement ses 14 services régionaux (Area Boards) approvisionnent en énergie électrique l'ensemble du territoire de la Grande-Bretagne, à l'exception de la partie nord de l'Ecosse. Les statistiques de la BEA ne contiennent aucun chiffre concernant le «North of Scotland Hydro-Electric Board» et les autoproduiteurs.

Le tableau I donne une comparaison simplifiée des bilans 1952/53 et 1953/54. Comme le montre ce tableau, l'énergie totale fournie par la BEA pour la consommation dans le pays a passé de 58 609 GWh en 1952/53 à 62 755 GWh en 1953/54, ce qui correspond à une augmentation de 7,2 %. L'accroissement de la consommation proprement dite fut de 6,9 % pendant la période considérée, ce qui représente une amélioration par rapport à 1952/53, période pendant laquelle l'accroissement de la consommation n'avait été que de 3,7 %; cet accroissement atteignit 12,3 % en 1950/51 et 8,2 % en 1951/52.

Par rapport à l'exercice 1947/48, la consommation totale d'énergie électrique a augmenté de 57,3 %.

Le tableau II indique comment la production se répartit selon la source d'énergie et le type de machine utilisé. Comme on peut le constater, la production hydraulique de la BEA est tout à fait insignifiante (0,63 % contre 99,37 % à la production thermique).

La pointe de charge de l'ensemble des réseaux a eu lieu le 2 février 1954 et a atteint 16 309 MW, contre 14 850 MW pour l'exercice précédent (augmentation 10 %). La puissance effectivement fournie pendant la pointe ayant été de 15 430 MW, la différence c'est-à-dire 879 MW représente la diminution obtenue par baisse de la fréquence et de la tension et délestage de certaines fournitures.

Le tableau III montre comment la puissance maximum réalisable nette des centrales se répartit selon la source d'énergie et le type de machine utilisé; les centrales thermiques utilisant des turbines à vapeur — et où cette dernière est produite directement à partir de charbon, coke ou produits pétroliers — ont une puissance représentant 98,64 % de la puissance totale. Celle-ci était de 16 904 MW au 31 mars 1954 alors qu'elle était de 15 535 MW au 31 mars 1953; elle

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	
en millions de kWh											%	en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	897	940	12	3	32	51	26	62	967	1056	+ 9,2	1369	1533	- 43	- 6	100	135
Novembre ..	797		17		19		101		934			1183		-186		67	
Décembre ..	719		34		18		192		963			872		-311		61	
Janvier	699		27		21		221		968			596		-276		51	
Février	636		33		16		213		898			324		-272		51	
Mars	701		17		19		166		903			187		-137		46	
Avril	807		5		24		73		909			146		- 41		69	
Mai	958		2		34		40		1034			313		+167		126	
Juin	1048		1		60		27		1136			695		+382		203	
Juillet	1123		1		65		39		1228			949		+254		240	
Août	995		1		71		47		1114			1357		+408		201	
Septembre ..	1011		2		72		52		1137			1539 ⁴⁾		+182		209	
Année	10391		152		451		1197		12191							1424	
Oct.-mars ..	4449		140		125		919		5633							376	
Avril-sept. ..	5942		12		326		278		6558							1048	

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		Consommation en Suisse et pertes				
													sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55		1953/54	1954/55
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	394	413	162	168	112	118	24	30	43	55	132	137	834	881	+ 5,7	867	921
Novembre ..	411		161		101		10		58		126	(9)	851			867	
Décembre ..	435		166		97		4		67		133	(10)	895			902	
Janvier	445		164		96		5		71		136		907			917	
Février	407		158		91		4		63		124		839			847	
Mars	404		160		106		5		61		121		847			857	
Avril	379		148		125		22		56		110		813			840	
Mai	379		151		128		68		47		135		819			908	
Juin	351		154		127		116		42		143		793			933	
Juillet	357		154		137		136		52		152		831			988	
Août	368		152		130		65		53		145		824			913	
Septembre ..	378		158		124		66		55		147		839			928	
Année	4708		1888		1374		525		668		1604		10092			10767	
Oct.-mars ..	2496		971		603		52		363		772	(150)	5173			5257	
Avril-sept. ..	2212		917		771		473		305		832	(32)	4919			5510	

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1954 = 1714.10⁶ kWh.

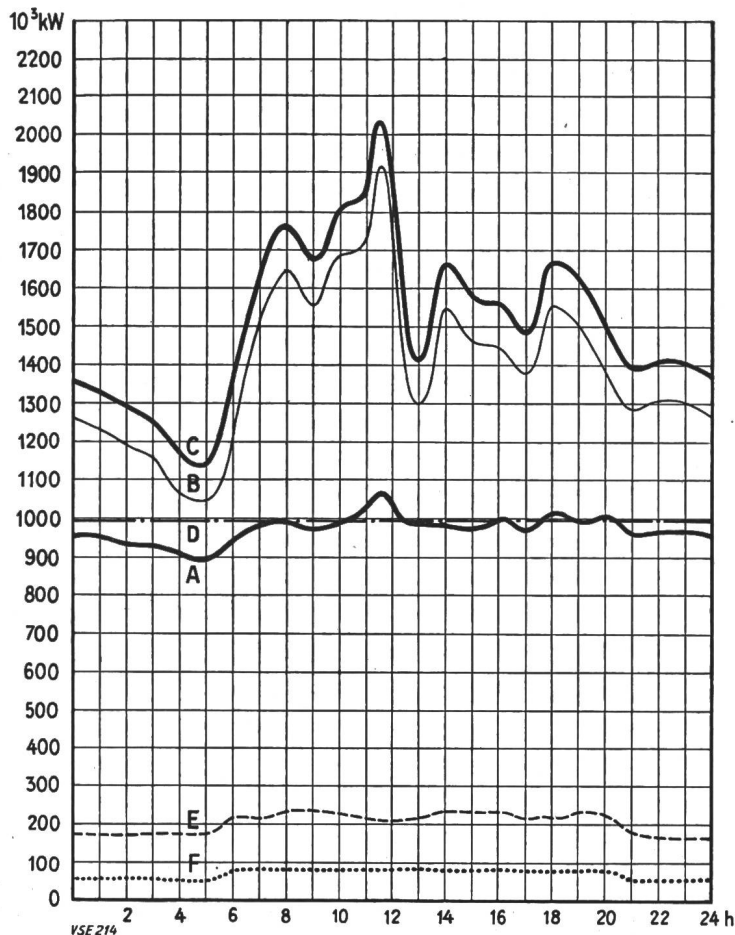


Diagramme de charge journalier du mercredi

13 octobre 1954

Légende:

1. Puissances disponibles:	10 ³ kW
Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (0—D)	994
Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum)	1367
Puissance totale des usines hydrauliques	2361
Réserve dans les usines thermiques	155

2. Puissances constatées:

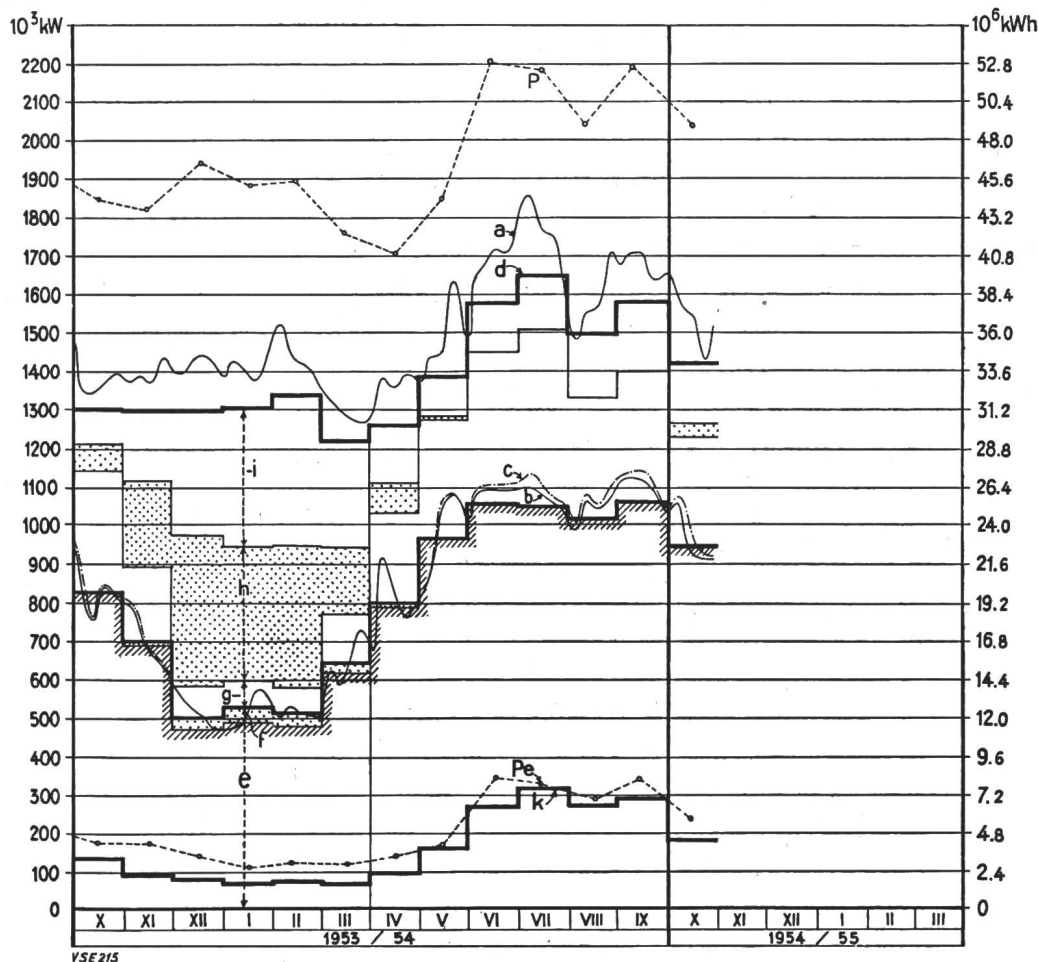
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
0—E Exportation d'énergie.
0—F Importation d'énergie.

3. Production d'énergie

	10 ⁶ kWh
Usines au fil de l'eau	23,5
Usines à accumulation saisonnière	10,3
Usines thermiques	0,1
Livraisons des usines des CFF et de l'industrie	1,4
Importation	1,8
Total, mercredi, le 13 octobre 1954	37,1
Total, samedi, le 16 octobre 1954	32,1
Total, dimanche, le 17 octobre 1954	24,4

4. Consommation d'énergie

Consommation dans le pays	32,1
Exportation d'énergie	5,0

Production du
mercredi et pro-
duction mensuelle

Légende:

- 1. Puissances maxima:**
(chaque mercredi du milieu du mois)
P de la production totale;
P_e de l'exportation.
- 2. Production du mercredi:**
(puissance ou quantité d'énergie moyenne)
a totale;
b effective d. usines au fil de l'eau;
c possible d. usines au fil de l'eau.
- 3. Production mensuelle:**
(puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)
d totale;
e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
g des usines à accumulation par les apports naturels;
h des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumulées;
i des usines thermiques, achats aux entreprises ferroviaires et indust. import.;
k exportation;
d-k consommation dans le pays.

a donc augmenté de 1369 MW ou 8,8 % pendant cette période.

La BEA prévoit d'augmenter la puissance maximum réalisable nette de ses centrales de 8600 MW pendant la période comprise entre 1954 et 1959; fin 1959, cette puissance serait donc de 25 500 MW, ce qui représente une *augmentation de 50 % en 5 ans*. Dans ce but il faudra construire des centrales

Comparaison simplifiée des bilans 1952/53 et 1953/54

Tableau I

	1952/53 GWh	1953/54 GWh	Variation %
Energie produite brute . . .	61 603	66 107	+ 7,3
Consommation propre des centrales	3 652	3 986	+ 9,1
Energie produite nette . . .	57 951	62 121	+ 7,2
Energie achetée	658	634	- 3,8
Energie totale fournie pour la consommation dans le pays .	58 609	62 755	+ 7,2
Consommation industrie et traction	27 323	29 855	+ 9,3
Consommation éclairage public, commercial et domestique autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole	24 942	25 992	+ 4,2
Total	52 265	55 847	+ 6,9
Energie perdue dans les réseaux	6 344	6 908	+ 9,0
Total général	58 609	62 755	+ 7,2

Production d'énergie électrique en 1953/54
Classement d'après la source d'énergie et le type de machine utilisé

Tableau II

	Energie produite GWh %	
Production thermique:		
Turbines à vapeur:		
Charbon, coke et produits pétroliers	65 587	99,21
Récupération de chaleur	57	0,09
Moteurs à combustion interne	43	0,07
Total	65 687	99,37
Production hydraulique:	420	0,63
Total général	66 107	100,0

d'une puissance totale de 9800 MW, étant donné que des machines d'une puissance totale de 1200 MW devront être mises hors service pendant la période considérée.

Puissance maximum réalisable nette des centrales
au 31 mars 1954

Classement d'après la source d'énergie et le type de machine utilisé

Tableau III

	Puissance maximum réalisable nette MW %	
Centrales thermiques:		
Turbines à vapeur:		
Charbon, coke et produits pétroliers	16 674	98,64
Récupération de chaleur	10	0,06
Moteurs à combustion interne	50	0,30
Total	16 734	99,00
Centrales hydroélectriques:	170	1,00
Total général	16 904	100,00

Consommation d'énergie électrique en 1953/54

Tableau IV

	Consommation GWh %	
Industrie	28 454	51,0
Traction	1 401	2,5
Commerce et artisanat	8 036	14,4
Ménages	16 643	29,8
Agriculture	779	1,4
Eclairage public	534	0,9
Total	55 847	100,0

La recette moyenne par kWh a été de 1,373 pence en 1953/54, en augmentation de 4,7 % par rapport à l'exercice précédent, de 21,2 % par rapport à l'exercice 1947/48, et de 30,1 % par rapport à l'exercice 1937/38. L'excédent des recettes sur les dépenses fut en 1953/54 de 13,2 millions de livres, les recettes ayant atteint 326,5 et les dépenses 313,3 millions de livres. Pendant la même période, les investissements ont atteint 170 millions de livres environ, dont 83 % pour la construction ou l'extension de centrales. Le capital de premier établissement pour l'ensemble des biens immobiliers atteignait 1600 millions de livres environ au 31 mars 1954; la dette de construction se montait à 954 millions de livres soit 59,63 % du capital de premier établissement. Sa.

Communications des organes de l'UCS

Autorisation d'installer pour les fabricants d'installations spéciales

Nous donnons ci-dessous la liste des firmes qui se sont annoncées jusqu'ici comme désirant obtenir une «autorisation d'installer pour les fabricants d'installations spéciales» (voir Bull. ASE, t. 45(1954), n° 2, p. 49), et à qui l'UCS a, au nom des entreprises qui lui en ont donné le pouvoir, octroyé une telle autorisation:

Pour installations d'ascenseurs:

Aufzüge- und Elektromotorenfabrik Schindler & Cie., A.-G., Lucerne, et ses filiales:

LUAG Lift-Unterhalt A.-G., Bâle

Schindler Aufzüge und Motoren A.-G., Berne

Ascenseurs et Moteurs «Schindler» Haubridge & Cie., Lausanne

Schindler Aufzüge- und Motorenfabrik A.-G., St-Gall

Schindler Aufzug- und Uto-Kran-Fabrik A.-G., Zurich

Pour éclairages scéniques:

W. & L. Zimmermann, Bühnenbeleuchtungen, Erlenbach (ZH)

Pour installations à tubes à décharge lumineux à haute tension:

Berna-Neon, Bögli & Kuhn, Spezialfirma für Neon-Anlagen, Bern

Neon-Licht A.-G., Zurich

Rovo A.-G., Lichtreklamen und Beleuchtungen, Zurich.

Pour installations diverses:

Franz Rittmeyer A.-G., Apparatebau für die Wasserwirtschaft, Zug (pour installations de mesure à distance de niveaux d'eau ainsi que pour installations de commande automatique de pompes et vannes).

Si d'autres firmes désirent obtenir aussi une «Autorisation d'installer pour les fabricants d'installations spéciales», elles sont priées de s'annoncer à l'Inspectorat des installations à courant fort. Nous rappelons que, selon le texte révisé de l'Ordonnance sur les installations à courant fort, les installations spéciales ne peuvent, à partir du 1^{er} janvier 1950, être mises en place que par une firme possédant une autorisation correspondante, et ceci même dans le cas où la firme en question mettait déjà en place de telles installations avant le 1^{er} janvier 1950.

Inspectorat fédéral des installations à courant fort
Union des Centrales Suisses d'électricité

Vœux de fin d'année

La rédaction des «Pages de l'UCS» remercie ses collaborateurs des articles qu'ils mirent à sa disposition et leur souhaite, ainsi qu'à tous les lecteurs, de joyeuses fêtes et beaucoup de succès durant l'année nouvelle.

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.