

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 50 (1959)  
**Heft:** 14

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

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

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

# Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

## Sur la protection incendie des transformateurs

par J. Baclet, Paris

614.84 : 621.311.42(44)

Nous reproduisons ci-après, avec l'autorisation de la maison SICLI Matériel-Incendie S. A., Genève, la conférence donnée par M. Baclet à l'occasion d'une manifestation organisée par cette maison le 16 avril 1959 à la Maison des Congrès à Zurich.

Le réseau à haute tension (65...380 kV) d'Electricité de France compte en chiffre rond 2000 transformateurs avec une puissance installée totale de 32 000 MVA, représentant une valeur à neuf d'environ 55 milliards de francs français. En 12 ans (1946...1958) il a été observé dans ce réseau 25 incendies de transformateurs, ayant provoqué des dégâts évalués à 250 millions de francs français, soit environ 5‰ de la valeur à neuf de l'ensemble des transformateurs en exploitation. Après avoir examiné à fond les causes techniques et le développement des incendies, ainsi que les dépenses économiquement admissibles pour combattre ces incendies à l'avenir, EDF a établi des directives pour la lutte contre le feu, expliquées dans le texte. En outre, mettant à profit les expériences d'une firme américaine de l'industrie pétrolière, on a développé et expérimenté, puis finalement mis en pratique un nouveau procédé d'extinction des incendies. Le principe en est le suivant: lorsque le feu éclate dans un transformateur, le niveau de l'huile en est abaissé d'environ 10 cm par vidange rapide. Immédiatement après on insuffle d'en bas, dans l'huile du transformateur, de l'azote prélevé d'une bouteille sous pression. L'huile chaude du transformateur, qui ne dépasse jamais 100° de température, même dans les cas extrêmes, est vigoureusement brassée par le gaz qui y pénètre. Seule la mince couche superficielle atteint la température de 180° nécessaire à la combustion de l'huile. Le brassage refroidit cette couche supérieure en-dessous du point d'inflammation, le feu diminue rapidement et s'éteint. L'orateur décrit en détail les phénomènes physiques au cours de l'extinction par ce nouveau procédé, de même que l'appareillage «vidange-brassage» et les points à prendre en considération lors du montage et de la réception.

Im Einverständnis mit der Firma SICLI Matériel-Incendie S. A., Genf, veröffentlichen wir nachstehend einen Vortrag, den Herr Baclet anlässlich einer Veranstaltung obiger Firma am 16. April 1959 im Kongresshaus in Zürich gehalten hat.

Das Hochspannungsnetz (65...380 kV) der EDF hat heute einen Bestand von rund 2000 grossen Transformatoren mit einer Gesamtleistung von 32 000 MVA. Der Neuwert dieser Transformatoren beträgt ca. 55 Milliarden franz. Franken. In den 12 Jahren von 1946...1958 traten in diesem Netz total 25 Transformatorenbrände mit einer Schadenssumme von insgesamt 250 Millionen franz. Franken (ca. 5 Promille des Neuwerts aller im Betrieb befindlichen Transformatoren) auf. Nach eingehender Untersuchung der technischen Ursachen und des Verlaufs der Brände sowie der für die künftige Brandbekämpfung wirtschaftlich zulässigen Aufwendungen hat die EDF die im Text erläuterten Richtlinien für den Brandschutz aufgestellt. Ferner wurde unter Verwendung der Erfahrungen einer USA-Ölfirma ein neues System für den Brandschutz in zahlreichen Versuchen entwickelt und erprobt und anschliessend in die Praxis eingeführt. Das Prinzip des neuen Löschverfahrens ist das folgende: Bei Brandausbruch wird der Ölspiegel im Transformator durch eine Schnellentleerung um ca. 10 cm abgesenkt und anschliessend aus einer Druckflasche Stickstoff von unten in das Öl des Transformators eingeblasen. Das auch im extremsten Fall nicht über maximal 100 °C heisse Öl des Transformators wird durch das eingeblasene Gas umgewälzt. Nur die dünne oberste Schicht des Transformatoröls hat beim Brand eine Temperatur von 180° entsprechend dem Flammpunkt des Öls. Die Umwälzung kühlt die oberste Schicht unter den Flammpunkt ab, und das Feuer geht rasch zurück und erlischt. Die physikalischen Vorgänge beim Löschen nach dieser neuen Methode, die einzelnen Teile der Löscheinrichtung und die bei der Montage und der Abnahme solcher Einrichtungen massgebenden Gesichtspunkte werden eingehend geschildert.

### 1. Statistique des incendies de transformateurs dans le réseau d'EDF de 1946...1958 et leurs conséquences

Bien que le présent exposé soit essentiellement axé sur le nouveau procédé d'extinction des feux de transformateurs que nous avons mis au point au Service des Transports d'Energie d'Electricité de France, je crois intéressant, cependant, d'y ajouter quelques informations complémentaires sur notre doctrine en matière de protection incendie des transformateurs et son évolution au cours des dernières années.

Je précise tout de suite que cette doctrine est propre au Service des Transports d'Energie d'Electricité de France, dont l'activité se limite aux installations comprenant les lignes et les postes de transformation et de coupure, pour des tensions qui s'échelonnent de 63...380 kV. Ceci pour dire que les conclusions valables pour un tel ensemble ne sont pas obligatoirement transposables à un ensemble de consistance différente.

Notre réseau avait, au 1<sup>er</sup> janvier 1959, environ 2000 transformateurs en service répartis sensiblement en:

3 appareils à 380 kV	1 000 MVA de puissance installée
100 appareils à 225 kV	7 000 MVA de puissance installée
200 appareils à 150 kV	7 000 MVA de puissance installée
300 appareils à 90 kV	3 000 MVA de puissance installée
1400 appareils à 63 kV	14 000 MVA de puissance installée

soit un total de 32 000 MVA de puissance installée, cet ensemble représentant une valeur à neuf d'environ 55 milliards de francs français.

Pour ce parc de transformateurs, quel a été, depuis 1946, le nombre d'avaries ayant donné lieu à incendie?

En 12 ans, nous avons observé 25 incendies :

5 en 1947	2 en 1953
6 en 1949	1 en 1954
1 en 1950	1 en 1956
3 en 1951	2 en 1957
3 en 1952	1 en 1958

6 incendies ont entraîné une destruction presque totale des appareils. 16 incendies se sont pratiquement limités à la destruction d'une ou deux bornes. Enfin, 3 incendies ont été sans gravité sensible.

L'évaluation des dégâts correspondants nous a conduits à un chiffre de l'ordre de 250 millions de francs, soit un peu moins de 5 % de la valeur à neuf de l'ensemble des transformateurs en exploitation.

Il résulte de cette statistique que la fréquence des incendies sur transformateurs est relativement faible, ainsi que leur incidence financière.

Cette statistique a permis, également, de déterminer, par un calcul simple, l'ordre de grandeur de la somme qu'il était possible d'investir en matière de protection incendie des transformateurs, en restant dans des limites compatibles avec la rentabilité de l'opération, étant entendu, cependant, qu'il s'agit là du seul aspect financier de la question, aspect qui ne constitue pas le seul élément d'appréciation dans la détermination de la consistance de la protection incendie, mais qui en constitue tout de même un élément important.

On constate donc que le montant des dégâts, provoqués en 12 ans par les incendies de transformateurs sur le réseau de transport, atteint environ 250 millions de francs, ce qui correspond à une moyenne annuelle de 20 millions de francs. Cette somme représente sensiblement les charges financières et d'exploitation d'installations correspondant à un capital investi de 200 millions de francs. Ce dernier chiffre constitue donc le capital maximum que l'on peut, dans l'état actuel des choses, investir pour protéger contre l'incendie les transformateurs du réseau de transport. Comme il y a actuellement sur ce réseau, en transformateurs de 380 kV à 63 kV, une puissance installée d'environ 32 000 000 kVA, on conclut donc naturellement de ce qui précède qu'on dispose d'un maximum de 6,30 francs environ par kVA pour protéger un appareil. Au-delà de cette somme, l'opération n'est plus rentable.

Ces considérations montrent bien qu'il convient d'être prudent en matière d'investissement dans ce domaine où la rentabilité risque d'être réellement faible, sinon nulle.

Ce souci de rentabilité a conduit notre Direction à revenir sur certaines tendances qui, avant la nationalisation en 1946 et en partie sous l'influence des considérations de guerre, conduisaient à développer excessivement les installations de protection incendie des transformateurs.

Pour ce faire, des essais furent organisés et l'étude approfondie des sinistres survenus en exploitation fut décidée.

## 2. Résultats de recherche sur le développement d'incendies de transformateurs

A l'issue de ces travaux, les conclusions suivantes furent tirées, tant sur les feux de transformateurs eux-mêmes que sur les dispositions à prendre pour les combattre aussi efficacement, mais aussi économiquement que possible.

1. Les feux de transformateurs sont, dans la grande majorité, pour ne pas dire la presque totalité des cas, la conséquence de l'explosion d'une borne.

2. Si cette explosion n'est pas suivie d'un débordement d'huile enflammée, le sinistre n'est pas grave et peut être aisément combattu avec du matériel mobile d'extinction. Si, au contraire, l'explosion donne lieu à un déversement d'huile enflammée, on a affaire à un sinistre grave.

3. En effet, l'huile en présence du conservateur passe par l'orifice de la borne avariée où elle s'enflamme au contact des parties portées à hautes températures par l'arc de défaut. Cette huile enflammée se répand sur le couvercle et descend le long de la cuve. La nappe de feu constituée échauffe les radiateurs qui transmettent évidemment, à un rythme accéléré, les calories ainsi reçues à l'huile qu'ils contiennent. Cette huile se dilatant vient à son tour accroître le déversement et, surtout, en constituer une véritable auto-alimentation.

4. Tout ce processus ne demande que quelques minutes pour s'établir — 4 ou 5 au maximum, c'est pourquoi, la plupart du temps, lorsque le personnel arrive sur les lieux du sinistre, il se trouve déjà en présence d'un foyer impressionnant et en constante progression. L'attaque du feu est, dans ces conditions, rendue rapidement très difficile, d'autant plus qu'aussi bien entraînés soient-ils, les pompiers bénévoles que constituent les agents des postes ne sont pas habitués à de tels foyers, ce qui explique et, dans une certaine mesure, excuse bien des fausses manœuvres. Si, pour une raison quelconque, cette attaque n'est pas très vite menée à bien, ce qui est fréquent, car cela nécessite un personnel nombreux gardant son sang-froid et un matériel sans défaillance, le sinistre entre dans une phase fatale au transformateur.

5. En effet, au bout d'un temps qui peut varier de 10...30 minutes, les joints supérieurs puis inférieurs carbonisés se mettent à fuir. Certaines pièces métalliques peuvent également lâcher; la cuve se vidange alors plus ou moins rapidement, ce qui apporte un aliment supplémentaire au feu extérieur et, surtout, introduit le feu jusqu'à la partie active.

6. Le transformateur a alors toute chance d'être complètement perdu, car il est difficile d'en approcher pour noyer l'intérieur de la cuve.

### 3. Directives pour la protection des transformateurs contre le feu

Compte tenu des conclusions tant techniques qu'économiques ainsi mises en évidence, une ligne de conduite à suivre en matière de protection incendie des transformateurs fut définie, ligne de conduite qui devait tenir compte au surplus, d'une part, des progrès de la technique qui apportaient une amélioration dans le domaine de la construction des appareils et de leur protection électrique et, d'autre part, du développement de l'interconnexion qui permet d'assurer des secours réciproques aux différentes parties du réseau. Il fut ainsi décidé :

1. D'attirer l'attention des *constructeurs* sur le danger que, vis-à-vis du feu, fait courir à leurs appareils la disposition ou le profil de certains de leurs éléments constitutifs, par exemple:
  - a) fers profilés qui ceignent la cuve et qui constituent de véritables gouttières où s'accumule l'huile enflammée et ce bien souvent sous le raccordement de radiateurs,
  - b) gaines de ventilation qui, au moment du déversement d'huile enflammée, forment, sous les radiateurs, des foyers à large surface de chauffe,
  - c) bornes latérales qui rendent certains appareils pratiquement improtégeables, leur vidange incontrôlée étant inévitable lors de l'avarie de ces bornes.
2. D'équiper systématiquement tous les appareils en dispositifs automatiques. Les dispositifs retenus en définitive sont ceux dont le fonctionnement est lié à la vitesse d'écoulement de l'huile, à l'exclusion de ceux constitués par des vannes dont la commande est assurée par l'intermédiaire de la détection incendie ou des protections internes de transformateurs. En France, les dispositifs de la première catégorie sont au nombre de deux : siphon *Alsthom* et, surtout, clapet de la *Compagnie Electro-Mécanique*. Tous les constructeurs français, à l'exception de l'*Alsthom*, montent maintenant systématiquement sur les appareils qu'ils nous livrent ce clapet de sécurité interdisant l'écoulement de l'huile du conservateur vers le transformateur.
3. De construire des murs pare-feu entre tous transformateurs placés côte à côte.
4. De placer une couche de ballast sous chacun de ces appareils.
5. De n'équiper de protections fixes que les appareils de grande puissance (70 MVA minimum), ceux de puissance inférieure mais d'importance vitale pour une région ou, encore, ceux pour lesquels un incendie risquerait d'avoir des conséquences pour d'autres installations vitales contiguës.

En ce qui concerne ces protections fixes, il fut décidé d'en rechercher la simplification. Cette re-

cherche conduisit tout d'abord à remplacer les systèmes à grand débit et à grande réserve d'eau par des systèmes ne faisant intervenir qu'un volume réduit d'eau — de l'ordre de 1000...1500 litres — contenu dans un réservoir métallique mis en pression au moyen de bouteilles de gaz comprimé.

Ce type de protection a été couramment utilisé de 1949...1956. Courant 1956, Monsieur Cabanes, Directeur-Adjoint chargé des Transports d'Énergie, eut connaissance du nouveau procédé d'extinction des feux d'hydrocarbures utilisé par les pétroliers américains de la *Socony Mobil Oil Company*.

Il décida d'en essayer la transposition aux transformateurs qui, sous un certain aspect, sont, eux aussi, un réservoir d'hydrocarbures.

### 4. Principe de la nouvelle méthode d'extinction d'EDF

En quoi consiste le procédé d'extinction utilisé par les pétroliers? On rapporte qu'au cours d'un orage la foudre tomba sur un réservoir de pétrole brut de la *Socony Mobil Oil* et l'enflamma. Pour récupérer la plus grande partie possible du produit, il fut décidé de le transférer dans un autre réservoir, en utilisant une canalisation placée à la base du réservoir en feu. Au cours de cette opération, la canalisation s'obstrua et on eut recours, pour la déboucher, à l'air comprimé; il fut alors constaté que le dégagement d'air comprimé, dans le réservoir sinistré, entraînait une réduction progressive des flammes. Intrigués par ce phénomène, les ingénieurs de la *Socony Mobil Oil* en étudièrent les causes et conclurent finalement qu'il était la conséquence de certains caractères propres aux feux d'hydrocarbures qui, pour la plupart bien connus, sont les suivants :

1. Dans un feu d'hydrocarbure, ce sont uniquement les vapeurs émises par l'hydrocarbure qui brûlent et non l'hydrocarbure lui-même.
2. Pour pouvoir émettre des vapeurs *en quantité suffisante pour entretenir le feu*, l'hydrocarbure doit être à une température supérieure à celle de son point de combustion.
3. Quand il s'agit de produits bruts, l'onde de chaleur issue de la surface en feu ne pénètre que très lentement (10...50 cm/h) dans la masse liquide. *Il n'y a même aucune pénétration, quelle que soit la durée de combustion, lorsqu'il s'agit de produits raffinés.*

*On dispose donc, sous une faible épaisseur d'hydrocarbure chaud, qui se réduit à une pellicule dans le cas de produits raffinés, d'une masse de liquide dont la température est restée celle pré-existant avant la mise à feu, donc très inférieure à celle du point de combustion.*

Se référant à ces trois notions, on constate que, pour arrêter un feu d'hydrocarbure, il suffit de suspendre l'émission de vapeurs combustibles, autre-

ment dit, de ramener la température de la surface à une valeur inférieure à celle du point de combustion. Ceci s'obtient très simplement en injectant de l'air ou de l'azote comprimé à la base du réservoir, provoquant ainsi un brassage de la masse d'hydrocarbure. Ce brassage substitue progressivement, à l'hydrocarbure constituant la couche superficielle émettrice de vapeurs combustibles, de l'hydrocarbure à une température inférieure à celle du point de combustion, ce qui a pour effet la réduction, puis la suppression de l'émission de vapeurs et, par conséquent, l'extinction progressive du feu.

C'est l'analogie existant entre une cuve remplie d'hydrocarbure et une cuve de transformateur remplie d'huile qui a conduit à penser que, si le procédé était efficace pour la première, il pouvait l'être également pour la seconde. Il n'était, cependant, pas «*a priori*» évident que la méthode puisse être appliquée aux transformateurs qui constituent un ensemble beaucoup plus complexe qu'une cuve d'hydrocarbure. En effet, la présence de la partie active, les risques de débordement dus aux bornes communicantes et au conservateur, l'existence d'un couvercle et d'accessoires tels que radiateurs, gaines de ventilation, etc... constituent autant d'éléments qui différencient nettement un transformateur d'une simple cuve. Un seul moyen se présentait pour vérifier si la transposition entrevue était possible: celui de réaliser des essais, non seulement sur de simples cuves où le succès eût été certain, puisqu'on se serait retrouvé dans les conditions des pétroliers, mais aussi sur de vrais transformateurs. C'est ce qui a été fait.

Si nous examinons le cas particulier de l'huile isolante à la lumière de ce que nous avons indiqué tout à l'heure pour les hydrocarbures en général, nous notons que:

1. Le point de combustion de l'huile étant d'environ  $180^{\circ}$ , il faudra que sa surface soit portée et maintenue à cette température pour obtenir et entretenir la combustion et, inversement, qu'elle soit amenée en dessous de cette température pour obtenir l'extinction.
2. L'huile isolante étant un produit raffiné, son échelle d'ébullition est d'une amplitude insuffisante pour favoriser la formation d'une onde calorifique. La masse liquide située en dessous de la pellicule enflammée restera donc, pendant l'incendie, à une température constante voisine de celle préexistante avant la mise à feu.

On peut conclure de ces deux caractéristiques que l'huile isolante, bien que portée à des températures de  $80...100^{\circ}\text{C}$  comme c'est le cas, bien qu'exceptionnellement, dans les transformateurs, se prêtera très bien à l'extinction par brassage, puisque, même à  $100^{\circ}\text{C}$ , elle se trouve encore  $80^{\circ}\text{C}$  en dessous de son point de combustion, ce qui assure de disposer, dans chaque transformateur, d'une masse d'huile à température convenable dont le brassage permettra très

rapidement de refroidir la pellicule émettrice de vapeurs combustibles.

## 5. Essais et résultats

C'est avec ces données théoriques rassurantes que nous avons abordé nos essais, au nombre d'une cinquantaine. Ils ont été exécutés sur:

- une simple cuve d'une contenance de 3 tonnes d'huile,
- un autotransformateur 15 000 / 13 500 V de 2500 kVA contenant 2 tonnes d'huile,
- un transformateur 60 000 / 15 000 V de 20 000 kVA contenant 20 tonnes d'huile.

Je n'ai pas l'intention de passer en revue chacun de ces essais, mais simplement *celle de vous définir, en me référant à certains d'entre eux, les étapes* qu'ils nous ont permis de franchir pour en arriver à la forme définitive du procédé d'extinction.

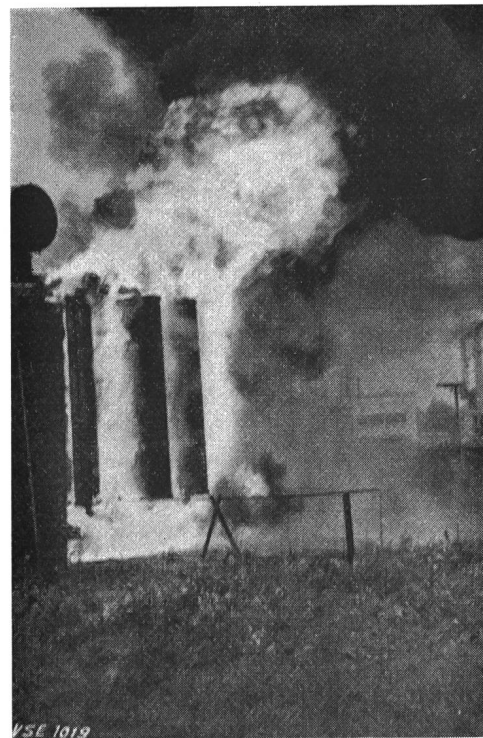


Fig. 1  
Vue d'un essai sur le transformateur de 20 000 kVA

La première question à résoudre résidait dans le choix du gaz à insuffler et dans la manière dont on l'insufflerait. Nous avons choisi l'azote, qui nous a paru préférable à l'air par ses qualités d'inertie chimique et préférable au  $\text{CO}_2$  parce que ne présentant aucune difficulté pour la détente à basse pression que nécessite le procédé.

L'insufflation du gaz était réalisée de la façon suivante: Une bouteille contenant  $7\text{ m}^3$  d'azote sous 150 kg de pression était reliée, par l'intermédiaire d'un détendeur, à la vanne de prélèvement d'échantillon d'huile du transformateur par une canalisation de petit diamètre — 25 mm. Sur cette canalisa-

tion, un clapet de retenue interdisait le retour de l'huile vers la bouteille. Un détendeur et un manomètre de contrôle complétaient l'installation.

Avant chaque essai, l'huile était portée, à l'aide d'un réchauffeur, à des températures de l'ordre de celles rencontrées en exploitation dans les cas les plus défavorables, à savoir de  $70^{\circ}$ ... $110^{\circ}$  en haut de cuve, de  $30^{\circ}$ ... $40^{\circ}$  en bas de cuve. La mise à feu était réalisée avec de l'essence, les foyers étant constitués par les orifices d'une ou plusieurs bornes démontées.



Fig. 2

Vue d'un essai sur le transformateur de 20 000 kVA

Entre la mise à feu et le début de l'opération d'extinction, nous observions un certain délai que nous appellerons période de précombustion, délai pendant lequel nous laissons le feu se développer sur les foyers du couvercle, sans provoquer de déversement. Ce délai était destiné à permettre, d'une part, l'entrée en combustion de toutes les surfaces libres de l'huile, d'autre part, à obtenir l'apparition de points chauds tels qu'on peut en rencontrer dans la réalité sur des transformateurs après un incident, ces points chauds pouvant être dus soit à l'action de l'arc électrique amorcé au moment du défaut, soit à l'échauffement propre du foyer.

La durée des périodes de précombustion a varié, suivant les essais, de 5 minutes à 2 heures. Au bout de ce temps, nous procédions à l'extinction après avoir, sauf pour quelques essais particuliers, provoqué un débordement d'huile enflammée, plus ou moins important suivant les cas, en manœuvrant à

distance une vanne placée sur la canalisation reliant le conservateur à la cuve.

D'essai en essai, nous avons successivement fait un certain nombre d'observations qui ont marqué autant d'étapes vers la mise au point du procédé. Voici, dans l'ordre, ces observations:

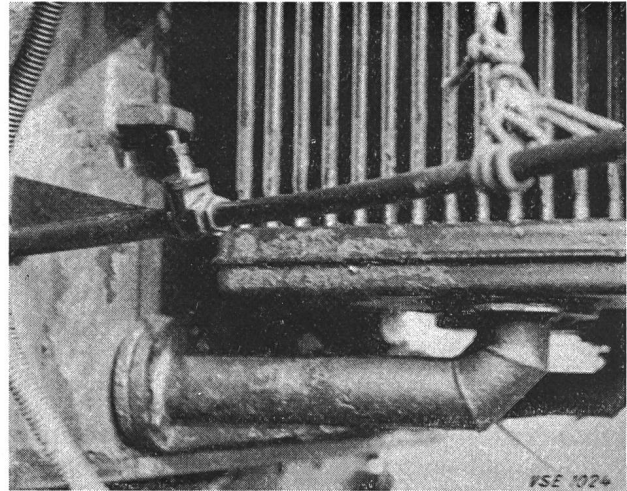


Fig. 3

Raccordement de la canalisation d'amenée de l'azote à la vanne de prélèvement d'échantillon d'huile

#### *Première observation*

Le brassage de l'huile se fait dans les mêmes conditions d'efficacité, qu'il s'agisse d'une cuve simple ou de celle d'un transformateur, malgré la présence de la partie active.

#### *Deuxième observation*

Lors de l'insufflation, l'azote monte verticalement au droit de l'orifice d'insufflation le long de la paroi de la cuve. Ce sont les masses d'huile que le gaz entraîne et déplace en se dégageant qui provoquent le mouvement de l'huile et, notamment, la turbu-



Fig. 4

Turbulence provoquée à la surface libre de l'huile par l'injection d'azote au bas de la cuve du transformateur

lence que l'on observe à la surface et qui est le facteur déterminant du mécanisme d'extinction.

#### Troisième observation

La pression d'insufflation doit simplement être suffisante pour vaincre la hauteur statique de l'huile. Le débit doit être, dans une certaine mesure, proportionnel à la surface du transformateur protégé. Lorsque les cuves atteignent des sections supérieures à 5 m<sup>2</sup>, l'insufflation par deux orifices différents situés de part et d'autre de la cuve devient indispensable.

#### Quatrième observation

Comme l'huile affleure les orifices enflammés, le brassage entraîne des débordements qui peuvent, dans le cas de certains feux, en particulier ceux où il y a déjà un débordement, compromettre, sinon interdire, l'extinction.

#### Cinquième observation

L'inconvénient mis en évidence dans l'observation précédente peut être facilement supprimé par la vidange d'une certaine quantité d'huile pour ménager, sous le couvercle, un creux d'une dizaine de centimètres. Ainsi, le brassage s'effectue, d'ailleurs, dans de bien meilleures conditions, puisqu'il s'opère en atmosphère non comburante et hors du contact du couvercle qui freine l'agitation et tend à réenflammer l'huile par ses points chauds.

Précisons que, pour éviter tout incendie de la partie active, la quantité d'huile vidangée doit être automatiquement limitée en prévoyant l'orifice de vidange à une dizaine de centimètres sous le cou-



Fig. 5

Canalisation et vanne de vidange utilisées au cours des essais sur le transformateur de 20 000 kVA

vercle, si les bornes sont sur le même plan, soit à une dizaine de centimètres sous la bride de la borne la plus basse, si elles ne sont pas sur le même plan. Cet orifice est relié à une vanne placée à portée de la main, suffisamment loin du transformateur ou derrière un des murs pare-feu, s'il en existe.

#### Sixième observation

La vidange partielle permet — ce que ne peut faire l'agitation seule — d'obtenir, par privation d'aliment, l'extinction du feu extérieur latéral qui est, d'ailleurs, le plus dangereux, puisqu'il s'attaque directement aux points faibles de la cuve.

Nos essais ont très nettement mis en évidence la nécessité de cette vidange. A noter qu'en cas de défaillance du dispositif de fermeture du conservateur, ce dispositif de vidange permet également de détourner du foyer l'huile en provenance du conservateur.



Fig. 6

Bouteille d'azote 7 m<sup>3</sup>, 150 kg/cm<sup>2</sup>, avec son détendeur et ses manomètres de contrôle

De ces dernières observations, il ressort donc que le cas du transformateur se distingue bien de celui de la simple cuve et que la méthode de brassage ne peut être utilisée avec certitude de succès qu'accompagnée de la *vidange partielle*, ce qui, en définitive, revient à se mettre dans les conditions des pétroliers dont les cuves comportent toujours un certain creux.

La méthode d'extinction ainsi définie conserve, cependant, une grande simplicité tant pour sa mise en œuvre que pour l'installation qu'elle nécessite.

Voyons d'abord sa mise en œuvre: L'opération d'extinction s'exécute en trois temps:

1. Ouvrir la vanne de vidange.
2. Attendre l'accomplissement de la vidange.
3. Dès que l'huile a cessé de s'écouler, ouvrir le robinet d'azote.

Nos essais sur le transformateur de 20 000 kVA ont montré que, même après une période de précom-

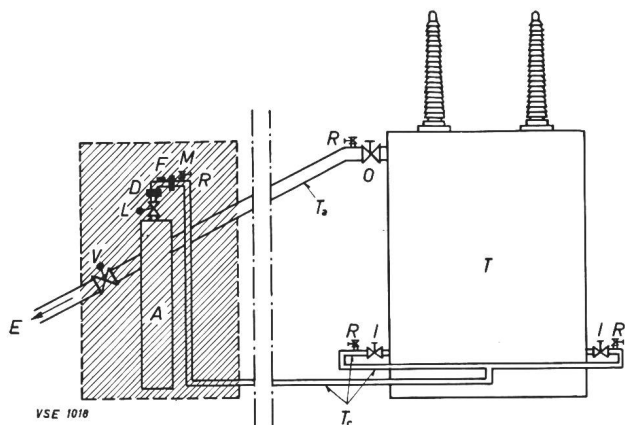


Fig. 7

Schéma d'installation de la protection incendie des transformateurs de puissance par la méthode «vidange-brassage»

- A Bouteille d'azote comprimé
- D Dispositif de détente
- E Evacuation de l'huile vidangée
- F Clapet de fuite
- I Vannes des orifices d'insufflation
- L Robinet de la bouteille d'azote (type à levier)
- M Dispositif porte membrane de retenue d'huile
- O Vanne de l'orifice de vidange
- R Robinets de purge d'air
- T Transformateur à protéger
- T<sub>a</sub> Tube acier  $\phi$  int. 80 mm ou 100 mm
- T<sub>c</sub> Tube cuivre ou acier  $\phi$  int. 20 mm minimum
- V Vanne de vidange à levier

bustion de 2 heures sur le couvercle, suivie d'un débordement provoqué par l'ouverture de la vanne du conservateur, il fallait, en opérant ainsi, moins de 2 minutes pour éteindre un feu qui, à son maximum, masquait toute la face arrière du transformateur.

Quelques foyers résiduels secondaires, tels que flaques d'huile sur certaines parties planes ou cartons de bornes enflammées, peuvent subsister après l'extinction du foyer principal. Ils sont sans gravité. On les éteint sans difficulté avec le matériel mobile classique.

## 6. L'équipement pour le nouveau procédé d'extinction

L'installation nécessaire à la mise en œuvre de cette protection comporte des dispositions (voir fig. 7) se rapportant:

- a) au transformateur proprement dit,
- b) au dispositif d'insufflation d'azote,
- c) au dispositif de vidange.

### a) Dispositions concernant le transformateur

Pour pouvoir être équipé d'un dispositif de protection par «vidange-brassage», un transformateur (T) doit comporter:

1. A sa partie inférieure, deux ouvertures équipées de vannes (I) permettant l'injection d'azote. Ces ouvertures doivent, autant que possible, être placées aux extrémités d'une même diagonale, si on assimile à un rectangle la section considérée de la cuve.

Pour les transformateurs actuellement en exploitation et pour éviter une modification quelquefois délicate, on peut très bien prendre comme vannes d'injection les vannes dont chaque transformateur est équipé. La vanne de prélèvement d'échantillons d'huile peut, notamment, être utilisée à cet effet. Dans ce cas, on pourra également se contenter d'un seul orifice d'insufflation, chaque fois que la section de la cuve du transformateur au niveau de la tubulure de vidange sera inférieure à 5 m<sup>2</sup>.

Pour les transformateurs neufs à commander, il est préférable de demander au constructeur de prévoir des vannes spéciales du calibre d'un pouce environ ou, mieux, de raccorder directement, par des tuyauteries fixées à demeure sur le transformateur, les points d'insufflation à une vanne commune. Ces tuyauteries de raccordement devront avoir un diamètre minimum de 20 mm et des longueurs égales.

En ce qui concerne les points d'insufflation, le constructeur devra dans le cas de la construction en «cloche», les placer de telle manière que l'azote se dégage bien contre la paroi de la cuve, hors de l'emprise des enroulements, dans le cas de transformateurs type «cuirassé» (appelés encore «Shell» ou «form fit»), les placer au-dessus du circuit magnétique.

2. A sa partie supérieure, une vanne (O) destinée à permettre le raccordement du dispositif de vidange partielle. Cette vanne doit être placée de telle manière qu'on puisse obtenir une baisse du niveau de l'huile dans la cuve à 5 cm au-dessous de la collerette de la borne la plus basse. Son diamètre doit être de 80 mm lorsque la quantité d'huile à vidanger est inférieure à 2000 l. Il doit être égal à 100 mm si cette quantité d'huile égale ou dépasse 2000 l.

*Remarque sur les transformateurs à régleur en charge incorporé.* Lorsqu'un transformateur possède un régleur en charge incorporé, il n'y a — c'est le cas le plus général — aucune disposition particulière à prendre si ce régleur se trouve dans la cuve proprement dite du transformateur.

On rencontre, cependant, des appareils où le régleur se trouve dans un compartiment attenant à la cuve:

1. S'il existe, entre ce compartiment et la cuve du transformateur, une intercommunication telle qu'après vidange la surface libre de l'huile s'étende, sans obstacle autre que les diverses connexions et le corps du régleur, sur toute la surface de la cuve et du compartiment, il n'y a pas de disposition spéciale à prévoir.
2. Si, au contraire, bien qu'il y ait intercommunication directe de l'huile, une cloison vient s'interposer sur cette surface libre, il faut prévoir un



orifice d'injection propre à ce compartiment, l'azote nécessaire étant prélevé sur l'alimentation générale d'azote sans disposition particulière.

3. Si, enfin, ce compartiment est totalement indépendant, il faut prévoir une injection d'azote, dans les mêmes conditions que sous point 2, et une vidange propre à ce compartiment, sauf si, comme c'est le cas dans certains appareils, l'huile s'y trouve déjà en marche normale à un niveau convenable.

*Remarque sur les transformateurs à batterie de radiateurs séparée.* Il n'y a pas, du point de vue de la protection «vidange-brassage», de dispositions particulières à adopter. Il faudra tenir compte simplement de ce que, si cette batterie comporte une certaine quantité d'huile au-dessus du niveau de vidange dans le transformateur, cette huile viendra s'ajouter à celle du transformateur au moment de la vidange.

#### b) Dispositions concernant le dispositif d'insufflation d'azote

Ce dispositif doit comprendre essentiellement:

1. Une *bouteille (A)* d'azote comprimé sous 150 kg/cm<sup>2</sup>, équipée d'un dispositif de détente (*D*) qui, par souci de simplicité et de robustesse, doit simplement être constitué par un ou plusieurs orifices calibrés.

La capacité de la bouteille et les caractéristiques du dispositif de détente devront être telles qu'elles satisfassent à certaines conditions de débit et de temps d'émission (voir ces conditions en annexe). *Le contrôle de ces conditions doit être effectué à la réception de toute installation de ce type.*

Pour permettre une manœuvre aisée et rapide, l'ouverture du robinet (*L*) de la bouteille devra être commandée par un levier et non par un volant.

Le contrôle en exploitation de la bouteille d'azote s'effectuera en déconnectant la bouteille et en opérant par mesure de la haute pression. La pression minimum à accepter dans la bouteille en exploitation est de 130 kg/cm<sup>2</sup>. Toute bouteille dont la pression serait inférieure à ce chiffre devra donc être remplacée. Le manomètre de contrôle de pression devra faire partie de la fourniture, ainsi que la pièce intermédiaire permettant son raccordement à la bouteille.

2. Une *canalisation* en cuivre ou en acier reliant la bouteille d'azote aux orifices d'injection. Cette canalisation doit avoir un diamètre intérieur minimum de 20 mm. Les branches d'alimentation des divers points d'insufflation doivent avoir la même longueur, pour obtenir une égale répartition du débit d'azote.

La canalisation étant, comme indiqué ci-dessous, remplie d'huile, il sera suffisant, au cas où on la prendrait en acier, de prévoir une protection ex-

terne contre la corrosion. Le choix de cette protection est laissé à l'utilisateur.

3. Un *dispositif (M)* de retenue interdisant le retour de l'huile jusqu'au dispositif de détente. Le dispositif de retenue sera placé aux abords immédiats de la bouteille d'azote, pour permettre un remplissage en huile aussi grand que possible de la canalisation d'insufflation, ceci dans le but d'éviter toute condensation à l'intérieur de cette canalisation, qui pourrait avoir comme conséquence des ruptures dues au gel. Ce dispositif sera constitué par une membrane en plomb, rilsan ou caoutchouc synthétique . . . , dimensionnée pour céder lors de la montée en pression, ce qui se produit presque instantanément, la membrane interdisant tout débit, donc toute détente.
4. Des *dispositifs de purge d'air (R)* permettant le remplissage de la canalisation d'azote seront prévus aussi près que possible, d'une part, des vannes d'injection sur le transformateur, d'autre part, du dispositif de retenue.
5. Un *dispositif de fuite (F)* placé entre le dispositif de détente et la membrane, destiné, en cas de fuite lente de la bouteille, à éviter une introduction intempestive de gaz dans le transformateur. Ce dispositif de fuite devra être conçu de telle manière qu'il s'obture en cas de fonctionnement normal de la protection.

#### c) Dispositions concernant le dispositif de vidange

Le dispositif de vidange doit être constitué par:

1. Une *canalisation en acier* raccordée à la vanne de vidange du transformateur à protéger. Son diamètre intérieur doit être égal à 80 mm, lorsque la quantité d'huile à vidanger est inférieure à 2000 l, et être égal à 100 mm, si cette quantité d'huile égale ou dépasse 2000 l. Cette canalisation sera munie, en son point le plus haut, d'un robinet ou tout autre dispositif analogue permettant la purge de l'air pendant son remplissage d'huile, puisqu'en marche normale elle doit être en charge. La protection de cette canalisation contre la corrosion est laissée au choix de l'utilisateur, étant précisé qu'aucune disposition particulière n'est à prévoir pour sa partie interne dans le tronçon plein d'huile.
2. Une *vanne (V)* placée sur cette canalisation, située à côté de la bouteille d'azote. Cette vanne qui, en situation normale, est fermée, doit pouvoir être manœuvrée facilement.  
Une vanne du *type à levier*, avec un dispositif d'arrêt à l'ouverture, paraît être le type à retenir. (Remarque: S'agissant de cas *exceptionnels*, il est sans intérêt de vouloir systématiquement récupérer l'huile vidangée lors d'un sinistre. On pourra donc faire simplement déverser cette huile dans une fosse en béton remplie de ballast, voire même, quand la disposition des appareils le permettra, dans la couche de ballast d'un transformateur voisin.)

## 7. Dispositions pratiques de l'installation

Aucune règle rigoureuse ne peut être donnée, car chaque installation doit être fonction de la disposition des appareils à protéger. On observera, cependant, les principes généraux suivants:

La bouteille d'azote et ses accessoires immédiats (dispositifs de détente et de retenue), ainsi que la vanne de vidange, devront être groupés en un même point qui, bien entendu, devra être placé dans un endroit à l'abri du sinistre intéressant l'appareil à protéger. Cet endroit sera choisi, soit derrière un mur pare-feu, s'il en existe, soit à une distance de 10...15 m de l'appareil à protéger. Il est, cependant, souhaitable que les canalisations soient aussi courtes que possible.

Le devis descriptif précisera, dans chaque cas particulier, les dispositions choisies.

Pour les transformateurs équipés d'une protection de masse, l'installation de protection devra être isolée électriquement de la cuve du transformateur.

## 8. Automatisation éventuelle

L'automatisation doit être réalisée aussi simplement que possible. Il semble qu'il faille s'orienter vers un système analogue à celui utilisé dans les protections à eau pulvérisée à volume réduit. Autrement dit, l'ouverture de la vanne de vidange serait assurée par un contrepoids agissant sur le levier de commande de cette vanne, après avoir été libéré par un dispositif électromagnétique. Un autre dispositif identique commanderait l'ouverture de la bouteille d'azote. Ce dernier dispositif devrait être asservi à un relais de temps convenablement réglé pour intervenir sensiblement en fin de vidange.

## 9. Réception d'une installation

La réception d'une installation doit, outre la vérification que l'installation a été réalisée dans les règles de l'art, comporter les contrôles suivants:

1. Contrôle des caractéristiques de l'ensemble «bouteille-dispositif de détente», conformément aux instructions données en annexe.

On profitera de ce contrôle pour vérifier que le type de membrane de retenue proposée cède bien à la montée en pression.

2. Contrôle du fonctionnement correct de l'orifice de fuite ( $F$ ).

3. Contrôle de l'étanchéité de la canalisation d'insufflation d'azote. Ce contrôle s'effectuera en utilisant les 10 kg de pression restant dans la bouteille pour mettre sous pression la canalisation d'azote, après l'avoir, bien entendu, bouchée à ses extrémités.

Aucune fuite ne devra être décelée. Pour cette vérification, cependant, on pourra obturer l'orifice de fuite ( $F$ ) pour lequel il n'est pas exigé une étanchéité absolue sous 10 kg de pression.

## 10. Conclusion

Ce dispositif de protection répond, pensons-nous, à la double préoccupation technique et économique qui doit être celle de l'ingénieur. Sur le plan technique, il allie la simplicité à l'efficacité et, dans ce dernier domaine en particulier, il soutient très bien la comparaison avec l'eau pulvérisée qu'il surclasse même dans certains cas.

Cette efficacité se conserve beaucoup mieux dans le temps que pour l'eau pulvérisée dont les installations nécessitent beaucoup plus de surveillance et d'entretien. Il a l'énorme avantage de fonctionner d'une façon sûre en tous temps, alors que le système à eau pulvérisée risque d'avoir des défaillances par temps de gel notamment.

Dans les postes sans surveillance ou avec surveillance réduite, ce système peut facilement être rendu automatique en asservissant son fonctionnement à une détection d'incendie classique.

Sur le plan économique enfin, son bas prix de revient doit permettre de l'utiliser chaque fois que l'installation d'une protection incendie s'avère nécessaire et, ce, sans immobiliser des sommes hors de proportion avec le risque couru.

### Annexe

*Conditions auxquelles doit satisfaire l'ensemble «bouteille-dispositif de détente» pour émission à l'air libre*

#### *Valeur du débit*

Le tableau ci-dessous fixe, pour l'ensemble «bouteille-dispositif de détente», les conditions de débit à l'air libre à obtenir en fonction de la valeur de la surface libre de l'huile après vidange et pour une pression initiale dans la bouteille de 130 kg/cm<sup>2</sup>. L'émission à l'air libre sera obtenue en débranchant la canalisation d'azote aux vannes (ou à la vanne) d'insufflation dans le transformateur.

Surface en m <sup>2</sup>	Volume minimum débité <sup>1)</sup> de la 4 <sup>ème</sup> à la 5 <sup>ème</sup> min. d'émission en l/min.	Volume maximum débité <sup>1)</sup> de la 4 <sup>ème</sup> à la 5 <sup>ème</sup> min. d'émission en l/min.
S < 8	200	300
8 ≤ S < 18	300	500
18 ≤ S < 28	500	800
28 ≤ S < 40	800	1 100
S ≥ 40	1 100	1 400

<sup>1)</sup> Ce volume est obtenu en multipliant, par le volume réel à la pression atmosphérique (en litres) de la bouteille, la valeur en kg de la chute de pression dans la bouteille, entre le début et la fin de la 4<sup>e</sup> minute d'émission. C'est une simple application de la loi de MARIOTTE: P.V. = constante.

#### *Durée d'émission*

La pression dans la bouteille ne doit pas, dans les conditions de débit définies ci-dessus, être à une valeur inférieure à 10 kg/cm<sup>2</sup>, à l'expiration de la 20<sup>e</sup> minute d'émission.

#### Adresse de l'auteur:

J. Baclet, Ingénieur au Service des Transports d'Énergie d'Électricité de France, Paris.

## Communications des organes de l'UCS

### 89<sup>e</sup> session d'examens de maîtrise USIE/UCS

La prochaine session d'examens de maîtrise pour installateurs-électriciens aura lieu du 6 au 9 octobre 1959 à l'École d'Agriculture de Marcellin s/Morges.

Les formules d'inscription et réglemens peuvent être obtenus auprès du secrétariat de l'union suisse des installateurs-électriciens, Splügenstrasse 6, Case postale Zurich 27 (Tél. (051) 27 44 14).

Les demandes d'admission sont à remettre à l'adresse susmentionnée jusqu'au 25 juillet 1959 en annexant les pièces suivantes:

- 1 formule d'inscription
- 1 curriculum vitae
- 1 certificat de bonnes mœurs
- 1 certificat de capacité évtl. diplôme
- toutes les attestations de travail

Nous renvoyons entre autre les intéressés au règlement des examens de maîtrise dans la profession d'installateur-électricien du 15 décembre 1950.

Les demandes d'admission incomplètes et sollicitations spéciales ne pourront être prises en considération.

Commission des examens de maîtrise USIE/UCS

## Communications de nature économique

### Les adversaires du Spöl et de Rheinau font de nouveau parler d'eux

342.573 : 627.8.09(494) 261.4  
Le nouveau périodique «Natur und Mensch» («La nature et l'homme»), en sous-titre «Blätter für Natur- und Heimatschutz», prouve dans chaque numéro plus distinctement que, même après les deux votations populaires sur Rheinau et le Spöl, la lutte fratricide au sein de la Ligue suisse pour la protection de la nature continue. A titre d'exemple pour la haine profonde et l'esprit d'inaffabilité qui animent le clan radical de la Ligue pour la protection de la nature, signalons dans le fascicule d'avril/mai la discussion avec la «Protection des sites officielle». Dans cet article, le D<sup>r</sup> Laur, champion bien connu de la première heure en faveur du mouvement suisse pour la protection des sites, est attaqué de façon indigne, prouvant que «l'aile du Spöl» de la Ligue pour la protection de la nature est de nouveau sur le sentier de la guerre. C'est ainsi qu'on peut y lire des phrases comme celles-ci:

«Nous parlons sciemment d'une Protection des sites «officielle», de son comité suisse, car nous savons que des centaines de membres de cette Ligue, dans tout les cantons, même s'ils ne s'expriment pas vis-à-vis du comité, sont loin d'être d'accord avec lui dans la position qu'il a prise au sujet des affaires de Rheinau, du Spöl et de Corvatsch. Nous savons de plusieurs membres qu'ils ont résolument tourné le dos à ce comité de diplomates et d'experts, qui tolèrent qu'on abuse d'eux comme propagandistes des milieux économiques en jeu, en donnant leur démission de la Ligue pour la protection des sites.»

«Nous prétendons que, si la Protection des sites et le comité de la Ligue pour la protection de la nature, comme aussi la Société des sciences naturelles avaient persisté dans leur refus initial d'aliéner une partie du Parc national au profit de l'économie électrique, les autorités fédérales, de leur côté, n'auraient jamais cédé. Le comité de la Ligue suisse pour la protection des sites fut le premier à tourner casaque, voici dix ans déjà, sous l'influence d'un de ses membres, qui était en même temps le représentant des intéressés aux forces motrices de la Basse Engadine, l'architecte Könz de Guarda.»

«Pour la Protection des sites officielle il n'existe aujourd'hui plus aucune protection légale des beautés naturelles reconnues, au sens du paragraphe 22 de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques. La prédominance de l'économie et les intérêts matériels des communes viennent au premier plan; tout au plus quelques vœux d'adaptation rencontreront-ils une certaine compréhension. Ces Messieurs de la Protection des sites auront ainsi contribué à émasculer le paragraphe 22 de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques, qui avait été introduit en son temps pour créer la base légale d'actions en faveur de la nature et des sites. A quoi sert encore, dans ces conditions, un article relatif à la protection de la nature et des sites dans la Constitution fédérale? On connaît les tendances de l'office fédéral des eaux.»

«Mais nous sommes convaincus que les diplomates et les experts de la Protection des sites seront une fois de plus inférieurs à leur tâche, dès que la situation sera sérieuse, par exemple à propos de la navigation sur le Haut Rhin, du Doubs ou de la Reuss, ainsi que l'a prouvé récemment leur attitude vis-à-vis du projet de funiculaire au Piz Corvatsch et de l'usine de Kadelburg-Koblentz (maintien des derniers rapides du Rhin).»

«Nos amis — leur liste ne manquerait pas d'étonner le D<sup>r</sup> Laur — se recrutent dans des milieux intellectuels, politiques et économiques aussi conscients de leur responsabilité

et aussi capables de l'exercer que ces Messieurs du comité de la Ligue suisse pour la protection des sites. Celui-ci se compose d'ailleurs aujourd'hui, pour la moitié, d'architectes et éprouve déjà de ce seul fait, dans toutes les questions de construction, des scrupules à s'insurger contre les intérêts économiques du moment et les autorités qui dispensent les subventions.»

Ces échantillons suffisent sans doute à montrer que le dépit est mauvais conseiller et qu'un serviteur aussi fidèle de la protection des sites que le D<sup>r</sup> Laur ne peut pas même se permettre un libre propos, sans passer aussi sur la liste noire. Il nous faut malheureusement aujourd'hui mettre en ligne de compte un groupe extrémiste d'amis de la nature, qui taxe d'ennemis tous ceux qui ne pensent pas comme eux et pour qui toute discussion avec les forces mauvaises de la technique et de l'économie représente déjà en soi un crime capital. Les commentaires sur le funiculaire du Piz Corvatsch, notamment la prétention de rabrouer la commune de Silvaplana, comme aussi les attaques dirigées contre la construction de l'usine de Bondasca dans le Val Bregaglia, toujours dans le même pamphlet, illustrent l'esprit irrécyclable de Rheinau. L'inspecteur des forêts Uehlinger de Schaffhouse et l'instituteur Erzinger de Binningen, rédacteurs de la nouvelle feuille destinée à concurrencer l'organe officiel de la Protection de la nature, laquelle ne voit pas uniquement dans la construction des usines le bouc émissaire pour toutes les erreurs de la technique, rendent avec leurs sentences sur la «liquidation de notre patrimoine national» un bien mauvais service à la véritable protection de la nature et des sites.

Etant donné cette situation, il sera intéressant d'apprendre si, après la publication du projet d'arrêté fédéral pour un nouveau statut du Parc national, ses auteurs retireront l'initiative sur le Parc national, toujours encore en suspens; ce serait le seul moyen d'éviter une quatrième votation fédérale sur la construction d'usines. On attend avec non moins d'intérêt l'écho qu'éveilleront les questions soulevées récemment à une assemblée publique des délégués de la Nouvelle Société Helvétique sur le thème «Le problème des relations entre la nature et la technique». C'est particulièrement le cas des propositions de financement pour la création d'un fonds national, faites à cette occasion, et de l'opinion émise à ce propos, selon laquelle on a consacré jusqu'ici en Suisse beaucoup trop peu d'argent à la protection de la nature. La parole est maintenant au contribuable et aux consommateurs d'énergie, de qui l'on attend, selon ces propositions très générales, chaque année le sacrifice d'un nombre respectable de millions pour l'acquisition de sites dignes d'être protégés.

Fr. : Bg.

F. Wanner

### Le Service fédéral des eaux en 1958

06.046.38 : 627.8.09(494)

Nous extrayons du compte rendu pour 1958 du Conseil fédéral ce qui suit, concernant l'activité du Service fédéral des eaux:

#### A. Hydrographie

Les tâches nouvelles qui s'ajoutent en nombre croissant à celles incombant traditionnellement au service hydrographique déterminent une extension des relations avec les offices, très divers, qui sont intéressés aux cours d'eau. Les bases fournies par l'hydrographie à la science de l'hydrologie doivent être assurées également pour l'avenir grâce au plan, aujourd'hui partiellement achevé, des bassins tests, bassins dont le régime naturel est soit connu, soit reconstruit à l'aide de

mesures auxiliaires. La conférence consultative suisse pour les questions hydrologiques, dont la constitution a été annoncée l'an dernier, s'est révélée être un utile organe de liaison entre les divers milieux intéressés; elle a pris principalement position devant la tendance de l'organisation météorologique mondiale, d'étendre son activité au domaine de l'hydrologie pratique.

L'amélioration et le développement du matériel ont été poursuivis. C'est ainsi que des recherches comportant un procédé de jaugeage par ultra-sons ont été menées en collaboration avec l'institut des machines et installations hydrauliques de l'école polytechnique fédérale, en vue d'expérimenter cette méthode sur des cours d'eau soumis à l'influence d'un remous. Le laboratoire de recherches hydrauliques et de mécanique des terres de l'école polytechnique fédérale a expérimenté le type de station de mesures sur cours d'eau de montagne à fort charriage, perfectionné depuis quelques années par le service hydrographique.

Le nombre des stations d'observation du niveau de l'eau a passé à 290, celui des stations de jaugeage à 159. 251 limnigraphes et 2 enregistreurs de courant sont en activité. Le nombre des jaugeages exécutés a été de 1377 dont 1274 pour les besoins du réseau des stations et le reste en vue de relevés et d'études spéciaux. Celui des tarages de moulins s'est monté à 531, dont 257 pour des offices étrangers au service. Les demandes provenant de l'étranger sont toujours plus nombreuses; il y en a eu 121.

Une partie des travaux sont effectués contre paiement des particuliers ou des cantons; des recettes appréciables viennent ainsi compenser les frais.

A de nombreuses reprises, les cantons, communes et particuliers (sociétés) ont bénéficié de conseils en matière d'hydrographie et d'hydrométrie. Les expériences du service hydrographique sont en outre mises à la disposition d'autres milieux grâce à sa représentation dans divers comités, commissions et groupes d'experts. Le groupe d'experts chargé d'examiner la question du déclenchement artificiel des précipitations a poursuivi ses travaux; il pense présenter son rapport final au cours du printemps 1959.

## B. Régularisation des lacs

*Lac Léman.* D'entente avec les autorités françaises compétentes, la «Compagnie nationale du Rhône» à Lyon a remis au service des eaux une étude préliminaire concernant un aménagement de la régularisation actuelle du lac en vue d'améliorer la navigation en aval de Lyon durant les périodes de basses eaux. Alors que les variations du niveau du lac pourraient rester dans leurs limites actuelles, les débits du Rhône subiraient en revanche des variations assez fortes pendant certaines périodes. Nous avons tout d'abord prié le canton de Genève de donner son avis à ce sujet.

*Lac de Constance.* Les ouvrages de prélèvement d'eau du lac de Constance en vue d'alimenter en eau potable Stuttgart et d'autres villes situées dans le bassin du Neckar ont été mis en service le 23 octobre 1958. Le prélèvement total est de 2,16 m<sup>3</sup>/sec., ce qui diminue de 0,6 pour cent le débit du Rhin à la sortie du lac. Cette diminution est plus que compensée par les adductions au bassin du Rhin en provenance de celui de l'Inn.

*Lac de Lugano.* La convention conclue le 17 septembre 1955 entre la Suisse et l'Italie sur la régularisation du lac de Lugano est entrée en vigueur le 15 février 1958 par l'échange des instruments de ratification. Les travaux doivent commencer avant le 15 février 1960. Les plans de détails sont établis par un bureau d'ingénieur tessinois; la construction commencera dès la conclusion des pourparlers italo-suisse engagés au sujet de la reconstruction du pont routier de Ponte Tresa.

*Lac Majeur.* Comme les années précédentes, les autorités italiennes ont demandé l'autorisation d'élever de 0,50 m pendant l'hiver le niveau maximum de retenue du lac prévu dans l'accord du 24 octobre 1938. Le Conseil fédéral a fait droit à cette requête, avec l'accord du canton du Tessin, et étendu cette autorisation aux quatre hivers suivants, soit jusqu'en 1963. Il est d'avis que le problème de la régularisation du lac Majeur doit être réétudié en vue de conclure un accord à long terme.

*Lacs du pied du Jura.* La direction intercantonale des projets et travaux a poursuivi activement ses travaux préparatoires. La commission intercantonale des travaux a accepté le nouveau projet quant à ses dimensions et à ses effets sur les hautes eaux du lac. Il reste à fixer les caractéristiques des nouveaux ouvrages.

La deuxième correction des cours d'eau du Jura doit s'intégrer dans le plan général d'aménagement des eaux de l'Aar. Aucune question ne reste à résoudre en amont des lacs du fait de l'accord intervenu en fin d'année entre les cantons intéressés, Berne et Fribourg; en effet, ceux-ci ont décidé de renoncer à détourner la Sarine dans le lac de Morat et d'utiliser les forces hydrauliques de l'Aar et de la Sarine le long du cours naturel de ces rivières. En aval des lacs, on cherche encore une solution économiquement acceptable, permettant d'affecter à la production d'énergie électrique le barrage prévu en aval de Soleure pour régulariser le niveau des eaux.

## C. Utilisation des forces hydrauliques

### I. Généralités

*Etudes* (plan d'aménagement des forces hydrauliques): Les études pour l'aménagement intégral de l'Areuse, de Noiraigue au lac de Neuchâtel, ont été achevées; celles sur l'utilisation des forces hydrauliques entre le cours supérieur de la Simme et la Lüttschine, ainsi que sur le plan d'aménagement général de la Reuss, de Lucerne jusqu'à son embouchure dans l'Aar ont été poursuivies.

*Consultations:* Aménagement du Bockibach (commune d'Erstfeld), consultation terminée; utilisation des eaux des Mühlebach (commune d'Unterschächen); aménagement intégral de la Melchaa (demi-canton d'Unterwald-le-Haut); utilisation du cours supérieur de la Gamsa (commune de Visperterminen), consultation terminée; utilisation du lac de Voralp (canton de Saint-Gall).

L'usine, subventionnée par la Confédération, située sur la Muranzina et destinée à alimenter en courant électrique la vallée de Münster, est entrée en service au début de novembre; ainsi se trouve réalisé un voeu de la vallée qui date de 1933.

*Redevances hydrauliques:* De nouveau, le service a été consulté à plusieurs reprises au sujet du calcul des redevances hydrauliques, notamment par le canton d'Unterwald-le-Haut au sujet de la puissance brute de l'usine de Melchsee-Frutt revenant à la corporation de Kerns.

*Collaboration aux travaux du service territorial:* Les travaux, cités dans le dernier rapport de gestion, en vue de déterminer à nouveau les régions menacées en cas de rupture des barrages ont été énergiquement poussés. On est parvenu à établir l'organigramme des calculs de telle sorte qu'une notable partie de ceux-ci puisse être effectuée au moyen d'un ordinateur électronique; il en résultera surtout une accélération du travail et, dans une mesure moindre, une réduction des frais.

### II. Usines sur les cours d'eau frontières

*Accumulation d'Emosson:* L'an dernier, la France a proposé d'ouvrir des pourparlers à ce sujet. Par note du 16 juin 1958, nous avons répondu que l'on devrait commencer par un échange d'informations dans le cadre de pourparlers préliminaires franco-suisse. La France a accédé à ce désir en date du 8 août 1958. Pour préparer ces discussions, l'avant-projet sommaire de juillet 1956 sur lequel se fonde la demande de concession a été soumis du côté suisse à un examen approfondi. On a surtout étudié la possibilité d'adopter d'autres modes d'utilisation que celui proposé, comme aussi celle de stocker dans la retenue projetée d'Emosson une partie de l'eau ne pouvant être accumulée dans celle de Salanfè.

*Aménagement d'ensemble du Doubs:* Une certaine opposition s'est manifestée dans la région contre toute nouvelle utilisation des eaux du Doubs.

*Usine du Châtelot:* Le Conseil fédéral a fait usage de son droit de nommer un commissaire fédéral.

*Usine du Refrain:* Comme un fort abaissement du niveau de l'eau dans la retenue présente des inconvénients pour les habitants de la région et le tourisme, les autorités des deux pays ont fixé une limite provisoire d'abaissement. Par ailleurs, elles ont confié à deux experts une étude hydro-biologique de la retenue, en particulier de la végétation de ses rives, ceci en vue de reconnaître les mesures propres à améliorer la situation.

Le projet de concession suisse a été remis aux autorités françaises et a fait l'objet de pourparlers avec elles.

*Usine de la Goule:* Le projet d'autorisation fédérale définitive concernant la surélévation de la retenue réalisée en 1955 a été soumis au canton de Berne pour préavis. La «Société des forces électriques de la Goule» a poursuivi les travaux de rénovation des installations de l'usine.

*Usine de Chancy-Pougny*: L'avenant à la concession, du 1<sup>er</sup> octobre 1954, n'a pu encore être mis en vigueur malgré nos démarches auprès des autorités françaises. Dans ces conditions, la question de la caducité de l'avenant s'est posée, de même que celle d'un retour au régime de la retenue prévu par la concession de 1917.

*Usine de Kembs*: Faisant suite à la demande d'une concession autorisant l'élévation du barrage, demande présentée en 1956 par l'Electricité de France au Conseil fédéral, le projet correspondant a été mis à l'enquête publique dans les deux cantons de Bâle. Les oppositions formulées font encore l'objet de pourparlers.

*Le Rhin entre Bâle et le lac de Constance*: La société anonyme Kraftübertragungswerke Rheinfelden à Rheinfelden (Bade) a présenté une demande de concession et un projet visant à remplacer l'ancienne usine de Rheinfelden par une nouvelle usine. La solution proposée par le projet en vue d'améliorer l'utilisation des forces hydrauliques de ce palier est judicieuse; la demande doit encore être mise à l'enquête publique dans le canton d'Argovie et en Allemagne.

La procédure tendant à l'octroi de concessions pour les usines projetées de *Säckingen* et de *Koblentz* a suivi son cours. Il ne fut cependant pas possible de la mener à terme, cela surtout à cause du règlement de quelques oppositions qui se heurte à des difficultés; en outre le Grand conseil argovien n'a terminé l'examen de la question que vers la fin de l'année. L'achèvement des deux procédures d'octroi des concessions peut cependant être considéré comme prochain.

Le droit d'augmenter la quantité d'eau utilisable en remplaçant deux anciennes turbines par des machines nouvelles a été concédé à l'usine de *Laufenbourg*. Cela permettra une meilleure utilisation des forces hydrauliques du Rhin.

La procédure d'octroi d'une concession à la nouvelle usine projetée de *Schaffhouse* s'est poursuivie. Une attention toute spéciale a été vouée à la protection des eaux de la nappe souterraine comme à la sauvegarde du caractère du paysage, le long de la section mise en remous.

*Usine de Wunderklingen*: Près de Wunderklingen, la Wutach fait frontière entre la Suisse et l'Allemagne; c'est donc aux autorités fédérales que le service des eaux et de l'électricité de la commune de Hallau (Schaffhouse) a présenté une demande en extension de ses droits à l'utilisation des eaux de la Wutach dans cette région. La première étape de la procédure de concession a consisté à examiner le projet afin d'établir s'il assure une utilisation rationnelle des forces hydrauliques.

*Valle di Lei-Ferrera*: Le gouvernement italien a approuvé le 5 février, avec quelques réserves, le projet général de construction de 1956. La Suisse en a fait de même le 2 juin, sous réserve de l'approbation spéciale, au titre de la police des eaux, des plans du barrage du Valle di Lei et d'un éventuel ajustement de la concession en tant qu'il sera nécessité par les modifications apportées au projet. Par arrêté du Conseil fédéral du 15 avril, la concession suisse a été transférée avec tous droits et charges à la société anonyme des usines du Rhin postérieur, à Thusis; il en a été de même de la concession italienne, selon décret ministériel du 19 juin. Par ce même arrêté du 15 avril, le Conseil fédéral a désigné un commissaire fédéral pour cette usine frontière.

Les travaux sur les chantiers ont été énergiquement poussés. Du côté italien, on a entrepris le bétonnage du barrage. Du côté suisse, les installations pour la galerie d'amenée sous pression, le château d'eau et la centrale de Ferrera ont été mis en place; le percement des galeries a commencé.

La commission italo-suisse de surveillance instituée en vertu de l'accord du 18 juin 1949 entre les deux Etats et chargée de surveiller l'exécution des travaux a effectué trois visites du chantier et tenu deux séances.

*Forces hydrauliques du Spöl*: L'opposition à toute utilisation des eaux du Spöl s'est manifestée aussi sous la forme d'un referendum contre l'arrêté fédéral concernant l'approbation de la convention conclue le 27 mai 1957 avec l'Italie. Par votation du 7 décembre 1958, le peuple a accepté l'arrêté fédéral dans la proportion de trois voix contre une environ. L'Italie avait déjà approuvé la convention le 26 février par une loi dite de ratification et l'avait publiée.

La demande de concession de la société anonyme des forces motrices de l'Engadine pour l'aménagement international du Spöl avec bassin de Livigno, et celle de l'Azienda elettrica Municipale de Milan pour l'aménagement italien au moyen d'une dérivation vers le bassin de l'Adda ont été mises à l'enquête publique du 25 janvier au 25 février, respectivement du

8 février au 8 mars 1958. Cinq oppositions ont été formulées contre une concession pour l'accumulation de Livigno et deux contre celle pour le détournement d'affluents italiens du Spöl. L'examen de ces oppositions a été ajourné.

Les efforts déployés en vue de faire aboutir la solution de conciliation (remplacement de la retenue de Praspöl par le bassin de compensation d'Ova Spin, extension et nouvelle assise juridique du parc national) ont été vivement soutenus par le service.

*Section austro-suisse de l'Inn*: A la fin de l'année, une société suisse a présenté une demande de concession pour un projet qui diffère du mode d'utilisation de l'Inn prévu du côté autrichien, c'est-à-dire du palier Martina-Prutz. La commission austro-suisse n'a pas encore abordé cette question.

*Forces hydrauliques de la Tresa*: La ville de Lugano a soumis le 12 septembre 1958 à l'examen du Conseil fédéral un projet, avec demande de concession concernant l'utilisation des forces hydrauliques de la Tresa le long de la frontière italo-suisse. Ce projet prévoit de mettre en valeur la chute existante au moyen de cinq centrales équipées de turbines tubulaires. Le canton du Tessin a été invité à donner son préavis.

### III. Usines situées entièrement en Suisse

Etat de l'examen des projets selon l'article 5 de la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques.

*Approuvés*: Albula, Landwasser et torrents latéraux (Albula/Landwasser); Aubonne; Chlitalbach (Kleinalp); affluents de la Drance de Bagnes en amont de la retenue de Mauvoisin (Chanrion-Mauvoisin); Glattalp, Linth et ses affluents jusqu'à Linthal: amenée des torrents de Durnagel, Fur et Boden (Linth-Limmern); affluents de la rive gauche du Rhône entre Vionnaz et Vouvy (Electro-Vouvy); Sarine (Sanetsch); Saufla (Giétroz du Fond); Sihl (Sihl-Höfe); Simme (Erlenbach-Simmenfluh).

*A l'examen*: Aar (Niederried et Aarberg); Arve (Bout-du-Monde); Aa d'Engelberg (Agrandissement d'Obermatt); Oberseetal (Obersee); Muota (Ruosalp); Verzasca (Tenero).

### IV. Statistique

Les changements suivants sont intervenus dans l'aménagement de nos forces hydrauliques:

#### Usines mises en service:

Beckenried (agrandissement), Gougna (Vissoie et Motec, mise en service partielle), Grande Dixence (Fionnay, mise en service partielle), Handeck II (usines de l'Oberhasli, deux nouveaux groupes), Isenthal (usine complémentaire de Kleinalp), Maggia (Caverigno, deux nouveaux groupes), Mauvoisin (Fionnay et Riddes, aménagement complet), Mesolcina (Lostallo), Muranzina, Palasui (1<sup>re</sup> étape: usine au fil de l'eau), Ritom (amenée de la Reuss d'Unteralp), usines du Simmental (1<sup>re</sup> étape: Erlenbach), Zervreila (usine du pied du barrage, Safienplatz, Rothenbrunnen).

Les retenues de Mauvoisin et de Zervreila ont été remplies pour la première fois en automne.

#### Usines en construction le 31 décembre 1958:

*Usines à accumulation*: usines du Val Bregaglia (Löbbia, Castasegna), de Blenio (Biasca, Olivone), Oberhasli (Gental-Fuhren), Göschenen (Göscheneralp et Andermatt-Göschenen), Gougna (Vissoie et Motec, aménagement complet), Grande Dixence (Fionnay et Nendaz, suite de l'aménagement), Rhin postérieur (Ferrera, Bärenburg, Sils), Linth-Limmern (Tierfeld, Linthal), usines du Mesocco (aménagement partiel Soazza, Isola, Valbella), Palasui (Aménagement complet avec accumulation des Toules), Rhin antérieur (1<sup>re</sup> étape: Sedrun et Tavanasa avec accumulation de Nalps), Melchsee-Frutt (lac de Tannen).

*Usines à haute chute*: Ackersand II, Lizerne (Ardon), Muotatal (Hinterthal, Ruosalp), usines du Frisal (1<sup>re</sup> étape: Breil/Brigels-Tavanasa).

Grâce à ces usines, la puissance disponible et les possibilités de production de nos forces hydrauliques augmenteront dans la mesure suivante:

	Puissance maximum possible aux bornes des générateurs: MW (= 1000 kW)	Production moyenne possible GWh (= millions de kWh)		
		Hiver	Été	Année
Usines mises en service	540	590	200	790
Usines en construction	2 530	3 620	2 390	6 010

## Extraits 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

	Elektrizitätswerk der Stadt Aarau Aarau		Industrielle Betriebe der Stadt Chur Chur		Städtische Werke Zofingen Zofingen		Elektrizitätswerk der Stadt Solothurn Solothurn	
	1957	1956	1957	1956	1956/1957	1955/1956	1957	1956
1. Production d'énergie . kWh	<b>88 024 500</b>	90 865 370	<b>80 274 800</b>	77 228 700	—	—	—	—
2. Achat d'énergie . . . kWh	<b>27 187 000</b>	20 289 030	<b>6 929 000</b>	7 729 000	<b>31 737 642</b>	29 133 138	<b>34 225 763</b>	33 025 179
3. Energie distribuée . . kWh	<b>115 211 500</b>	111 154 400	<b>85 639 390</b>	83 880 470	<b>31 737 642</b>	29 133 138	<b>30 800 000</b>	29 723 000
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+ 3,6	— 4,4	+ 2,09	+ 7,75	+ 8,9	+ 2,1	+ 3,62	+ 4,58
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh	—	—	<b>34 717 531</b>	36 147 289	—	—	—	—
11. Charge maximum . . kW	<b>24 000</b>	23 000	<b>15 070</b>	13 240	<b>6 518</b>	5 957	<b>7 149</b>	6 583
12. Puissance installée totale kW	<b>175 880</b>	170 546	<b>71 703</b>	67 758	—	—	<b>53 625</b>	49 620
13. Lampes . . . . . { nombre kW	<b>244 014</b> <b>11 451</b>	236 384 10 923	<b>129 446</b> <b>5 558</b>	122 737 5 240	<b>51 328</b> <b>2 195</b>	50 246 2 148	<b>118 000</b> <b>5 200</b>	114 000 4 833
14. Cuisinières . . . . . { nombre kW	<b>12 191</b> <b>76 851</b>	11 803 74 411	<b>2 657</b> <b>18 792</b>	2 466 17 398	<b>1 341</b> <b>8 690</b>	1 282 8 820	<b>1 730</b> <b>12 388</b>	1 619 11 513
15. Chauffe-eau . . . . . { nombre kW	<b>8 445</b> <b>19 386</b>	8 085 18 821	<b>6 079</b> <b>6 408</b>	5 799 6 277	<b>2 228</b> <b>2 958</b>	2 168 2 905	<b>3 650</b> <b>6 196</b>	3 498 5 933
16. Moteurs industriels . . { nombre kW	<b>12 334</b> <b>23 635</b>	11 973 22 914	<b>7 086</b> <b>9 773</b>	6 531 9 219	<b>6 461</b> <b>5 588</b>	6 152 7 075	<b>9 200</b> <b>11 478</b>	8 712 10 053
21. Nombre d'abonnements . . .	<b>30 858</b>	30 170	<b>21 045</b>	20 425	<b>2 950</b>	2 900	<b>13 164</b>	12 994
22. Recette moyenne par kWh cts.	<b>4,87</b>	4,8	<b>7,51<sup>1)</sup></b>	7,49 <sup>1)</sup>	<b>5,745</b>	5,50	<b>8,57</b>	8,5
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . >	<b>3 000 000</b>	1 100 000	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . . >	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . . >	<b>4 063 000</b>	4 063 000	<b>15 678 752</b>	15 169 970	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. >	<b>10 327 489</b>	9 953 938	<b>15 165 652</b>	14 521 850	<b>570 004</b>	550 000	<b>1 010 003</b>	1 352 003
36. Portefeuille et participat. >	<b>6 199 666</b>	6 383 000	—	—	—	—	<b>510 510</b>	507 310
37. Fonds de renouvellement >	<b>7 616 753</b>	7 471 029	<b>111 859</b>	137 638	—	—	<b>1 020 000</b>	990 000
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	<b>5 693 608</b>	5 412 143	<b>4 122 735</b>	3 844 592	<b>1 823 400</b>	1 603 000	<b>3 060 617</b>	2 932 055
42. Revue du portefeuille et des participations . . . . . >	—	—	—	—	—	—	<b>15 847</b>	13 980
43. Autres recettes . . . . . >	<b>87 501</b>	111 661	<b>8 212</b>	8 120	—	—	<b>62 973</b>	56 082
44. Intérêts débiteurs . . . . . >	<b>281 585</b>	213 307	<b>775 516</b>	750 360	—	—	<b>15 281</b>	14 625
45. Charges fiscales . . . . . >	<b>185 570</b>	167 629	<b>126 363</b>	113 250	—	—	—	—
46. Frais d'administration . . . >	<b>809 755</b>	763 570	<b>243 256</b>	237 768	<b>187 765</b>	190 000	<b>157 760</b>	149 399
47. Frais d'exploitation . . . . . >	<b>1 441 768</b>	1 534 775	<b>782 777</b>	767 207	<b>147 830</b>	136 000	<b>711 888</b>	637 748
48. Achat d'énergie . . . . . >	<b>1 129 462</b>	883 047	<b>329 121</b>	370 700	<b>1 088 601</b>	1 009 000	<b>1 069 789</b>	1 011 761
49. Amortissements et réserves >	<b>1 504 573</b>	1 476 296	<b>724 700</b>	459 700	<b>284 923</b>	164 500	<b>770 855</b>	804 763
50. Dividende . . . . . >	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En % . . . . . >	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses publiques . . . . . >	<b>692 308</b>	650 709	<b>1 148 177</b>	1 175 727	<b>55 000</b>	49 500	<b>570 000</b>	530 000
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	<b>33 147 489</b>	31 972 438	<b>22 701 279</b>	21 630 477	<b>3 944 830</b>	3 639 900	<b>11 658 479</b>	12 036 300
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . >	<b>22 820 000</b>	22 018 500	<b>7 535 627</b>	7 108 626	<b>3 380 326</b>	3 089 900	<b>10 648 479</b>	10 684 300
63. Valeur comptable . . . . . >	<b>10 327 489</b>	9 953 938	<b>15 165 652</b>	14 521 851	<b>570 004</b>	550 000	<b>1 010 000</b>	1 352 000
64. Soit en % des investissements . . . . . >	<b>31,2</b>	31,1	<b>66,80</b>	67,14	<b>14,4</b>	15,1	<b>8,66</b>	11,23

<sup>1)</sup> sans l'énergie de surplus

## Production et distribution d'énergie électrique par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers

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

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

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		Variations mensuelles — vidange + remplissage			
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	en millions de kWh											%	en millions de kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	1035	1355	4	1	23	52	165	21	1227	1429	+16,5	2167	3094	-202	-32	112	235
Novembre ..	907	1176	23	2	17	23	250	74	1197	1275	+6,5	1895	2844	-272	-250	78	124
Décembre ..	854	1151	31	2	18	21	344	147	1247	1321	+5,9	1520	2398	-375	-416	86	125
Janvier . . .	870	1192	31	2	21	26	345	99	1267	1319	+4,1	1158	1943	-362	-455	89	128
Février . . .	978	1114	6	1	27	24	114	99	1125	1238	+10,0	974	1368	-184	-575	83	135
Mars . . . . .	1168	1186	2	1	23	27	56	65	1249	1279	+2,4	522	961	-452	-407	81	145
Avril . . . . .	1054	1259	4	1	21	24	69	19	1148	1303	+13,5	327	668	-195	-293	75	140
Mai . . . . .	1322		1		67		12		1402			1043		+716		258	
Juin . . . . .	1387		1		48		35		1471			1693		+650		338	
Juillet . . . .	1482		1		50		53		1586			2505		+812		402	
Août . . . . .	1451		1		50		39		1541			3073		+568		406	
Septembre ..	1443		0		50		11		1504			3126 <sup>4)</sup>		+53		380	
Année . . . . .	13951		105		415		1493		15964							2388	
Oct.-Mars . . .	5812	7174	97	9	129	173	1274	505	7312	7861	+7,5			-1847	-2165	529	892

Mois	Répartition des fournitures dans le pays											Fournitures dans le pays y compris les pertes					
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques <sup>1)</sup>		Traction		Pertes et énergie de pompage <sup>2)</sup>		sans les chaudières et le pompage		Différence % <sup>3)</sup>	avec les chaudières et le pompage	
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	523	567	218	215	169	168	14	27	55	59	136	158	1099	1153	+4,9	1115	1194
Novembre ..	540	576	217	203	153	157	4	10	65	68	140	137	1110	1137	+2,4	1119	1151
Décembre ..	582	607	209	203	144	165	3	6	73	67	150	148	1151	1186	+3,0	1161	1196
Janvier . . .	586	609	214	202	138	157	3	6	81	72	156	145	1164	1183	+1,6	1178	1191
Février . . .	512	544	190	196	131	150	5	8	69	68	135	137	1025	1092	+6,5	1042	1103
Mars . . . . .	570	558	208	194	170	166	6	16	76	68	138	132	1160	1115	-3,9	1168	1134
Avril . . . . .	506	532	195	205	182	206	9	26	55	56	126 <sup>(4)</sup>	138 <sup>(2)</sup>	1060	1135	+7,1	1073	1163
Mai . . . . .	484		191		180		60		55		174		1044			1144	
Juin . . . . .	463		193		169		84		56		168		1017			1133	
Juillet . . . .	468		194		180		99		59		184		1057			1184	
Août . . . . .	473		191		175		88		52		156		1029			1135	
Septembre ..	495		205		168		51		51		154		1062			1124	
Année . . . . .	6202		2425		1959		426		747		1817 <sup>(172)</sup>		12978			13576	
Oct.-Mars . . .	3313	3461	1256	1213	905	963	35	73	419	402	855 <sup>(39)</sup>	857 <sup>(30)</sup>	6709	6866	+2,3	6783	6969

<sup>1)</sup> D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.

<sup>2)</sup> Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

<sup>3)</sup> Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

<sup>4)</sup> Capacité des réservoirs à fin septembre 1958: 3220 millions de kWh.

# Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique

Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproduleurs).

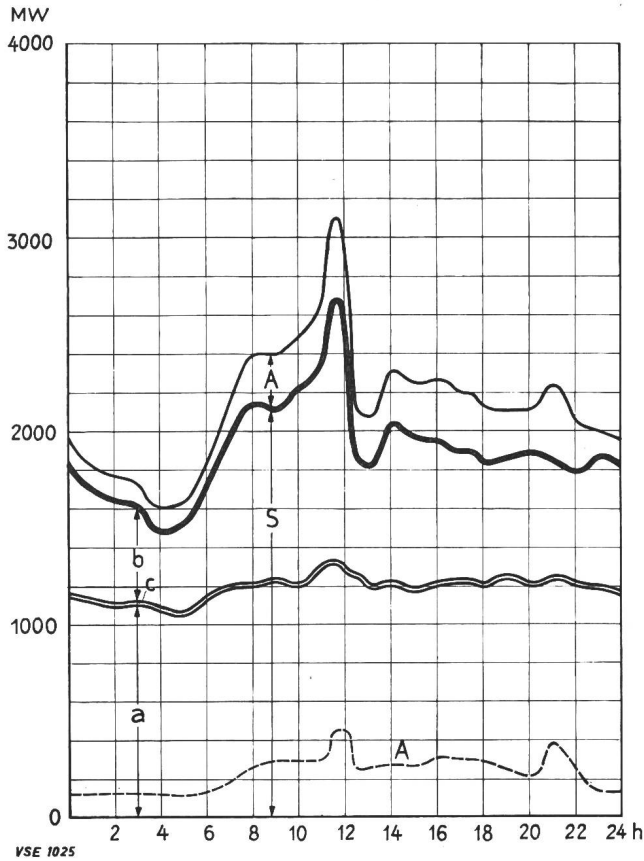
Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Variations mensuelles — vidange + remplissage					
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	en millions de kWh									%	en millions de kWh						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . . .	1264	1639	11	7	165	21	1440	1667	+15,8	2332	3331	-223	-34	112	238	1328	1429
Novembre . . .	1064	1377	31	9	256	75	1351	1461	+ 8,1	2039	3063	-293	-268	78	128	1273	1333
Décembre . . .	980	1324	38	10	356	149	1374	1483	+ 7,9	1639	2579	-400	-484	86	132	1288	1351
Janvier . . . .	982	1353	40	11	358	99	1380	1463	+ 6,0	1256	2080	-383	-499	89	135	1291	1328
Février . . . .	1099	1250	14	11	123	101	1236	1362	+10,2	1063	1463	-193	-617	83	143	1153	1219
Mars . . . . .	1307	1351	10	8	60	69	1377	1428	+ 3,7	580	1016	-483	-447	87	160	1290	1268
Avril . . . . .	1222	1459	10	8	73	26	1305	1493	+14,4	355	710	-225	-306	88	174	1217	1319
Mai . . . . .	1647		5		12		1664			1125		+ 770		295		1369	
Juin . . . . .	1725		4		35		1764			1850		+ 725		393		1371	
Juillet . . . . .	1835		5		53		1893			2734		+ 884		460		1433	
Août . . . . .	1808		3		39		1850			3311		+ 577		464		1386	
Septembre . . .	1770		4		11		1785			3365 <sup>1)</sup>		+ 54		423		1362	
Année . . . . .	16703		175		1541		18419							2658		15761	
Oct.-Mars . . .	6696	8294	144	56	1318	514	8158	8864	+ 8,7			-1975	-2349	535	936	7623	7928

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage	Différence par rapport à l'année précédente	
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques <sup>1)</sup>		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	
	en millions de kWh														%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . . .	532	580	239	241	277	285	17	30	107	114	151	164	5	15	1306	1384	+ 6,0
Novembre . . .	549	588	236	228	223	238	6	15	105	109	148	151	6	4	1261	1314	+ 4,2
Décembre . . .	592	620	225	227	189	210	4	8	112	118	158	163	8	5	1276	1338	+ 4,9
Janvier . . . .	596	622	233	228	174	187	5	8	112	120	160	160	11	3	1275	1317	+ 3,3
Février . . . .	520	556	211	218	165	174	9	10	100	108	135	150	13	3	1131	1206	+ 6,6
Mars . . . . .	581	570	232	219	203	199	8	19	112	113	152	145	2	3	1280	1246	- 2,7
Avril . . . . .	515	543	218	231	223	255	13	28	105	108	138	152	5	2	1199	1289	+ 7,5
Mai . . . . .	493		215		295		69		102		152		43		1257		
Juin . . . . .	473		214		299		91		104		155		35		1245		
Juillet . . . . .	480		216		310		107		112		177		31		1295		
Août . . . . .	485		211		305		97		110		158		20		1269		
Septembre . . .	506		224		291		59		108		162		12		1291		
Année . . . . .	6322		2674		2954		485		1289		1846		191		15085		
Oct.-Mars . . .	3370	3536	1376	1361	1231	1293	49	90	648	682	904	933	45	33	7529	7805	+ 3,7

<sup>1)</sup> D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.  
<sup>2)</sup> Capacité des réservoirs à fin septembre 1958: 3463 millions de kWh.



# Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



## 1. Puissance disponible le mercredi 15 avril 1959

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	1220
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	2650
Usines thermiques, puissance installée	160
Excédent d'importation au moment de la pointe	—
Total de la puissance disponible	4030

## 2. Puissances maxima effectives du mercredi 15 avril 1959

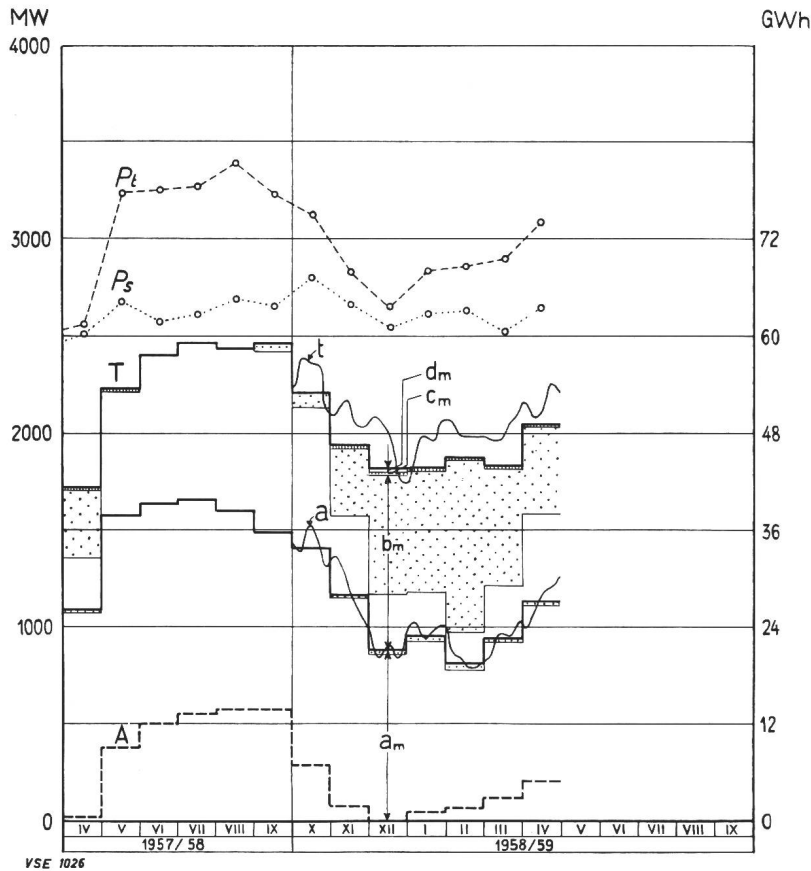
Fourniture totale	3070
Consommation du pays	2640
Excédent d'exportation	440

## 3. Diagramme de charge du mercredi 15 avril 1959 (voir figure ci-contre)

- a Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire)
- b Usines à accumulation saisonnière
- c Usines thermiques
- d Excédent d'importation (néant)
- S + A Fourniture totale
- S Consommation du pays
- A Excédent d'exportation

## 4. Production et consommation

	Mercredi 15 avril	Samedi 18 avril	Dimanche 19 avril
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	28,2	24,5	29,1
Usines à accumulation	22,3	18,6	10,0
Usines thermiques	0,3	0,2	0,1
Excédent d'importation	—	—	—
Fourniture totale	50,8	43,3	39,2
Consommation du pays	45,1	38,6	34,5
Excédent d'exportation	5,7	4,7	4,7



## 1. Production des mercredis

- a Usines au fil de l'eau
- t Production totale et excédent d'importation

## 2. Moyenne journalière de la production mensuelle

- a<sub>m</sub> Usines au fil de l'eau, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- b<sub>m</sub> Usines à accumulation, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
- c<sub>m</sub> Production des usines thermiques
- d<sub>m</sub> Excédent d'importation

## 3. Moyenne journalière de la consommation mensuelle

- T Fourniture totale
- A Excédent d'exportation
- T-A Consommation du pays

## 4. Puissances maxima le troisième mercredi de chaque mois

- P<sub>s</sub> Consommation du pays
- P<sub>t</sub> Charge totale

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.