Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 39 (1947)
Heft: 9

Artikel: L'aménagement du Rhône et l'usine de Génissiat
Autor: Archinard, L.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921858

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: 02.07.2025

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

L'aménagement du Rhône et l'Usine de Génissiat

Par *L. Archinard,* ingénieur

1° Introduction

On a déjà beaucoup parlé du Rhône et de son aménagement, au triple point de vue des forces hydrauliques, de l'irrigation et de la navigation, et en particulier notre revue *Cours d'Eau et Energie* a fait paraître plusieurs articles à son sujet. Tout dernièrement encore, M. Karl Kieser, ingénieur, en parlait dans le n° 5/6 de mai-juin 1947. Il pourrait donc, à première vue, paraître superflu de revenir encore une fois sur cet objet, avant le moment où il sera possible de décrire et de montrer terminés sur place ou par l'image, les superbes ouvrages, qui constitueront l'*Usine de Génissiat.*

Cependant beaucoup d'événements se sont passés depuis que l'aménagement du fleuve a été décidé et surtout depuis l'ouverture des chantiers, ils ont eu des conséquences, dont certaines furent très graves et obligèrent à modifier le programme des travaux et même les projets; il est donc intéressant et utile de reprendre la question et de rappeler les caractéristiques principales des divers éléments de l'aménagement du Rhône. Le fait que maintenant la visite des chantiers devient plus facile en est une justification suffisante, de même que l'avancement très rapide des travaux de Génissiat, l'ouverture prochaine de cette usine, l'importance des ouvrages et l'intérêt que leur réalisation présente pour la Suisse, au point de vue de la navigation fluviale et de la jonction de notre pays à la mer.

Ces considérations sont la raison d'être de cet article, pour la rédaction duquel j'ai pu disposer de renseignement et de documents, qui m'ont été très aimablement fournis par la *Compagnie Nationale du Rhône,* concessionnaire général de l'aménagement du fleuve, et par le *Service de l'Electricité de Genève.* Je tiens à les remercier ici tous deux de leur extrême obligeance, sans laquelle il ne m'aurait pas été possible de donner la forme voulue à mon projet et d'atteindre le but que je visais.

2° Le Rhône

Né au fonds du Valais, au pied du massif du Gothard, le Rhône, sorti du glacier du même nom, traverse le canton du Valais dans toute sa longueur et alimente le Lac Léman. Peu après avoir quitté ce dernier, il entre en France, où il se heurte immédiatement à la barrière du Jura, qu'il traverse dans les gorges étroites du Fort de l'Ecluse. Jusque là il a conservé, au moins partiellement, son caractère alpin et ce n'est qu'après avoir passé à Bellegarde, qu'en s'orientant peu à peu vers le Sud, il deviendra progressivement un fleuve de plaine, avant d'aller se jeter dans la Mer Méditerranée, près de Marseille.

Il est certain que dès la plus haute antiquité le Rhône a joué un rôle très important pour vivifier et animer la belle vallée dans laquelle il avait creusé son lit et c'est à bon droit que Mistral l'a appelé l'«ornière du monde». Ceux qui ont formé le projet d'aménager le fleuve, ceux qui maintenant travaillent à la réalisation de ce grand œuvre ne font donc que prolonger une longue tradition, remontant peut-être jusqu'aux époques mystérieuses de la préhistoire.

3° L'aménagement du Rhône

L'aménagement du Rhône a fait l'objet de nombreuses études et déjà au temps de Napoléon I une convention avait été passée entre la France et la Suisse. Dès 1919 de nouveaux pourparlers furent ouverts entre les deux Gouvernements, mais ils n'ont pas encore abouti.

Le 27 mai 1921, la France a promulgué une loi, par laquelle étaient décidés l'aménagement du fleuve, au triple point de vue de la navigation, de l'irrigation et des forces hydrauliques, en même temps que la création d'une *Compagnie Nationale du Rhône,* concessionnaire unique de cet aménagement.

La Compagnie comprend toutes les collectivités intéressées et l'Etat lui apporte son concours financier; il accorde en particulier une garantie d'intérêts aux obligations émises par la Compagnie. Il fallut encore plus de 10 ans de tractations avec les futurs actionnaires et avec les administrations de l'Etat pour constituer la Compagnie, qui ne fut créée que le 27 mai 1933, sous la condition suspensive de l'obtention de la concession générale des travaux d'aménagement du Rhône. Cette concession lui fut accordée le *14 juin 1934,* date qui marque sa constitution définitive.

C'est la première grande entreprise d'économie mixte, qui ait été mise sur pied en France et certains caractères originaux en font une véritable coopérative régionale. Elle est nationalisée, en ce sens que l'Etat est actuellement majoritaire dans son Conseil.

Elle a devant elle un programme de travaux considérables, comprenant la construction de nombreuses usines sur le Haut-Rhône et sur le Bas-Rhône, en tout une vingtaine de grosses installations, et des ouvrages de navigation. De la force sera fournie à de grandes régions, qui n'ont besoin que d'être irriguées pour devenir des centres importants de production agricole ou maraîchère.

Le programme initial de travaux devait être réalisé avec un capital initial de 240 millions, moyennant une dépense de 2 milliards 400 millions. Les circonstances ont fait que cette dépense sera largement dépassée et la dépréciation du franc français fera prendre aux chiffres une allure et une valeur insoupçonnées.

Ce programme initial prévoyait en première urgence:

a) Un aménagement hydroélectrique capable de produire en année moyenne plus d'un milliard de kWh.

b) Un collecteur de courant latéral au Rhône et un collecteur assurant la liaison avec la région parisienne.

c) Une première tranche de travaux du port industriel de Lyon correspondant à une dépense d'environ 350 millions.

d) Une première tranche de travaux de la navigation et des ports du Rhône à l'aval de Lyon, correspondant, s'il y avait lieu, à une dépense totale de 400 millions.

Pour cette première tranche, la Compagnie établit un programme de travaux, qui fut approuvé le 16 août 1935; ce programme comprenait entre autres l'aménagement hydroélectrique des gorges du Haut-Rhône, ce qui était très important pour la Suisse, puisque la traversée de ces gorges constitue le seul obstacle sérieux à la navigation entre Lyon et Genève.

4° *L'Usine de Génissiat*

L'aménagement des gorges du Haut-Rhône est conditionné par la création au site de Génissiat d'un barrage permettant d'utiliser au maximum possible, la chute disponible sur le tronçon du fleuve s'étendant de la frontière suisse à la sortie des gorges.

Au pied de ce barrage se trouvera l'usine prévue pour 6 groupes, comprenant chacun une turbine et une génératrice et alimentés par des conduites forcées traversant le barrage. L'usine sera pourvue de tous les accessoires ordinaires évacuateurs de crues, organes de vidange et de désablement de la retenue, postes de transformation et de départ des lignes.

Enfin un barrage est prévu près de Seyssel; sa retenue sera utilisée dans une usine, mais son but principal est de créer un bassin servant à amortir les ondes considérables résultant du fonctionnement et en particulier des vidanges de Génissiat.

Le *site de Génissiat* est spécialement favorable à la construction du barrage et de l'usine et cela pour plusieurs raisons:

Le rocher calcaire de fondation et d'appui est d'excellente qualité, comme l'ont montré des sondages très nombreux, poussés en tunnel jusque sous le fleuve, et exécutés au début des études sous la haute direction du Professeur Maurice Lugeon.

Sur la rive droite existe un large plateau permettant l'installation d'un grand chantier, desservi par la voie ferrée, ainsi que le passage de la future voie navigable.

Ce site se trouve au point le plus aval des gorges, où il soit possible d'ériger un barrage, dont la retenue s'étende jusqu'à la frontière suisse. Il est vrai cependant qu'il faudra provisoirement laisser une petite lacune dans l'aménagement du fleuve sur les quelques kilomètres, qui séparent l'extrémité supérieure du remous de Génissiat du pied du barrage de Chancy-

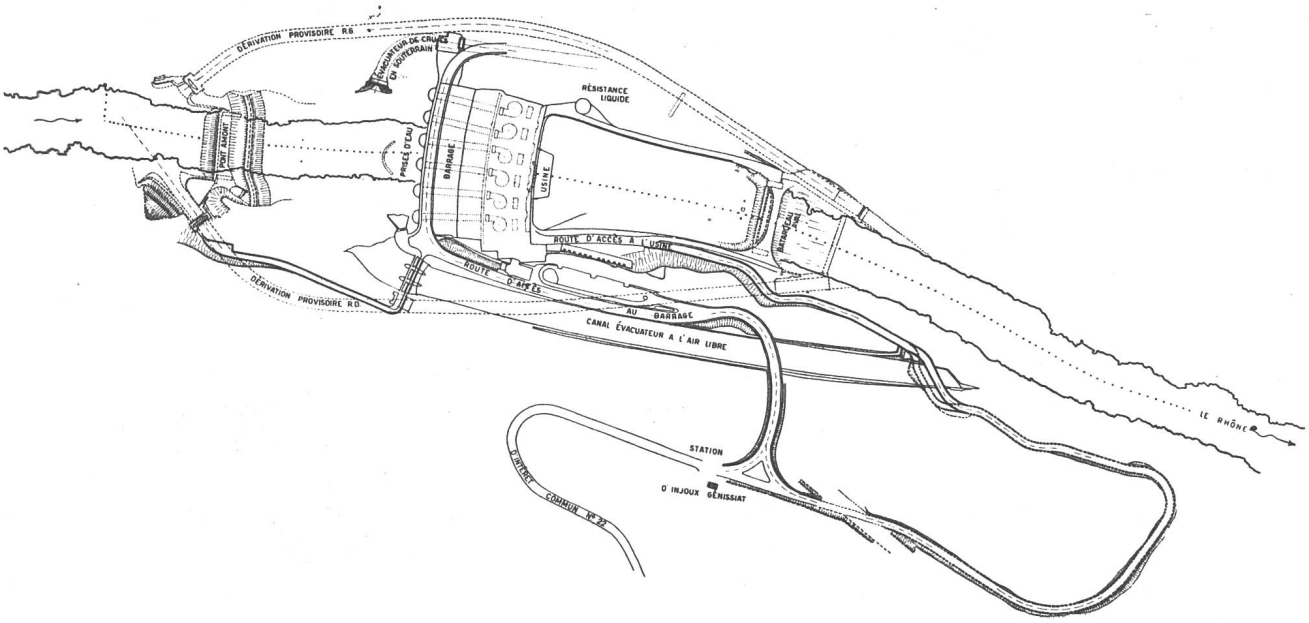

Fig. 1 Usine de Génissiat. Plan de Situation, échelle 1 : 7000.

Pougny, soit environ 7 km qui constituent la partie internationale du fleuve. Par suite de leur nature et de la mauvaise tenue des berges, les terrains ne supporteraient pas les fluctuations du plan d'eau. Mais on étudie les mesures à prendre pour pouvoir utiliser ce tronçon (bief de l'Etournel).

Le site de Génissiat se trouve à 50 km de Genève et à 23 km de la frontière suisse (rive gauche). A cet endroit, les caractéristiques du Rhône sont les suivantes:

Bassin versant (y compris le Lac Léman)	10 910 km²
Débit d'étiage	140 m³/s
Débit moyen	380 m³/s
Débit de la plus forte crue connue (1616 et janvier 1910)	2 000 m³/s

La chute créée pourra atteindre environ 69 m. Sous 65 m, elle permettra de produire, par absorption d'un débit de 800 m³/s, une puissance totale de l'ordre de grandeur de 400 000 kW. Cela nécessitera l'armement de 6 groupes de dimensions exceptionnelles. Cette production correspondra à 1 milliard 800 millions de kWh par an.

Dans la première étape on équipera seulement 4 groupes électrogènes, ayant chacun une puissance de 65 000 kW. Cet aménagement produira 1 600 000 000 de kWh par an (soit environ $^1/_{15}$ de la consommation française actuelle), comprenant 1 milliard de kWh de qualité supérieure, parce que disponibles de façon continue pendant les heures de la journée, où la demande de courant est importante; par contre, l'usine pourra être arrêtée en période de basses eaux, pendant les heures de nuit où la demande de courant tombe et où la réserve se remplira pour le lendemain.

L'installation comprendra donc un *barrage*, dont les caractéristiques essentielles sont:

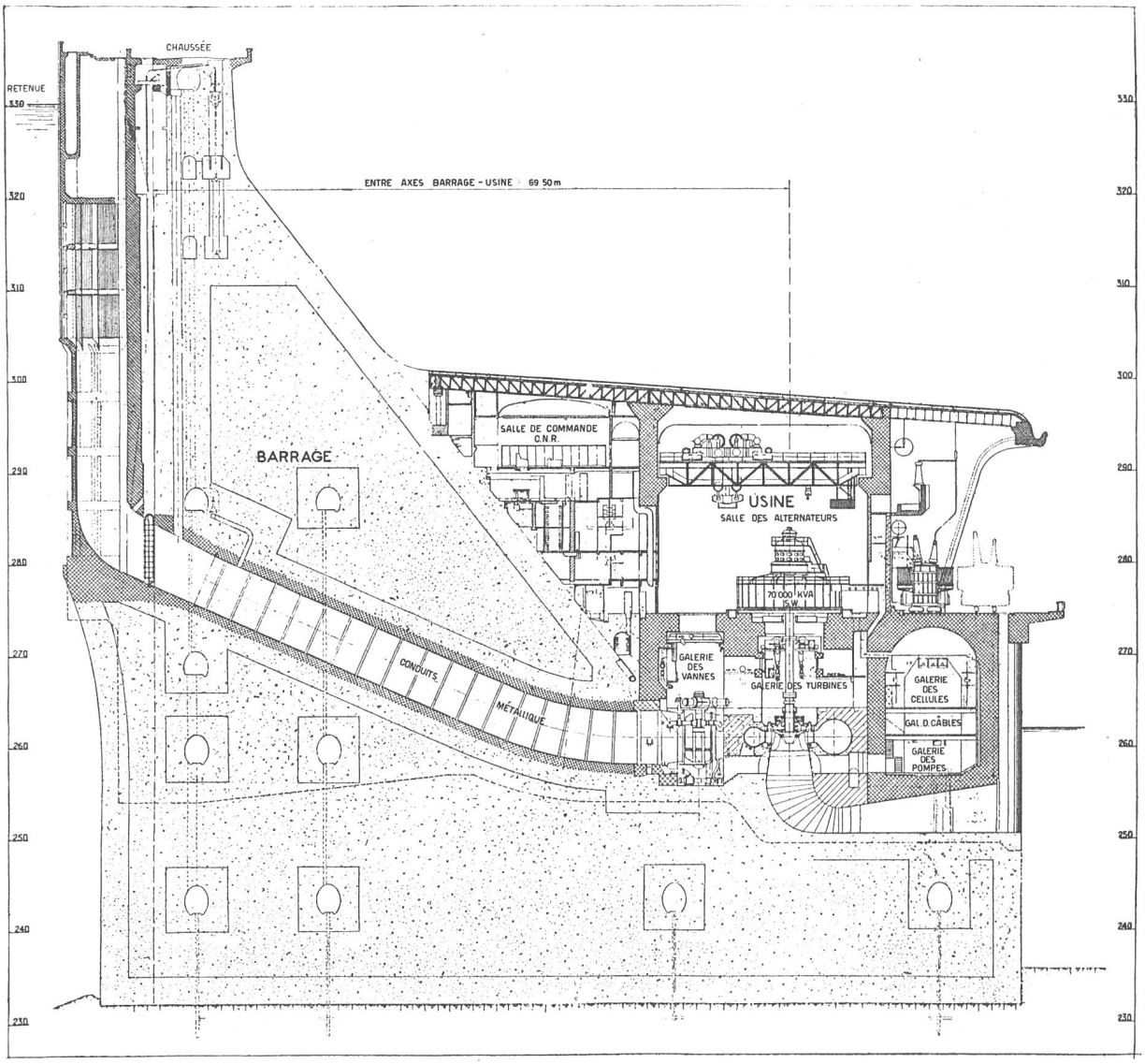

Fig. 2 Usine de Génissiat. Coupe de barrage, échelle 1 : 800.

Cote de couronnement	335.70
Largeur au couronnement	9 m
Niveau normal de la retenue	330.70
Cote minimum de fondation	232
Fruit du parement amont variable entre	0 et 0.10
Fruit du parement aval	0,77
Cube de béton	440 000 m³

Une voûte mince ou épaisse n'aurait procuré ni avantage, ni économie sur le type poids classique, qui est mieux adapté aux lieux. Aux dires des ingénieurs de la Compagnie, même la construction légèrement arquée du barrage, incurvé en plan suivant un arc de cercle de 500 m de rayon, a compliqué notablement les études et la réalisation. Le gain de résistance est illusoire et ils sont d'avis que, dans des cas de ce genre, il faut sans hésiter adopter un barrage rectiligne.

Quoi qu'il en soit, le barrage a été, comme on le voit à la fig. 1, implanté dans un rétrécissement de la gorge, suivi immédiatement d'un élargissement; il n'a que 132 m de développement entre falaises, alors que l'usine, qui lui est accolée, présente une longueur totale de 145 m; elle a, il est vrai, nécessité certains déroctages.

La fig. 2 représente en coupe le barrage et l'usine; elle montre la disposition relative et les rapports de ces deux parties de l'installation.

La situation des lieux, les grandes dimensions des conduites forcées et des turbines ont conduit à diviser le barrage par des plans verticaux de dilatation en 6 plots seulement; ceux-ci ont 25 m de longueur. Les deux paires de plots de rives ont 81 m de hauteur et les deux plots centraux 104 m; ces derniers ont un socle commun avec l'usine, dont le pied aval est normalement noyé sous 32 m d'eau.

La falaise urgonienne est surmontée par des complexes tertiaires comprenant notamment des grès sableux et des marnes. Le barrage est prolongé sur la rive gauche par une culée autostable, de section rectangulaire, fondée sur le rocher urgonien. Cette culée s'enfonce de 67 m dans ces terrains divers et elle est suivie par un masque de 20 m de longueur, qui règne sur la hauteur des grès seulement; à son extrémité Est, ce masque a 15 m de hauteur. Les eaux qui contourneraient néanmoins la culée dans les fissures du grès seront recueillies par des puits filtrants placés à l'aval.

Pour le bétonnage, chaque plot est divisé en petits blocs enchevêtrés, d'un volume moyen de 400 m³. Cette méthode de bétonnage nécessite un supplément de coffrage, mais elle est souple et commode, et facilite la dissipation de la chaleur de prise. Chaque petit bloc est toujours coulé dans la journée, sans reprise; le béton plastique est pervibré. Le dosage descend à 160 kg dans le corps du barrage, et le long du parement amont il est de 250 kg.

Les injections de liaison béton-rocher ont été faites à partir de galeries de visite, à l'aide de forages horizontaux rasant la surface de fondation.

Pour ne pas créer dans le barrage des surfaces de glissement de moindre résistance, le bétonnage est effectué directement autour des *conduites forcées*, préalablement mises en place. Afin d'éviter l'écrasement de ces conduites sous la charge de béton frais ou sous l'effet des injections, elles ont été munies de charpentes métalliques de renforcement fixées extérieurement. Ces charpentes raidissent les conduites et facilitent grandement leur manutention et leur mise en place. Les conduites en tôle d'acier, soudées et rivées, ont 5,75 m de vide et un diamètre de 7,80 m hors tout (fig. 2).

Les conduites forcées sont prolongées vers le haut par des *tours de prise d'eau*, de section demi-circulaire, accrochées au parement amont du barrage (fig. 2, 3 et 4). Des dispositions spéciales éviteront l'ensablement de la retenue au-dessus du niveau de 305, près du barrage. Les tours de prise d'eau sont à parois pleines jusqu'à ce niveau, de manière à supporter l'ensablement; les *grilles*, dont les barreaux sont espacés de 10 cm, règnent entre les cotes 305 et 320 et présentent une surface de 235 m² par groupe.

La tour de prise d'eau demi-circulaire est raccordée avec la conduite forcée par une *trompe* en béton armé, dont la forme a été étudiée sur modèle, en vue de réduire les pertes de charge au minimum. Cette trompe présente une section rectangulaire, où se trouve la *vanne de tête* de 7 × 7,50 m, commandée par un servo-moteur à huile placé dans un évidement du barrage. En cas de survitesse dans la conduite, la vanne de tête se ferme en une minute. La mesure de la sur-

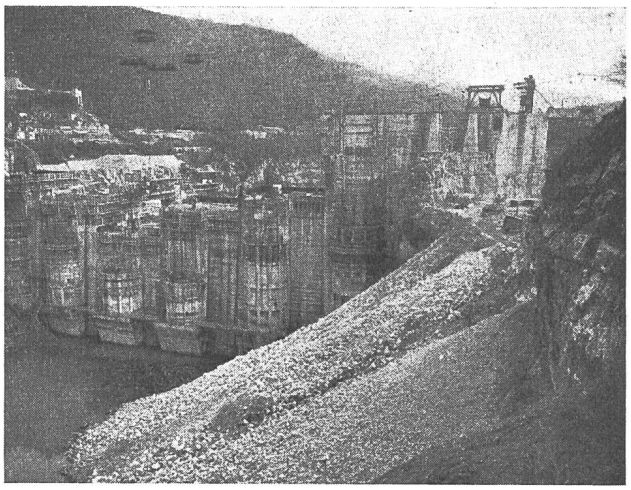

Fig. 3 Génissiat. Vue amont du barrage prise de la rive droite. Au 1er plan entrée de l'évacuateur de crues rive droite et décharge de cet évacuateur (5. 4. 1947).

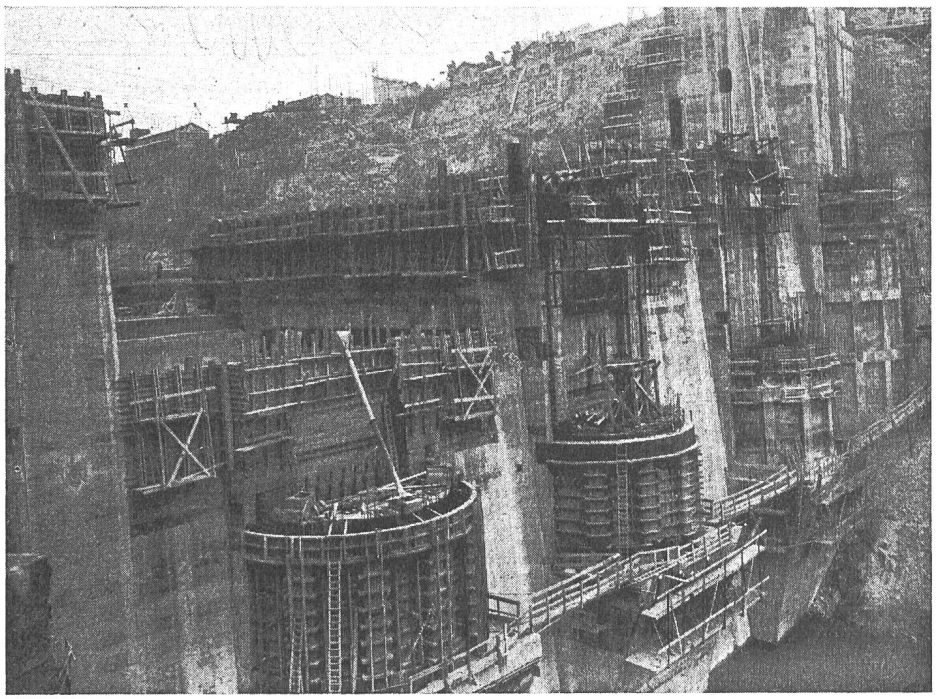

Fig. 4 Génissiat. Vue du parement amont du barrage. — Au 1er plan, prises d'eau en construction (21. 12. 1946).

vitesse se fait en tenant compte du degré d'ouverture du distributeur de la turbine et de la vitesse normale correspondante dans la conduite.

Comme je l'ai déjà dit, l'*usine* se trouvera au pied du barrage (fig. 1, 2, 5 et 6), sur un socle faisant corps avec celui de ce barrage et sous un toit se raccordant au parement aval de ce dernier. En plus de la plage de démontage, l'usine comprendra 6 travées de 24 m de longueur, équipées chacune d'un groupe électrogène de 70 000 kVA. La salle des alternateurs a une largeur de 23 m et une hauteur de 20 m. Les *turbines* sont du type Francis et tournent à 150 tours par minute. Sous la chute moyenne de 64,50 m, elles absorbent 120 m^3/s et développent une puissance de 50 000 CV. Un limiteur d'ouverture fixe la puissance à 100 000 CV sous la chute maximum de 69 m.

Chaque turbine est protégée par une *vanne-papillon* de 5,20 m de diamètre, commandée par trois servomoteurs à huile. Les vannes-papillon ont été conçues pour couper la moitié du débit à gueule bée des conduites forcées, soit 300 m^3/s. Elles se ferment en 30 secondes, de manière à limiter la surpression due au coup de bélier à 20 m d'eau. Les vannes d'arrêt peuvent ainsi supporter une charge de 90 m d'eau; les conduites forcées encaissent l'effort de traction correspondant. La fig. 7 montre la bâche spirale d'une turbine.

Les *alternateurs* à 40 pôles fournissent l'énergie à 15 000 V et des *transformateurs* triphasés de 70 000 kVA à refroidissement soufflé élèvent immédiatement la tension à 220 000 V. Le courant est alors transporté dans la gorge par des câbles à huile, jusqu'à une plateforme accrochée à la falaise, d'où part une nappe verticale de fils qui se rabat ensuite horizontalement sur le plateau de rive droite, qu'elle traverse pour atteindre le *poste de répartition* situé à 600 m de l'usine. Les *disjoncteurs de protection* des blocs alternateurs-transformateurs sont placés à ce poste. Les transformateurs sont logés sous l'avant-toit de l'usine.

Les groupes à grande rapidité de réponse ont un PD^2 égal à 13.225 TM^2 et leur rapport de court-circuit atteint 1,6. Un des groupes peut fonctionner en compensateur synchrone et absorber 55 000 kVA réactifs.

La toiture de l'usine est formée d'une dalle mince en béton armé, supportée par des poutres métalliques; elle a été prolongée jusqu'au barrage et présente une superficie de plus d'un hectare. Entre l'usine et le barrage sont ainsi réservés de vastes locaux qui abritent les services auxiliaires, les magasins, les postes de commande, etc. En raison des dimensions de l'usine, la commande est semi-automatique. La protection des groupes est du système Falloux.

L'usine comprend deux *groupes auxiliaires de 2500 CV*, qui fournissent du courant à 5000 V.

Elle comprend également deux *ponts-roulants* de 250 tonnes, qu'on peut accoupler pour soulever les rotors des alternateurs pesant 410 t.

La salle des turbines est continue d'un bout à l'autre de l'usine; elle est parcourue par des *grues vélocipèdes*. On peut ainsi monter indépendamment

l'un de l'autre la turbine et l'alternateur d'un groupe, ce qui réduit de six mois le délai de montage du groupe. Chaque groupe pèse 1700 t.

Les deux premiers groupes entreront en service au début de 1948 et les deux suivants dans le courant de cette même année. Le 5e groupe sera identique aux deux premiers; il est commandé. La commande du 6e groupe est différée.

Les quatre premiers groupes produiront en année moyenne 1550 millions de kWh dont 800 millions de kWh d'heures pleines. Le 5e groupe procurera un supplément d'énergie de 140 millions de kWh.

Sur la rive droite est situé l'*évacuateur de crues principal* (fig. 1 et 3); il est constitué par un canal à l'air libre de 240 m² de section moyenne et de 550 m de longueur. Il se termine à l'aval par un coursier de 40 m de chute, qui débouche dans une petite combe à 400 m de l'usine. A l'extrémité aval du coursier, un tremplin projette la lame d'eau jusqu'au milieu du fleuve. Le matelas d'eau et d'alluvions de 35 m d'épaisseur que l'on trouve à cet endroit dans le fond du cañon du Rhône facilitera la dissipation de l'énergie du jet, mais il se formera néanmoins une barre, qui sera draguée.

Cet évacuateur peut débiter au maximum 2700 m³/s sous la retenue surélevée à 335.70. Il est fermé à l'amont par trois groupes de deux *vannes* superposées, placées dans trois travées séparées par des piles. Dans chaque travée, la vanne inférieure et la vanne supérieure sont séparées par un *masque* en béton armé de 5,50 m de hauteur, à l'abri duquel elles se trouvent quand elles sont complètement ouvertes. La lame d'eau supérieure se déverse dans la lame inférieure et en brise partiellement l'énergie.

Sur la rive gauche se trouve un *second évacuateur*, souterrain, comprenant de l'amont à l'aval un tunnel de 100 m² de section, incurvé suivant un quart de tore, constamment en charge, qui se prolonge par trois galeries parallèles à section elliptique, débouchant dans le souterrain de dérivation provisoire. Chaque galerie elliptique est fermée par une vanne à glissière de 6,50 × 2,75 m, qui supporte une charge de 900 t et qui est commandée par un servo-moteur à huile. Ces vannes sont placées dans une chambre commune située à l'aplomb de la culée de rive gauche; leur seuil se trouve à la cote 286, à 50 m sous le niveau maximum de la retenue. Dans les galeries elliptiques, et la dérivation provisoire, l'eau n'est plus en charge et de vastes reniflards permettent l'aération nécessaire.

L'évacuateur de rive gauche dont l'entrée est représentée par la fig. 8 peut débiter au maximum 1300 m³/s. Les deux évacuateurs peuvent donc débiter au total 4000 m³/s, soit le double des plus fortes crues connues.

L'évacuateur de crues de rive gauche est conçu de manière à permettre l'exécution des *chasses* destinées à entraîner à l'aval le sable et le limon, estimés à environ 2 000 000 m³ par an, qui se déposeront dans la retenue. Lorsque le Rhône débitera en été de 500 à 600 m³/s, on pourra, en ouvrant cet évacuateur, abaisser le plan d'eau de 25 à 30 m. Le fleuve reprendra alors sa pente naturelle et sera capable d'évacuer les sables et les limons.

Pour la construction du barrage et des autres

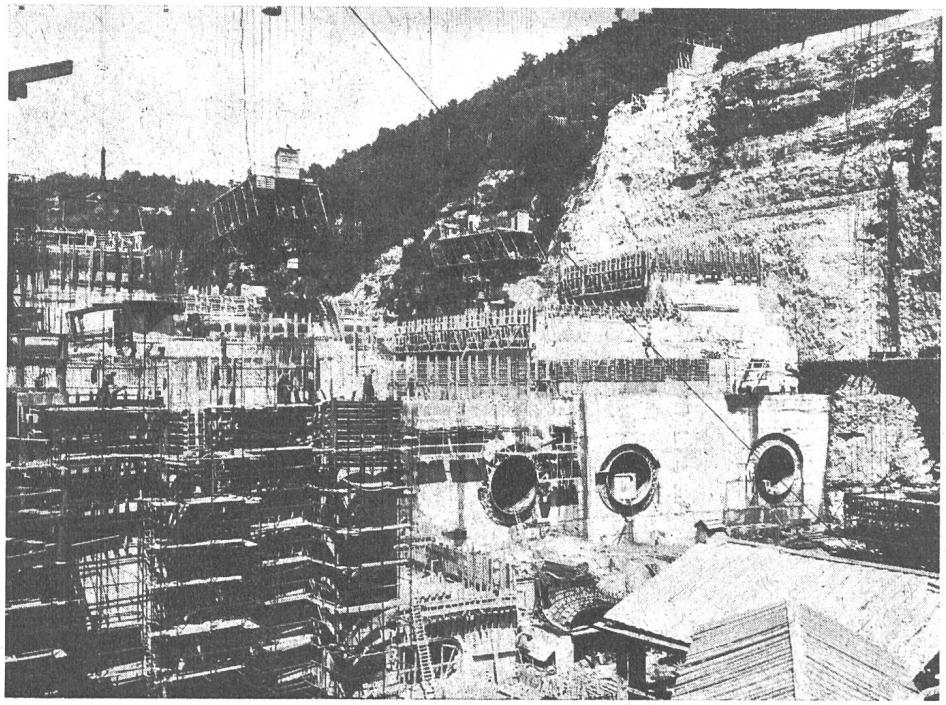

Fig. 5 Génissiat.
Vue aval du barrage (16. 7. 1946).

ouvrages de l'usine de Génissiat, il a fallu construire deux batardeaux limitant le chantier (fig. 1) et deux *tunnels de dérivation*, un sur chaque rive du fleuve, ayant leur origine à l'amont du batardeau supérieur et débouchant à l'aval du batardeau inférieur. Le tunnel de rive gauche sera fermé par un bouchon traversé par une conduite de 22 m² de section, capable de débiter 600 m³/s sous la retenue normale; cette conduite sera fermée par une *vanne* à glissière de 6,40 × 3,50 m, commandée par un servo-moteur à huile susceptible de régler le débit. En outre un *portique en béton armé* de 75 m de hauteur construit sur la tête amont de ce souterrain de dérivation provisoire permettra d'utiliser la vanne d'entrée de cette dérivation comme *vanne batardeau* de l'ensemble du dispositif de vidange de fond. C'est une vanne de 11 × 9 m, susceptible de supporter une charge de 7000 t.

Le barrage créera une chute de 69 m en étiage et un lac de 23 km de longueur, d'une capacité de 53 millions de m³. La tranche d'eau utilisée normalement sera de 5 m (et exceptionnellement de 10 m) pour produire pendant l'hiver de l'énergie d'heures pleines ou de pointe. Le Lac Léman fournira la réserve nécessaire à l'alimentation du fleuve en hiver.

Le barrage est construit de façon qu'on puisse surélever le plan d'eau normal de 330,70 à 335,70, en vue d'étouffer les pointes des crues hautement exceptionnelles et d'en faciliter l'évacuation.

Enfin le lac de Génissiat remplacera le cours rapide actuel (pente de 3 m par km) par un plan d'eau calme favorable à la navigation. Il sera relié au tronçon aval du Rhône par un canal doublant l'évacuateur de crues de rive droite et rejoignant le fleuve à 1200 m à l'aval du barrage soit par une chaîne de trois écluses de 23 m de chute, soit plutôt par un ascenseur à bateaux. Le plus fort obstacle à l'établissement de *la voie navigable Lyon-Genève* sera ainsi éliminé.

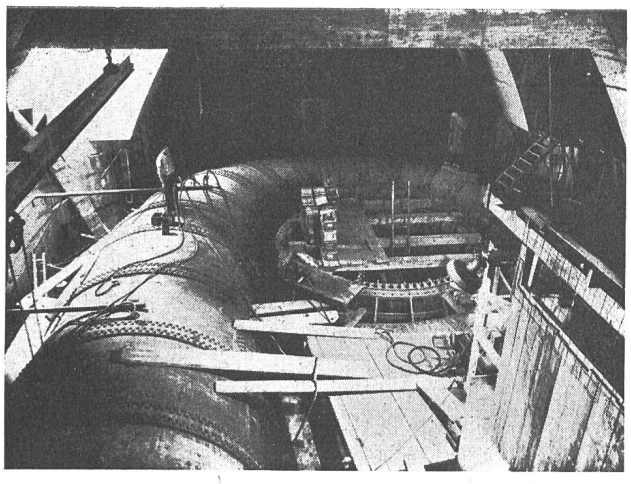

Fig. 7 Génissiat. Bâche spirale du groupe I (16. 7. 1946).

5° *Exécution des travaux*

Les travaux d'aménagement de la chute de Génissiat ont été entrepris en 1937. Il s'agissait en premier lieu de construire deux souterrains de dérivation provisoire de 85 m² de section et de 550 m et 610 m de longueur, un sur chaque rive, et deux batardeaux pour couper le Rhône et lui faire emprunter ces souterrains. Cette opération était compliquée à cause du débit du fleuve qui, à Génissiat, ne descend qu'exceptionnellement en dessous de 200 m³/s; elle fut effectuée en avril 1939 avec un débit de 500 m³/s. Immédiatement après on a mis à nu et à sec le rocher de fondation des ouvrages en pompant l'important volume d'eau emprisonné entre les batardeaux et en déblayant les alluvions et le rocher décomposé, qui garnissaient la gorge sur une épaisseur de 25 m.

Ces travaux préparatoires touchaient à leur fin quand la guerre a éclaté et c'est pendant les hostilités que la Compagnie passa les commandes pour l'exécution des ouvrages définitifs, barrage, usine, évacuateurs de crues, et pour la fourniture du matériel d'équipement. Mais alors commencèrent de grandes difficultés qui compliquèrent les travaux, les retardèrent et obligèrent à en modifier le programme. Génissiat a beaucoup souffert de la guerre et de l'occupation et coûtera considérablement plus cher que ce qui avait été prévu.

Au moment de l'armistice, un ordre formel de l'autorité militaire obligea à remettre dans son lit le Rhône, qui en était détourné depuis un an. Le fleuve étant précisément en crue, les vannes de tête des souterrains de dérivation provisoire furent fermées. Une vague de 15 m de hauteur balaya alors tout le chantier, en bousculant et projetant dans le fond du cañon les locomotives de 20 t, des pelles et des grues de 60 t et plus. Le batardeau aval fut détruit, mais heureusement la moitié inférieure du batardeau amont a résisté, de sorte qu'une fois les vannes relevées et la crue apaisée, le Rhône a repris les souterrains de dérivation. Mais le chantier de fondation restait enfoui sous une trentaine de mètres d'eau morte, de détritus et d'alluvions et il fallut 150 millions de francs actuels et huit mois de travail pour remettre les choses en l'état.

Le chantier eut aussi à souffrir de la période d'occupation. Du matériel, et en particulier 700 t de fers ronds à bétons, fut réquisitionné par l'occupant. Il avait été approvisionné peu à peu pour entreprendre en 1943 la construction de l'usine, qui ne demandait pas comme le barrage, des quantités massives de ciment. En 1944, Génissiat fut un centre de réparation et d'approvisionnement des forces du maquis. Mais la Compagnie et ses ingénieurs poursui-

virent sans relâche leurs efforts et malgré les plus grandes difficultés. Quand il ne vint plus ni acier, ni ciment, les terrassements furent poussés, si bien que le chantier ne fut arrêté par les événements que pendant le printemps et l'été de 1944.

Après la libération, le chantier a gravement souffert de la pénurie générale de matières. Ce n'est qu'à partir du 1er octobre 1945 que la Compagnie a reçu le fer et le ciment dont elle avait besoin. Dès ce moment, les travaux ont été menés très rapidement. Les dispositions prises déjà pendant l'occupation avaient permis d'équiper complètement le chantier et, en 1946, il a pu être bétonné jusqu'à 2600 m³ par jour. Dans le courant de cette même année, il a été réalisé près de 300 000 m³ de béton et de béton armé.

La progression des travaux de béton et de béton armé montre mieux peut-être que beaucoup d'autres considérations les efforts accomplis par la Compagnie et ses ingénieurs, ainsi que par l'Entreprise. A la libération, il n'avait été exécuté que 50 000 m³ et en 1945, où le ciment manqua pendant un mois, il en fut réalisé 100 000 m³ et en 1946 trois fois plus. La campagne de 1947 ne représente au point de vue de la masse de béton que la moitié de celle de 1946, mais elle est plus délicate, car il s'agit surtout des bétons armés de l'usine et des ouvrages annexes, et les bétons armés sont en retard en raison de la pénurie de spécialistes: coffreurs, ferrailleurs, etc.

Néanmoins, si aucune difficulté nouvelle ou imprévue ne vient gêner la fin des travaux, la Compagnie compte que les travaux de génie civil seront achevés pour la fin de cette année. Le barrage est près d'être terminé, les six tours de prise d'eau destinées à l'alimentation des six groupes sont construites, les six conduites forcées sont en place et le montage des deux premiers groupes est très avancé. Ce montage se poursuit à forte cadence, parallèlement à l'achèvement des ouvrages de génie civil et à la mise en place de tout l'appareillage annexe. La mauvaise qualité des isolants de guerre a entraîné aux essais quelques ruptures et il y a là une cause de retard à laquelle s'ajoutent celles, qui proviennent des restrictions de courant de l'hiver dernier.

Si la Compagnie arrive à ses fins, elle aura réalisé le tour de force, de construire en un peu plus de deux ans le gros-œuvre de Génissiat et simultanément de monter le matériel d'équipement. L'importance des travaux et les circonstances dans lesquelles ils ont dû être effectués font vraiment de leur réalisation un tour de force, qui n'aura été possible que grâce aux efforts soutenus et immenses de la Compagnie, de ses Ingénieurs et de l'Entreprise, et parce que de leur côté les constructeurs du matériel et des machines avaient préparé et même commencé, quand ils le pouvaient, leurs constructions déjà pendant l'occupation.

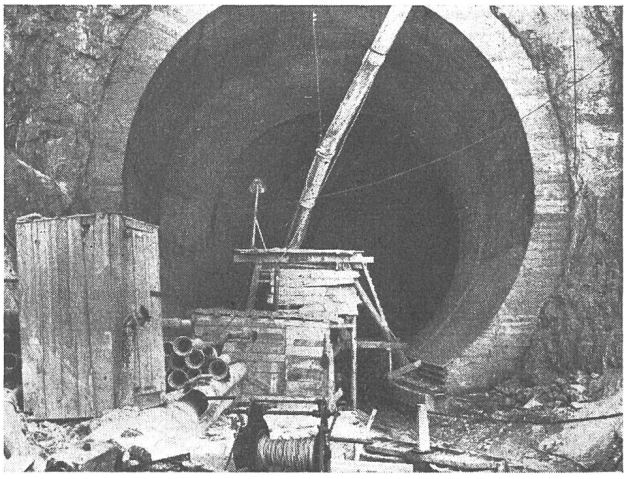

Fig. 8 Génissiat. Entrée de l'évacuateur de crues rive gauche (27.6.1947)

6° *Transport de l'énergie*

Pour le transport de l'énergie, toutes les dispositions ont été prises au sein des sociétés auxquelles la Compagnie a participé. Les lignes constituant le collecteur à 220 000 V, latéral au Rhône, ainsi qu'une artère Génissiat–Paris, également à 220 000 V, sont dès maintenant construites. Cette dernière passe par Le Creusot; elle sera doublée par une ligne de tension au moins aussi élevée, mais empruntant un trajet plus direct, qui permettra l'utilisation du courant sur la ligne de chemin de fer Lyon–Paris, en cours d'électrification.

Le placement de l'énergie est assuré. Si les conditions restent stables, le prix de revient du courant de Génissiat, usine équipée à quatre groupes, sera de ffr. 5.– par kWh, alors que le prix de revient moyen de l'ensemble des équipements électriques en cours est estimé officiellement à ffr. 9.– par kWh et qu'on doit pouvoir actuellement considérer comme rentables des équipements de chutes coûtant jusqu'à ffr. 12.– par kWh.

Le prix de revient de Génissiat semble donc assez bas pour permettre des réinvestissements dans les chutes ultérieures, nettement moins rentables, et surtout dans les travaux de navigation, ainsi que dans les participations, relativement peu importantes, à des réalisations d'intérêt agricole.

7° *Conclusion*

J'espère avoir montré l'importance de l'effort, que représente la réalisation de l'aménagement des gorges du Haut-Rhône, surtout en raison des difficultés immenses qu'il fallut surmonter. J'ajouterai que la Com-

pagnie ne s'en est pas tenue à Génissiat et aux ouvrages, qui en dépendent. Actuellement elle a entamé sa seconde tranche de travaux et commencé la construction de l'*Usine de Donzère-Mondragon*. Mais elle se préoccupe du fait que les prix deviennent de plus en plus élevés et que le coût de ce qui reste à faire augmente aussi vite que la part déjà faite. Elle a conscience que des travaux comme ceux de Génissiat et de Donzère-Mondragon sont d'une urgence vraiment capitale et doivent bénéficier d'une priorité absolue.

Souhaitons-lui d'arriver à ses fins pour l'Usine de Génissiat et pour la suite de ses travaux.

Das Thermische Kraftwerk Beznau der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G.

(Gasturbinenanlage von 40 000 kW)

Von Dir. A. Engler, Ing. Baden

I. Zweck der Anlage. Energiewirtschaftliche Grundlagen

Die technisch mögliche Energieerzeugung der Wasserkraftwerke hängt ab von den Niederschlägen im Einzugsgebiet und den daraus resultierenden Abflüssen. Die Schwankungen der Erzeugungsmöglichkeit sind im Winterhalbjahr grösser als im Sommerhalbjahr. Da es kaum je gelingen wird, in der schweizerischen Energiewirtschaft durch den Bau von Speicherwerken einen Überschuss von Winterenergie gegenüber Sommerenergie bereitzustellen, der imstande ist, den grössern natürlichen Energiebedarf im Winter gegenüber dem Sommer zu decken, so wird das Winterhalbjahr die für die schweizerische Energieversorgung kritische Saison bleiben.

Nach Angaben des Eidgenössischen Amtes für Elektrizitätswirtschaft schwankt die Erzeugungsmöglichkeit sämtlicher der allgemeinen Elektrizitätsversorgung dienenden Wasserkraftwerke der Schweiz (Bestand Winter 1946/47) zwischen 2960 Mio kWh bei extrem ungünstiger Wasserführung wie im Winter 1920/21 und 4300 Mio kWh in einem extrem nassen Winter wie 1944/45. Gegenüber einem Winter mit mittleren Wasserverhältnissen wie 1945/46 mit einer Erzeugungsmöglichkeit von 3880 Mio kWh betragen die Schwankungen demgemäss — 23,7 % und + 10,8 %. Auch durch den Bau neuer Speicherkraftwerke kann die Schwankung der winterlichen Erzeugungsmöglichkeit nur relativ etwas verbessert werden; absolut wird die Differenz der Erzeugungsmöglichkeit zwischen trockenem und nassem Winter aber grösser werden, weil mit jedem neuen Speicherwerk auch eine neue Differenz in der Erzeugungsmöglichkeit aus dem Anteil der natürlichen Zuflüsse im Winter hinzukommt, es sei denn, dieses Werk wäre mit einem übergrossen Staubecken versehen, das einen Ausgleich über mehrere Jahre gestattet (wie Wäggital).

Als hauptsächlichste Mittel für den Ausgleich der Differenz der Erzeugungsmöglichkeit zwischen trokkenen und nassen Wintern kommen in Betracht:

1. Energieimport aus dem benachbarten Ausland, sei es durch Kauf von Energie oder im Austausch gegen Sommerenergie.

Der Energieimport kann nur dann in den Dienst eines weitgehenden Ausgleiches gestellt werden, wenn die Bezugsmöglichkeiten sehr elastisch sind, d. h. wenn die vertraglichen Abmachungen so lauten, dass in einem trockenen Winter sehr viel mehr Energie bezogen werden kann als in einem nassen Winter, bzw. wenn Abmachungen über den Energieaustausch (Bezug von Winterenergie gegen die Lieferung vonSommerenergie) einen Ausgleich über Perioden von mindestens 5 Jahren gestatten. So sehr uns solche Abkommen über den Energieimport oder über den Energieaustausch mit dem Ausland nützlich sein können, so werden sie sich doch nie in dem Ausmasse durchführen lassen, dass ein voller Ausgleich der möglichen Schwankung in der winterlichen Erzeugungsmöglichkeit, die für die ganze Schweiz heute schon 1340 Mio kWh beträgt, zu erreichen sein wird.

2. Erzeugung der Fehlmenge in thermischen Anlagen in der Schweiz selbst, wozu Brennstoffe aus dem Ausland eingeführt werden müssen.

Für die Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G. (NOK), deren winterlicher Energieumsatz ca. ein Fünftel der gesamtschweizerischen Produktionsmöglichkeit ausmacht, sind die Verhältnisse noch ungünstiger als die, welche dem Durchschnitt der gesamtschweizerischen Energieversorgung entsprechen. Die Erzeugungsmöglichkeit aus eigenen Werken mit den Anteilen bei Tochtergesellschaften schwankt im Winterhalbjahr für die Werkkombination 1946/47 zwischen 341,3 Mio kWh im Minimum (Abflussverhältnisse Winter 1920/21) und 601,2 Mio kWh im Maximum (Abflussverhältnisse Winter 1935/36). Das relativ ungünstige Schwankungsverhältnis ist darauf