Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 42 (1951)

Heft: 26

Artikel: Le développement actuel des aménagements hydroélectriques en France

Autor: Clément, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056912

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: 10.08.2025

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

Les chiffres indiqués concernent le 85 % de la population suisse. Par tête d'habitant et par an, la consommation a atteint 717 kWh dans les ménages, les métiers et l'agriculture. Ce chiffre est de 445 kWh pour les ménages. Par rapport à 1948, l'augmentation de la consommation totale n'a été que de 95,5 GWh, soit 3,46 %, alors qu'elle avait été de 270 GWh, soit 10,9 % entre 1947 et 1948. La réduction de consommation due aux restrictions imposées peut être estimée à environ 170 GWh, c'est-à-dire au 6 % de la consommation totale des ménages, des métiers et de l'agriculture.

Selon la statistique établie par l'Office fédéral de l'économie électrique, la consommation d'énergie de ce groupe d'usagers a été de 3138 GWh en 1949. La différence entre cette valeur et la nôtre est de 290 GWh, soit environ 10 %. Notre enquête n'ayant porté que sur le 85 % de la population suisse, on peut admettre que les 290 GWh en question concernent le 15 % restant, ce qui n'a pas lieu d'étonner, car le degré d'électrification de ce restant de la population n'est certainement pas aussi élevé que dans les réseaux des entreprises électriques consultées. Il y a donc une bonne concordance entre les chiffres que nous indiquons et ceux de l'Office fédéral de l'économie électrique, qui détermine par d'autres moyens la consommation d'énergie électrique dans les ménages, les métiers et l'agriculture.

Nous tenons à remercier ici toutes les entreprises électriques qui se sont donné la peine de remplir consciencieusement les questionnaires. Nous espérons que nous pourrons compter à l'avenir également sur leur précieuse collaboration.

Le développement actuel des aménagements hydroélectriques en France

Résumé d'une conférence à l'Assemblée générale de l'UCS, le 22 septembre, à Bâle,
par M. Clément, Contrôleur Général de l'Equipement à E. d. F., Paris

621.311.21(44)

L'objet de la conférence de M. Clément a été double:

1. donner une vue d'ensemble du développement actuel des aménagements hydroélectriques en France,
2. renseigner sur l'aménagement du Rhin en aval de Bâle, soit en fait, sur le Grand canal d'Alsace et l'usine d'Ottmarsheim, dont la visite était prévue à l'occasion de l'Assemblée générale.

Développement actuel des aménagements hydroélectriques

La production d'énergie électrique en France a augmenté de 60 % de 1938 à 1950, pour atteindre à cette date un total de 33,2 TWh[1]). L'énergie hydraulique et l'énergie thermique ont une part sensiblement égale dans cette production et, en ce qui concerne l'énergie hydroélectrique, la part des Alpes a été, en 1950, de 59 %, celle du Massif central de 19 % et celle des Pyrénées de 22 %.

L'augmentation de la production durant ces 12 années n'a pas été uniforme (voir tableau I). Pendant la guerre elle est restée approximativement stationnaire, avec un minimum en 1944. Les aménagements nouveaux, lents à s'effectuer, ne compensaient que difficilement les destructions du moment, de sorte que l'indice d'augmentation de 60 % par rapport à 1938 vaut pour la période de 1945 à 1950. De 1946 à 1950 la consommation a augmenté de 8 % par an en moyenne. Le contre-coup de la tension internationale survenue au cours de l'été 1950, après l'ouverture des hostilités en Corée, a augmenté cette accélération et le taux d'augmentation est actuellement de 12 %, bien qu'assez inégalement répartie géographiquement (pour la région parisienne, par exemple, le taux d'augmentation n'est que de 9 %).

Le rapport entre l'énergie hydroélectrique et thermoélectrique a d'assez fortes variations suivant l'hydraulicité de l'année. Ce rapport, qui est en moyenne assez exactement 50 % et 50 % du total, a été en 1949 de 36 % pour l'énergie hydraulique et de 64 % pour l'énergie thermique, le coefficient d'hydraulicité de l'année ayant été de 0,66 par rapport à la moyenne 1921—1949. Aux restrictions et contingentements dus au retard dans l'équipement par suite de la guerre, se sont donc encore ajoutées, en 1949, des mesures de rationnement dues à une mauvaise hydraulicité.

Bilans énergétiques de la production électrique en France pour quelques années — Tableau I

Année	1932	1938	1941	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
	en TWh									
Energie hydroélectrique	6,6	10,4	12,4	9,2	10,3	11,3	13,0	14,8	11,1	16,3
Energie thermoélectrique	8,4	10,4	8,0	6,9	8,2	11,6	13,0	14,2	19,0	16,9
Solde des échanges	0,4	0,3	0,5	−0,1	0,6	1,4	1,1	1,1	0,8	0,3
Consommation totale + pertes	15,4	21,1	20,9	16,0	19,1	24,4	27,0	30,1	30,8	33,4
Coefficient d'hydraulicité	1	0,87	1,12	0,96	0,86	0,85	0,87	0,92	0,66	0,92

Coefficient d'hydraulicité: moyenne 1921—1949 = 1

Dans des conditions si peu ordinaires, il est difficile d'asseoir des prévisions sûres pour le développement de la consommation pendant les années à venir. Les programmes d'extension de la production d'énergie électrique en France de 1950 à 1960, avec

[1]) 1 TWh (terawattheure) = 10^{12} Wh = 10^{9} kWh (1 milliard de kilowattheures).

une augmentation de production de 90 % par rapport à 1950, estiment en fait un accroissement de la consommation de 6,7 % par année, soit un taux légèrement inférieur aux 7 % habituels.

L'effort pour l'augmentation des moyens de la production électrique française depuis 1945, a donc été très grand, mais le retard dû à la guerre n'a pas encore pu être rattrapé. L'industrie électrique française, qui avait été nationalisée en avril 1946, s'est trouvée devant des difficultés nombreuses du côté des moyens de construction au sortir de la guerre: manque de capitaux, de techniciens; manque de matériel de travaux, main-d'œuvre hétérogène chez les entreprises de génie civil; manque de moyens matériels, d'ingénieurs, de spécialistes chez les constructeurs d'équipement mécaniques et électriques. Si l'on tient compte de ces conditions peu favorables pour la construction, les résultats obtenus sont plus que satisfaisants: 80 chantiers pour des aménagements hydroélectriques ont été ouverts, 54 000 ouvriers travaillent à compléter l'équipement électrique de la France, soit 42 000 à la construction d'usines hydroélectriques, 8000 à la construction d'usines thermiques, 4000 à l'établissement de grands réseaux de transport de l'énergie. En 1950 les travaux de terrassement se sont élevés à $25 \cdot 10^6 m^3$ (les usines de Donzère-Mondragon sur le Rhône et d'Ottmarsheim sur le Rhin y participent pour une bonne part), $2 \cdot 10^6 m^3$ de béton ont été coulés, 70 km de galerie ont été percés. Pendant la période de 1946 à 1950, soit pendant 5 ans, la production des usines hydrauliques a augmenté de 1,5 TWh par an en moyenne, la puissance des usines thermiques de 300 000 kW par an. La longueur des circuits à très haute tension s'est accrue de 530 km en 1949 et de 683 km en 1950, pour atteindre un total de 13 800 km au 1er janvier 1951. Parallèlement à cet aménagement d'usines et de grandes lignes de transport, les installations de répartition et de distribution ont été développées dans la même mesure.

Si l'on exprime en francs ces efforts pour le grand équipement électrique, on peut dire que pendant les quatre dernières années, la France a investi à cet effet 100 milliards de francs par année en moyenne qui se répartissent ainsi: 65 % pour les équipements hydroélectriques, 25 % pour les équipements thermoélectriques, 10 % pour les grandes lignes de transport (voir tableau II).

Pendant la période d'aménagement en cours, la France équipe ou prévoit d'équiper le Rhône de 5 usines dont Génissiat, achevée, et Donzère, en cours de construction, ont respectivement 325 000 et 300 000 kVA de puissance, et 1,46 et 1,98 TWh de production moyenne annuelle. Sur l'Isère, 6 usines d'une puissance totale de 1 150 000 kVA produiront près de 2,1 TWh en année moyenne. Sur la Durance, 770 000 kVA nouveaux atteindront une production moyenne annuelle de 2,9 TWh. L'apport du Massif central sera de près de 2 TWh par an et celui des Pyrénées 0,244 TWh, en moyenne, par an. Sur le Rhin, l'usine d'Ottmarsheim apportera sa contribution de 1 TWh par année. Dans les pays d'outre-mer également, partout de nouveaux équipements électriques sont créés.

Usine d'Ottmarsheim

L'usine d'Ottmarsheim est la deuxième des 7 usines prévues entre Bâle et Strasbourg sur le Grand canal d'Alsace, qui sera en même temps canal de force motrice pour les usines et canal de navigation pour les chalands du Rhin. Ces 7 usines produiront près de 6,5 TWh en utilisant au mieux la dénivellation de 107 m de ces 120 km du Rhin entre Bâle et Strasbourg.

La première de cette suite d'usines a été l'usine de Kembs, construite de 1928 à 1932, qui, avec ses 6 groupes de 31 000 kVA entraînés par des turbines pouvant absorber jusqu'à 200 m^3/s chacune, produit en année moyenne plus de 0,9 TWh. Le canal d'amenée de l'usine d'Ottmarsheim reçoit l'eau qui sort des turbines et des écluses de Kembs. Il est aménagé pour un débit de 1160 m^3/s et une vitesse maximum de l'eau de 1,2 m/s. Sa longueur totale est de 14 km environ. Ce canal à section trapézoïdale a sur la plus grande partie de son parcours un plafond de 80 m et une pente de 7 cm par km. Il se sépare en deux branches à peu près parallèles à environ 1 km de l'usine pour bifurquer d'un côté sur l'usine, de l'autre sur les écluses.

Le dispositif d'écluses d'Ottmarsheim comprendra deux sas, tous deux de 185 m de longueur utile, l'un de 23 m de large, l'autre de 12 m. Les portes amonts sont à deux vantaux busqués. Les portes avales, des portes levantes à contrepoids. Les temps d'ouverture sont les mêmes que les temps de fermeture. Ils sont de:

Investissements pour le grand équipement — Tableau II

	1947		1948		1949		1950	
	en milliards de francs tout-venants							
Equipement hydroélectrique								
Electricité de France	29,2	37,7	43,3	57,1	56,6	77,9	52,3	73,8
Compagnie Nationale du Rhône	1,3		2,6		3,4		4,5	
SNCF	6,4		10,7		17,4		16,4	
	0,8		0,5		0,5		0,6	
Equipement thermoélectrique								
Electricité de France	5,6	10,8	9,5	19,7	13,6	29,3	11,7	32,6
Charbonnage de France	5,1		10,0		14,2		18,5	
Sidérurgie	0,1		0,2		1,5		2,4	
Grandes lignes de transport	3,8		9,2		11,3		11,6	
total	52,3		86,0		118,5		118,0	

3 m/min pour les portes levantes avales,
2 min pour la porte à vantaux amont du sas de 23 m, et de 1 min pour celle du sas de 12 m.

Les vitesses de montée ou de descente du plan d'eau dans les sas sont respectivement 3 m/min pour le sas de 12 m de large, 1,5 m/min pour celui de 23 m. Grâce à la rapidité de manœuvre des portes et aux fortes vitesses de montée ou de descente admises, les temps d'éclusées, surtout dans le petit sas, ont pu être considérablement réduits. Le temps passé dans l'écluse par un bateau, montant ou avalant, sera de l'ordre de 12 min pour le petit sas, de 20 min pour le grand sas, entre le moment où il est entré et celui où il peut sortir.

L'usine comprend 4 groupes de 39 000 kW, équipés de turbines «Kaplan» tournant à une vitesse de 93,75 t./min et pouvant absorber chacun 290 m^3/s. La hauteur de chute moyenne avec restitution au Rhin est de 16,4 m. La production annuelle, en année moyenne, sera de 1 TWh.

L'usine, alimentée au fil de l'eau par le canal, ne doit pas apporter de perturbation dans le débit de ce dernier, pour éviter des répercussions à l'usine d'amont (celle de Kembs) ou aux usines qui seront construites à l'aval. La permanence du débit, importante du point de vue de l'exploitation de la chaîne des usines du Grand canal d'Alsace, est impérative pour des raisons de sécurité. L'interruption de tout ou partie du débit à Ottmarsheim amènerait rapidement le déversement par-dessus les digues et une baisse rapide du niveau aval pouvant causer des accidents à la navigation ou l'interrompre. Un dispositif de décharge est donc prévu qui, lors d'une variation du débit absorbé par les turbines, permet de rétablir, dans un temps extrêmement court, la permanence du débit du canal. L'ouvrage de décharge est constitué par 8 passes traversant l'usine, fermées à l'amont par des clapets de fond et déchargeant dans le bief aval au-dessus des aspirateurs des groupes.

Les travaux de terrassement atteignent un total de $19 \cdot 10^6$ m^3 environ, dont $17{,}5 \cdot 10^6$ pour les déblais du canal d'amenée et du canal de fuite, 775 000 m^3 pour les fouilles des écluses et 700 000 m^3 pour celles de l'usine. Les déblais sont faits uniquement dans des alluvions sablo-graveleuses, les marnes qui constituent le substratum n'étant pas atteintes par les fouilles. Des engins très modernes ont été mis en œuvre pour ces terrassements, notamment 3 grands draguelines électriques à 50 m de flèche et à godet de 8 m^3, 1 dragueline avec une flèche de 40 m et un godet à 4 m^3, 1 excavateur électrique sur rail avec un godet de 750 l, des pelles diverses ainsi qu'un loader à très grand rendement, qui a été utilisé pour le décapage du terrain. Le transport des déblais est fait uniquement par des tombereaux et camions automobiles, au nombre de 95.

Le cube total des bétons est de 670 000 m^3 dont 230 000 m^3 pour les revêtements du canal, 250 000 m^3 pour les écluses, 190 000 m^3 pour l'usine. Le chantier comporte deux stations principales de bétonnage, d'un débit pouvant aller jusqu'à 60 m^3/h. Elles sont alimentées, pour la fabrication du béton, en matériaux alluvionnaires provenant des fouilles, par une station de lavage-concassage dont le débit théorique a été prévu à 300 t/h. En plus de ces stations de bétonnage, dont l'une dessert le chantier de l'usine et l'autre le chantier des écluses, divers autres modèles de bétonnières servent pour les revêtements du canal.

L'importance des installations mécaniques et du matériel existant sur le chantier est bien mis en évidence par les ateliers et services de réparation. Ces ateliers doivent entretenir, sur l'ensemble du chantier, plus de 300 moteurs thermiques, dont la puissance totale est de l'ordre de 11 000 kW. Les ateliers centraux comprennent essentiellement: un atelier mécanique dont la superficie atteint 3500 m^2, répartie en trois halls desservis par des ponts roulants électriques; un atelier de forage; un atelier de réparation du matériel de voie ferrée; un atelier électrique; un atelier pour les poids lourds.

L'exécution des travaux n'a pas été fractionnée en un certain nombre de lots confiés à des entreprises différentes, mais on a eu recours à une formule identique à celle qui avait été employée par l'Energie électrique du Rhin pour l'exécution des travaux de Kembs, et d'après laquelle, le maître de l'œuvre exécute lui-même directement les travaux en créant pour cela un organisme spécial: le Service des travaux. Pour constituer ce service, et notamment les cadres compétents qui lui sont nécessaires, le maître de l'œuvre, l'Electricité de France, a passé des accords avec un consortium d'entreprises de travaux publics, accords par lesquels celles-ci mettent à sa disposition, pendant la durée des travaux, un certain nombre d'ingénieurs et de cadres. Avec encore des ingénieurs et des cadres de l'Electricité de France ou recrutés directement, ce Service des travaux a pour mission d'élaborer les projets et dessins d'exécution des ouvrages, de passer toutes les commandes de matériel et d'exécuter les travaux.

En plus de cet état-major de spécialistes réunis pour la construction de l'usine d'Ottmarsheim, un matériel spécialisé énorme a donc été assemblé également. Comme les travaux préparatoires et études de la prochaine usine de la chaîne, l'usine de Fessenheim, sont très avancés, il serait évidemment souhaitable qu'au fur et à mesure de la libération du personnel et du matériel actuellement utilisés pour les travaux d'Ottmarsheim, l'étape suivante, l'usine de Fessenheim, soit mise en chantier.

P. D.

Berichtigung

Im Aufsatz *Preiswerk:* Die Anwendung des Aluminiums in der Elektrotechnik, seine nationale und internationale Normung [Bull. SEV 1951, Nr. 24, S. 948], soll es in Spalte links, 4. Absatz, 4. Zeile heissen «... installierte Leistung von 60 000 kVA ... (*nicht* 60 000 kV).