Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 64 (1972)
Heft: 8-9

Artikel: Les Equipements hydro-électriques du Rhin de Bâle à Strasbourg
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-920973

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

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

LES EQUIPEMENTS HYDRO-ELECTRIQUES DU RHIN DE BALE A STRASBOURG

C.D. 621.221

Electricité de France
Groupe Régional de Production Hydraulique «Rhin» [1]

Il n'est pas possible de parler des Aménagements hydro-électriques sur le Rhin dans la plaine d'Alsace entre Vosges et Forêt Noire sans faire un peu d'histoire en remontant à plus d'un siècle en arrière.

On en mesurera mieux les dimensions et l'on comprendra leur importance.

Le Rhin

Le Rhin, de sa source dans le massif du Saint-Gothard en Suisse jusqu'à la Mer du Nord, développe les 1300 km de son cours sur le territoire de cinq nations. A son entrée en France, il a un bassin versant de 37 000 km² dont environ 550 de glaciers et 1200 de lacs qui assurent à son débit une bonne régularité. Ses étiages les plus sévères sont de 350 m³/s; sa plus grande crue contemporaine, celle de 1876, n'a pas dépassé 5700 m³/s, alors que son débit moyen de 1060 m³/s est atteint sensiblement 6 mois par an.

Cette stabilité des débits a fait du Rhin une voie privilégiée de transport et d'échanges entre l'Est et l'Ouest européens. La première liaison Rhin-Danube fut créée par l'Empereur Charlemagne à la fin du VIIIe siècle: soldats démobilisés et prisonniers de guerre après la campagne contre les Avares furent utilisés à ces travaux.

En 1815, les diplomates du Traité de Vienne ont confirmé la vocation du Rhin d'être une grande voie de trafic fluvial par leur décision de nommer des commissaires dont le collège, la Commission Centrale du Rhin, règle depuis «d'un commun accord tout ce qui a rapport à la navigation de cette rivière».

Cette Commission se réunit pour la première fois en 1816, mais ce n'est que le 31 mars 1831 que fut signée la «Convention pour la Navigation du Rhin» dite de Mayence, qui consacre le caractère international de la navigation sur le Rhin et le principe de liberté totale de la navigation «de telle sorte qu'elle ne puisse être interdite à personne».

Au début du 19e siècle, le Rhin divagait dans la plaine en une multitude de bras sur une largeur qui atteignait dans certains secteurs 3 km. Cette divagation de fleuve et l'instabilité de son lit étaient désastreuses d'une part pour les riverains dont les terres et souvent les villages étaient ravagés par les inondations, d'autre part pour la navigation; après chaque période de hautes eaux, il fallait reconnaître les chenaux avant d'y engager les bateaux et les chemins de halage étaient fréquemment coupés par des bras nouveaux.

A toutes ces difficultés s'ajoutaient celles du tracé de la frontière entre l'Alsace et le pays de Bade: on peut, à ce propos, citer l'exemple de la ville de Vieux-Brisach qui était, jusque vers 1296, sur la rive gauche du Rhin et qui s'est trouvée sur la rive droite après une crue importante. C'est pour la remplacer, en tant que point d'appui de défense qu'est née bien plus tard la ville de Neuf-Brisach fortifiée par Vauban dans le plus pur style militaire du 17e siècle.

[1] D'après les nombreux articles déjà parus à ce sujet.

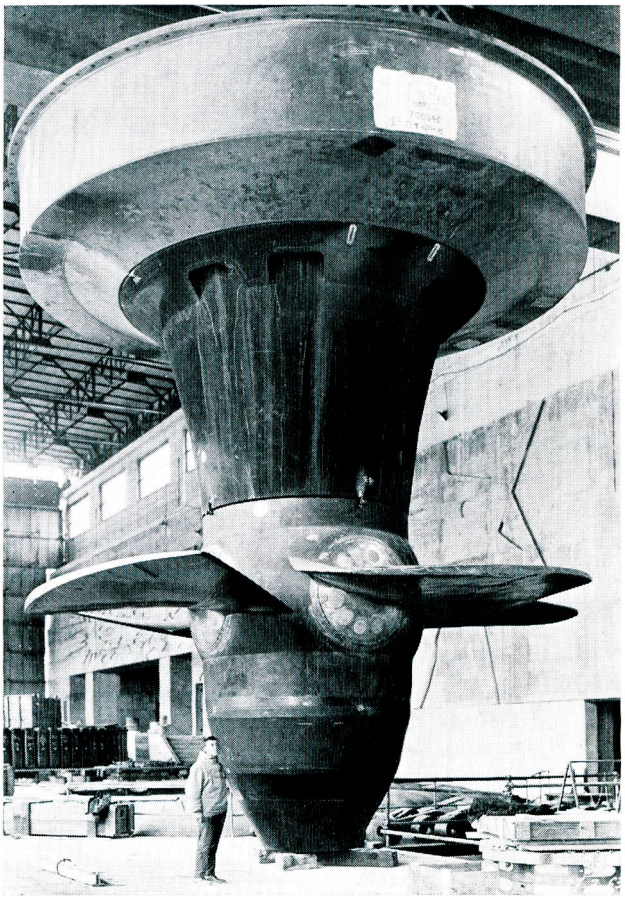


Figure 2 Turbine Kaplan pour l'usine de Rhinau

Aménagement du fleuve

Dès 1812, Tulla, ingénieur badois, a exposé les principes d'une correction rationnelle du lit du fleuve consistant à réunir en un seul cours de 250 m de large tous les bras du Rhin, en établissant deux digues recouvertes de perrés. Ces digues, qui forment le lit mineur, sont doublées de deux autres dites de «hautes eaux» devant contenir les crues à l'intérieur d'un lit majeur. Cette rectification fut réalisée entre les années 1842 et 1876 tout le long du secteur frontière sur la base d'une convention conclue le 5 avril 1840 entre le roi Louis Philippe et le Grand Duché de Bade. L'œuvre était énorme, compte tenu des moyens dont on disposait à l'époque, et d'un coût élevé. Les peupliers centenaires et les bancs de pierre que le promeneur rencontre encore sur les berges du «vieux Rhin» témoignent de la menée à bien et de la finition poussée de cette vaste entreprise.

Alors que les chantiers battaient son plein, la Commission Centrale qui, depuis 37 ans était restée dans l'ombre, s'est vue contrainte de réviser les premières dispositions de 1831 à la suite de l'évolution des idées, du développement de la navigation à vapeur, ainsi que de l'abolition progressive des droits de navigation. Le 18 octobre 1868 fut signée une nouvelle Convention, dite de Mannheim, encore en vigueur aujourd'hui, qui confirme la liberté de navigation et l'interdiction de tout péage.

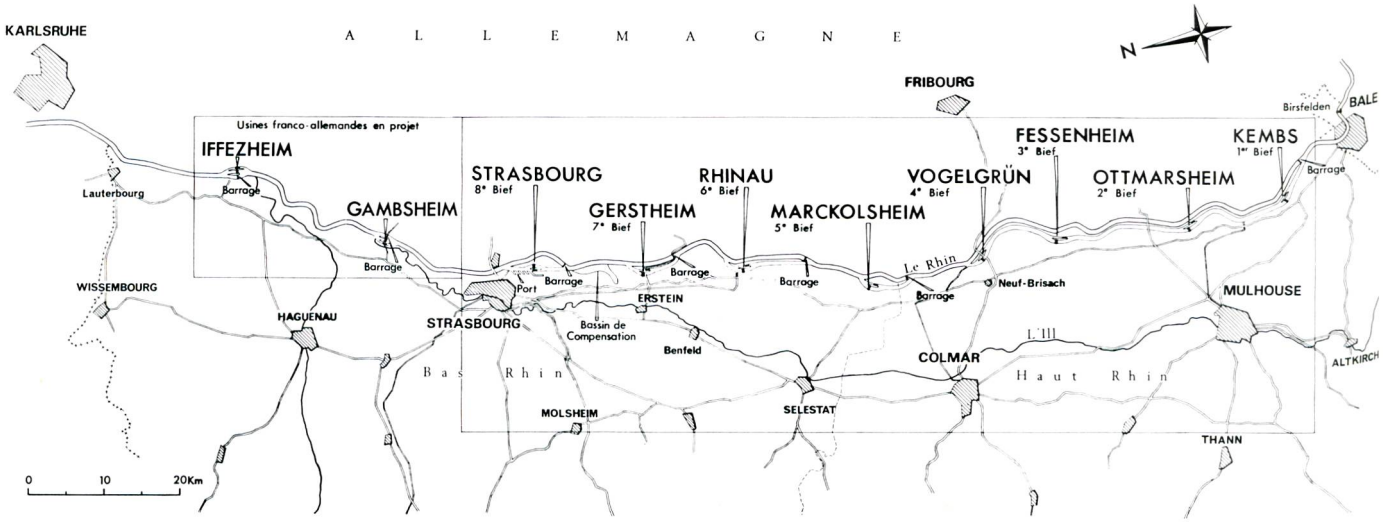


Figure 3 Plan de situation des dix biefs (usines et écluses de navigation) sur le Rhin entre Bâle et Iffezheim

La correction du cours du Rhin a mis finalement les terres à l'abri des divagations du fleuve et permis le premier grand essor de la navigation à vapeur à la satisfaction de tous les Etats membres, jusqu'au jour où l'on s'est aperçu qu'à la suite du raccourcissement d'environ 1/10e du cours du fleuve, il en résultait une appréciable augmentation de la vitesse de l'eau, un accroissement important de la force d'érosion et l'instabilité des bancs dans le lit mineur. A partir de l'amont le Rhin a donc progressivement creusé sont lit en s'enfonçant d'une dizaine de cm par an en même temps que la nappe d'eau naturelle locale s'abaissait d'autant. Déjà les rochers affleuraient provoquant une nouvelle gêne pour la navigation, notamment à Istein, à hauteur de l'actuelle usine de Kembs où une barre finit par empêcher l'accès du port de Bâle dont l'importance s'affirmait.

L'un des derniers bateaux qui put passer, fut le remorqueur «Justicia» en 1904 qui tirait un chaland de 300 t de houille. Il coula au retour. C'était aussi le premier navire à vapeur qui remontait le Rhin aussi haut.

C'est pourquoi dès 1900 de nombreux travaux, tendant à la stabilisation d'un chenal navigable dans le lit mineur à l'aide d'épis avaient été entrepris. Ils permirent une légère reprise de la navigation à partir de 1908, mais l'on se rendit compte dès cette époque que l'établissement d'écluses permettant aux bateaux de franchir les obstacles s'avérait absolument nécessaire si l'on voulait éviter au port de Bâle d'être totalement coupé de l'aval dans un proche avenir. Ce dernier ne put vivoter jusqu'en 1932 qu'à l'aide du trafic assuré par le canal du Rhône au Rhin et le canal de Huningue.

C'est donc bien aux écluses et aux canaux que l'ingénieur du début de notre siècle a pensé en tout premier lieu. Il n'ignorait pas cependant l'énorme quantité d'énergie qui s'écoulait entre Bâle et Strasbourg: plus de 1000 m³/s, moyenne annuelle assurée, tombant de 107 mètres sur une longueur de 123 km. En 1837 existait déjà un projet d'utilisation énergétique avec un canal passant par les grandes agglomérations de la plaine d'Alsace et dont les diverses chutes auraient équipé des turbines pour animer des fabriques installées sur place. Mais c'est en 1902 que Monsieur René Koechlin présentait à la Société Industrielle de Mulhouse le projet de canal latéral en rive gauche dont sont issues les huit usines actuelles de Kembs à Strasbourg. Dès 1916, le Président de la Société Industrielle de Mulhouse avait attiré l'attention du Gouvernement Français sur l'intérêt du projet Koechlin. Il faut rendre hommage aux négociateurs du Traité de Versailles en 1919, d'avoir prévu la rédaction de l'article 358 où il est précisé que c'est la France qui ferait les travaux et disposerait de la totalité de l'énergie entre Bâle et Lauterbourg. Cette dernière était évaluée à 9 milliards de kWh par an, soit trois fois la consommation de la France à l'époque. Les négociateurs avaient vu loin.

Quelques temps après, en 1922, la France présenta ce grand projet de canal latéral au Rhin, comportant huit biefs entre Bâle et Strasbourg, à l'approbation de la Commission Centrale du Rhin. Il permettait non seulement la produc-

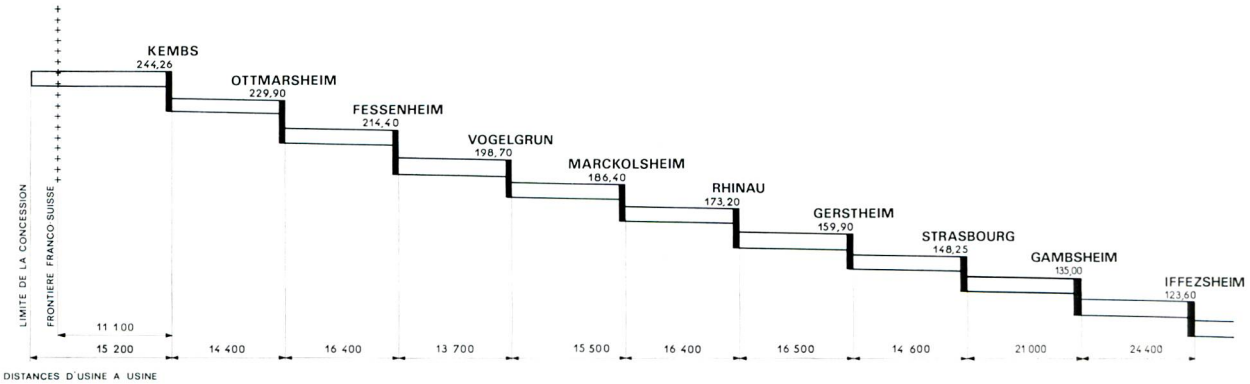


Figure 4 Profil en long schématique des dix biefs, de Kembs à Iffezheim

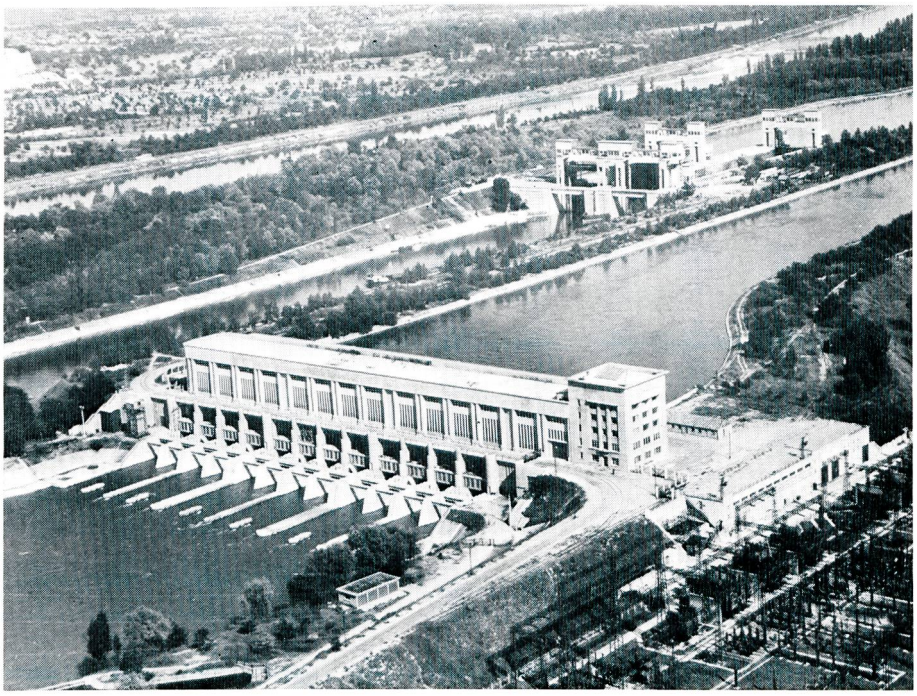


Figure 5
L'usine de Kembs, sur le Rhin en aval de Bâle, construite de 1928 à 1932; à l'arrière-plan les écluses de navigation avec les hauts ouvrages des portes

tion de 7 milliards de kWh en année moyenne, mais surtout la construction d'écluses dans chaque bief. Aussi ce projet qui garantissait la liberté de la navigation sur le canal et les écluses sans donner lieu au moindre péage, fut-il approuvé en 1925 par la Commission Centrale.

C'est selon ce projet qu'ont été réalisés les quatre premiers biefs de Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim et Vogelgrün.

Toutefois, à la suite de nombreuses démarches des riverains badois du Rhin (motivées par des raisons agricoles et industrielles), la France a renoncé, en octobre 1956, par les accords de Luxembourg, au projet d'un canal unique jusque Strasbourg au profit d'un projet d'aménagement mixte comportant pour les quatre dernières chutes:

un barrage sur le Rhin situé à mi-distance entre deux usines successives et complété vers l'amont par un endiguement du fleuve;
une dérivation aboutissant à l'usine et aux écluses;
un canal de retour au Rhin après les ouvrages de chute.

Les quatre chutes de Marckolsheim, Rhinau, Gerstheim et Strasbourg ont été construites selon ce schéma. Le projet de 1925 ne s'étendait pas au-delà de Strasbourg, car à l'aval en effet, la pente du fleuve diminue rapidement, condition défavorable à la production d'énergie électrique mais favorable à la navigation: double raison pour que l'aménagement de ce secteur n'ait pas été envisagé à l'origine.

Figure 6
L'usine de Fessenheim, construite de 1952 à 1957, la troisième de la série des usines sur le Rhin en aval de Bâle

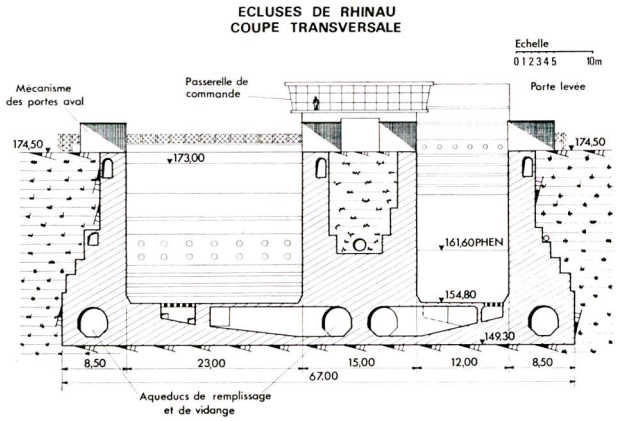
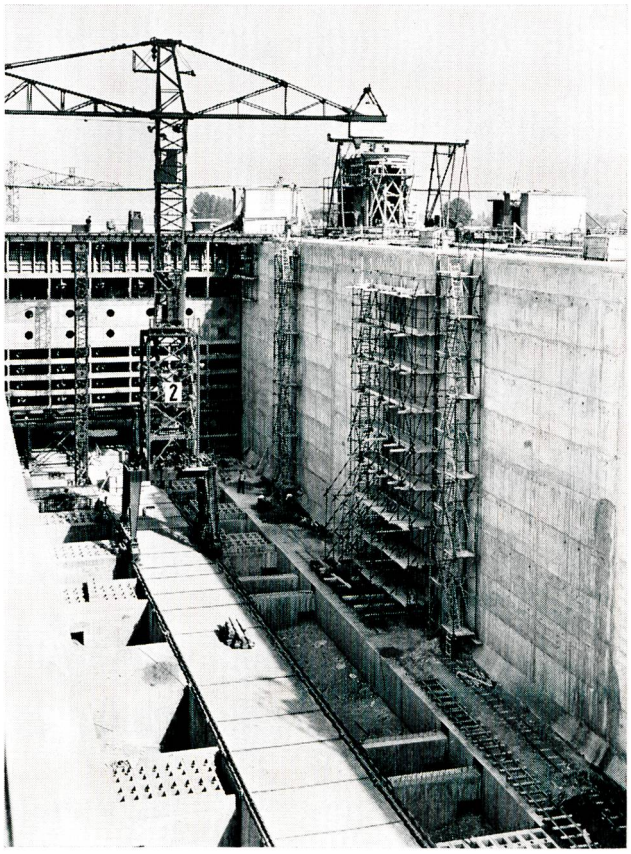


Figure 7 Section typique à travers les écluses de navigation d'un bief du Rhin

Mais les conditions de navigation à l'aval de Strasbourg, largement suffisantes il y a quarante ans, apparaissent de moins en moins adaptées au trafic des grands convois. D'autre part, l'érosion du lit du Rhin, stoppée par les ouvrages existants, réapparaît systématiquement au point de jonction du Rhin canalisé et du Rhin libre. Ainsi, le trafic du port de Strasbourg et par conséquent la navigation Rhénane elle-même, seraient mis en danger au bout de quelques années par l'enfoncement du lit du fleuve. Pour remédier à ces inconvénients, des études montrèrent que la méthode la plus rationnelle consistait à créer près des villages de Gambsheim et d'Iffezheim deux biefs supplémentaires dont l'aménagement aurait pour effet d'améliorer largement le chenal navigable et de transférer les érosions dans une zone où la faible pente du fleuve rend plus faciles les mesures destinées à les pallier ou à s'en accomoder.

Figure 8 Ecluse de navigation, construite de 1955 à 1959, pour le bief de Vogelgrün



C'est ainsi que fut signée le 4 juillet 1969, la Convention Franco-Allemande pour l'aménagement du Rhin entre Strasbourg et Lauterbourg, conséquence lointaine mais inéluctable de l'accord du 5 avril 1840 dont nous avons parlé plus haut. Les deux chutes de Gambsheim et Iffezheim dont la construction et l'exploitation seront confiées à des Sociétés franco-allemandes, permettront la production annuelle de 1,5 milliards de kWh.

Les étapes des travaux

Les travaux du barrage et du premier bief, celui de Kembs, ont été entrepris par la Société «L'Energie Electrique du Rhin» en 1928 et les ouvrages mis en service en 1932. La crise économique, la tension internationale et la guerre ont fait différer les travaux des chutes suivantes.

Après la remise en état des ouvrages de Kembs, endommagés par la guerre, Electricité de France, reprenant les études engagées dès 1946 par «L'Energie Electrique du Rhin», entreprend en 1948 les ouvrages de la chute d'Ottmarsheim, mise en service en 1952.

L'aménagement de Fessenheim, commencé en 1952, est terminé en 1957, celui de Vogelgrün est réalisé entre 1955 et 1959; celui de Marckolsheim entre 1956 et 1961; celui de Rhinau entre 1959 et 1963; celui de Gerstheim entre 1963 et 1967; celui de Strasbourg entre 1966 et 1970.

L'aménagement de Gambsheim est en cours de réalisation. La mise en service est prévue pour 1974, et les travaux seront poursuivis sans discontinuer pour l'aménagement d'Iffezheim.

Essor de la navigation

Si l'aménagement du Rhin est réalisé pour assurer la production d'énergie, comme nous l'avons vu il ne doit en aucune mesure gêner la navigation; en fait il l'a considérablement améliorée et a permis son prodigieux développement. La vitesse de l'eau dans le canal est très inférieure à celle qui existe dans le Rhin (estimée à 3—4 m/s) et, à chaque usine, sont accolées deux écluses qui permettent de franchir la dénivellée entre deux biefs successifs.

La puissance de remorquage des chalands a été ainsi réduite dans la proportion de 4 à 1 et un gain de temps de plus de quatre heures, compte tenu des temps d'éclusage, a été réalisé sur le parcours aller et retour Bâle/Strasbourg. Le bief de Kembs a supprimé l'obstacle naturel que constituait la barre rocheuse d'Istein et celui d'Ottmarsheim a permis d'éviter le mauvais passage de Bellingen qui menaçait de devenir une nouvelle barre d'Istein.

Le trafic rhénan vers Bâle, après la mise en service du bief de Kembs en 1932, passa rapidement de 300 000 tonnes/an à 600 000 tonnes, pour atteindre près de trois millions de tonnes de frêt à la veille de la guerre. En faisant abstraction de la période des hostilités, cet essor s'est poursuivi avec la mise en service des biefs suivants et l'on a enregistré 11 500 000 tonnes de frêt en 1970 transporté par environ 30 000 bateaux.

LES CANAUX

Dans la première partie de l'aménagement, d'une longueur totale de 52 km, la section courante du canal, sensiblement égale à celle du canal de Suez, est de forme trapézoïdale avec une largeur de 80 m au fond, une pente de berge de 1 pour 3, une profondeur d'eau de 9,4 m.

Dans la seconde partie de l'aménagement, la section du canal a été augmentée: sur le bief de Marckolsheim la profondeur a été portée à 11 m, la pente des berges et la

LES HUIT BIEFS SUR LE RHIN DE BALE A STRASBOURG

		BIEFS			ECLUSES			USINES			
		Longueur de l'aménagement km	Niveau normal de retenue m	Hauteur de chute brute maximale m	Dimensions grand sas m	Dimensions petit sas m	Profondeur du sas m	Puissance maximale possible (en milliers de kW)	Nombre de groupes	Equipement	Productibilité moyenne (en millions de kWh)
1ère partie Canal d'Alsace	KEMBS	6,800	244,26	14,36	182,90 x 25	97,90 x 25	20,50	143	6	4 hélices 2 Kaplan	900
	OTTMARSHEIM	14,500	229,90	15,50	185 x 23	185 x 12	23	156	4	Kaplan axe vertical	980
	FESSENHEIM	16,800	214,40	15,70	185 x 23	185 x 12	23	166	4	Kaplan axe vertical	1020
	VOGELGRÜN	14,100	198,70	12,30	185 x 23	185 x 12	19,55	130	4	Kaplan axe vertical	820
2ème partie Usines en feston	MARCKOLSHEIM	16,100	186,40	13,20	185 x 23	185 x 12	20	155	4	Kaplan axe vertical	920
	RHINAU	17,700	173,20	13,30	185 x 23	185 x 12	19,70	160	4	Kaplan axe vertical	940
	GERSTHEIM	14,500	159,90	11,65	190 x 24	190 x 12	17,30	129	6	bulbes	760
	STRASBOURG	16,400	148,25	13,20	190 x 24	190 x 12	17,95	140	6	bulbes	810
	TOTAL							1179			7140

largeur au fond restant les mêmes; sur les biefs de Rhinau, Gerstheim et Strasbourg, les profondeurs d'eau sont respectivement de 11 m, 10,70 m et 10,20 m, les largeurs au fond étant de 100 m à Rhinau, 106,50 m à Gerstheim et 90,50 m à Strasbourg. Dans ces trois biefs, la pente des berges est de 1 pour 2,5.

Les digues sont construites avec les alluvions provenant des terrassements et les berges sont protégées par un revêtement bétonné qui assure leur étanchéité et leur protection.

Lorsque le plan d'eau du canal est au-dessus du niveau moyen de la nappe phréatique, l'étanchéité du fond du canal est assurée: par de la terre compactée avec addition éventuelle d'une argile colloïdale dans la partie centrale de chaque bief; par un revêtement bétonné dans la partie aval.

Figure 9 Vue aérienne des installations construites de 1959 à 1963 pour les écluses de navigation (au centre) et l'usine de Rhinau (en haut à gauche)

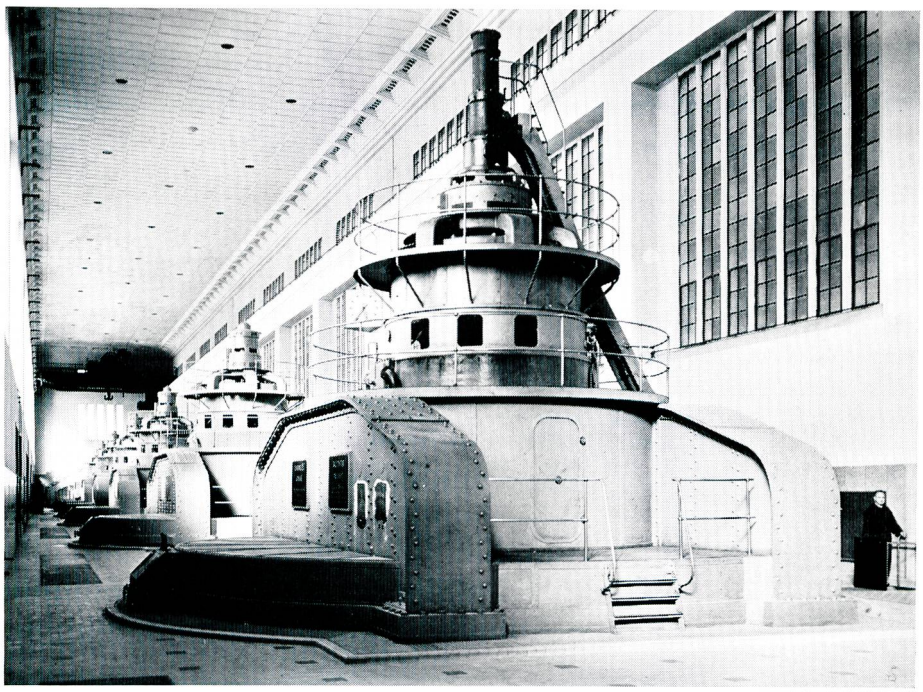


Figure 10
Vue de l'intérieur de l'usine de Kembs, avec ses six groupes à axe vertical (6 turbines à hélice et 1 turbine Kaplan)

LES ECLUSES

Revenons en 1922 où le projet du premier bief fut mis à l'étude. A cette époque, seuls les remorqueurs à roues dont la largeur atteignait 23 m navigaient en amont de Strasbourg. On s'était donc arrêté pour les écluses de Kembs à deux sas de même largeur, 25 m, et d'inégales longueurs: 185 et 100 m. Mais à partir de 1932, lorsque le bief fut mis en service, on assiste à une double évolution de la navigation sur le Rhin:

d'une part, la disparition des remorqueurs à roues et leur remplacement par des remorqueurs à hélices
d'autre part, la prédominance des automoteurs.

Les progrès de la navigation ont donc conduit à adopter, pour les écluses des autres biefs, jusque et y compris celui de Rhinau, des dimensions différentes de celles de Kembs: un grand sas de 185 x 23 m destiné en principe aux convois, et un petit sas de 185 x 12 m réservé plutôt aux automoteurs.

Pour Gerstheim et Strasbourg, les dimensions sont portées à 190 x 24 m et 190 x 12 m pour faciliter la manœuvre des convois poussés dont l'utilisation se multiplie.

Le remplissage et la vidange des écluses s'effectuent par des aqueducs qui débouchent au fond des sas dans un canal longitudinal relié à de multiples ouvertures percées dans le radier. Ils ont été étudiés sur modèle réduit afin de pouvoir utiliser le débit maximal sans perturbation de la surface de l'eau, c'est-à-dire sans à-coup pour les bateaux. Sauf à Kembs où le remplissage et la vidange se font à 1,1 m/minute pour le grand sas et 1,2 m/minute pour le petit sas, partout ailleurs nous avons des vitesses de 1,5 m/minute et 3 m/minute. Les chutes variant selon les biefs, de 11,65 m à 15,70 m, un bateau sort du petit sas 10 à 15 minutes après y être entré, dans les meilleures conditions, y compris le temps de manœuvre des portes.

Du point de vue mécanique, des progrès ont été forcément réalisés depuis le premier bief jusqu'à Strasbourg. Alors qu'à Kembs les treuils de manœuvre des portes levantes sont situés sur une passerelle couverte qui franchit les deux sas à un niveau supérieur à celui des portes en position levée, pour les autres chutes les mécanismes sont au niveau des quais et il ne reste pratiquement plus en superstructure que le poste de commande.

Les aménagements de Gambsheim (en cours de réalisation) et d'Iffezheim comporteront chacun des écluses équipées de deux sas identiques de 270 m de longueur utile et de 24 m de largeur. Ceci pour permettre le passage des convois poussés de 9000 tonnes. En prévision du développement de la navigation, l'emplacement d'un troisième sas semblable aux précédents est réservé.

NAVIGATION DE NUIT

Si, jusqu'à une époque récente, les bateaux ne navigaient pas la nuit sur le Rhin, c'est qu'ils n'en avaient pas la possibilité matérielle. Il n'existe en effet aucune limitation horaire dans la déclaration de liberté internationale de navigation.

Or, dans la décennie qui vient de s'écouler, deux facteurs importants ont contribué au développement progressif de la navigation de nuit: l'un technique, le pilotage au Radar, l'autre social, le remaniement de l'organisation du personnel navigant en équipes de roulement. Les premiers bateaux équipés ont amené Electricité de France à faire des éclusages nocturnes occasionnels qui ont été de plus en plus nombreux jusqu'au 23 mai 1972, date depuis laquelle les écluses fonctionnent 24 heures par jour.

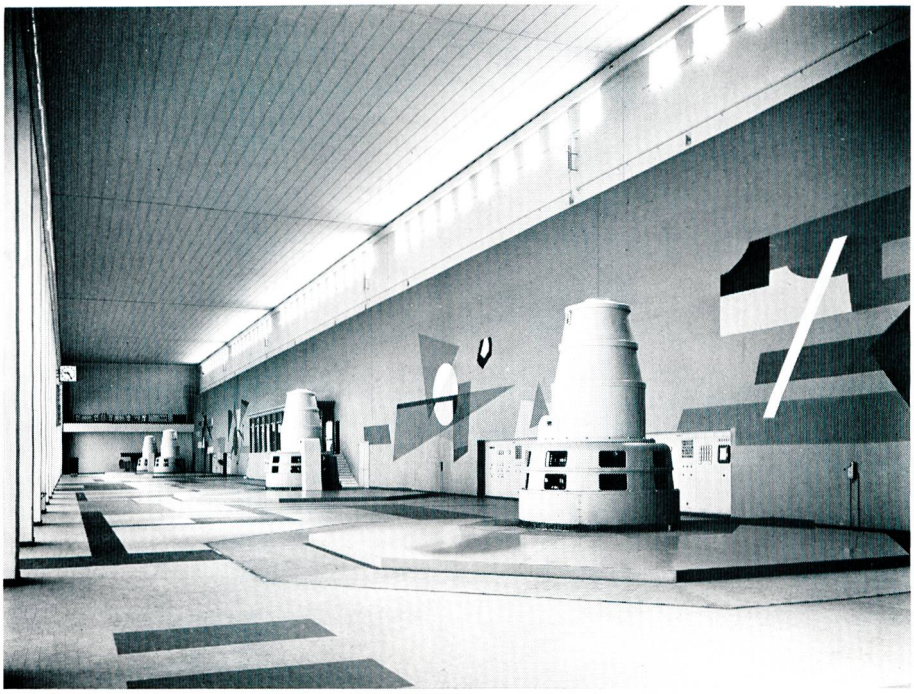
Les usines hydroélectriques

Les diverses caractéristiques des 8 biefs entre Kembs et Strasbourg sont indiquées dans le tableau ci-joint.

LE BARRAGE ET L'USINE DE KEMBS

Le barrage de Kembs mis en service en 1932 a été établi en travers du lit du Rhin à 5,5 km en aval de la frontière franco-suisse. Il relève le niveau du fleuve d'environ 8 m et le remous ainsi créé s'étend jusqu'en amont du port de Bâle. Il comporte cinq passes de 30 m de largeur fermées chacune par deux vannes Stoney dont l'effacement total permet d'évacuer des crues de 6000 m³/s.

Figure 11
Vue de l'intérieur de l'usine de Vogelgrün, d'une conception architecturale remarquable, avec quatre turbines Kaplan à axe vertical, dont seuls les groupes d'excitation sont visibles



Le génie civil de l'usine a été prévu pour recevoir six groupes verticaux «hélice» dont cinq seulement ont été installés à l'origine car cette usine était surpuissante par rapport aux besoins en énergie de l'époque. Depuis, un sixième groupe «Kaplan» a été installé et une turbine «hélice» transformée en «Kaplan».

Les six groupes débitent à 8,8 kV sur des transformateurs élévateurs 8,8/150 kV et 8,8/220 kV. A la centrale de Kembs a été accolé un important poste d'interconnexion qui relie les réseaux français, suisses et allemands. Il est en cours de désaffectation au profit du nouveau poste de Sierentz situé à quelques km.

L'USINE D'OTTMARSHEIM

L'usine d'Ottmarsheim située à l'aval de Kembs reçoit directement les eaux turbinées par cette dernière.

Mise en service en 1952 elle diffère de l'usine amont par l'adoption de quatre groupes verticaux Kaplan au lieu des six groupes hélice prévus pour Kembs en 1932 par les projeteurs. L'architecture et la conception des schémas restent voisines de celles de Kembs qui avaient constitué des anticipations remarquables.

Les quatre groupes débitent sur un jeu de barres 10 kV auquel sont raccordés les transformateurs élévateurs qui relient cette usine à 220 kV aux postes de Kembs et

Figure 12
Vue de l'intérieur de l'usine de Gerstheim, d'un tout autre genre, la première de ce groupe d'usines qui ait été équipée de six turbines Kaplan à axe horizontal (groupes bulbes perfectionnés)

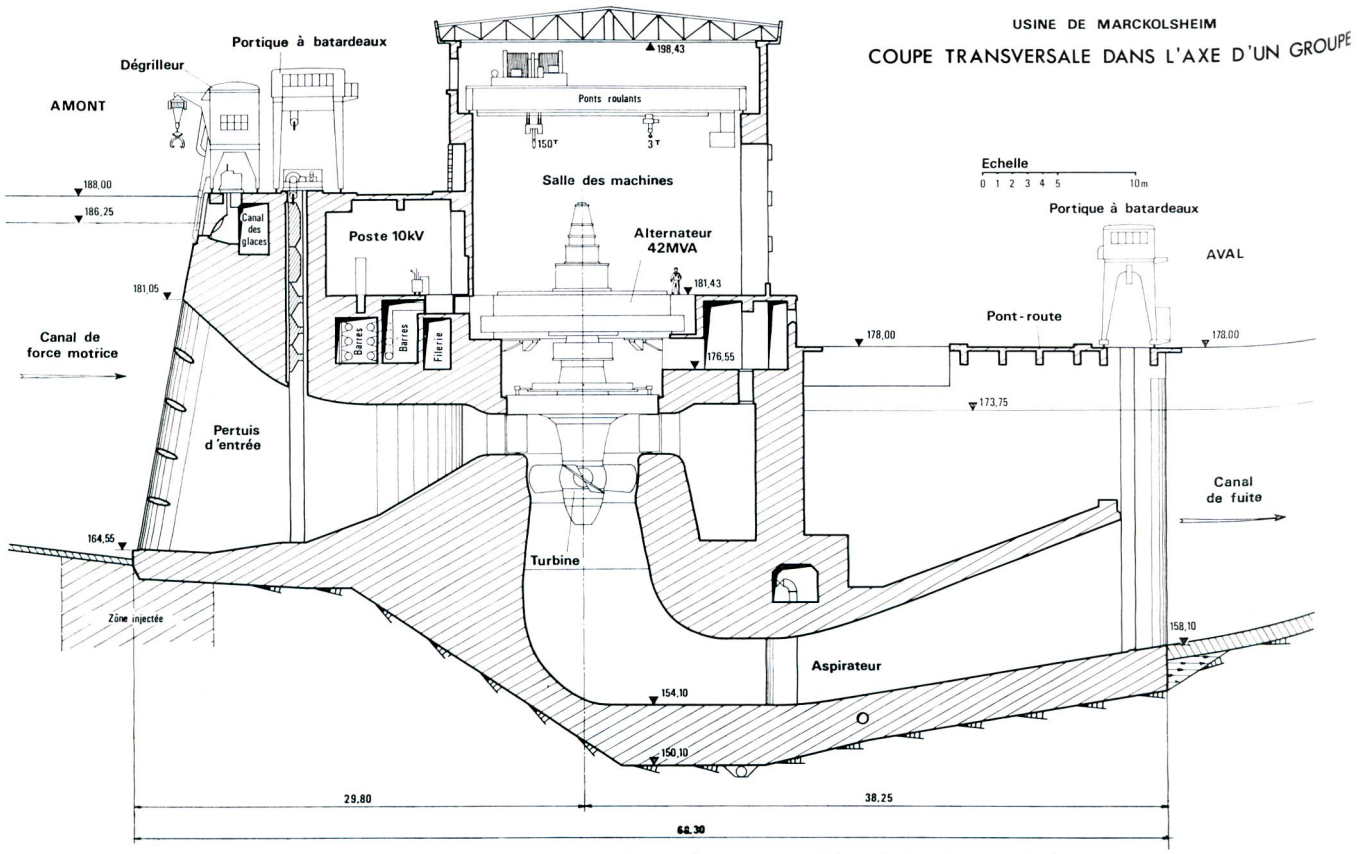


Figure 13 Coupe à travers l'usine de Marckolsheim, construite de 1956 à 1961, avec turbines Kaplan à axe vertical

Fessenheim, ainsi que les transformateurs 10/65 kV pour la desserte des besoins locaux.

Les auxiliaires sont alimentés normalement par un réseau local avec secours par un groupe électrogène, ceci aussi pour les autres usines aval.

L'USINE DE FESSENHEIM

L'usine de Fessenheim située en cascade sur le Grand Canal d'Alsace à l'aval de Kembs et d'Ottmarsheim est la plus puissante de la chaîne grâce à ses 15,50 m de hauteur de chute aménagée. Mise en service en 1956, bien que

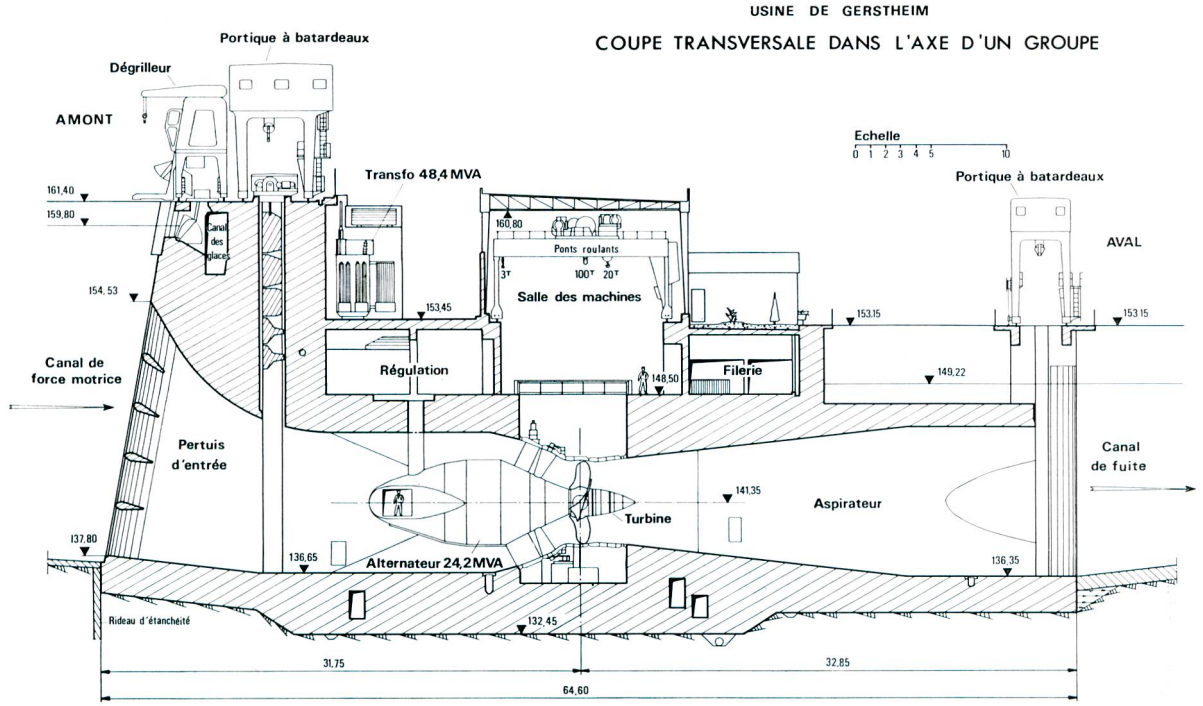
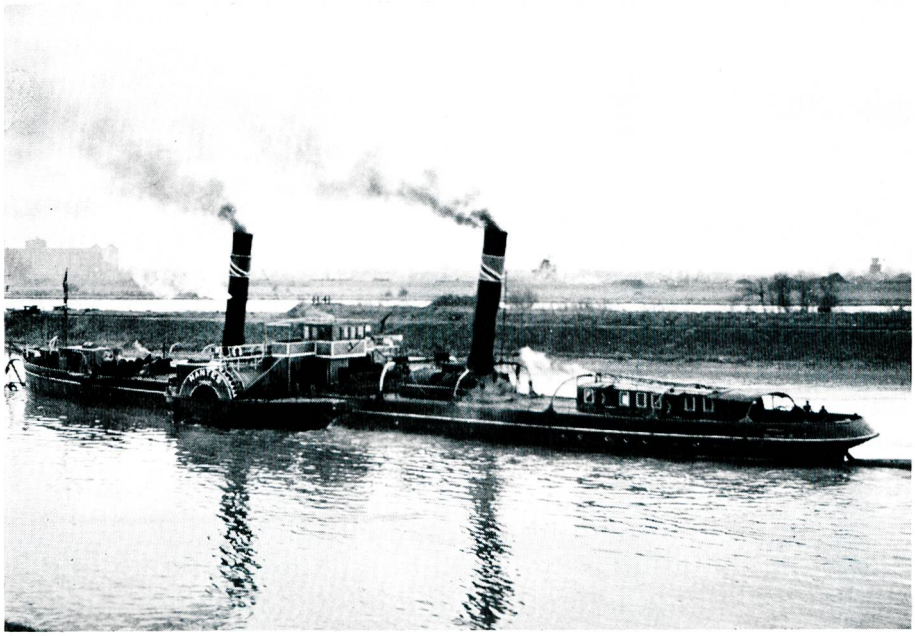


Figure 14 Coupe à travers de l'usine de Gerstheim, construite de 1963 à 1967, avec turbines Kaplan à axe horizontal

Figure 15
Ancien vapeur à roues, au début de l'aménagement des biefs du Rhin



d'aspect encore voisin d'Ottmarsheim, elle marque une étape importante vers des schémas simplifiés par l'adoption de groupes blocs.

Chaque alternateur est directement relié à un transformateur 10,3/220 kV qui débite sur un double jeu de barres d'où partent quatre lignes d'évacuation.

L'USINE DE VOGELGRÜN

L'usine de Vogelgrün mise en service en 1959 est la première d'une série de trois usines de conception identique. Son architecture à la fois soignée et dépouillée abrite quatre groupes verticaux Kaplan aux schémas de commande simplifiés aisément adaptables à des marches automatiques et télécommandées.

Chaque alternateur est relié en schémas blocs à un transformateur 10,3/150 ou 220 kV selon la prise utilisée haute tension. La position centrale de l'usine dans la plaine d'Alsace fait de son poste un nœud d'interconnexion. De ses deux jeux de barres 150/220 kV partent deux lignes 63 kV et huit lignes 150 ou 220 kV dont une vers l'Allemagne.

L'USINE DE MARCKOLSHEIM

L'usine de Marckolsheim mise en service en 1961 est la première usine construite sous le régime des accords franco-allemands de 1956. Son barrage qui reprend les eaux rendues au Rhin à l'aval de Vogelgrün comporte cinq passes de 30 m construites dans le lit du Rhin. Les formes du canal ont été adaptées au débit de 1400 m³/s.

La centrale elle-même est, avec quelques retouches, la répétition de celle de Vogelgrün. Les quatre groupes blocs 10,3/220 kV débitent sur deux jeux de barres d'où partent cinq lignes. Les auxiliaires de l'usine sont alimentés normalement par le réseau. En cas de défaillance de cette source, les auxiliaires essentiels sont repris par des groupes électrogènes.

L'USINE DE RHINAU

Mise en service en 1964, cette usine est la dernière du palier technique commencé à Vogelgrün.

Ses caractéristiques sont tellement voisines de celles de Marckolsheim que des plans de celle-là ont pu être réutilisés à celle-ci. Toutefois la technique de construction du barrage a été modifiée.

Il a été construit à sec, rive gauche du Rhin, à l'abri d'une digue en terre qui a été enlevée pour la mise en eau; ensuite une digue en enrochements a coupé le lit naturel du Rhin renvoyant la totalité du débit vers le barrage à vannes mobiles et le canal.

Cette usine comporte trois groupes blocs qui débitent sur un jeu de barres unique à 220 kV d'où partent deux lignes, et un groupe bloc qui alimente directement un réseau local 63 kV.

Figure 16 L'écluse de navigation en service au bief de Vogelgrün

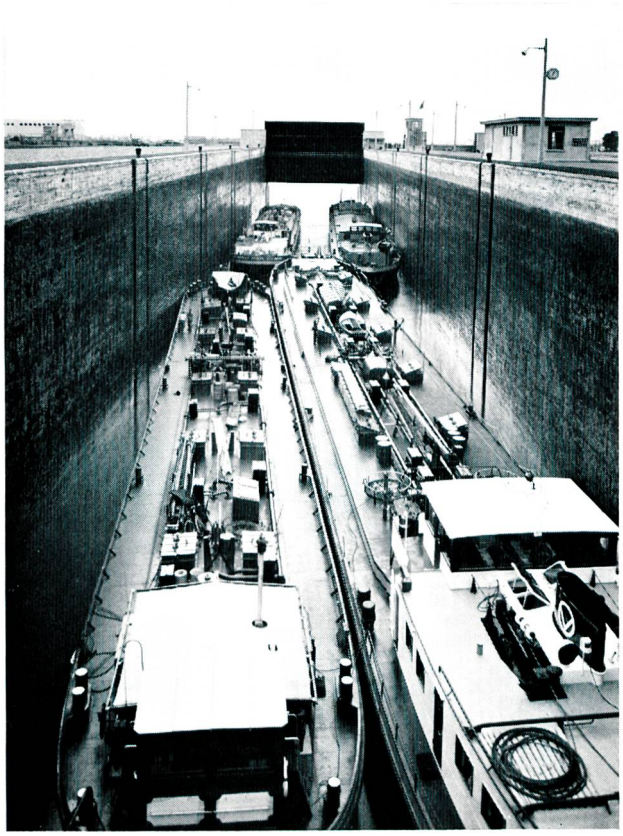


Figure 17
Vue d'aval de l'usine de Rhinau

L'USINE DE GERSTHEIM

Mise en service en 1967, cette usine est alimentée par un barrage construit selon les méthodes déjà retenues à Rhinau. Mais l'usine est d'un type entièrement différent. Les quatre groupes verticaux Kaplan classiques depuis Ottmarsheim sont remplacés par six groupes Kaplan horizontaux du type bulbe à vannes amont qui ont l'avantage de permettre des réductions importantes du coût du génie civil de l'usine tout en assurant une meilleure forme hydraulique aux ouvrages d'amenée.

Une architecture très sobre a été retenue pour cette centrale qui se veut d'abord fonctionnelle. Le schéma du type double bloc fait débiter deux par deux les alternateurs sur les deux primaires 3,6 kV de trois transformateurs à trois enroulements dont les secondaires sont reliés à un jeu de barres unique 220 kV d'où partent deux lignes, l'une vers Rhinau et l'autre vers le poste de Graffenstaden.

L'USINE DE STRASBOURG

Strasbourg, dernière usine de la chaîne dont le premier groupe a produit ses premiers kWh au début de l'été 1970 est alimentée par des ouvrages hydrauliques, barrage et canaux de même conception que ceux de Gerstheim.

Toutefois un bassin de compensation a été aménagé en amont de l'usine pour permettre à cette dernière qui restitue directement dans le port de Strasbourg d'avoir un débit régulier non influencé par des phénomènes hydrauliques transitoires qui pourraient provenir de l'amont.

Ses six groupes bulbes comportent des vannes aval et sont installés à l'extérieur, ce qui permet d'alléger les

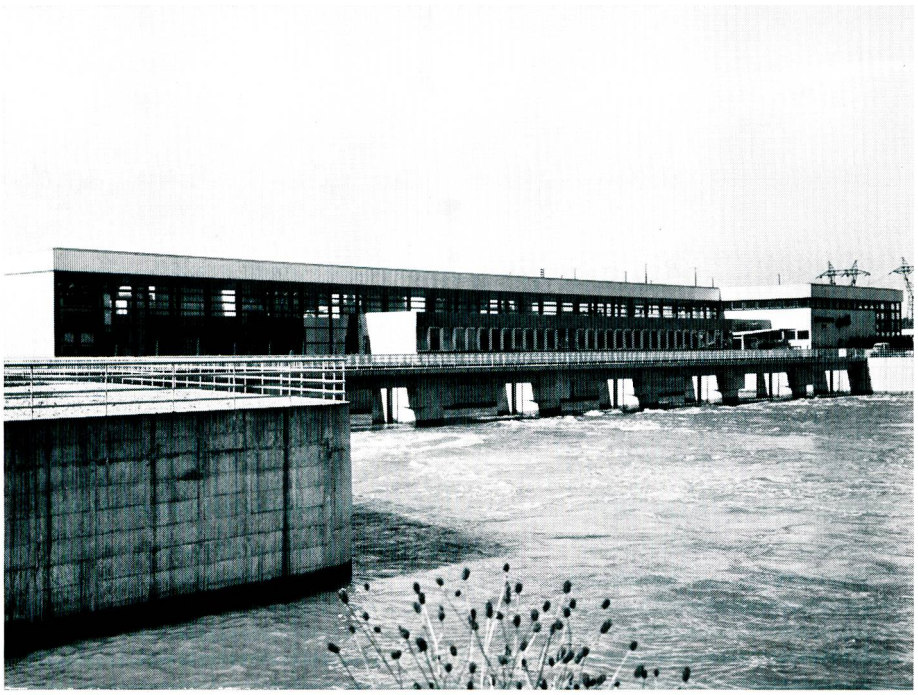


Figure 18
Vue d'aval de l'usine de Gerstheim

superstructures de l'usine au prix de quelques sujétions pour l'entretien hivernal.

Deux alternateurs 3,6 kV débitent en schéma bloc sur un double jeu de barres 63 kV alors que les quatre autres, groupés deux par deux en double blocs, évacuent leur énergie sur un jeu de barres unique 220 kV d'où partent quatre lignes.

Adaptation de la chaîne des usines aux méthodes modernes d'exploitation

Les huit usines de la chaîne du Rhin ont été réalisées en quarante ans comme des unités indépendantes les unes des autres tant pour l'exploitation que pour l'entretien. Des études ont montré l'intérêt d'assurer un regroupement des moyens d'intervention et simultanément d'automatiser les usines pour assurer leur télécommande ainsi que la télésurveillance générale des débits acheminés par les turbines, les déchargeurs et les barrages.

La régularité de ces débits doit être maintenue malgré les phénomènes parasites causés par des variations imprévisibles du débit reçu de l'amont, celles provoquées par des manœuvres de vannes sur les affluents, principalement l'Ill et le canal Léopold, enfin par les balancements du plan d'eau de chaque bief.

Les travaux de rénovation préalable des usines les plus anciennes sont en cours; la modernisation de l'exploitation du Rhin sera achevée en 1974.

Adresse:
Electricité de France
Groupe Régional de Production
Hydraulique Rhin
2, Av. Roger-Salengro, Mulhouse

Figures: No 1/2, 8, 10, 12, 17/19 H. Baranger+Cie., Paris; No 5/6 J. P. Schwartz, Mulhouse; No 9, 16 L. Coirier, Paris; No 11 La Photothèque, Paris

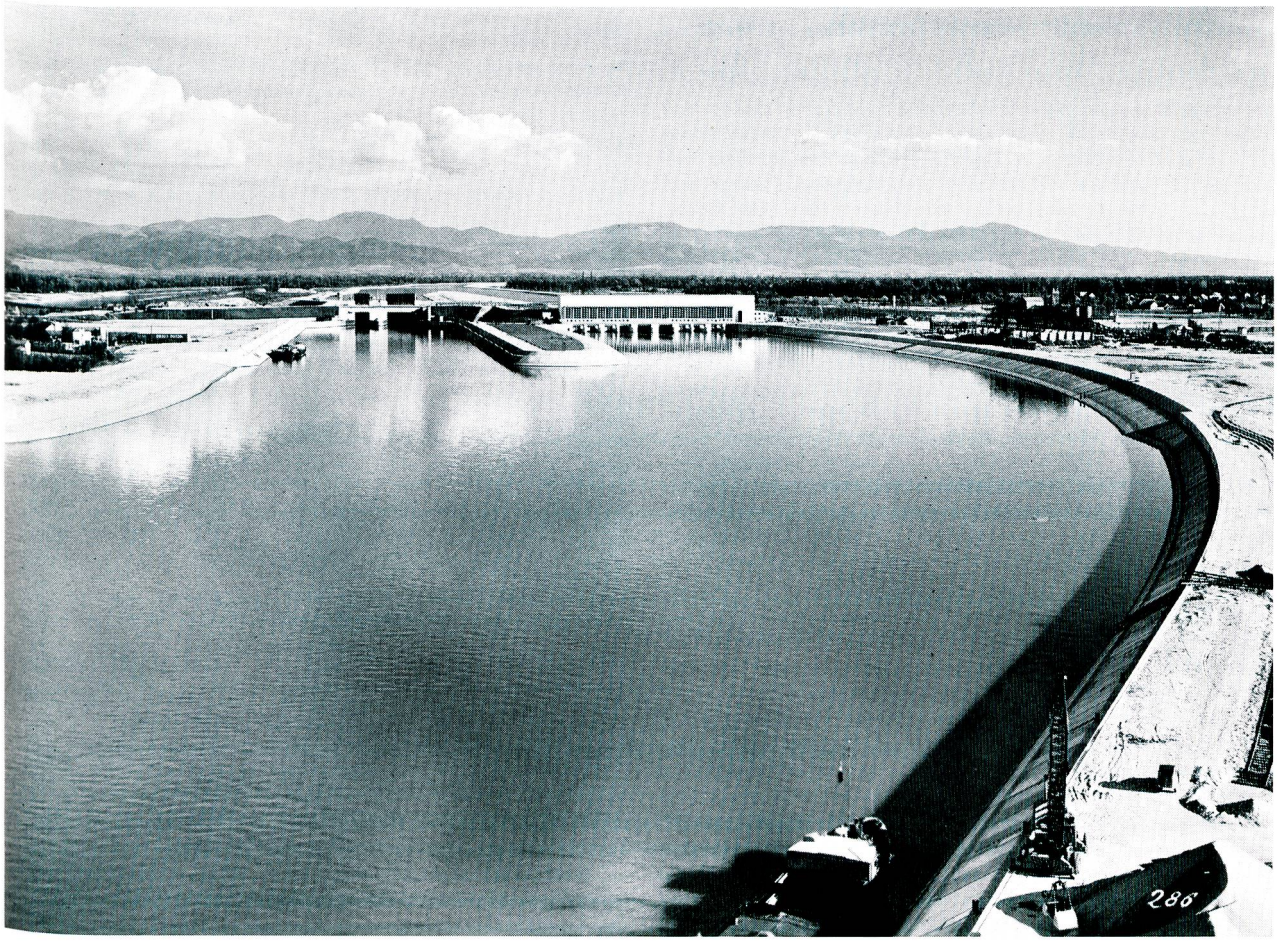



Figure 19 Vue générale de l'écluse de navigation et de l'usine de Vogelgrün.