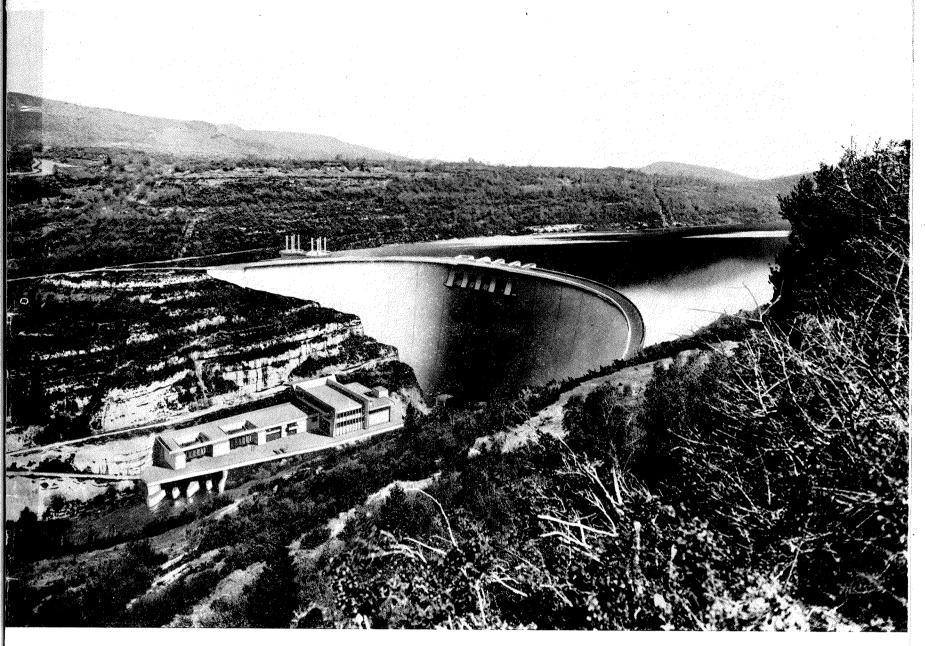
l'aménagement hydro-électrique de la chute de VOUGLANS

Extrait de la revue " Rhône Alpes Méditerranée "Numéro 9



Cette photo-montage réalisée à partir d'un dessin des services techniques de la R. E. H. Alpes I montre ce que sera l'aménagement hydro-électrique de la chute de Vouglans. On remarquera, au pied du barrage, la partie extérieure de l'usine semi-souterraine, les bâtiments d'exploitation, les transformateurs et les sorties des galeries de fuite.

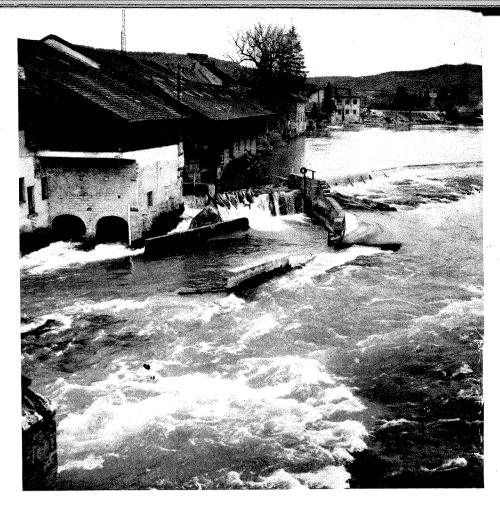
(Photo Monchanin et Perichon, Villeurbanne)

l'aménagement hydro-électrique

de la chute de VOUGLANS

'ICI trois ans, au cœur du Jura, les eaux de la rivière d'Ain — on aurait autrefois dit « le Dain » — auront amassé derrière la voûte de béton du barrage de Vouglans, dominant de ses quelque cent trente mètres le confluent de la Bienne, les six cents millions de mètres cubes qui feront de cette retenue le second lac artificiel de France, après Serre-Ponçon. Le plan d'eau qui s'insèrera, sur 35 km de longueur, dans les gorges de l'Ain supérieure n'aura, en effet, pas moins de 1 600 ha, soit les deux tiers de la superficie du lac d'Annecy que l'on peut comparer, par ses dimensions, à la formidable retenue sur la Durance.

L'analogie, entre Serre-Ponçon et Vouglans, est également apparente lorsque l'on considère le rôle que ces deux aménagements sont ou seront appelés à jouer dans l'équipement en chaîne du cours moyen et inférieur des rivières à l'amont desquelles ils sont ou seront implantés. Dans l'un et l'autre cas, il s'agit de constituer une réserve d'eau considérable en mettant à profit les périodes de hautes eaux et les crues violentes et soudaines qui caractérisent le régime très irrégulier de ces deux rivières, pour mettre l'énergie ainsi accumulée à la disposition de la production électrique dans les périodes où les besoins s'en font le plus sentir. Ces immenses réservoirs permettent, par ailleurs, de régulariser les débits et d'offrir à l'agriculture, au moment où elle risque de lui faire défaut, l'eau nécessaire à la bonne venue de ses produits. A vrai dire, cette vocation agricole des grandes retenues concerne surtout la Durance; car, dans la vallée de l'Ain, la terre s'avère inégalement fertile et les cultivateurs qui l'exploitent se sont, pour bon nombre, expatriés. Ceux qui sont restés fidèles au pays ont orienté leurs activités vers l'artisanat, notamment vers l'art de la tournerie du bois.



Ci-dessus. — Le seuil rocheux de Pont-de-Poitte et la petite usine hydro-électrique qui y a été installée. — Au bas de la page opposée. — Le chantier de construction des ouvrages du nouvel aménagement de Saut-Mortier. (Photos R. A. M.)

L'AIN SOURCE D'ÉNERGIE

ES caractéristiques hydrologiques de l'Ain destinaient la rivière à la domestication de son énergie. Aussi ne faut-il pas s'étonner que son aménagement eut été entrepris dès le début du siècle, à l'époque où la « Houille Blanche » venait de révéler la formidable réserve énergétique que constituaient les Alpes.

L'équipement de l'Ain, pour être de moindre ampleur, n'en fut pas moins systématique et, dans la première moitié du siècle, barrages et usines ont été implantés tout au long de son cours, soit dans le cadre d'une production d'énergie destinée à la distribution, soit pour les besoins d'une entreprise industrielle : minoteries, scieries, tourneries.

C'est ainsi que l'équipement de l'Ain comporte au stade actuel, de l'amont vers l'aval, les ouvrages suivants :

- l'usine de Bourg-de-Sirod, mise en service en 1920, capable de 10 millions de kWh par an;
- l'usine de Marigny, disposant d'une accumulation de 20 millions de m³, constituée par le lac Chalain, et pouvant donner chaque année 1,5 millions de kWh. Elle a été mise en service en 1912;

- l'usine du Saut-de-la-Saisse, mise en service en 1932, d'une production moyenne annuelle de 13 millions de kWh;
- le barrage et la centrale de la Chartreuse de Vaucluse qui est l'équipement le plus important de l'Ain supérieur. Mis en service en 1928, cet aménagement est capable de 40 millions de kWh par an;
- le barrage et les centrales I et II de Saut-Mortier, mis en service en 1901 et 1909, et dont la production moyenne annuelle est respectivement de 18 millions et 9 millions de kWh;
- l'usine de Moux, utilisant les eaux de l'Oignin et donnant 65 millions de kWh par an ;
- l'usine-barrage de Cize-Bolozon, sur le cours moyen de la rivière, mise en service en 1931, et capable de 80 millions de kWh par an;
- l'usine-barrage d'Allement, mise en service en 1960, qui fut la première réalisation importante E.D.F. sur l'Ain et dont la production moyenne annuelle est de l'ordre de 100 millions de kWh.

A ces aménagements principaux, à vocation d'utilisation collective de l'énergie, s'ajoute un certain nombre d'usines privées, dont plusieurs d'une certaine importance, et qui sont implantées soit sur l'Ain elle-même, soit sur l'un de ses deux principaux affluents, la Bienne et l'Oignin.

L'ensemble de ces usines produit donc en moyenne, chaque année, 429 millions de kWh, dont un peu plus de 200 pour les aménagements de l'Ain, près de 30 pour ceux de la Bienne, et près de 90 pour ceux de l'Oignin.

La nationalisation des sources d'énergie a permis d'avoir une vue plus large de l'équipement en chutes des rivières de montagne et d'envisager une rationalisation des aménagements en vue d'un asservissement total de leur énergie. C'est ainsi que, jusqu'à présent, il n'existe sur le cours de l'Ain aucune accumulation notable et que les apports de la rivière ne sont que partiellement utilisés.

La rivière d'Ain naît d'une source vauclusienne abondante, à une altitude voisine de 700 m, au cœur du Jura français, près de Nozeroy. Elle se jette dans le Rhône, à la cote 185, près d'Anthon, soit à 20 km à l'amont de Lyon. Son cours lui fait traverser, sur 195 km, d'abord le plateau de Champagnole, sur lequel elle pénètre après s'être perdue dans les éboulis à l'aval de Bourg-de-Sirod, puis une combe, entre Pont-du-Navoy et le saut de la Saisse, ensuite les gorges, sur 90 km, jusqu'à Pont-d'Ain, enfin la plaine alluviale dans laquelle elle rencontre le Rhône.

Ses affluents sont, sur le cours supérieur : la Saine, la Lemme et le Hérisson; sur le cours moyen, la Bienne qui a reçu le Flumlon et le Tacon, l'Oignin, la Valouse et le Suran; sur le cours inférieur, l'Albarine.

Le lit de la rivière est creusé dans une très ancienne vallée fluviale, où l'érosion glaciaire s'est peu manifestée. Sa pente générale est assez régulière, elle oscille entre 1 et 3 %. Seuls quelques accidents locaux le recoupent de cascades ou rapides : pertes de l'Ain, saut de la Saisse, saut Mortier.

Bien qu'issue de montagne de moyenne altitude, les apports de l'Ain et de ses affluents sont particulièrement abondants. Pour un bassin total de 3 800 km², le débit moyen au con fluent atteint 130 m³/s, soit une lame d'eau annuelle d'environ 1,00 m.

Les hautes eaux ont lieu de l'automne au début du printemps, en concordance avec les besoins énergétiques.

Le régime de l'Ain est très irrégulier, des crues courtes et soudaines $(1\,800~m^3/s$ envisagées avec un apport de 160 millions de $m^3)$ succédant à de profonds étiages (1 m^3/s environ).

Il était donc nécessaire pour régulariser la rivière de compenser sa faible pente par une meilleure utilisation des eaux, de « repenser » dans son ensemble l'aménagement hydroélectrique de l'Ain et créer de grandes accumulations.

l'aménagement hydro-électrique de l'ain

EUX solutions s'offraient, en effet, pour asservir totalement l'énergie sauvage de la rivière :

— suréquiper les usines de faible chute travaillant par éclusées ;

 ou créer un ouvrage permettant par une grosse possibilité d'accumulation, d'absorber les crues.

Cette dernière solution — un grand barrage-réservoir — fut retenue, car elle permettait, en outre, de concentrer la production d'énergie pendant les heures de pointe.

Le site de Vouglans, choisi pour implanter cet aménagement de tête, présente les conditions requises pour l'établissement d'une importante accumulation.

Géographiquement, il est très bien situé, en tête des gorges de l'Ain, à la cote 429 NGF: plus en amont l'Ain ne serait pas assez formée et l'influence de cette retenue sur l'aval serait insuffisante; plus à l'aval, les chutes utilisatrices seraient de trop faible hauteur.

Sur le plan hydrologique, le débit moyen à l'emplacement de l'ouvrage, pour un bassin versant de 1 129 km³. atteint 38 m³/s, correspondant à un volume d'apport annuel de 1 200 millions de m³, dont près des deux tiers sont concentrés pendant les mois d'hiver, de novembre à mars. Cette dernière caractéristique appelait la création, à Vouglans, d'une usine de pointe puissamment équipée.

Sur le plan de la géologie, le barrage et la retenue de vouglans s'inscrivent dans une gorge étroite creusée dans des roches calcaires appartenant au Jurassique supérieur (Rauracien); mais, située dans l'axe d'un large synclinal, cette gorge est enveloppée à 100 m de profondeur par la couche de l'Oxfordien marno-calcaire qui assurera à la retenue une étanchéité générale satisfaisante.

Mais la puissance même de l'usine de Vouglans, dans son stade final d'équipement capable de débiter 330 m³/s, correspondant à une bonne crue, posait à nouveau pour l'aval le problème de la régularisation du cours d'eau.

Le réaménagement du barrage et de l'usine de Saut-Mortier (situé à 4 km à l'aval), puis la construction — au titre du Ve Plan — d'un barrage à Coiselet (situé à 15 km à l'aval) permettront la création de deux retenues qui joueront le rôle de bassins de compensation.

L'aménagement hydro-électrique de l'Ain à l'aval du saut de la Saisse jusqu'où s'étendra le remous de la retenue de Vouglans, comprendra en 1970 :

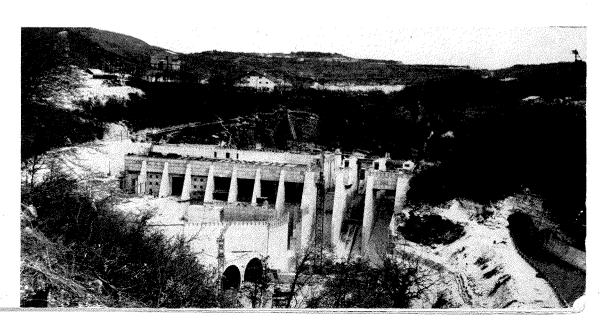
— la chute de Vouglans, dont la mise en service se fera en deux étapes, à partir de l'hiver 1967-1968, d'abord pour un débit d'équipement de 170 m³/s (en surpuissance) avec deux groupes de 68 000 kW, puis par adjonction de deux autres groupes de puissance sensiblement egale, pour un débit d'équipement de 330 m³/s. La production annuelle moyenne sera alors de 236 millions de kWh. Cet aménagement faisant l'objet de cette étude, nous réservons, pour la suite, sa description

La chute de Saut-Mortier

A chute de Saut-Mortier est située immédiatement à l'aval de l'usine de Vouglans. La nouvelle usine, qui va l'équiper et dont la construction est sur le point de s'achever, supprime et remplace les usines de Saut-Mortier I et Saut-Mortier II, vétustes et souséquipées. Elle est, dans un premier temps, correspondant à l'équipement de Vouglans, de deux groupes de 85 m³/s, dotée d'un groupe de 100 m³/s, et recevra un deuxième groupe d'égale puissance lorsque Vouglans sera équipé de quatre groupes totalisant 330 m³/s.

L'aménagement de cette chute, d'une hauteur brute moyenne de 26,30 m, et disposant d'une retenue d'un volume utilisable de 1,65 million de m³, couvrant 36,75 ha, comprend :

- un barrage, du type poids, comportant trois évacuateurs de crues de surface obturés par trois vannessegments, d'une capacité d'évacuation de 1800 m³/s, équivalant à la crue maximale envisagée;
- une prise d'eau, à travers le barrage, avec deux pertuis dont l'un sera laissé en attente pour le futur deuxième groupe;



- une usine incorporée au barrage, équipée, dans la première phase. d'une turbine Kaplan à axe vertical d'une puissance de 22 600 kW à 150 tr/mn sous 100 m³/s, d'un alternateur triphasé à excitation statique de 25 000 kVA, d'un transformateur triphasé 5,65/66,45 kV d'égale puissance;
- un chenal de fuite creusé en rivière sur une longueur de 1 300 m et devant écouler les débits de crues.

La production moyenne annuelle de l'usine de Saut-Mortier sera de 65 millions de kWh en première phase et de 76 millions de kWh après l'installation du deuxième groupe.

La chute de Coiselet

L A chute de Coiselet est le complément logique des deux aménagements amont de Vouglans et de Saut-Mortier. Son équipement est prévu pour être inscrit au Ve Plan et son aménagement devra être entrepris en temps voulu pour être mis en service en même temps que les 3e et 4e groupes de Vouglans.

Le principal ouvrage en sera une usine-barrage implantée à l'amont immédiat du confluent de l'Ain et de son affluent l'Oignin. La retenue ainsi constituée représentera une superficie de 380 ha et un volume utile de 3,7 millions de m³ pour un marnage d'une hauteur de 1 m. Cette retenue recevra, outre les eaux de l'Ain, les apports de la Bienne, qui s'y jettent à Chancia.

La hauteur brute de la chute pour le débit d'équipement de 180 m³/s est en moyenne de 19,30 m.

L'usine-barrage est constituée de :

- deux barrages-poids, sur la rive droite et sur la rive gauche;
- l'évacuateur de crue prévu pour un débit de 2500 m³/s correspondant à la crue maximale concevable, est constitué de quatre pertuis comportant des vannes de surface à clapets automatiques et de vannessegments pour les vidanges de fond;
- l'usine proprement dite, incorporée au barrage, équipée de deux turbines Kaplan à axe vertical donnant 14 700 kW à 166,7 tr/mn, de deux alternateurs de 18 500 kVA et de deux transformateurs 10,3/63 kV de 18 500 kVA.

La production moyenne de l'aménagement sera de 92 millions de kVh par an

La chute de Cize-Bolozon

DES équipements hydro-électriques implantés sur le cours moyen de l'Ain, avant la nationalisation, seul subsistera l'aménagement de la chute de Cize-Bolozon construit, entre 1928 et 1931, au titre des prestations de guerre servies par l'Allemagne aux termes du Traité de Versailles. L'ouvrage, formant l'usine et le barrage, coupe la gorge de l'Ain, entre Thoirette et Serrières, sur une longueur totale de 155 m. L'usine est construite dans un axe différent de celui du barrage.

Le barrage proprement dit est constitué de trois piliers principaux et d'un pilier de culée solidaire de l'usine, qui encadrent trois pertuis munis de vannes Stoney doubles. Il est prolongé, vers la rive gauche, par le corps du déversoir d'une vanne-secteur et par un mur encastré dans la rive.

Il provoque une retenue de 263 ha. dont le remous s'étend à 18,5 km environ, et qui constitue une réserve utile de 5 millions de m³ pour une hauteur de marnage de 1,85 m. La hauteur brute moyenne de la chute est de 15,50 m et le débit maximal transférable supérieur à 3 000 m³/s.

L'usine est équipée pour un débit moyen de 180 m³/s. L'installation comporte trois groupes comprenant : pour deux d'entre eux une turbine verticale hélice de 7 360 kW à 187,50 tr/mn et pour le troisième une turbine Kaplan à axe vertical d'égale puissance ; trois alternateurs de 8 500 kVA et trois transformateurs 10/35 kV de 8 500 kVA.

La production moyenne annuelle est de 80 millions de kWh. Elle sera portée à 90 millions de kWh par l'effet de la retenue de Vouglans.

Le barrage-usine de Cize-Bolozon

(Photo R. A. M.)



La chute d'Allement

L A chute d'Allement est d'un équipement récent puisque son aménagement hydro-électrique fut mis en service en 1960. L'ouvrage qui le constitue est implanté à l'amont de Poncin. Il forme une retenue d'un volume utile de 2 millions de m³ pour une hauteur de marnage de 1 m.

La hauteur de la chute pour le débit d'équipement est de 18 m.

L'ouvrage est formé de quatre parties distinctes (de la rive droite vers la rive gauche):

- un barrage R.D. de type poids, long de 59 m, équipé de 2 vannes de vidange;
- un barrage déversant, équipé de deux pertuis à vannes-segment et d'un pertuis à vanne automatique, d'une longueur de 66 m;
- l'usine formant barrage sur 48,50 mètres;
- -- un barrage-poids évidé de 64,50 m.

L'équipement de l'usine comprend :

- -- deux groupes principaux, comportant chacun une turbine Kaplan à axe vertical de 14850 kW à 166,7 tr/mn, un alternateur de 18000 kVA et un transformateur de 10,3/63 kV de 18000 kVA;
- un groupe de restitution, avec une turbine Kaplan à axe vertical de 2010 kW à 500 tr/mn, un alternateur de 2500 kVA et un transformateur de 5,7/63 kV de 2500 kVA.

La production moyenne annuelle est de 92 millions de kWh. Elle sera portée à 112 millions de kWh après la mise en service de Vouglans.

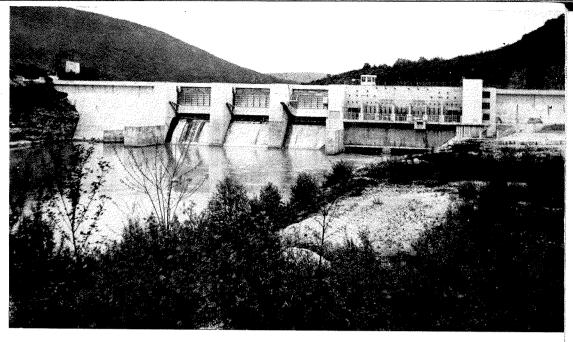
La chute d'Oussiat

L A chute d'Allement marque le terme de l'aménagement de l'Ain tel qu'il est actuellement décidé au programme. Cependant d'autres possibilités d'équipement s'offrent sur le cours inférieur de la rivière dont les études ont été réalisées, mais dont la concrétisation ne peut être que souhaitée. Ces aménagements concernent principalement la chute d'Oussiat et la chute de Proulieu.

La chute d'Oussiat comprendrait un barrage implanté entre les ouvrages qui équipent actuellement les aménagements privés du Moulin-Convert, à Pont-d'Ain, et d'Oussiat.

L'équipement de cette chute ne paraît devoir être réalisé que dans un avenir assez lointain car il suppose la suppression des aménagements privés en question, ainsi que celle de l'usine de Neuville-sur-Ain qui dessert également une entreprise privée.

La productibilité annuelle moyenne de l'aménagement d'Oussiat pourrait être de 66 millions de kWh. A titre de comparaison, signalons que les trois usines qu'il serait appelé à remplacer ont une productibilité moyenne totale de 10 millions de kWh.



Le barrage-usine de l'Allement

(Photo R. A. M.)

La chute de Proulieu

L E cas de l'aménagement de la chute de Proulieu est un peu différent puisque sa réalisation n'aurait pas pour conséquence de nuire à des activités industrielles.

L'équipement envisagé consisterait à établir, à la hauteur du village de Varambon, un barrage mobile de 10 m de hauteur maximum au-dessus du lit actuel de l'Ain, qui créerait, à l'aval de Pont-d'Ain, une retenue à la cote 236.

Une prise d'eau, ménagée sur la rive gauche à l'amont immédiat du barrage, permettrait de dériver, par un canal à ciel ouvert d'une longueur de 18 300 m, les eaux de l'Ain vers la vallée du Rhône, en bordure du plateau du Bugey, jusqu'à proximité du lit du fleuve, où la falaise domine la vallée de 45 m.

Entonnées dans une chambre de mise en charge donnant accès à trois conduites forcées de Ø 3,75 m et de 120 m de longueur, les eaux de l'Ain seraient turbinées dans une usine équipée de trois groupes avec turbine Kaplan de 22 500 kW, alternateurs triphasés de 25 000 kVA et transformateurs triphasés 10,3/150 kV de 25 000 kVA.

La restitution s'effectuerait à la cote 192,60, dans un canal de fuite de 200 m déversant dans le Rhône.

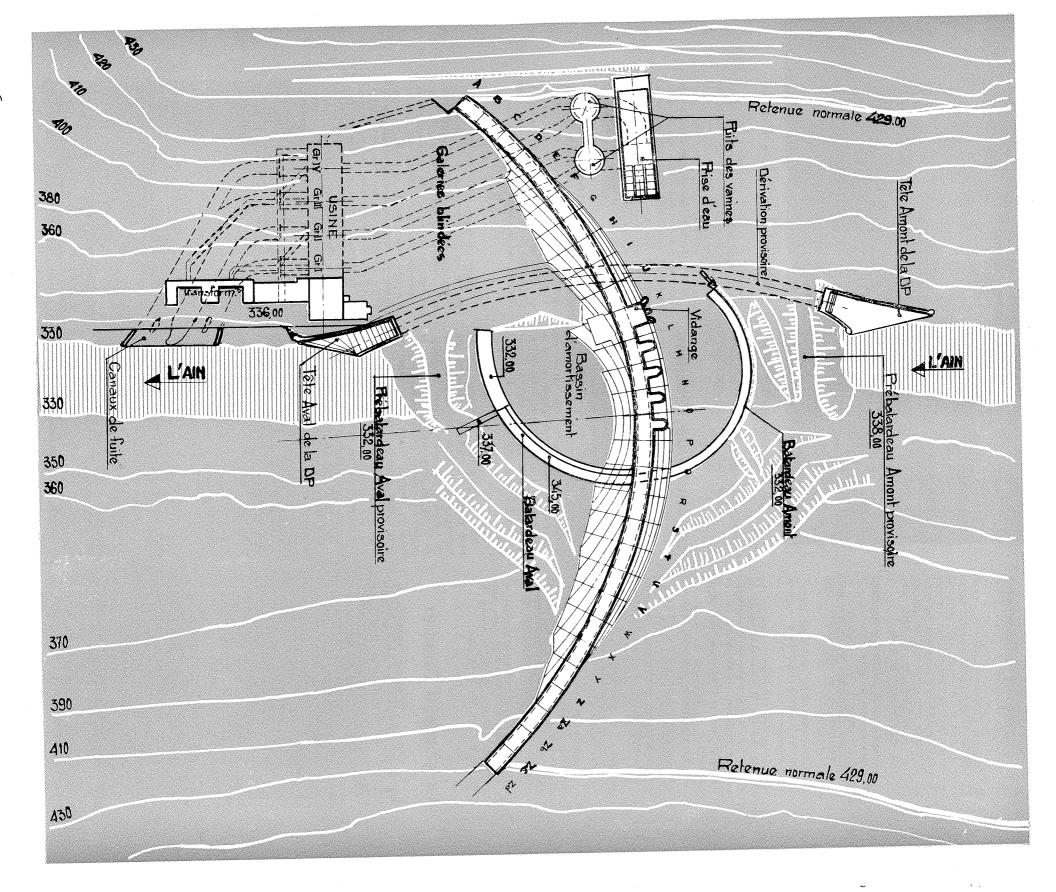
Un bassin naturel de compensation serait établi à 3 600 m à l'amont de l'usine par la construction d'une digue d'une dizaine de mètres de hauteur et de 400 m de long qui créerait une retenue de 750 m de longueur. Par ailleurs, une prise d'eau sur l'Albarine qui recouperait le canal d'amenée à une dizaine de kilomètres à l'aval de la prise d'eau sur l'Ain, permettrait de dériver un débit de 15 m³/s. Un siphon sous le canal assurerait l'écoulement des crues de l'Albarine.

Enfin, le barrage mobile à cinq pertuis coupant l'Ain sera muni d'un groupe turbo-alternateur du type bulbe de 350 kW qui turbinerait sous 8 m de chute environ les eaux restituées pour un débit minimal réservé aux riverains de l'Ain à l'aval du barrage.

La production moyenne annuelle de cet aménagement serait de 230 millions de kWh (compte tenu de la production de 2 millions de kWh par an du groupe bulbe). Elle serait portée à 255 millions de kWh par an par l'influence de la réserve de Vouglans.

L'aménagement du cours de l'Ain à partir de l'équipement de la chute de Vouglans permettra donc, avant 1970, soit dans l'hypothèse minimale, de porter la capacité de production de l'énergie hydro-électrique qui est tirée des eaux de la rivière sur une chute de 178,5 m. de 262 millions de kWh annuels (production antérieure entre la chute du saut de la Saisse, à l'amont, et les aménagements privés de Neuville, Oussiat, Pont-d'Ain), à 698 millions de kWh par an (pour les aménagements compris entre Vouglans et Allement). Cette production pourrait être portée à 853 millions de kWh par la réalisation de l'aménagement de Proulieu et à 919 millions de kWh si l'aménagement d'Oussiat (E.D.F.) s'avérait réalisable.

Il y a, en outre, lieu de tenir compte des apports énergétiques des aménagements de chute de l'Ain à l'amont de Vouglans dont la productibilité représente un total de 32,1 millions de kWh par an, ainsi que ceux des aménagements existants sur la Bienne (27,4 millions de kWh), et sur l'Oignin (88,6 millions de kWh), et projeté sur la Bienne à l'amont de St-Claude (80 millions de kWh), qui portent à 846 millions de kWh, dans l'immédiat, et à 1.147 millions de kWh par an, dans l'hypothèse la plus favorable, la capacité de production hydro-électrique de l'Ain et de ses affluents.



l'aménagement hydro-électrique de la chute de Vouglans

'ELEMENT principal de cette promotion énergétique qui dote l'Ain d'un potentiel économique égal à l'aménagement de Serre-Ponçon, c'est l'aménagement de la chute de Vouglans.

Nous avons vu, en évoquant l'ensemble de l'aménagement hydro-électrique de l'Ain, que le site dans lequel va être implanté le barrage de Vouglans, pièce maîtresse de l'équipement énergétique et régulateur de la rivière, présente les conditions requises pour l'établissement d'une importante accumulation: sa situation au cœur des gorges de l'Ain, la hauteur possible de la chute (100 m), l'importance du bassin versant (1 120 km²), les caractéristiques géologiques des roches dont est constituée la gorge où vont s'inscrire le barrage et la retenue (calcaires du Jurassique supérieur reposant sur l'Oxfordien marno-calcaire).

LE BARRAGE

L E barrage sera donc implanté à l'amont des deux hameaux de Vouglans et de Menouille, dans une gorge de 200 m de profondeur dont l'accès par les deux plateaux des rives ou l'aval, est facile.

C'est un ouvrage en béton du type voûte à arcs non circulaires et à parements à double courbure d'un rayon supérieur à 50 m fondé au rocher. L'étude en a été confiée par E.D.F. au Bureau A.C.J.B. Les principales caractéristiques en sont les suivantes :

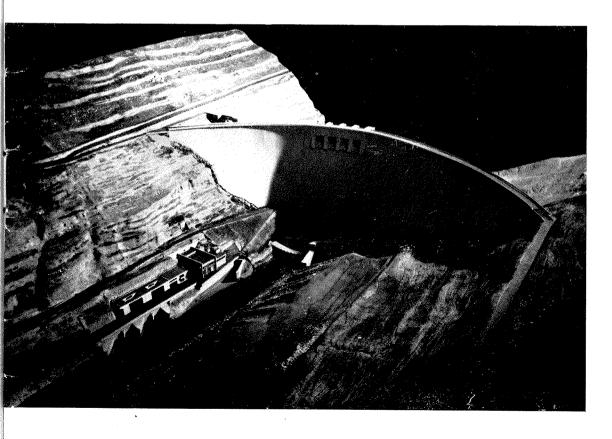
	crête	du	barrage		430	NGF
_			u-dessus		130	m
_	dévelo	ppen	nent en	crê-		

— largeur de la vallée au couronnement.... 340 m épaisseur en crête... 6 m
épaisseur moyenne à la base 25 m

Le barrage est divisé en 29 plots et deux massifs d'extrémité. La forme triangulaire de la vallée rocheuse donne aux plots situés près des rives une hauteur relativement faible leur permettant de travailller simultanément en voûte et en console. Cette disposition permet d'admettre des arcs à rayon variable, ce qui améliore la répartition générale des efforts, ainsi que les angles d'incidence aux appuis, par rapport au barrage-voûte classique.

Une chaussée de 5 m de largeur, encadrée de deux trottoirs de 1 m en encorbellement, est aménagée sur le couronnement.

Le barrage forme bloc avec les évacuateurs de surface et les vidanges, mais se trouve nettement séparé de la prise d'eau et de l'usine implantée directement sur la rive droite.



Le schéma — sur la page opposée — et la photo de la maquette — ci-contre — montrent l'implantation des différents ouvrages équipant la chute de Vouglans.

(Photo R. A. M.)

Les évacuateurs de crues

I LS sont constitués par quatre passes déversantes à nappe libre, de 8,50 m de largeur, implantées au centre et à la partie supérieure de l'ouvrage. Leur capacité d'évacuation est de 1600 m3/s à la cote 429 NGF et de 2000 m3/s à la cote 430 NGF.

Les pertuis sont disposés en porte à faux par rapport au parement amont du barrage. Leurs seuils déversants, à profil « Créager » sont arasés à la cote 421 NGF. Le jet tombera verticalement à l'aval immédiat du barrage, dans le bassin d'amortissement, ce qui évitera tous risques d'érosion de l'importante terrasse alluvionnaire.

Les passes, larges de 8,50 m, sont séparées par des piles dans lesquelles sont disposés les locaux de manœuvre des vannes segments de $8,50 \times 8,00$ m équipant les quatre évacuateurs de crues.

Les vidanges

E LLES sont constituées par deux galeries blindées de Ø 3 m situées dans la partie basse du barrage et

calées à la cote 353 NGF. Elles permettent d'évacuer un débit de 450 m3/s pour la cote de retenue maximale 429 NGF. Chaque galerie est fermée par deux vannes :

— à l'amont : une vanne plate de garde manœuvrée par servo-moteur depuis le couronnement,

--- à l'aval : une vanne segment de réglage dont les organes de manœuvre font corps avec la sortie des vidanges.

Le jet des vidanges est dirigé vers le bas, au centre du bassin d'amortissement créé à l'aval immédiat du barrage.

Le bassin d'amortissement

L'ENCEINTE formée entre le barrage et le batardeau aval (dont nous verrons ultérieurement l'objet en étudiant les méthodes de construction du barrage) sera déblayée jusqu'au rocher et constituera le bassin d'amortissement.

Il s'agit de dissiper l'énorme énergie sauvage correspondant à un débit de crue de 2 000 m3/s tombant en nappe libre des évacuateurs de surface d'une hauteur de 100 m, de façon à restituer à la rivière une eau suffisamment calmée pour éviter tout désordre que provoquerait une érosion massive du remplissage fluvio-glaciaire garnissant le fond de la vallée rocheuse

A l'intérieur du bassin d'amortissement, le rocher sera entièrement protégé par un revêtement de surface en béton armé, fortement ancré. L'étude du bassin d'amortissement a été faite sur modèle réduit au laboratoire de Sogreah, à Crenoble.

LA PRISE D'EAU

I NDEPENDANTE du barrage, la prise d'eau est implantée sur la rive droite de l'Ain, à 50 m environ à l'amont de l'ouvrage de retenue. Elle est construite pour quatre groupes et constituée, de l'amont à l'aval, en suivant le chemin de l'eau, par l'ouvrage de prise équipé d'une grille de 330 m2 de surface, permettant d'utiliser la retenue jusqu'à la cote 380 NGF, correspondant à une tranche utile exceptionnelle de 500 millions de m3. Un plan incliné en béton permettra d'installer ultérieurement un dégrilleur.

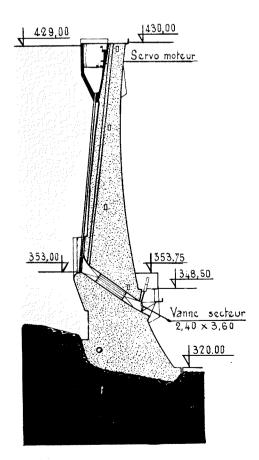
Deux courtes galeries horizontales de 72 m2 de section utile relient cet ouvrage de prise à 2 puits verticaux. de 100 m de hauteur et d'un diamè tre intérieur de 12 m environ, amenant l'éau directement au niveau des turbines.

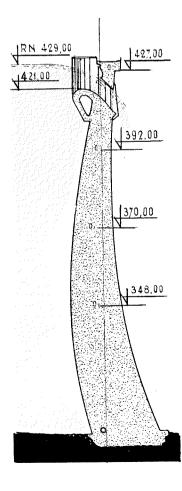
Ces puits sont creusés dans le rocher et prolongés hors sol jusqu'à la cote 430 NGF par 2 tours en béton en tête desquelles sont installés les servo-moteurs et les organes de manœuvre des vannes équipant chacun de ces puits :

— à l'entrée du puits, une vannebatardeau de 6 × 9 m permettant d'isoler, au niveau de l'ouvrage de prise, les puits de la retenue.

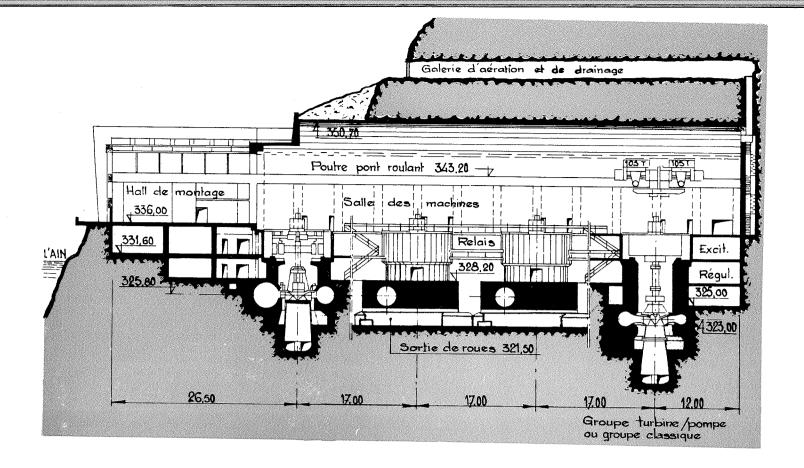
— à la partie basse du puits, 2 vannes-chenilles de $3\times 6,5$ m fermant l'entrée des 2 galeries blindées horizontales qui alimentent directement chaque groupe.

— quatre galeries d'amenée horizontales, creusées dans le rocher, d'un diamètre intérieur de 4,50 m et d'une longueur moyenne de 120 m. Les galeries sont blindées et passent sous la fondation du barrage à une profondeur variant de 30 à 70 m.





Ci-contre. — à gauche. —
Coupe du barrage dans l'axe de
l'une des galeries blindées de
vidange dans la partie basse
du barrage. A droite. — Coupe
dans l'axe d'une des passes de
l'évacuateur de crue. Sur la page
opposée. — Coupe en long de
l'usine semi-souterraine. On remarquera le groupe turbinepompe (à droite) qui pourrait
être installé en seconde phase
d'équipement.



L'USINE

L 'USINE comprend essentiellement le bâtiment des machines, la galerie des batardeaux, les bâtiments annexes et les cellules des transformateurs, groupés sur la rive droite à une centaine de mètres à l'aval du barrage.

Elle est conçue pour une chute brute maximale équipée de 100 m et une chute brute moyenne de 91 m.

Ainsi que nous l'avons dit, en préambule, l'usine est équipée, en première phase, pour un débit de 170 m3/s, correspondant à une puissance installée de 136 000 kW et, en deuxième phase, pour un débit de 330 m3/s correspondant à une puissance installée de 260 000 kW. La productibilité moyenne annuelle sera de 234 millions de kWh en première phase et de 236 millions de kWh en deuxième phase. Compte tenu de la suppression des usines de Chartreuse-de-Vaucluse et du Saut-de-la-Saisse, cette productibilité fait ressortir une augmentation de 181 millions de kWh par an, dans un premier temps, puis de 183 millions de kWh après l'équipement définitif.

Le bâtiment des machines

I L est prévu pour abriter quatre groupes Francis à axe vertical et disposé perpendiculairement à la vallée, moitié en construction souterraine, moitié en construction extérieure, côté rivière, où se trouvent l'entrée de la centrale et le hall de démontage à la cote 336 NGF. Les services auxiliaires électriques et hydrauliques sont disposés en sous-sol, sous le hall de démontage et entre les groupes.

Deux ponts roulants Soretex de 105 tonnes desservent l'usine. Ils circulent sur deux poutres de roulement partiellement suspendues à la voûte et reposant également sur 13 piliers en béton armé disposés en avant des longs-pans.

Une galerie d'aération et de drainage a été forée à quelques mètres au-dessus de la voûte de la salle des machines et parallèlement à l'axe de celle-ci. En outre, un accès direct est ménagé depuis le couronnement du barrage par puits, ascenseur et galerie.

La galerie de batardeaux

E LLE est parallèle à la salle des machines et renferme les organes de manœuvre des batardeaux de sortie des diffuseurs.

Un accès est ménagé à chaque extrémité, l'un donnant directement sur l'extérieur, l'autre dans la salle des machines.

Les bâtiments annexes

I LS comprennent les bureaux, ainsi que divers locaux, tableau général, entretien, atelier, magasin, garage, etc..., répartis sur deux niveaux. Ils sont disposés sur la rive droite, parallèlement à l'axe de la rivière, fondés sur le rocher en place et implantés un bâtiment à l'amont et l'autre à l'aval de la salle des machines. L'accès se fera au niveau 336 NGF.

Les cellules des transformateurs

L ES deux cellules des transformateurs sont placées à la suite du bâtiment annexe aval. Deux galeries de barres creusées dans le rocher les relient à l'usine.

Dans cette vallée étroite et pour éviter tous désordres que pourraient provoquer les embruns intenses consécutifs au déversement des crues, l'évacuation de l'énergie se fera par câbles à l'huile 225 kV sur 400 m de longueur environ jusqu'à un portique général d'où partiront des lignes aériennes reliant celui-ci au poste principal, situé dans la plaine de Vouglans, à 1200 m environ de l'usine.

Le poste 225 kV sera raccordé à la ligne 225 kV Génissiat-Champvans, mise en service en 1962-63.

L'équipement de l'usine

D ANS une première phase, l'équipement de l'usine sera formé de deux groupes comprenant chacun:

— une turbine Francis à axe vertical CAFL-Vevey, d'une puissance nominale de 62 000 kW à 214 tr/mn sous une chute moyenne de 90,40 m absorbant 75 m3/s. En fonctionnement en surpuissance, le débit peut être porté à 85 m3/s et la puissance à 68 000 kW.

— un alternateur Alsthom de $80\,000~\mathrm{kVA}.$

— pour cet ensemble, un transformateur triphasé 10,3/226 kV de 160 000 kVA recevra sur chacun de ses deux primaires le débit d'un groupe.

Cet équipement sera doublé en seconde phase d'exploitation de l'aménagement. L'usine sera alors dotée d'un groupe semblable à ceux qui auront été mis en service en première phase et d'un groupe turbine-pompe réversible qui permettra de faire remonter, pendant les heures creuses, l'eau restituée au bassin de compensation de Saut-Mortier dans la retenue de Vouglans, cette eau pouvant être à nouveau turbinée pendant les heures pleines.

L'adjonction d'un groupe réversible capable de fonctionner soit en pompe, soit en turbine permettra, chaque année, de recycler plus de 100 millions de m3 d'eau, ce qui représente un total de 20 millions de kWh qui seront ainsi transférés des heures creuses aux heures pleines.

Au moment où le développement simultané des sources d'énergie thermiques et nucléaires réserve à l'hydraulique le rôle, de plus en plus important, d'assurer l'équilibre permanent entre la production et la demande d'énergie, on comprendra tout l'intérêt que représente la mise au point de ces groupes réversibles, technique nouvelle dont Vouglans constitue l'une des toutes premières applications pratiques.

A signaler que les vannes et la grille de la prise d'eau, ainsi que les batardeaux du canal de fuite sont actuellement en construction aux Ateliers Neyrpic, comme les blindages des galeries d'amenée et de la vidange de fond aux Ateliers Bouchayer-Viallet et les vannes de vidange chez Dingler.

La restitution

L A restitution des groupes dans l'Ain se fait par deux galeries de fuite d'une section utile de 80 m2 environ, d'une longueur moyenne de 400 m. La cote de cette restitution est celle du niveau de la retenue de Saut-Mortier.

LA RETENUE DE VOUGLANS

A retenue provoquée par le barrage de Vouglans s'étendra sur 35 km de longueur, jusqu'au barrage actuel du Saut-de-la-Saisse. Sa largeur variera de 300 à 800 m. Il en résultera une accumulation totale de 600 millions de m3 dont 425 millions, correspondant à la tranche utile de 34 m, seront utilisés pour régulariser les débits de l'Ain. Le remplissage de la retenue sera évidemment assuré largement, puisque les apports moyens annuels de la rivière en ce point sont de 1 200 millions de m3.

La surface du plan d'eau atteindra 1600 ha, soit douze fois le lac de Nantua et près des deux tiers du lac d'Annecy.

Les terrains ainsi submergés par les eaux sont répartis sur treize communes. Disparaîtront également le village du Bourget avec son hameau de Bellecin et le hameau de Brillat, soit un total de 150 habitants qui devront quitter leur foyer.

La chartreuse de Vaucluse, une des plus anciennes de l'Ordre, sera aussi submergée. Reconstruite à la fin du XVIII siècle, elle fut, à peine achevée, détruite sous la Révolution. La chapelle et le cloître sont en ruines. Seules restent debout l'ancienne hostellerie des visiteurs, entièrement restaurée au siècle passé, et la terrasse supportée par une belle alignée de voûtes qui constituent, avec son cadre sauvage, le principal attrait du site.

Deux centrales hydro-électriques seront noyées :

- le Saut-de-la-Saisse (40 m3/s, 13 m, 13 millions de kWh/an),

— la Chartreuse de Vaucluse (60 m3/s, 25 m, 40 millions de kWh/an).

Malgré sa longueur, la retenue n'imposera pas le rétablissement de très nombreuses communications, comme c'est habituellement le cas lors de l'implantation d'aménagement de cette importance. En fait, les seules routes coupées seront la R. N. 470 et la D. 83 qui toutes deux relient Saint-Claude à Lons-le-Saunier par Moirans et Orgelet et franchissent la vallée de l'Ain à Brillat et au Pont de la Pyle.

L'agglomération du Bourget-Brillat disparaissant, il suffira de rétablir la voie du Pont de la Pyle, où la vallée est la moins large. Le nouveau pont construit légèrement à l'aval sera sensiblement de niveau avec le défilé d'accès, « la Pyle », et évitera les lacets actuels, facilitant ainsi le trafic routier.

Ce pont dont la portée sera d'environ 350 m et dominera le lac de quelque 20 m est actuellement à l'étude. Deux solutions sont actuellement envisagées :

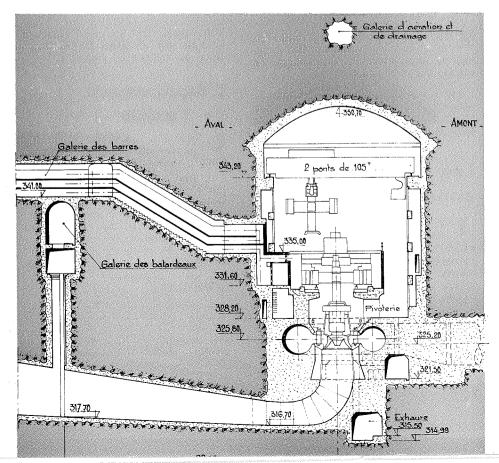
— un pont en poutres précontraintes, comportant deux travées de plus de 100 m.

— un pont suspendu, dont la palée centrale aurait 200 m.

Ce sera, de toute façon, un très bel ouvrage à l'échelle de cette vallée.

Par ailleurs, une nouvelle liaison sera établie de Maisod vers le Pont de la Pyle et localement quelques dessertes forestières seront aménagées en bordure du nouveau lac, favorisant ainsi le tourisme.

Coupe en travers de l'usine. Sur la gauche du document, on voit, de haut en bas, la galerie des barres, la galerie des batardeaux et la galerie de fuite ; sur la droite, l'arrivée d'une conduite forcée.





La gorge de l'Ain dans laquelle va être construit le barrage de Vouglans.

(Photo aérienne Monchanin et Périchon, Villeurbanne).

les méthodes, les travaux et les chantiers

ES études préliminaires qui déterminèrent le choix du site de Vouglans pour implanter les ouvrages constituant l'aménagement furent entreprises entre 1957 et 1960. Elles comportèrent deux campagnes de sondages :

— la première effectuée en 1956 par la Société Solétanche pour reconnaître la position topographique de la roche et la nature du remplissage alluvionnaire recouvrant le fond de la vallée.

— la deuxième lorsque les études furent un peu plus avancées, en 1960, 1961 et 1962, par la Société Intrafor pour préciser exactement la topographie du substratum rocheux, les perméabilités des alluvions et du rocher à l'emplacement du barrage, diverses possibilités de ballastières et de carrières, prélèvement d'échantillons de rochers, etc...

L'Entreprise Collet, de Lyon, fut également chargée par E.D.F. d'effectuer des recherches de ballastières par puits. Ces reconnaissances par sondages furent complétées entre 1960 et 1962 par de nombreux autres travaux de reconnaissances et par l'étude des principaux points du projet :

— reconnaissance géologique détaillée de la retenue et de la zone des appuis, nécessitant des travaux de déboisement, décapage, tranchées, sondages, exploration spéléologique, etc...

- galeries sur chaque rive.

- reconnaissances géophysiques par les méthodes résistives et sismiques.

— essais géotechniques au vérin hydraulique appliqué directement sur le rocher.

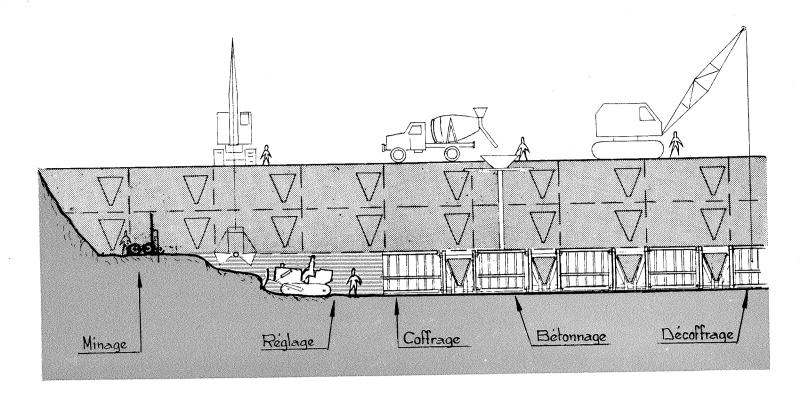
— nombreux essais en laboratoire, sur échantillons de rocher.

C'est ainsi que furent étudiés successivement :

— la qualité intrinsèque du rocher au droit des appuis du barrage, qui s'avéra excellente et homogène en profondeur, bien qu'en surface certains bancs horizontaux, plus ou moins dolomitisés, apparaissaient débités et altérés.

— les systèmes de fracturation de la roche: double réseaux de fissures verticales faisant, entre elles, un angle de 60° et à certains niveaux, quelques joints horizontaux stylolitiques à remplissage compact moins calcaire. Dès que l'on pénètre en profondeur, toutes ces fissures ou joints se ferment ou sont complètement remplis d'argile. Les études faites montrent que les appuis ne posent aucun problème de stabilité.

l'étanchéité générale de la retenue qui, comme dans tout rocher calcaire, méritait d'être étudiée de très près. Quelques grands réseaux karstiques furent détectés et explorés, principalement celui de la Caborne de Menouille qui se développe sur près de 2 km. Dans l'état actuel des recherches, s'il est impossible d'affirmer qu'aucune fuite de la retenue ne se produira, il est certain qu'elles seront limitées, contrôlables et suscep-



tibles d'être réduites par des travaux précis d'importance raisonnable. Tout un dispositif d'observation est prévu pour en assurer le contrôle.

— l'adaptation optimale des ouvrages au site. Il s'agit surtout du barrage-voûte en béton qui a fait l'objet d'études très complètes exécutées par le bureau C.O.B.: la forme triangulaire symétrique de la vallée rocheuse, relativement ouverte (rapport 3 horizontal pour 1 vertical) a permis de définir un type d'ouvrage adapté qui améliore sensiblement par rapport à une forme circulaire classique, d'une part la répartition des contraintes dans l'ouvrage et, d'autre part, les incidences du barrage sur les appuis qui restent toujours sensiblement égales à 45°. A volume de béton égal, le taux travail maximal dans le béton se trouve réduit de 15 à 25 %.

Le barrage est calculé en tenant compte du fait que les plots de rives, de hauteur faible, bénéficient d'un effet console qui s'ajoute à l'effet d'arc habituellement considéré. Ceci a permis d'adopter pour les arcs un rayon variable croissant de la clé aux naissances, la définition choisie étant celle de la spirale logarithmique.

Parallèlement, on a procédé tant au laboratoire E.D.F. de Chatou, qu'au laboratoire de la Sogreah à Grenoble ou qu'au laboratoire spécialisé C.O.B., à l'étude sur modèle réduit des divers ouvrages hydrauliques, ainsi que du barrage proprement dit.

Rappelons qu'au point de vue administratif, la demande de concession avait été déposée en juillet 1957. L'enquête publique eut lieu en octobre 1960.

Ces caractéristiques permirent d'améliorer l'incidence des appuis du barrage en transformant la définition en demi-cercle de celui-ci par une définition en deux spirales.

LES BATARDEAUX

L ES études préliminaires montrèrent, en outre, que la rive gauche était empâtée d'une épaisse terrasse alluvionnaire d'origine fluvio-glaciaire sur laquelle coulait la rivière, à 20 m au-dessus du fond rocheux. selon un lit décalé de 30 m vers la rive droite, par rapport à l'axe de la vallée rocheuse. Cette terrasse est formée d'un conglomérat d'argile indurée audessous de la cote 330 NGF sur un fond d'argile pure au-dessous de la cote 325 NGF. Les différents talus qui tiennent, au moment de l'excavation verticale, se désagrègent rapidement, par lavage de l'argile cimentant les galets constituant la moraine.

Il n'était donc guère possible d'envisager de poursuivre en-dessous de la cote 330 NGF l'extraction de ces alluvions en fouille ouverte en grand en raison des risques de glissement des masses.

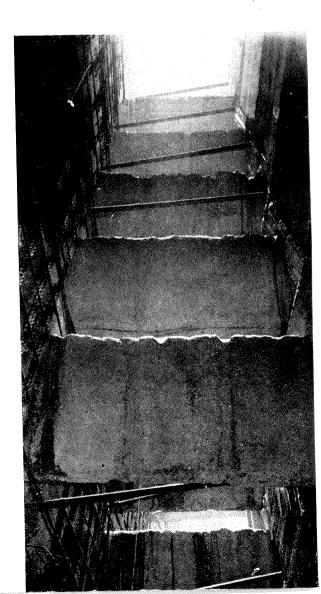
Après avoir envisagé la réalisation de ces fouilles, soit en parois moulées dans le sol, soit en fouilles blindées boisées, la solution fouilles blindées béton « type Bioge » fut retenue.

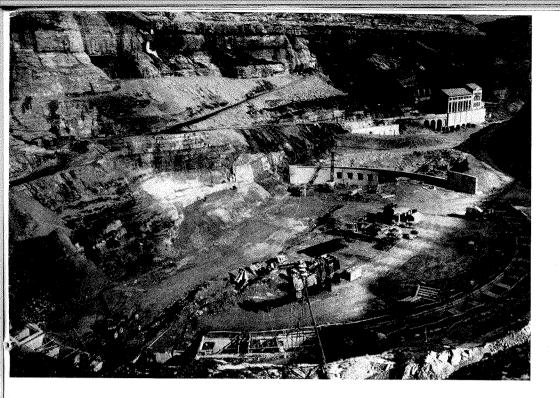
Ce type de fouilles fut utilisé pour la première fois lors de la construction du barrage de Bioge sur la Dranse de Morzine, à l'amont du confluent des trois Dranse, près de Thonon.

Mis au point par le Bureau « Coyne et Bellier », il est réalisé à Vouglans par cellules de 5 m de long par 4 m de large et 2,50 m de haut. Chaque cellule est successivement minée, marinée, réglée, coffrée, puis bétonnée. Les deux banches latérales en béton de 0,30 m moyen d'épaisseur sont entretoisées par des étrésillons ou butons prismatiques en béton de 1,5 m² de section.

Il y a 10 niveaux, soit 25 m dans les alluvions, plus une fouille d'ancrage de 4 m dans le rocher. Ci-dessus. — Schéma de principe de la construction d'une fouille Bioge. Ci-dessous. — Vue d'une ligne de butons, prise du fond de la fouille Bioge. Sur la page opposée — en haut. — L'ensemble de la fouille Bioge et, au fond, la centrale de la Chartreuse-de-Vaucluse qui disparaîtra sous la retenue. En bas. — Schéma de l'implantation du voile d'étanchéité et du réseau de drainage.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne).





Ces fouilles blindées, réalisées à l'amont et à l'aval des assises du barrage en deux voûtes en béton, constituent un batardeau formant une enceinte réduite susceptible d'être noyée pendant la période des travaux par des crues supérieures à 600 m³/s. Cette enceinte est traitée en ouvrages définitifs car elle a dans la construction et le fonctionnement des ouvrages de retenue un rôle qui dépasse celui habituellement dévolu aux batardeaux sur un chantier de ce genre.

Le batardeau amont

Arasé à la cote 332, le batardeau a pour but :

- pendant la période des travaux, de retenir, en cas de crues supérieures à 600 m³/s, les matériaux du prébatardeau amont qui pourraient venir remplir l'enceinte dans laquelle sont exécutées les fouilles du barrage au-dessous du lit de l'Ain;
- de permettre l'exécution du bouchon de la déviation provisoire (D. P.) de la rivière, en protégeant l'entrée de la vidange basse ménagée à cet effet dans le barrage;

— enfin, après la mise en eau de la retenue, de continuer à protéger de l'engravement cette vidange secondaire de fond et les pertuis provisoires calés à la cote 324 NGF pour garder disponible le dispositif qui permettrait de remettre en place le fond sautable installé dans le bouchon en béton de la déviation provisoire, en cas d'utilisation de celle-ci.

Fondé au rocher, le batardeau a une épaisseur de 4 m au-dessous de 325 NGF et de 1,20 m au-dessus de cette cote. Il développe 62 m en crête et comporte six passes sautables, arasées à la cote 327 NGF, de 2,50 m \times 2,00 m.

Le batardeau aval

Arasé à la cote 345 NGF, le batardeau délimitera, avec le parement aval du barrage, l'enceinte qui constituera le bassin d'amortissement dans lequel déverseront les évacuateurs de crues et les vidanges.

Il est fondé au rocher, son infrastructure étant réalisée, au-dessous de 330 NGF, en fouille blindée pour la moitié de l'épaisseur. Sa hauteur maximale au-dessus des fondations est de 45 m; il développe en crête 132 m et son épaisseur varie de 8 m à la base à 2,50 m en crête. Les seuils déversants à profil « Créager » sont à la cote 332 NGF.

Il comprend en outre six pertuis à passes batardables de 2 m de largeur.

LE VOILE D'ÉTANCHÉITÉ ET LE RÉSEAU DE DRAINAGE

L A destination même du barrage imposait d'assurer l'étanchéité du rocher de fondation au droit du barrage et en prolongement des appuis pour éviter le contournement par les eaux de la retenue.

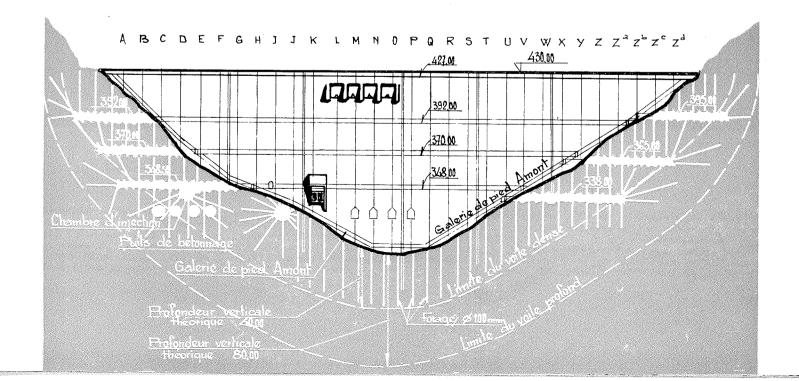
Un voile d'étanchéité a donc été décidé dans ce but et sa réalisation confiée à la Société Intrafor. Il comporte une zone dense qui descend jusqu'à une quarantaine de mètres de profondeur. Il est prolongé par un voile moins dense jusqu'à 80 m de profondeur. Cette zone de voile estinée à contrôler l'étanchéité de la vallée rocheuse en profondeur. Le voile profond sera plus ou moins étoffé suivant les résultats obtenus lors des premières injections.

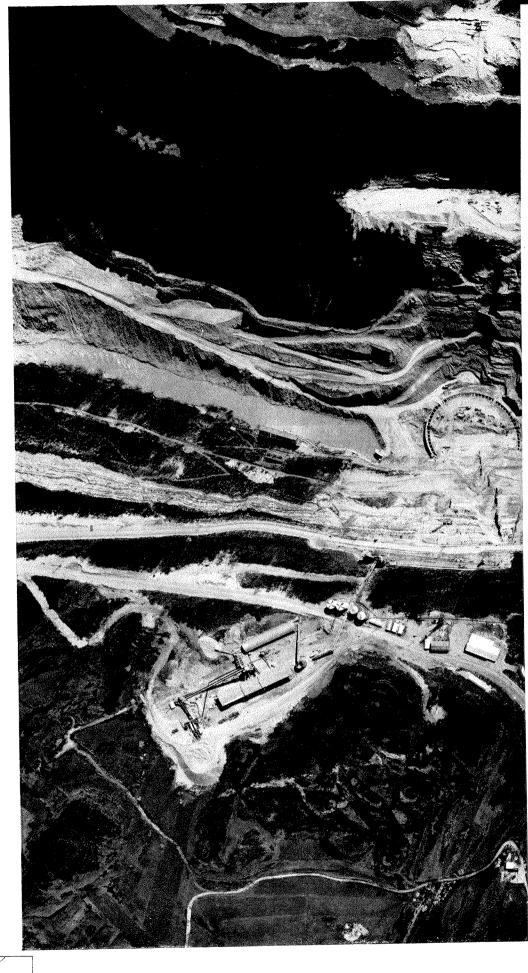
La pente du voile d'étanchéité est imposée par la présence du réseau de drainage. Dans le fond de la vallée la pente d'environ 4/3 (4 vertical pour 3 horizontal), imposée par le voile drainant, a pu être ramenée à 2/1 environ.

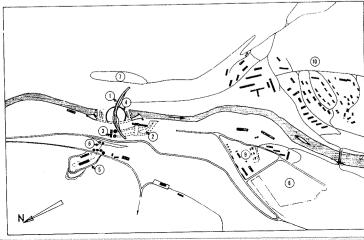
Le voile drainant est constitué par un réseau de trois galeries de 80 m de long environ sur chaque rive, reliées entre elles par des forages.

Il a pour objet d'éviter les souspressions sous les appuis.

La distance entre le voile d'étanchéité et le voile drainant est de 10 m environ.









Cette remarquable photo aérienne prise à l'aplomb du chantier de l'Entreprise Industrielle permet d'étudier la situation des différents ouvrages de l'aménagement et des installations du chantier. Nous avons repéré sur le schéma de gauche les plus importants d'entre eux : (1) les fouilles du barrage, (2) l'ensemble usine, (3) l'emplacement de la prise d'eau, (4) le bassin d'amortissement, (5) la station de traitement et de stockage des agrégats, (6) les centrales à béton, (7) la circulaire inférieure des blondins, (8) la ballastière du Finage, (9) les bureaux et ateliers d'entretien, (10) la cité de Vouglans construite par E.D.F. pour le logerment d'une partie du personnel. Il y a une autre cité à Orgelet.

le chantier

A réalisation de l'ensemble des travaux du génie civil concernant les ouvrages de l'aménagement a été confiée, sur appel d'offres de prix, à l'Entreprise Industrielle par la direction de la Région d'Equipement Hydraulique Alpes I d'E.D.F. maître d'œuvre.

L'Entreprise Indusrielle a fait appel pour la seconder à deux entreprises sous-traitantes : la Société Intrafor pour les sondages et injections et l'Entreprise Pegaz et Pugeat (de Chambéry), pour l'exécution de certains travaux de déroctage souterrains et de la dérivation provisoire.

Avant l'ouverture du chantier, le 1er juin 1963, des ensembles d'habitations avaient été entrepris tant à Orgelet qu'aux abords de Vouglans pour le personnel de surveillance et d'exécution. Ils comprenaient l'édification de cités comptant au total 180 logements de familles et des dortoirs totalisant 200 lits. Les cités disposent en outre d'un foyer, d'un centre commercial, d'une maison des cultes et d'un groupe scolaire de 3 classes.

Par ailleurs, des routes ont été élargies et de nouvelles circulations créées.

Le chantier a débuté par une phase d'installation simultanée avec la phase des terrassements. Ceux-ci sont maintenant achevés dans leur ensemble et se poursuivent par le coffrage et le bétonnage des ouvrages. Le chantier se terminera par le montage des éléments mécaniques.

Les divers travaux sont conduits en vue de la mise en eau du barrag. à la fin de l'année 1967, la mise en route du premier groupe devant intervenir dans le courant de 1968.

LES INSTALLATIONS DU CHANTIER

A conception de l'ensemble des ouvrages qui forment l'aménagement de la chute de Vouglans a imposé à l'Entreprise Industrielle l'organisation d'un chantier très concentré avec tout ce que cela comporte de difficultés, par la superposition des travaux, de coordination et de maintien des règles de sécurité.

Nous aurons l'occasion de citer les moyens en œuvre lorsque nous étudierons, dans un chapitre suivant, les travaux de terrassement.

Mais le chantier de l'Entreprise Industrielle se signale tout particulièrement par l'importance et la conception de ses installations d'élaboration, de fabrication et de transport des bétons.

La réalisation des ouvrages nécessite, en effet, la fabrication et la mise en place de près de 600 000 m³ de bé-

ton de granulométrie variable avec des dosages allant de 250 à $350~\rm kg$ de ciment par $\rm m^3$.

Les installations destinées à la fabrication et à la mise en place des bétons du barrage, de la prise d'eau, de l'usine et des ouvrages annexes sont articulées en six groupes fonctionnels:

- extraction des produits de la ballastière;
- installation de préparation des granulats;
- installation de stockage et de distribution du ciment;
- centrales à béton;
- installations et équipements de mise en place du béton du barrage;
- installations et équipements de mise en place des bétons de l'usine et des ouvrages annexes.

Extraction des produits de la ballastière

L ES granulats, pour les bétons et les sables d'injections, proviennent de l'exploitation des alluvions de l'Ain. Ils sont extraits de la ballastière du Finage, située près de Menouille, à 2 km à l'aval du barrage. C'est à l'emplacement de cette ballastière que sera implanté le poste principal de départ 225 kV de l'usine de Vouglans.

Pelle RH 5 sur chenilles Orenstein et Koppel à commande hydraulique équipée d'un godet 580 litres, puissance d'arrachement 11,8 tonnes, au travail sur la ballastière du Finage (Entreprise Valérian).

(Photo R. A. Mil)





Les matériaux provenant de cette ballastière contiennent des quantités variables — mais pouvant être localement importantes — de terre et notamment d'argile adhérente. Néanmoins des considérations d'économie ont conduit à préférer la ballastière du Finage plutôt que celle du Saugeais, également possible, mais distante d'une dizaine de kilomètres. Le broyage du calcaire extrait lors des terrassements a été exclu pour des raisons techniques.

Après décapage au scraper de la zone d'exploitation, les alluvions sont prélevées à la pelle hydraulique RH5 Orenstein-Koppel et chargées sur des camions Deutz Magirus qui les transportent à la station de préparation. Ce mode opératoire assure, dans les meilleures conditions, l'homogénéisation des produits provenant des couches successives d'alluvions.

La capacité de production de l'ensemble d'extraction et de transport est de 2 000 tonnes d'alluvions extraites par jour, ce qui correspond à la moyenne des graphiques de bétonnage. Ce chantier a été sous-traité à l'Entreprise Valerian, de Courthézon (Vaucluse).

Installation de préparation des granulats

L A teneur en silts argileux adhérents des alluvions de la ballastière du Finage ne permet pas, ainsi que l'ont démontré les essais préliminaires, d'obtenir des granulats propres par simple lavage sur crible. Ce fait a conduit à prévoir une installation de préparation très fortement équipée pour le lavage et dotée, en outre, d'un ensemble de récupération de sables fins très élaboré de façon à réduire le plus possible les pertes de ces sables dont les produits naturels sont assez pauvres.

Cette pauvreté a, d'ailleurs, imposé l'installation d'un ensemble de broyage pour la préparation des sables fins.

L'installation de préparation des agrégats est située sur la rive droite de l'Ain à une cote moyenne de 500 NGF et sensiblement au droit du chantier de construction du barrage.

Sa capacité de production est de 250~t/h en exploitation normale, avec une possibilité de pointe à 300~t/h.

Pour des raisons de sécurité de marche et de facilité d'exploitation, l'installation comporte deux chaînes identiques juxtaposées. Seuls les appareils de correction, classification des sables fins et des bandes transporteuses de répartition sont communs aux deux chaînes.

Réception et régularisation du tout-venant

Les produits provenant de la ballastière sont déversés dans une trémie de 50 m³ dont l'accès est assuré par deux rampes. Cette trémie est équipée d'une grille destinée à éliminer les produits supérieurs à 300 mm et d'un extracteur à tablier métallique à débit réglable par variation de vitesse de 66 à 200 t/h Boyer SBT 10. Cet extracteur assure la régularisation du débit de l'ensemble de l'installation.

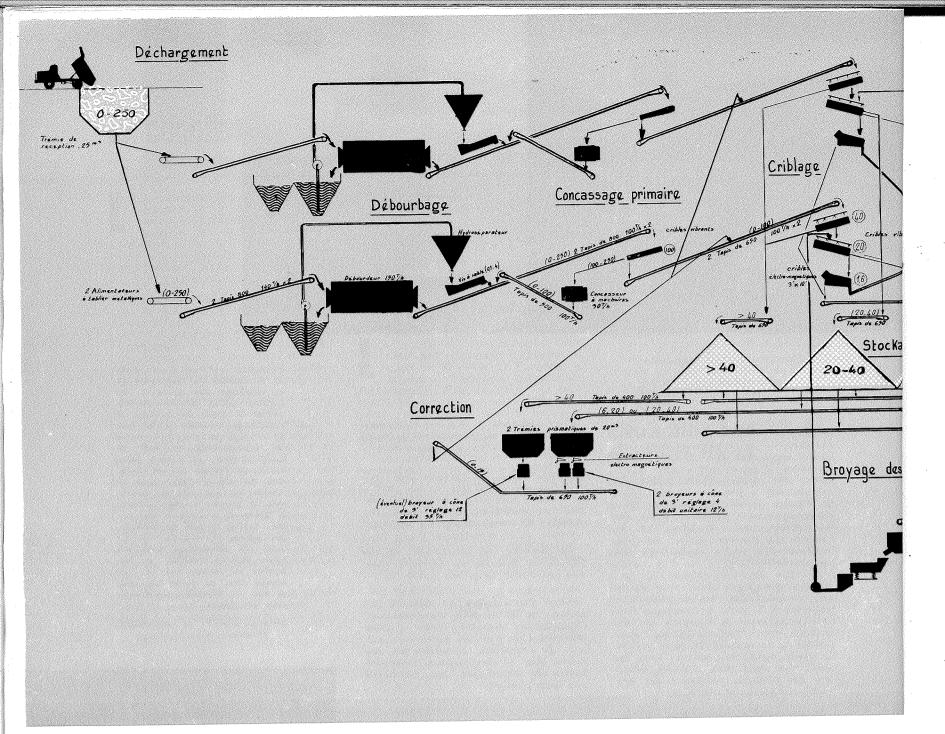
Sous l'extracteur, les produits sont repris par un transporteur de 800 mm pour l'alimentation du débourbage.

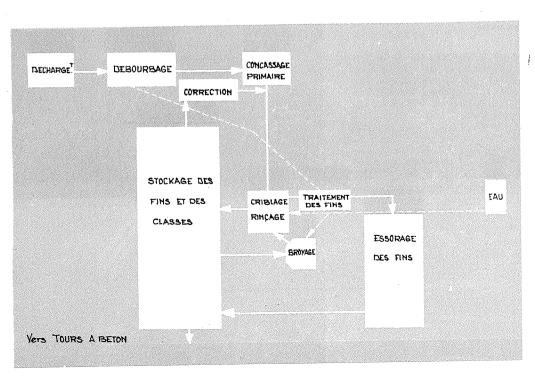
A proximité des trémies, un stock de sécurité d'alluvions brutes est constitué pour parer aux risques d'interruption dans l'alimentation provoquée par les intempéries ou un accident de ballastière.

En cas de nécessité le stock est poussé sur la trémie par un bulldozer D 7. Ci-dessus. — Vue d'une partie de la station de traitement et de stockage des agrégats. Au premier plan, le transporteur reliant le poste de criblage et concassage primaire à la tour de criblage et lavage. A droite du transporteur, le hall de stockage avec, en premier plan, les buses Armco par où sortiront les transporteurs pour la reprise des agrégats en correction. A gauche du transporteur, le poste de traitement des sables fins et le hall de stockage des sables. Ci-dessous. — Le poste de débourbage avec les tubes Neyrpic-Roloflux et les bassins de décantation et, au second plan, un hydroséparateur et une vis Wemco pour l'essorage des sables.

(Photos R.A.M. et Monchanin et Périchon, Villeurbanne.)

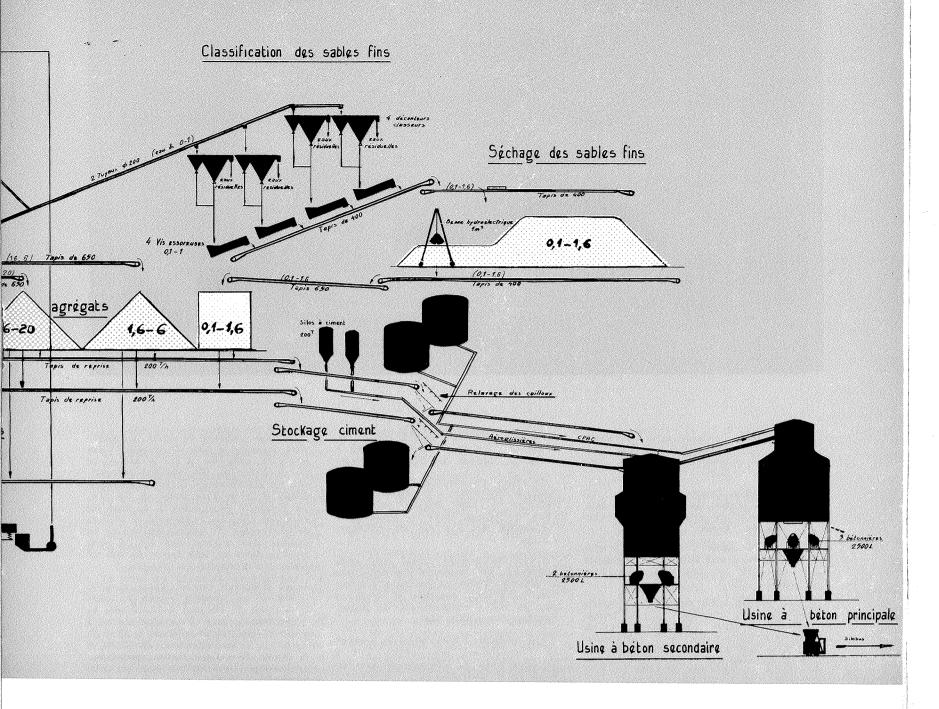






Ci-dessus. — Schéma de principe du traitement, du classement et du stockage des agrégats et des sables. Ci-contre. — Schéma de l'implantation des différents postes de la station de traitement et de stockage des agrégats. Sur la page opposée — en bas. — Cribles Dragon et concasseurs à mâchoires Bergeaud-Duplex de la station criblage et de concassage primaires.

(Photo R. A. M.)



Débourbage

Le débourbage proprement dit des produits est assuré par un tube débourbeur Neyrpic Roloflux à 24 - 75 de 2,40 m de diamètre et 8 m de long, monté sur pneumatiques fonctionnant à contre courant. Il est alimenté par le transporteur de 800 mm et décharge les produits débourbés sur un transporteur de 800 m vers le concassage primaire.

En annexe de ce débourbeur sont montés les appareils et installations de récupération des sables qui comprennent :

— un bassin de décantation — Les eaux provenant du débourbeur chargées de sable sont reçues dans un bassin de décantation pyramidal avec surverse dans un bassin de reprise commun aux deux chaînes. Les produits décantés sont pompés par une pompe de dragage « Wemco » 6 C 66 vers l'hydroséparateur, cependant que les eaux de surverse sont reprises et recyclées par une pompe Guinard MA 255/13. Les eaux excédentaires

sont rejetées dans le réseau d'évacuation par une pompe Richier P 150 commune aux deux chaînes.

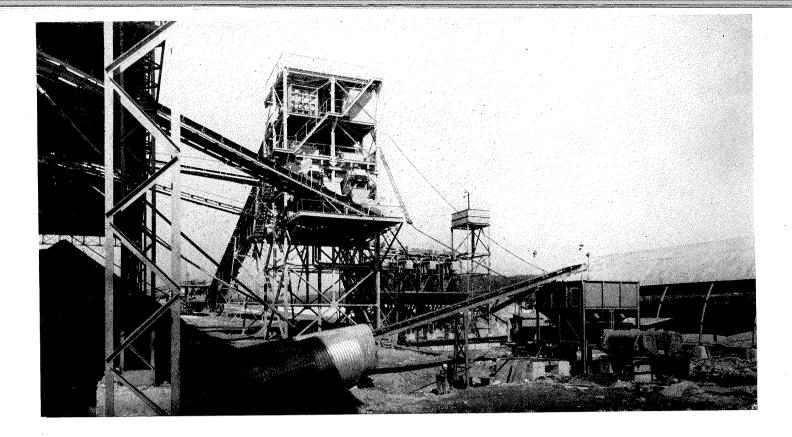
— un hydroséparateur — Les eaux chargées de sable sont traitées par un hydroséparateur Unitec de 2,80 m de diamètre. Les eaux de surverse font retour au bassin de décantation et les produits décantés déversés à l'étage suivant.

— **une vis d'Archimède** — qui assure l'essorage des sables récupérés de façon à les rendre transportables par transporteur de 800 mm et permettre leur traitement dans les circuits de la station.

Ensemble de criblage et de concassage primaires

Cet ensemble qui reçoit du tout-venant $0/300~\mathrm{mm}$ est destiné à retenir, pour concassage, les éléments plus gros que la limite supérieure de la





granulométrie utilisée pour les bétons du barrage, c'est-à-dire 125 mm (passoire). Il comporte, monté sur une charpente unique :

- un crible Dragon VN 90 L3 200 × 3000 du type suspendu, équipé d'une grille à mailles carrées de 100 mm;
- un concasseur à mâchoires double effet Bergeaud Duplex 43, réglagles entre 30 et 100 mm, ouverture 575 × 350

Un transporteur de 650 mm recycle les produits concassés sur le transporteur d'entrée. Un transporteur de 650 mm de reprise, dont l'alimentation se fait sous le crible, dessert la tour de criblage.

Ensemble de criblage et de lavage secondaire

Tous les organes de criblage assurant le classement des granulats de 0 à 125 mm (passoires) sont groupés dans une tour commune aux deux chaînes d'où les produits classés sont dirigés vers les stocks et vers le traitement des sables fins.

Les appareils suivants, placés en série, équipent chacune des deux chaînes :

- un crible vibrant Dragon VN 125 × 300 équipé d'une grille à mailles carrées de 35 mm balayée par une rampe de lavage haute pression;
- un crible vibrant Dragon VN 150 × 350 à 2 claies, l'une, à la partie supérieure, équipée d'une grille à mailles carrées de 15 mm balayée par une rampe de lavage haute pression, l'autre, à la partie inférieure, équipée d'une grille à mailles carrées de 5 mm;
- un crible électromagnétique Four nier Mouillon 1,10 × 3 m muns

d'une grille à fissures pour criblage à 1,6 mm, qui correspond à un écartement des fils de 1,2 mm.

Ce crible est précédé d'une grille à fissures fixe destinée à éliminer avant criblage la plus grande partie de l'eau de lavage mise en œuvre par l'ensemble du système de criblage-lavage.

L'eau de lavage, ainsi que celle provenant de l'essorage provoqué par le criblage électromagnétique des sables 1,6/6 sont reprises et envoyées par gravité à l'installation de classification des sables fins.

Les produits classés et lavés sortant de l'installation sont repris par 4 transporteurs de 650 mm et mis en stock en 4 catégories :

1.6/6 - 6/20 - 20/40 et 40/125.

Hangar de stockage

Par l'intermédiaire de transporteurs de répartition, les produits finis supérieurs à 1,6 mm sont stockés en 4 tas de 1 000 m³ utiles, protégés des intempéries par un hangar en charpente métallique couvert et bardé en tôles ondulées et galvanisées.

Sous les tas sont disposés, longitu dinalement, deux tunnels de reprise en tôles ondulées cintrées Armco :

 un tunnel qui abrite les deux transporteurs d'alimentation des tours à béton.

Ces transporteurs de 650 mm, d'un débit unitaire de 200 t/h sont alimentés par des distributeurs à commande à distance : pour les produits gros, des appareils électromagnétiques Sinex F 44 D: pour les sables des appareils Fourray 7 G 608 à bande caoutchouc. Ces appareils sont fixés au toit du tunnel et assurent bien entendu un débit de 200 t/h par catégorie.

Le tunnel abrite, en outre, à l'extrémité opposée à celle de la sortie des agrégats vers les tours à béton, le transporteur de 400 mm qui reprend, par un distributeur électromagnétique Sinex F 33 D d'un débit de 100 t/h. les produits supérieurs à 40 mm en excédent pour les envoyer à la station de correction. Il assure également la reprise des sables fins 0,1/1,6 mm stockés dans un silo fermé de 800 m³ placé à l'extrémité du hangar.

un deuxième tunnel, placé parallèlement au premier, abrite le transporteur de 400 mm qui alimente la correction par deux distributeurs électromagnétiques Sinex F 33 D de 100 t/h en excédent de 6/20 et 20/40. Ce tunnel donne également passage au transporteur qui alimente en 6/20 la station de broyage de sable fin.

L'installation est donc conçue de façon à pouvoir effectuer sur les stocks toutes les opérations de correction nécessitées par la granulométrie des produits de la ballastière.

Station de correction

Il a été prévu une correction des cailloux plus gros que 40 mm, bien que celle-ci soit pratiquement inutile, la ballastière étant en moyenne déficitaire dans cette catégorie, compte tenu des caractéristiques des bétons a réaliser. En première phase des travaux, le broyeur correspondant n'a pas été monté.

Une correction sur les graviers et gravillons 20/40 et 6/20 est installée

Les excédents repris aux tas par les transporteurs sont traités par : deux broyeurs giratoires rapides à cône Bergeaud-Symons 3' tête courte et boi fin, réglés à 4 mm et d'un débit total de 24 t/h pour le 20/40 et le 6/20.

Ci-contre - à gauche. — Vue d'une partie de la station de traitement des agrégats; de gauche à droite: le hall de stockage des agrégats, la tour de criblage et de lavage, la station de traitement des sables fins et le hall de stockage des sables. Au premier plan, le poste de broyage des sables équipé de deux broyeurs Dragon « Vibrotub », ce poste est alimenté par un transporteur reprenant les agrégats dans une buse Armco. Ci-contre — à droite. — Vue d'ensemble au faîte du hangar de stockage avec convoyeurs de répartition des agrégats classés.



Le débit de ces broyeurs est régularisé par des trémies de 20 m³ équipées de distributeurs électromagnétiques Sinex F 22 D. Le niveau des agrégats dans ces trémies commande, par des contrôleurs de niveau à rayonnement Précismeca, le fonctionnement des distributeurs de reprise au stock assurant ainsi l'automatisme absolu du fonctionnement de la station de correction.

Un transporteur de 650 mm 100 t/h recycle les produits broyés par les transporteurs d'alimentation de la tour de criblage-lavage.

Pour parer à toute éventualité et dans le cas où l'exploitation de la ballastière ferait apparaître des besoins supplémentaires de correction, il a été prévu de monter éventuellement un broyeur supplémentaire Bergeaud-Symons 3' tête courte,

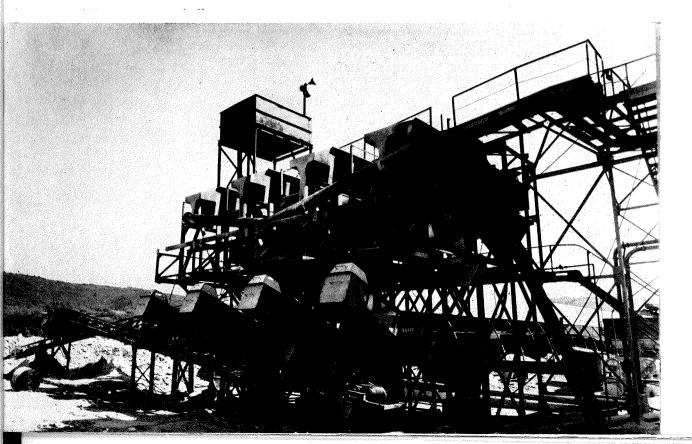
Station de traitement des sables fins

Les eaux provenant de la tour de criblage-lavage et récupérées sous le crible électromagnétique Fournier Mouillon présentent, pour un débit de 230 m³/h une concentration en sable 0/1,6 de l'ordre de 150 g par litre.

Cet effluent collecté dans un caisson commun aux deux chaînes descend par gravité dans un tuyau Ø 320 mm et il est réparti par un ensemble de partiteurs pour être traité par :

 quatre classificateurs Montagné : 10 t/h à deux catégories de réglages 0,1/0,4 et 0,4/1,6. Le réglage de la granulométrie interne du sable fin est effectué par le jeu des débits d'eau secondaire. Les eaux de surverse entraînent les silts et argiles au-dessous de 0,1 mm et sont rejetées à l'évacuation générale. Les sables décantés sont évacués par un système automatique à vanne asservie;

- quatre vis essoreuses Boyer GV 50, dont le rôle est d'abaisser aux environs de 15 % la teneur en eau des sables classés et de permettre ainsi leur manutention par bandes transporteuses;
- égouttage sous un hangar. Les sables sortant de l'ensemble de classification ont une teneur en eau voisine de 15 %, trop élevée pour assurer une régularité suffisante de la teneur instantanée aux bétonnières. Pour éviter que des circulations d'eau dans les trémies et silos de stockage ou d'exploitation viennent perturber cette teneur, les sables sont séchés par



Vue d'ensemble de la batterie de décanteurs - classificateurs Montagné des sables fins, avec les vis d'essorage Boyer.

LES BROYEURS VIBRANTS A BARRES DRAGON, TYPE « VIBROTUB »

LES broyeurs utilisés pour la préparation des sables à la station de traitement des agrégats sont d'un type nouveau et sont en service pour la première fois sur un chantier.

Il s'agit de broyeurs vibrants à barres Dragon, type « Vibrotub », dans lesquels l'effet de comminution et d'attrition de matériaux en contact avec la charge broyante est obtenu, non par la rotation du tube, ainsi que cela est réalisé dans les appareils du type classique, mais par de puissantes vibratiens provoquées par une excitation à balourd.

Le broycur « Vibrotub » est constitué de deux corps cylindriques jumelés, disposés horizontalement de part et d'autre d'un tube central qui renferme le mécanisme d'excitation. L'ensemble, relié par des étriers à lunettes, repose par ses quatre angles sur un système élastique. Les corps cylindriques sont garnis, jusqu'aux 3/4 environ ce leur diamètre, de barres cylindriques libres en acier dur. La matière à broyer, introduite par une des extrémités, est réduite par frottement et par percussion entre les barres qui s'entrechoquent et roulent les unes contre les autres sous l'action des puissantes vibrations imprimées à J'ensemble. Le produit broyé sort par des fentes ménagées à l'extrémité opposée des tubes.

Le broyeur « Vibrotuh » comporte deux tubes jumelés de 6 600 mm par 2.400 mm de longueur. La charge de corps broyant est de 5 tonnes. Le débit horaire (selon dureté et finesse à obtenir) est de 5 à 10 tonnes. L'appareil peut fonctionner par voie sèche ou par voie humide. Il est entrainé par courroies trapézoïdales à partir d'un moteur 45 kW à 1.500 tr/mn.

Dans le cas particulier du chantier de l'Entreprise Industrielle à Vouglans, il s'agit de produire, à partir de matériaux 1,6/6 ou 6/20, des éléments fins de la catégorie 0,1/1,6.

Pour obtenir ce résultat, le débit unitaire de chaque appareil travaillant en voie humide a été fixé à 6,6 t/h avec la charge totale de barres suivantes :

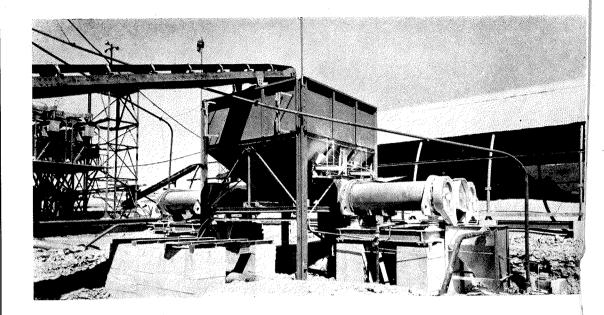
34 barres ϕ 70 mm and représentant 34 barres ϕ 60 mm and une masse 34 barres ϕ 50 mm

L'entraînement est assuré au moyen d'un moteur de 70 ev. donnant une vitesse d'attaque de 810 tr/mn.

La composition granulométrique du sable obtenu est sensiblement la suivante :

φ passoires en mm.	%
0 — 0,1	30 %
0,1 — 0,5	34 %
0,5 — 1	21 %
> 1	15 %

La grande simplicité mécanique de ce nouveau type de broyeur qui ne comporte aucun engrenage, dont l'installation peut être réalisée sur charpente fixe ou suspendue ou même sur remorque routière, lui confère une remarquable souplesse d'emploi. Elle en fait un précieux auxiliaire de l'équipement des chantiers de Travaux Publics, chaque fois que les spécifications conduiront à une préparation ou à une correction des sables.



essorage naturel en tas à l'abri d'un hangar couvert d'une capacité utile de 1500 m³. La mise en tas est assurée par un transporteur à déversoir mobile de 400 mm fixé au toit du hangar.

La reprise, par le sommet du tas, des sables égouttés dont la teneur en eau est alors constante et voisine de 8 % est assurée par une benne preneuse hydro-électrique Benoto montée sur portique automoteur et un transporteur de 400 m. Ce transporteur alimente le silo de stockage fermé de 800 m³ situé à l'extrémité du hangar de stockage des agrégats.

Broyage de sable

La ballastière étant déficitaire en sables fins inférieurs à 1 mm, une correction par broyeurs à barres a été installée qui permet de compléter en éléments fins la catégorie 0,1/1,6.

Le broyage proprement dit des produits 1,6/6 ou 6/20 est assuré par deux broyeurs vibrants Dragon-Vibrotub 60 travaillant en voie semi-humide. La vibration de ces broyeurs, construits par Dragon sous licence I.C.I. et utilisés par l'Entreprise Industrielle pour la première fois sur un chantier en Europe est assurée par un système a balourd agissant sur une charge de barres.

En annexe de ces broyeurs sont montés les appareils et installations permettant l'alimentation, la récupération et le recyclage des produits broyés : deux tunnels de reprise en tôle ondulée cintrée Armco abritent les deux transporteurs d'alimentation.

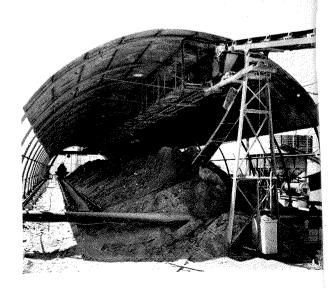
Ces transporteurs de 400 mm, d'un débit unitaire de 100 t/h sont alimentés par des distributeurs électromagnétiques Sinex F 33 D de 100 t/h. Le débit des broyeurs est régularisé par une trémie de 30 m³ équipée de distributeurs électromagnétiques Beyer BG 8 SS et dans laquelle le niveau des agrégats commande, par des contrôleurs de niveau à rayonnement Précismeca, le fonctionnement des distri-

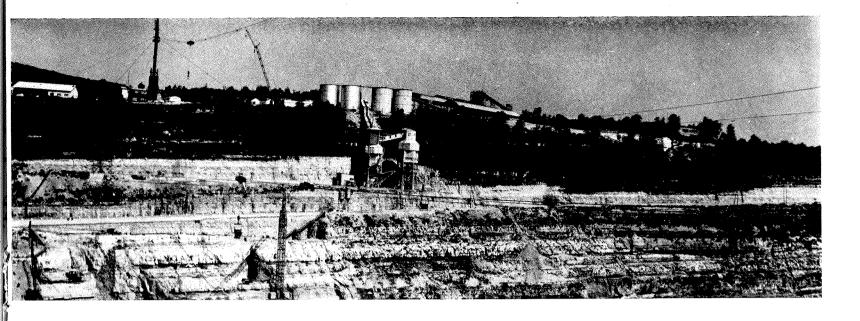
buteurs de reprise du stock assurant ainsi, comme à la station de correction, l'automatisme absolu du fonctionnement de la station de broyage.

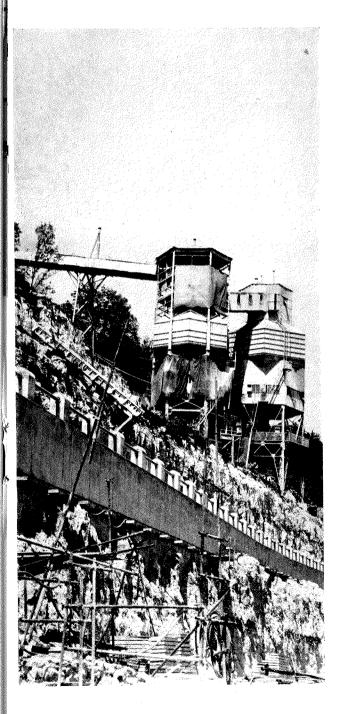
Les eaux provenant du broyeur, chargées de sable, sont reçues dans un bac de décantation avec surverse. Les produits sont pompés par une pompe de dragage Wemco 3 C 22 vers la tour de criblage.

L'emplacement d'un broyeur sup plémentaire est prévu dans l'installation.

> En haut de page. — Les broyeurs vibrants Dragon « Vibrotub 60 ». Ci-dessous. — Le hall d'égouttage des sables fins. (Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne, et R. A. M.







La fabrication des bétons

L ES ciments servant à l'élaboration des bétons pour la construction des différents ouvrages de l'aménagement de Vouglans proviennent de la Cimenterie de Champagnole, à 60 km du chantier, qui fut si cruellement éprouvée, voici deux ans, par l'effondrement de galeries dans sa carrière souterraine.

L'exploitation a repris en carrière à ciel ouvert, mais compte tenu des indispensables mises au point qu'impose le démarrage d'une fabrication selon des données nouvelles, le clinker dont est fait le ciment de Champagnole est livré à cette cimenterie par l'usine Lafarge du Val d'Azergues par wagons, puis il est broyé à Champagnole et y reçoit les ajouts (notamment des cendres en provenance de la Centrale de Chalon) pour obtenir un ciment CPAC 210/325 qui réponde aux exigences extrêmement strictes d'E.D.F. en ce qui concerne les caractéristiques, particulièrement de chaleur d'hydratation.

Le ciment parvient à Vouglans en camions containers et il est stocké dans quatre silos de 1 200 t à fond plat d'un diamètre de 10 m et d'une hauteur de 12,5 m. La reprise s'effectue en fond de silo par aéroglissières.

La capacité de stockage des quatre silos représente environ trois semaines de consommation du chantier.

Le ciment extrait des silos est acheminé aux silos secondaires des tours à béton par des aéroglissières Sertac.

Les centrales à béton

La fabrication des bétons de l'ensemble du chantier est assurée par deux centrales Fourray jumelées, implantées à la cote 450 NGF, légèrement à l'amont du barrage. Ci-dessus. — Vue d'ensemble des installations du chantier sur la rive droite. De gauche à droite : le point fixe des blondins, les silos à ciment dominant les deux tours à béton Fourray, le hall de stockage des agrégats. Ci-dessous. — Les transporteurs d'agrégats entre la station de stockage et les tours Fourray. A gauche, les aéroglissières transportant le ciment. A gauche. — Les deux centrales à béton Fourray. La tour de droite est utilisée en centrale principale, la tour de gauche assure la fabrication des bétons pour les ouvrages annexes et complètera la production de la centrale principale lors de la construction du barrage.

(Photos R. A. M.)





Poste de chargement des bennes à béton par le silobus et la tour à trois étages pour la commande des blondins.

(Photos R. A. M.)

La première est exclusivement affectée à la fabrication des bétons nécessaires à la construction du barrage.

La seconde assure la fabrication des bétons pour tous les ouvrages annexes et peut relayer la première centrale si celle-ci venait à s'arrêter pour entretien ou réparation.

Ces deux centrales sont du type tour « à gravité ». Elles sont dotées de six trémies à agrégats entourant un silo à ciment concentrique.

Elles sont équipées :

- la centrale n° 1 de trois malaxeurs Nordest de 2 500 l, à tambour basculant, donnant 1 500 l de béton fini.
- la centrale n° 2 de deux malaxeurs Fourray de même capacité de production.

L'alimentation des malaxeurs s'effectue après dosage automatique par

cellule photo-électrique en tête de bascule.

Les centrales sont capables d'un débit moyen total de $125~\text{m}^3/\text{h}$. En marche automatique, la centrale n° 1 peut élaborer $112,5~\text{m}^3/\text{h}$.

Deux hommes suffisent à les faire fonctionner : le premier s'occupant de l'alimentation des tours en agrégats et en ciment, le second assurant le fonctionnement du reste de la station de fabrication des bétons.

La reprise s'effectue sous les tours par des silobus diesel de 2,2 m³ dont les conducteurs commandent euxmêmes la vidange des trémies des centrales et le remplissage de leurs appareils.

Une fois remplis, les silobus sont acheminés par voie ferrée sous les blondins.

La manutention des bétons du barrage

L E chantier du barrage est desservi, pour les manutentions qui le concernent, par trois blondins radiaux Heckel, d'une puissance unitaire de 6 t et dont les vitesses de travail sont de 6 m/s pour la translation et de 2 m/s pour le levage.

Ces trois blondins ont un point fixe commun, en rive droite, à la cote 500 NGF. Pour deux d'entre eux, les contre-chariots sont installés en rive gauche, à la cote 450 NGF, sur une voie circulaire développant 240 m. Pour le troisième, la voie circulaire du contre-chariot est à la cote 530 NGF, dans le même axe que les deux premiers. La portée des blondins les plus bas est de 530 m; celle du plus haut de 684 m.

Le blondin supérieur servira principalement aux manutentions diverses et sa position lui permet de ne pas asservir les deux blondins inférieurs qui sont exclusivement affectés aux bétonnages sur le barrage.

La mise en place du béton s'effectue au moyen de bennes Gar-Bro de 2,2 m³ dont le chargement se fait du côté du point fixe par les silobus à vue directe par le conducteur du blondin.

Les études et l'ordonnancement du chantier de bétonnage ont été conduits pour assurer une régularité de travail pendant la plus longue période possible. La cadence optimale est de 1 000 m³/jour.

La manutention des bétons pour les autres ouvrages

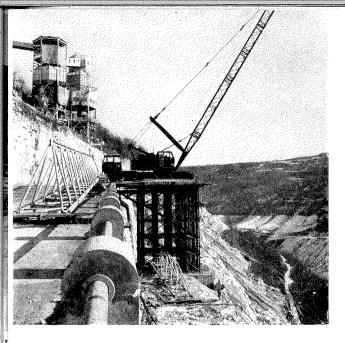
Pour les chantiers des autres ouvrages, le béton sera repris sous la centrale n° 2 par une pompe à béton « Schwing » à commande hydraulique, d'un débit maximum de 20 m³/h, débitant dans des canalisations fixes (400 m de tuyauterie) reliant la tour à bétons à la plate-forme de l'usine située 117 m en contrebas. Le béton est réceptionné sur la plate-forme dans un agitateur de 4 m³ qui alimente indifféremment :

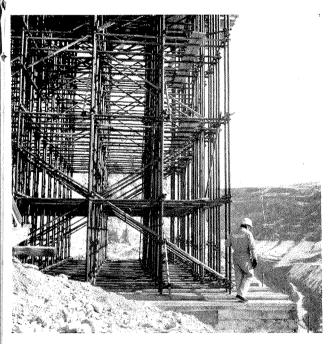
- soit un transporteur Placy;
- soit une deuxième pompe relais Torket PK 20 B à commande hydraulique.

A l'intérieur de l'usine, les bétons pourront être manutentionnés par un petit pont roulant de service circulant sur les voies des ponts définitifs.

Les extérieurs de l'usine seront desservis par une grue à tour Weitz G 75 de 75 t.m.

Pour leur part, les chantiers de la prise d'eau et des puits verticaux disposeront d'une grue Weitz 1331 haute de 38 m et dont la flèche a 40 m. Le couple maximum de cet engin est de 144 t. m. La hauteur des levages qu'il sera appelé à effectuer atteint 116 m. ce qui est peu commun.





Ci-dessus. — Grue automotrice Gottwald en position sur l'estacade construite en tubes Entrepose pour la mise en place de la grue Weitz 1331 utilisée pour les manutentions sur le chantier de la prise d'eau. (Ci-dessous). A droite. — Station des compresseurs Ingersoll-Rand XVH de 203 CV fournissant l'air comprimé au chantier.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne, et R.A.M.) La mise en place de cette grue a posé un problème extrêmement délicat à résoudre en raison de la position de son emplacement de travail par rapport à la route par laquelle elle fut amenée, démontée par éléments dont le poids peut atteindre 6 tonnes.

L'Entreprise Industrielle disposait pour leur manutention d'une grue automotrice Gottwald, d'une force de levage de 50 t (couple maxim. 250 t.m.) équipée d'une flèche de 42 m.

La dalle de béton sur laquelle devait réposer la grue Weitz se trouve à 35 m au large de la route de façon que l'aire de la grue puisse couvrir l'entrée de la prise d'eau, les deux puits et la route. En raison du poids des éléments de la grue Weitz, la portée de la grue Gottwald s'est trouvée réduite en deça des 35 m nécessaires.

On construisit donc en bordure de la route, reposant sur une dalle en béton, une estacade de 10 m de large en tubes et raccords. Entrepose ϕ 50 × 60 sur laquelle la grue Gottwald, qui pèse 70 tonnes, put s'avancer pour mettre en place son chargement.

Les installations générales

L'AMPLEUR et la diversité des tâches à accomplir pour la construction des différents ouvrages de l'aménagement de Vouglans ont amené l'Entreprise Industrielle et les deux entreprises qui l'assistent, la Société Intrafor et l'Entreprise Pégaz et Pugeat, à implanter des bases techniques importantes. On y trouve notamment, outre les habituels services généraux et bureaux d'études, un atelier de de réparation des engins, un atelier mécanique générale, d'entretien, de chaudronnerie et de serrurerie, un atelier d'électricité, radio et téléphone, un atelier de charpente et de coffrage et des magasins généraux.

Alimentation en eau

L'alimentation en eau industrielle des différents chantiers et des installations techniques s'effectue à partir de deux branches selon les niveaux. — une station de pompage implantée à la cote 350 sur la chambre de mise en charge de la centrale de la Chartreuse-de-Vaucluse et comprenant deux pompes Guinard Mo 170 - 50, débitant 200 m³/h, sous 138 m de charge, alimente un bassin situé à la cote 480 qui dessert l'ensemble du chantier supérieur, au-dessus de la cote £50.

De plus, deux pompes Guinard B4 220 - 70 équipent une station de reprise pompant dans ce bassin l'eau de lavage de la tour de criblage avec un débit de 150 m³/h sous 75 m de charge.

— au-dessous du niveau 350, et notamment dans la zone du barrage, l'alimentation en eau s'opère par gravité depuis la chambre de mise en charge de la centrale de la Chartreuse-de-Vaucluse.

Air comprimé

L'air comprimé nécessaire aux chantiers provient d'une centrale unique installée sur la plate-forme de la rive gauche à l'aval du barrage.

Cette station est équipée de trois compresseurs Ingersoll-Rand de 203 CV à refroidissement par eau. Son fonctionnement est entièrement automatique.

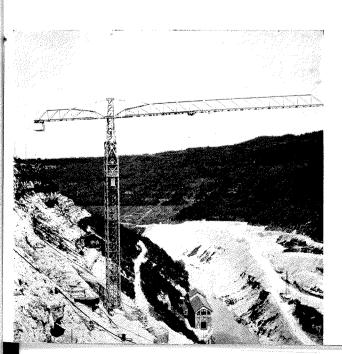
Un réseau de canalisation issu de la centrale dessert l'ensemble des chantiers.

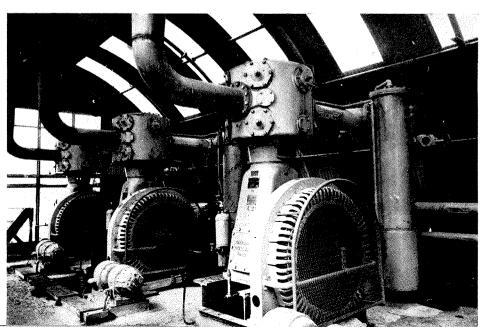
L'énergie électrique

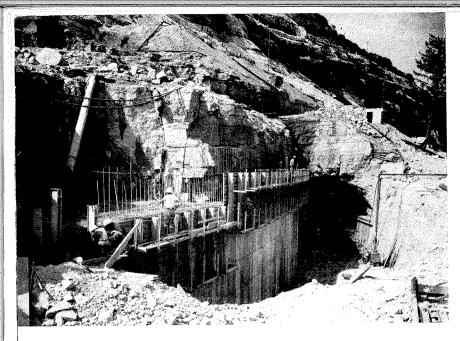
L'énergie électrique est fournie par un poste 60/15 kV implanté sur le plateau de Cernon, sur la rive droite de l'Ain

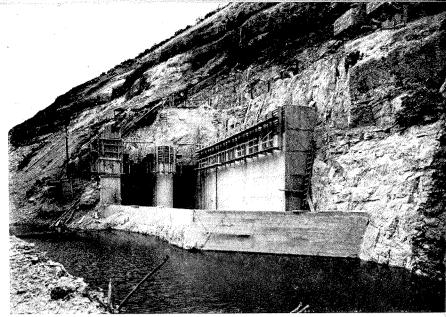
De ce poste, dont la puissance est de 2 700 kVA, partent différentes lignes aériennes en 15 kV qui constituent le réseau de transport d'énergie sur le chantier.

Les transformateurs de 50 à 200 kVA sont installés dans des cabines monobloc mobiles, construites par l'Entreprise Industrielle, à l'exception de ceux équipant les installations fixes, les tours à béton et les blondins qui sont en postes intérieurs.









Ci-dessus, de droite à gauche: Tête amont et tête aval de la dérivation provisoire. — Ci-dessous: Deux des pompes électriques submersibles Flygt B 200 L servant à l'épuisement des eaux d'infiltration entre les prébatardeaux et les batardeaux. Ces pompes sont protégées par des madriers contre les effets des tirs de mines dans la fouille du bassin d'amortissement. — En bas: Vue du prébatardeau et du batardeau amont.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne, et R.A.M.)

les travaux





E premier problème d'exécution qui se posa pour entreprendre les terrassements des assises du barrage dans le lit naturel de l'Ain fut de dériver les eaux de la rivière afin de laisser à sec l'emprise du chantier.

C'est là un problème classique dont la solution par des méthodes simples se heurtait d'une part au caractère assez torrentiel de la rivière (étiage de 1 à 3 m³/s avec crues pouvant atteindre 1100 m³/s) et, d'autre part, à la présence à l'amont immédiat du chantier de la centrale de la Chartreuse-de-Vaucluse, située à la cote 340 NGF, et dont la productibilité annuelle de 40 millions de kWh lui valait un sursis jusqu'à la mise en eau de la retenue de Vouglans.

Ces deux paramètres imposaient de limiter la hauteur de mise en charge de la galerie de dérivation des eaux de l'Ain et de prévoir, en hypothèse de base, la noyade du chantier pour une crue supérieure à 600 m³/h.

Nous avons vu comment le batardeau amont construit d'une façon définitive en fouille blindée est appelé à jouer un rôle de protection dans l'éventualité de l'inondation de l'enceinte centrale.

En ce qui concernait la galerie de dérivation il fallait, pour évacuer une crue de 600 m³/s (crue de 3 ans qui ne s'est pas produite depuis 1957), forer une seule galerie de grande section de 8,63 m de diamètre.

Les prébatardeaux et la galerie de dérivation

C'est vers cette dernière solution que se sont orientés les bureaux d'études de la R.E.H. Alpes I, après avoir fait procéder à des essais sur modèle réduit par la S.O.G.R.E.A.H.

L'appareillage de dérivation comprend donc :

- deux prébatardeaux amont et aval du chantier;
- une galerie de dérivation creusée sous la rive droite, longue de 220 m, et d'une section en fer à cheval de 80 m² revêtue. Les têtes amont et aval sont aménagées pour permettre leur batardage partiel ou total au moment de la construction du bouchon sautable dans la dérivation provisoire, l'Ain passant alors dans la dérivation secondaire ménagée dans le barrage.

La tête aval a été calée pour avoir un ressaut de 1 m permettant de récupérer autant sur la mise en charge de la galerie.

Les prébatardeaux

Les prébatardeaux sont constitués de deux petites digues comprenant un noyau d'argile et un revêtement de batillage en enrochement, à l'aval un massif drainant en enrochement recueille les infiltrations L'épuisement de ces eaux ainsi que des eaux de pluies est assuré :

- à l'amont par une pompe immergée Flygt B 200 L débitant 500 m³/h;
- à l'aval par deux pompes du même type.

Les pompages accessoires sont assurés par des pompes immergées Grindex débitant 70 $\mathrm{m}^3/\mathrm{h}.$

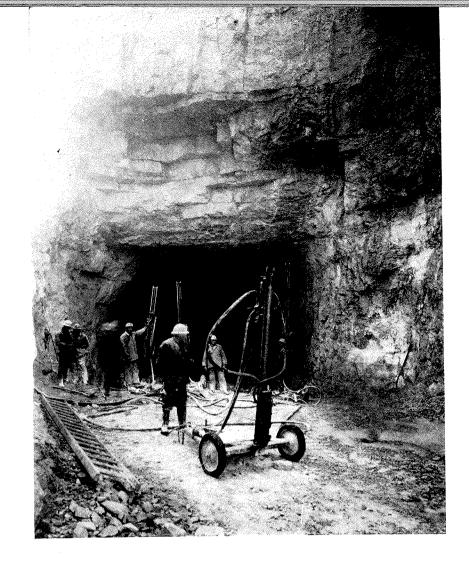
La galerie de dérivation provisoire

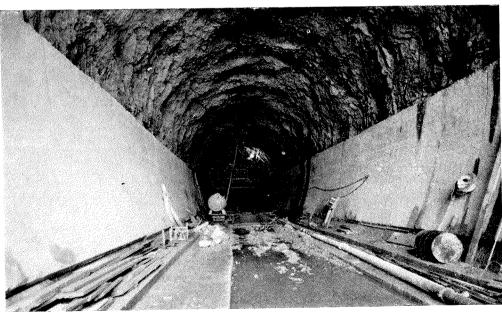
La galerie de la dérivation provisoire a été forée, selon deux attaques, amont et aval, en deux demi-sections.

Pour chaque demi-section la perforation était menée au marteau à main sur poussoir et le marinage par chargeuse Hough 70 et dumpers Euclid.

Le bétonnage de la galerie fut réalisé à l'aide de coffrages roulants, sur ossature tubulaire.

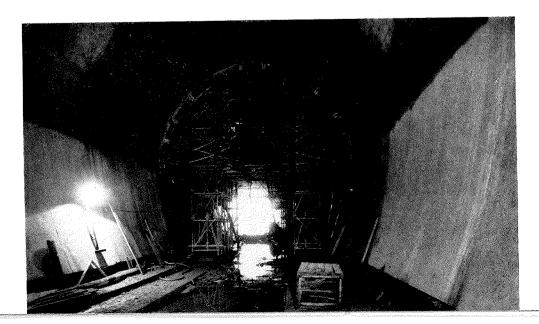
Le béton, élaboré dans une petite centrale provisoire, fonctionnant à l'extérieur de la galerie et produisant 15 m³/h, était manutentionné par des hydroskip Sambron de 900 l et mis en place par Placy.





Ci-dessus : Tête amont de la dérivation provisoire au moment des travaux de perforation. Au premier plan des marteaux Atlas Copco sur chariot léger. — Ci-contre : Bétonnage des piédroits de la déviation provisoire. — En bas : Bétonnage de la voûte.

(Photos R.A.M. et Monchanin et Périchon, Villeurbanne).





Ci-dessus: Vue de l'ensemble des fouilles réalisées par l'Entreprise Industrielle sur les ancrages du parrage. Cn distingue parfaitement les terrassements qui recevront les appuis en rive gauche et en rive droite. Au centre de la fouille « Bioge », les engins extraient les alluvions du lit naturel de l'Ain pour trouver le rocher sur lequel seront fondées les assises de l'ouvrage. A droite, la grue Weitz 1331 desservant les chantiers de la prise d'eau. — Ci-dessous: Chargement des terrassements des fouilles en rocher par une pelle Bucyrus sur un dumper Euclid.

(Photos R.A.M. et Monchanin et Périchon, Villeurbanne.)

LES TERRASSE-MENTS DU BARRAGE

ES terrassements du barrage représentent un volume de fouilles égal à 650 000 m³, dont 550 000 m³ dans le conglomérat d'alluvions et 100 000 m³ dans le rocher. Ils intéressent :

- en grande masse, le dépôt alluvial rive gauche ;
- les appuis du barrage.

La moraine rive gauche

N OUS avons en l'occasion de voir que le rocher rive gauche est recouvert par un dépôt alluvial fluvio-glaciaire constitué par un conglomérat avec ciment d'argile indurée et que les différents talus qui tiennent, au moment de l'excavation, avec talus très raides, se désagrègent ensuite rapidement par lavage de l'argile cimentant les galets roulés.

La pente des talus choisie pour les terrassements dans cette moraine fut :

- au-dessus de la cote 860 NGF 1/1
- des cotes 360 à 340 NGF 2/1:
- des cotes 340 à 330 NGF 1/1.

Des risbermes horizontales de 6 m de large sont laissées aux cotes 360 et 340.

Les terrassements sont conduits par tranches horizontales de 3 m de hauteur.

L'extraction du conglomérat nécessita des tirs de mine, la perforation s'effectuant à l'aide d'un Crawl I.R. CM2 permettant des forages de 75 mm et le minage par des cartouches de Nobélite 60/1 600.

L'évacuation des déblais s'opéra par rippage au bulldozer D8 et D9 Caterpillar et enlèvement par des motorscrapers Caterpillar 631 avec pousseur D9

Le volume des déblais est de l'ordre de 350.000 m³ mis en décharge à environ 1 km à l'amont du barrage, à l'intérieur de la retenue et arasé à la cote 380, c'est-à-dire au-dessous de la tranche utile. Il n'a pas été possible de trouver un emplacement disponible à l'aval présentant une surface suffisante et ne nuisant pas au site.

La mise en dépôt s'effectue avec des motorscrapers et un bulldozer D & pour le réglage de la décharge



Les appuis du barrage

L E rocher, dans lequel seront établis les appuis du barrage, est un calcaire compact dur, quelquefois lapiazé, altéré en surface par l'érosion.

Ces terrassements sont conduits par tranches horizontales successives descendantes.

L'épauche de la fouille qui se fait à l'explosif (tolamite) est réalisée en deux phases :

- minage et sautage du cœur, la perforation étant réalisée par Crawl I.R. CM 2 permettant des forages de 75 mm;
- réglage des bords et fond de fouille à l'aide d'un chariot léger Montabert CFL permettant des forages de 45 mm.

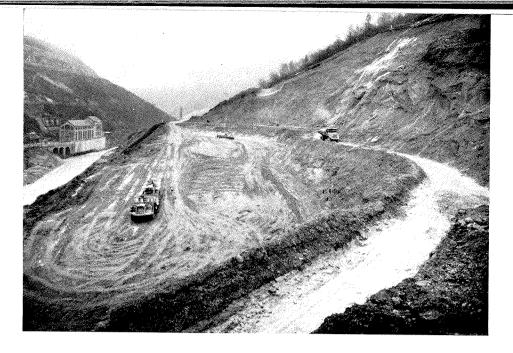
Les matériaux à évacuer sont pous sés au bulldozer Caterpillar D4 ou D8 suivant les possibilités d'accès dans les recettes où ils sont repris par une pelle Bucyrus 71 B de 2 300 litres ou une pelle Bucyrus 38 B de 1 150 litres qui chargent des camions Euclid de 23 tonnes.

Les matériaux sont mis en décharge soit en rive gauche amont, soit en rive droite aval.

Le volume de déblais rocheux qui sera ainsi extrait est d'environ $100\ 000\ m^3$.

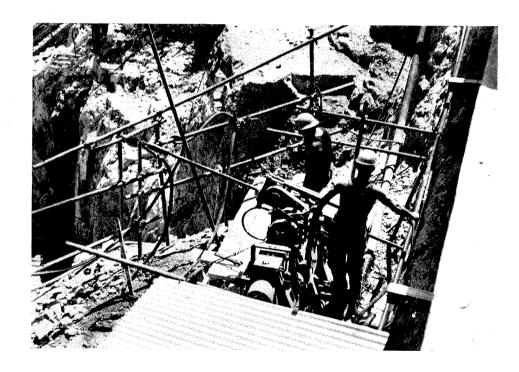
Ci-contre: Poste de forage de l'Entreprise Intrafor pour les injections dans l'appui rive droite du barrage. — Ci-dessous . Motorscrapers Caterpillar circulant sur la chaussée de liaison entre le chantier et la décharge amont que l'on aperçoit à gauche du document.

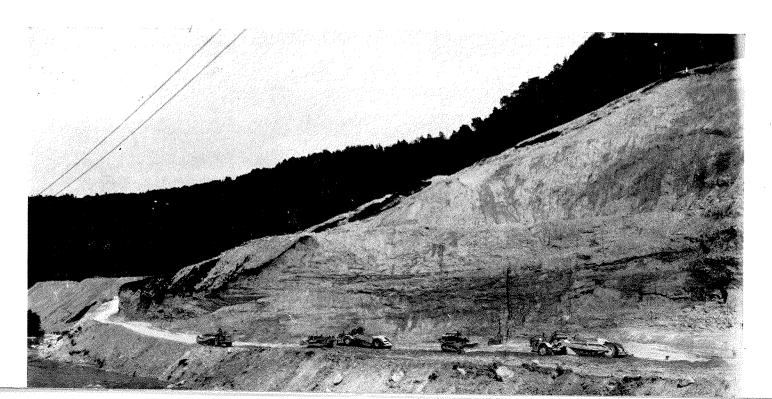
> (Photos R.A.M. et Monchanin et Périchon, Villeurbanne.)

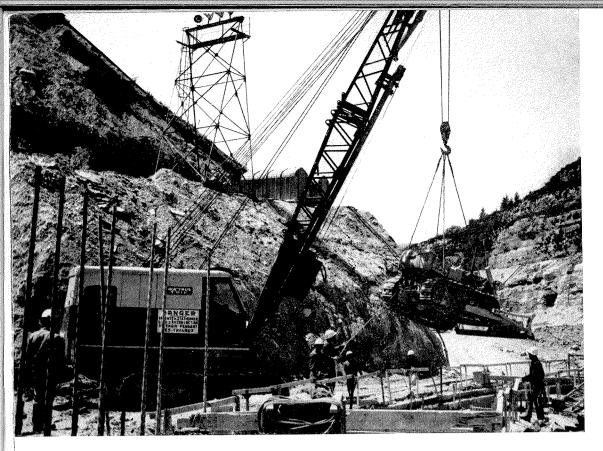


Ci-dessus : Fouille de la terrasse de la rive gauche : un motor-scraper Caterpillar 631 de l'Entreprise Industrielle au travail.

(Photo Monchanin et Périchon, Villeurbanne)







Ci-dessus : Une pelle Bucyrus équipée en grue descend au fond de la fouille « Bioge » un bulldozer D 4 qui va effectuer les terrassements. — Ci-dessous : Un camion-benne Euclid, spécialement équipé pour le transport des bétons, verse dans le fouille « Bioge » le béton qui formera le mur de l'enceinte étanche.

(Photos R.A.M.)



Les batardeaux

E N évoquant les méthodes de construction du barrage nous avons parlé du rôle et de la structure des batardeaux amont et aval construits selon le procédé dit fouilles blindées du type « Bioge ».

Cette méthode de fouilles est relativement lente, mais elle offre toute sécurité et permet un remplissage aisé, les banches et les butons étant laissés et noyés dans le béton de seconde phase.

Par ce procédé, les fondations des batardeaux ont été descendues jusqu'au rocher, à 25 m de profondeur, un ancrage au rocher de 2 m pour le batardeau amont et de 4 m pour le batardeau aval étant réalisé.

Les fouilles, effectuées par cellules de 5 m de long par 4 m de large et 2,50 de haut, ont été descendues par tranches horizontales successives.

L'attaque du conglomérat s'opérait soit à la perforatrice rotative montée sur chariot léger Montabert CFL, soit par marteau perforateur monté sur chariot léger Montabert CFL. Les mines étaient chargées de tolamite ou de poudre noire suivant les zones.

L'évacuation des déblais, à la décharge amont rive gauche, s'effectuait par une benne preneuse de 1 100 l montée sur une grue Bucyrus 61 B chargeant des camions Euclid de 2 tonnes.

Les fouilles profondes des assises du barrage

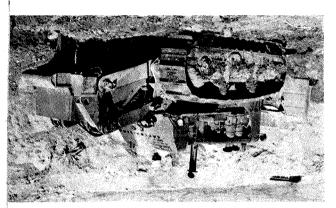
IL reste, à l'intérieur de l'enceinte constituée par les fondations des deux batardeaux arasés à la cote 330 NGF, environ 150 000 m³ de marne à enlever pour exécuter les terrassements des assises du barrage dans le lit naturel de la rivière, en découvrant le rocher à l'amont et à l'aval de l'ouvrage, ainsi que les terrassements du bassin d'amortissement.

Ce travail est réalisé par tranches horizontales successives de 6 m de haut, une piste étant construite au fur et à mesure de l'avancement.

L'attaque du conglomérat s'effectue par Crawl I.R. CM 2 permettant des forages de 75 mm. Les mines étant chargées par des cartouches de Nobélite 60/1 000.

Le marinage des déblais jusqu'à la décharge amont rive gauche est réalisé, après ripage au bulldozer D 9, par deux pelles Bucyrus (une 61 B et une 71 B), équipées en butte d'un godet de 2 300 litres, qui chargent, chacune, 7 camions Euclid de 22 ou 27 tonnes.





(Photos R.A.M.)

Les différentes phases du dérochement à l'intérieur de l'enceinte étanche. — Ci-contre, à gauche : Foration des trous de mines à l'aide de Crawl I.R. Mines. — Ci-contre, à droite : Scarification par tracteur Cat Scarification par tracteur Cat dessous : Les déblais sont repris aur un dumper Euclid qui les par une pelle Bucyrus et chargés sur un dumper Euclid qui les évacue vers la décharge amont, évacue vers la décharge amont, droite, la benne du blondin qui droite, la benne du blondin qui droite, la benne du blondin qui que l'on voit arriver au niveau que l'on voit arriver au niveau





LA PRISE D'EAU

L A prise d'eau comprend trois parties distinctes qui, sur le plan des travaux, ont été traitées différemment. Ce sont :

- les entrées d'eau;
- les puits verticaux ;
- les galeries d'amenée aux turbines :

Les entrées d'eau

L ES entrées d'eau sont constituées par deux galeries rectangulaires de 72 m² de section, réalisées en deux tranches superposées.

L'attaque s'est effectuée à l'aide de marteaux à main « Lion » Atlas-Copco avec avanceurs à poussoirs sur plateforme mobile. Les volées étaient chargées de tolamite avec bouchon central. Le réglage fait au marteau à main.

Le marinage des déblais rocheux, représentant un volume de 6 000 m³. s'est opéré vers la décharge aval rive droite au moyen de dumpers chargés par un Traxcavator.

Les puits verticaux

C HACUN des puits verticaux de la prise d'eau est réalisé en deux parties :

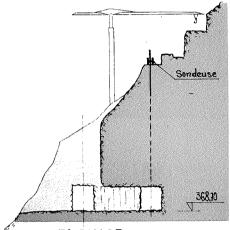
- de la cote 369 NGF (niveau des entrées d'eau) à l'air libre;
- de la cote 329 NGF (niveau de la voûte des galeries d'amenée) à la cote 369.

Dans la partie supérieure, les de blais sont évacués par la galerie d'entrée d'eau. Dans la partie inférieure ils le sont par les galeries d'amenée aux turbines.

Pour chacun des puits et pour chacune des parties, la méthode de perforation a été la suivante :

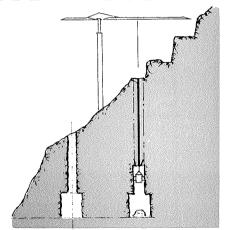
- un avant-trou d'un diamètre de 110 mm est foré, en descendant, au moyen d'une sondeuse Craelius. Cet avant-trou sert à passer les câbles soutenant une plate-forme de travail cage suspendue à la grue Weitz X 1331, spécialement équipée pour le transport du personnel et dont nous avons décrit la délicate mise en place;
- un avant-puits de 2,50 m de diamètre est réalisé à partir de la plate-forme à l'aide de marteaux a main sur avanceurs à poussoirs Montabert « Stoper » T 25;

PRINCIPE DU DEROCTAGE DE LA PRISE D'EAU



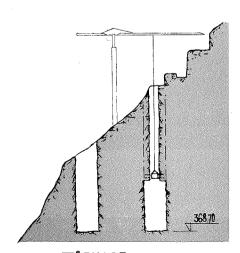
I: PHASE

- _ Déroctage des entrées d'eau
- Accés aux puits
- Forage d'un trou & 110 mm pour passage du câble de la grue



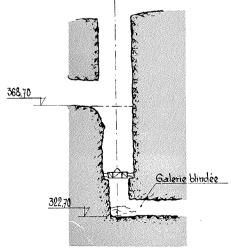
I PHASE

- Déroctage par nacelle de l'avant puils
de bas en haut



III. PHASE

- Abattage par nacelle de bas enhaut
(forages rayonnants)



IX PHASE

- Réglage par nacelle de hauten bas
- Le déroctage de la partie basse est fait suivant le même principe que la partie haute

Les quatre schémas — cicontre à gauche — illustrent les phases de la perforation des puits verticaux de la prise d'eau par l'Entreprise Pegaz-Pugeat.

Sur la page opposée, en haut:
Dans une galerie d'entrée d'eau,
on aperçoit, en calotte, le pied
du sondage pilote par lequel
passe le câble qui soutiendra la
nacelle de travail pour l'attaque
de l'avant-puits. — Ci-contre:
Orifice de l'avant-puits en surface avec le treuil qui permet de
soutenir la plote-forme à partir de laquelle l'avant-puits sera
élargi. — A droite: La nacelle
servant à la perforation de
l'avant-puits.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne)

- élargissage de l'avant-puits par abattage rayonnant en montant;
- dernier réglage par trous verticaux, en descendant de la banquette de 2 m restante.

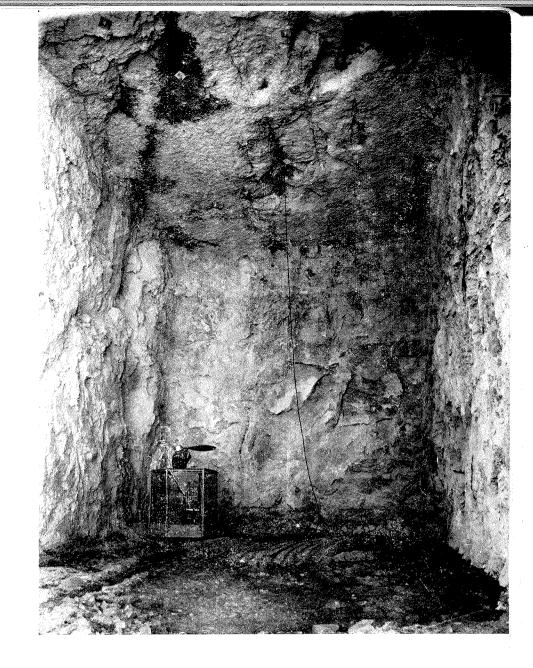
Le volume des délais rocheux mis à la décharge rive droite aval est de l'ordre de 18 000 m³. Leur marinage s'opère à l'aide d'un traxcavator chargeant des dumpers et des camions Euclid.

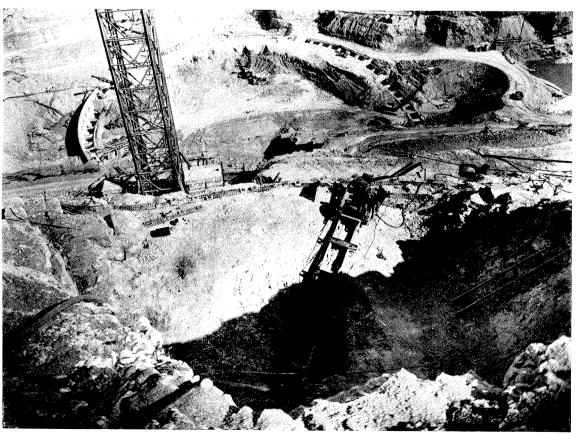
Les galeries d'amenée

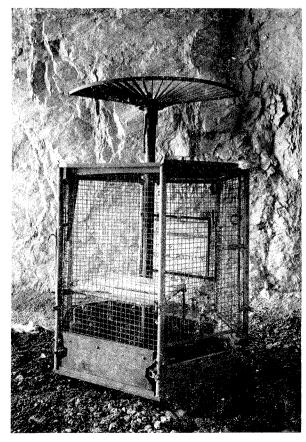
L ES quatre galeries d'amenée, dont la longueur est, en moyenne, de 125 m et la section brute de 25 m², ont été creusées à partir de l'usine en pleine section.

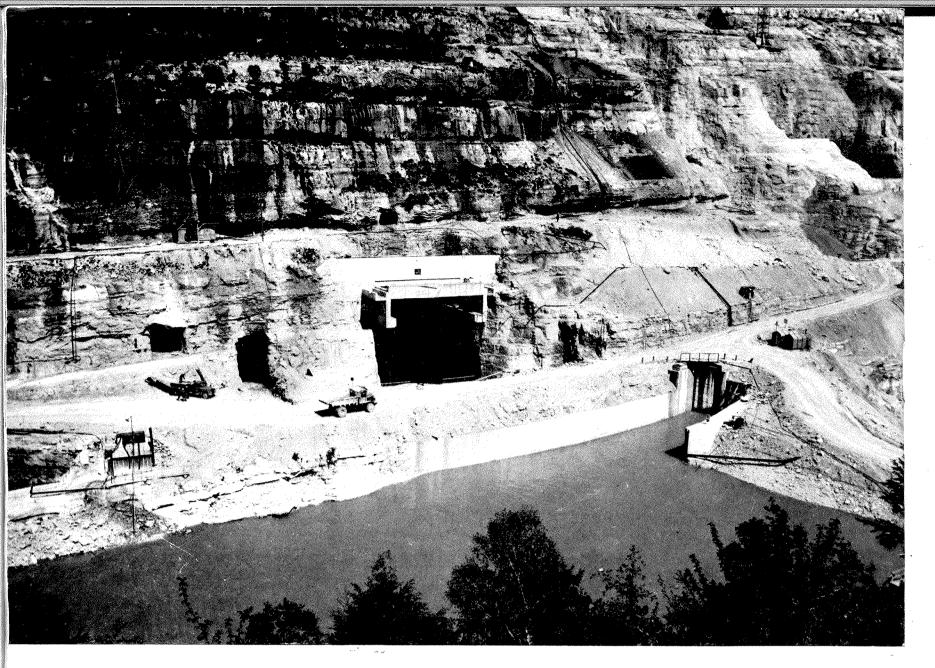
La perforation et le minage se sont faits sur une galerie pendant que le marinage s'est effectué sur l'autre. La perforation a été réalisée avec des marteaux à main « Lion » Atlas Copco avec avanceurs à poussoirs sur plateforme; le marinage au moyen d'une chargeuse Hough H 70 sur pneus chargeant des Euclid 18 tonnes avec trémie tampon.

Les déblais de ces galeries ont été évacués par l'usine et les canaux de fuite et mis en décharge à l'aval en rive droite. Le volume de ces fouilles est de $10\,000\,$ m³.



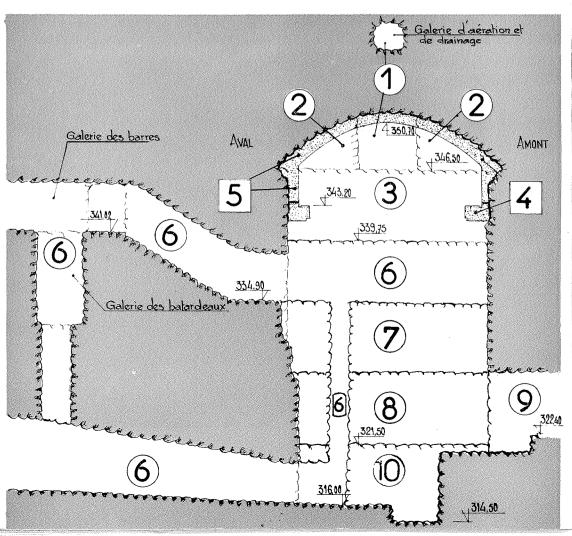






Ci-dessus : Vue extérieure du chantier de terrassement de l'usine semi-souterraine. On voit, sortant de la principale excavation les bétons de la voûte de l'usine et des chemins de roulement des ponts roulants. A gauche, la galerie des batardeaux et les deux galeries des barres. Au premier plan, la tête aval de la dérivation provisoire.

Ci-contre: Schéma du dérochement de la partie souterraine de l'usine et des galeries qui y aboutissent. — (1) Percement de la galerie de faîte. — (2) Abattage latéraux. — (3) Attaque du stross jusqu'au niveau inférieur des poutres des ponts roulants. — (4) Bétonnage des poutres des ponts roulants. — (5) Bétonnage de la voûte. — (6) Attaque du stross jusqu'au niveau inférieur des galeries de barres, perforation des batardeaux, des galeries de fuites et d'un puits d'évacuation des déblais entre le niveau supérieur du stross et les galeries de fuite. — (7) Attaque du stross jusqu'au niveau supérieur des galeries blindées. — (8) Attaque du stross jusqu'au niveau supérieur des galeries blindées. — (9) Percement des galeries blindées — (10) Attaque du stross jusqu'au niveau inférieur de l'usine.







L'USINE

'USINE, ainsi que nous l'avons dit dans la description des ouvrages, est en grande partie souterraine. Seuls le hall de montage et les bâtiments annexes sont, en effet. construits, en déblais, à l'extérieur.

Elle est creusée, en rive droite, dans un calcaire dur composé de bancs horizontaux de hauteur variable. La qualité du rocher est particulièrement bonne à la hauteur de la voûte et sur le fond de l'usine, la zone se trouvant à la hauteur des poutres des ponts roulants a nécessité, par contre, des précautions spéciales.

La partie souterraine de l'usine est une cavité de 70 m de longueur sur une largeur de 15 m et une hauteur de 35 m et qui représente un volume de déblais rocheux de 35 000 m³.

La partie supérieure

P AR suite de la très grande portée de la salle, il a été décidé, pour éviter le risque de décompression du rocher, de bétonner, dès la fin de son excavation, la partie supérieure, c'està-dire la voûte, les piédroits et les poutres des ponts roulants.

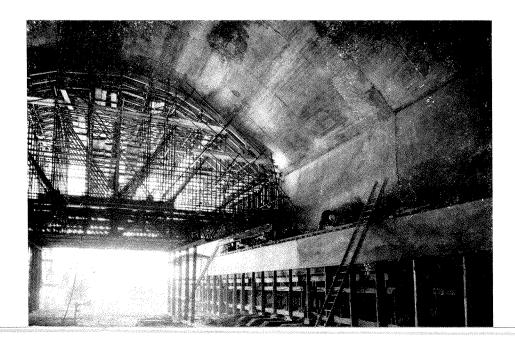
Les terrassements et le bétonnage de la voûte s'ordonnèrent donc, pour la partie supérieure, selon le processus suivant :

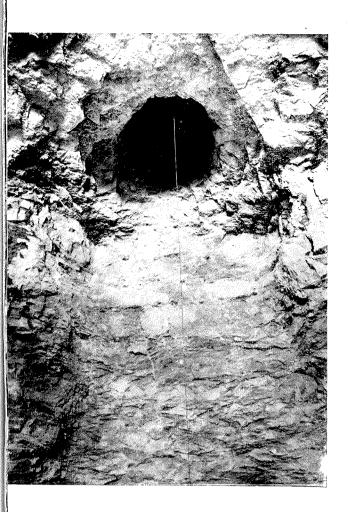
- percement d'une galerie de faîte, d'une hauteur correspondant à la corde de l'arc de la voûte;
- abattages latéraux jusqu'au niveau de cette corde;
- attaque du stross jusqu'au niveau inférieur des poutres des ponts roulants;
- réglage des piédroits ;
- bétonnage des poutres des ponts roulants;
- bétonnage de la voûte.

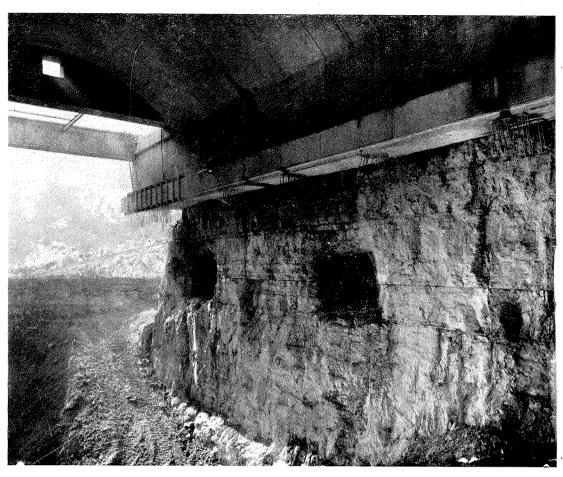
Il faut donc remarquer ici que l'excellente qualité du rocher a permis d'ouvrir en grand et de réaliser, sur toute la longueur de l'usine, le dérochement de la voûte avant de procéder au revêtement.

Trois phases de l'exécution de la voûte de l'usine souterraine. — En haut : On voit l'attaque en faîte. — Au centre : Bétonnage des poutres des ponts roulants. — En bas : Bétonnage de la voûte à l'aide d'un coffrage de panneaux de bois « Cofréco » à ossature tubulaire roulant sur les poutres des ponts.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne.)

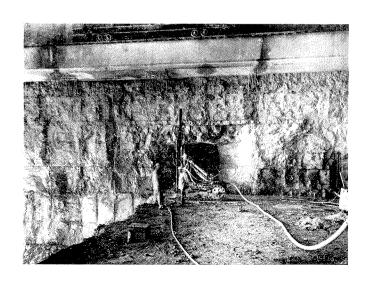


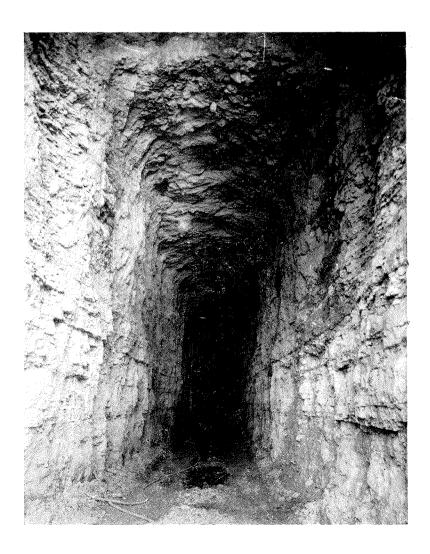




Ci-dessus, à gauche: Base du puits de 6 m de hauteur reliant la voûte de l'usine à la galerie d'aération représentée sur la coupe longitudinale à la page 13. Un autre puits sert à la liaison de l'usine par ascenseur avec le sommet du barrage. Ce puits haut d'une centaine de mètres a été foré en Ø 2,50 m par l'Entreprise Intrafor à l'aide d'un appareil Alimak entre le niveau 348 et l'air libre (niveau 410). — Ci-dessus, à droite: Attaque du stross au niveau supérieur des galeries blindées. — Ci-contre: La galerie des batardeaux. — Ci-dessous: Un Crawl I.R. attaquant le stross dans l'usine au niveau des galeries des barres.

(Photos Monchanin et Périchon, Villeurbanne.)





Les attaques étaient réalisées :

- pour la galerie de faîte et les abattages latéraux, au moyen de marteaux légers montés sur poussoirs;
- pour le stross, dans la partie centrale, par Crawl I.R. CM 2;
- -- pour le réglage des piédroits par marteaux Montabert T 25 sur chariot léger CFL.

Le marinage des déblais s'opérait au moyen d'une chargeuse Hough H 70 pour la galerie de faîte et les abattage latéraux et, pour le stross, par une pelle Bucyrus 38 B chargeant des dumpers et des camions Euclid, qui les évacuaient par une rampe jusqu'à la décharge aval rive droite.

Les bétons élaborés dans une centrale provisoire installée dans la plaine du Finage, étaient amenés par camions malaxeurs et mis en place à l'aide d'un tapis transporteur Boyer de 20 m à bande de 600 mm.

Pour la voûte, on a utilisé un cof frage de panneaux de bois « Cofréco » sur ossature tubulaire roulant sur les poutres des ponts roulants. La mise en place du béton dans les coffrages s'effectuait par l'intermédiaire d'un transporteur pneumatique Placy CPOAC.

L'attaque du stross

A PRES cette première phase, le déroctage du stross a pu se poursuivre à l'abri de la voûte bétonnée jusqu'aux fosses des quatre groupes, par tranches de 6 mètres.

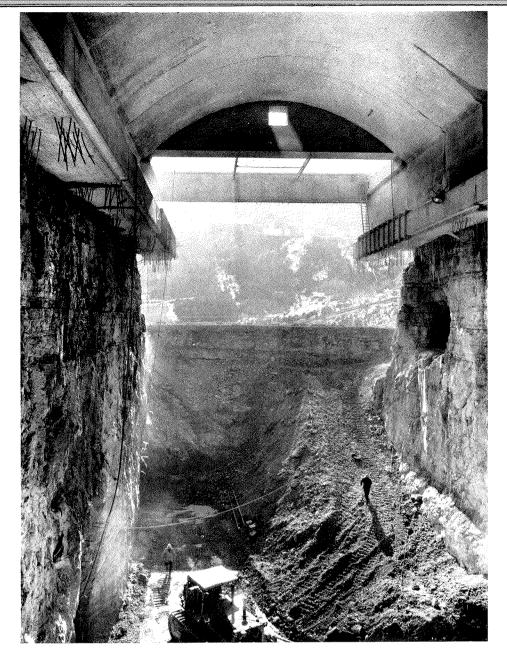
Dans le même temps que l'on attaquait le stross en-dessous du niveau des poutres des ponts roulants, on procédait à la perforation, en phase préliminaire, de l'une des galeries de fuite et l'on forait entre cette galerie et le niveau du stross un puits par lequel furent expulsés les déblais poussés par un bulldozer D 9 ou D 8 chargeant ainsi directement les camions Euclid sortant par le canal de fuite

Au fur et à mesure de l'avancement du déroctage du stross dans la salle des machines, les diverses galeries de service (galeries de barres et galerie de batardeaux) ont été amorcées depuis l'intérieur de l'usine.

Les finitions

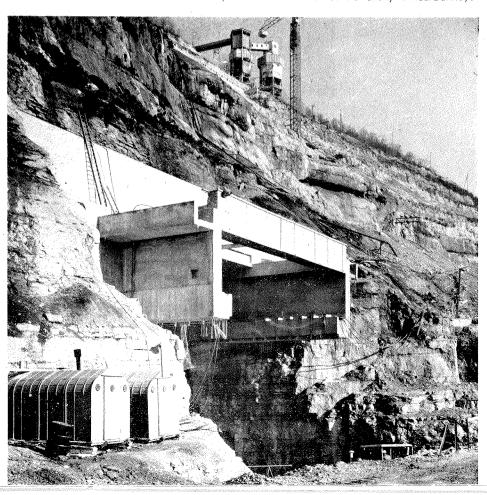
E betonnage des fosses des quatre groupes se fera en remontant, les bétons provenant de la tour n° 2 de la centrale principale et étant manutentionnés, jusqu'à la plate-forme de l'usine, par la pompe à béton « Schwing » débitant dans une canansation descendante de 400 m de long, avec 117 m de dénivellation.

A l'intérieur de la cavité les bétons seront transportés pour être mis en place par un petit pont roulant de service d'une force de 30 tonnes, circulant sur les poutres des ponts roulants définitifs.



CI-dessus : L'excavation de l'usine souterraine atteint le niveau des fosses des sorties de roues des turbines. Le niveau du hall de montage se trouve à la hauteur du niveau du sol à l'extérieur de l'excavation. — Ci-dessous : partie extérieure de l'usine qui sera prolongée par le hall de montage.

(Photos Monchania et Périchon, Villeurbanne).



Ces poutres, suspendues à la voûte, en première phase, seront soutenues en phase finale par des poteaux de béton armé qui leur permettront de supporter les charges de 210 tonnes, correspondant au poids des turbines et des alternateurs. Capandant dans et des alternateurs. Cependant, dans le premier temps, elles permettront au pont roulant provisoire d'effectuer les manutentions des blindages des galeries d'amenée

LES CANAUX DE **FUITE**

ES canaux de fuite, qui sont les galeries de restitution à la ri-vière de l'eau turbinée, ont été creusés depuis l'extérieur vers l'usine.

Un merlon rocheux arasé à la cote 328 NGF a été laissé entre une rampe d'accès et la rivière. Sur ce merlon est assis un mur de soutènement poids servant de batardeau, et protégeant le chantier contre une crue de 600 m³/s.

Le déroctage de ces galeries dont la section varie de 100 m² à l'extérieur, à 16 m² à la sortie des aspirateurs, a été mené en deux temps :

- perforation d'une galerie d'avancement en calotte ;
- attaque du stross de la partie infé-

Les attaques étaient effectuées au marteau à main sur avanceurs à poussoirs. Le marinage par chargeuse Hough H 70 chargeant des Euclid de

ENCORE DEUX ANS DE TRAVAUX

'AVANCEMENT des travaux de construction des ouvrages constituant l'aménagement de la chute de Vouglans est, actuellement, conforme aux prévisions.

A la sortie de l'hiver 64-65, les chantiers de terrassement sont pratiquement terminés, à l'exception de la perforation des puits de la prise d'eau et la fouille à l'intérieur de l'enceinte délimitée par les batardeaux amont et aval du barrage.

On s'apprête à procéder aux premiers bétonnages des plots du barrage en commençant par les plots de la rive droite et du fond. Ces bétonnages seront effectués à l'aide de coffrages métalliques Blaw-Knox par levées de 2,50 m. L'ouvrage terminé représentera un volume de l'ordre de 490 000 m³ de béton mis en place.

Nous aurons l'occasion de revenir sur ce chantier dans quelques mois, lorsque son avancement nous permettra d'étudier, dans le détail, les méthodes et les movens mis en œuvre pour cette seconde phase des travaux.

pour permettre la mise en eau du barrage en décembre 1967, la mise en route du premier groupe devant intervenir en juin 1968. Les effets de cet aménagement, lors-qu'il sera exploité, seront considéra-

ES divers travaux restant à accomplir doivent être terminés

l'exploitation de

la retenue de

Vouglans

Le barrage de Vouglans va, en effet, créer une chute égale au quart de la chute disponible jusqu'à la mer chute utilisée dans la centrale pied de barrage — et modifier le régime de l'Ain en vue de satisfaire les variations de la demande énergétique dont le maximum a lieu l'hiver et de limiter les déversés improductifs.

L'exploitation rationnelle la plus probable est la suivante :

A partir d'octobre, la retenue sera utilisée pour augmenter les apports naturels de l'Ain ; cette vidange du réservoir créera un creux qui pourra atteindre 35 m en hiver exceptionnellement sec.

En prévision de l'hiver suivant, le remplissage s'effectuera dès les pre-mières crues de printemps pour être achevé au début de l'été.

Durant l'été, le niveau de la retenue s'écartera peu du niveau correspondant au plein remplissage. Certaines années toutefois le creux d'été pourra être plus accentué, soit qu'il résulte d'un défaut de remplissage dû à une sécheresse de printemps, soit qu'on le réalise pour atténuer les étiages

Une telle exploitation offrira le dou-ble avantage d'écrêter les crues survenant en dehors des périodes où le barrage sera plein — cet effet sera encore très sensible à Lyon — et de faciliter, le cas échéant, la navigation sur le Rhône pendant les étiages.

Mais il est un plan différent sur lequel le barrage de Vouglans jouera un rôle, indirect sans doute, mais qui ne manquera pas d'intérêt pour les riverains de la retenue. C'est celui du tourisme régional que l'attrait de ce vaste plan d'eau contribuera à favoriser et à développer.

Prolongeant vers le sud la région déjà si fréquentée des lacs, que de sites seront à admirer à partir de cette sorte de fjord de 35 km situé dans un cadre sauvage.

Les ouvrages, eux-mêmes, ne man-queront pas d'attirer aussi les visiteurs; le barrage, la centrale et le nouveau pont de la Pyle qui consti-tueront un ensemble technique que le Guide Michelin devrait pouvoir mar quer de quelque étoile.

Intersection des canaux 1 et 2 formant la galerie de fuite des eaux turbinées par l'usine et qui vont être restituées dans l'Ain. (Photo Monchanin et Périchon, Villeurbanne)





Extrait de la Revue Rhône-Alpes-Méditerranée N° 9

Etudes et Editions Techniques 3, Rue Juliette-Récamier - LYON