AMENAGEMENT DE LA CHUTE DE LAVEY (SUISSE) SUR LE RHONE

R. WALTHER

Ingénieur Civil E. P. Z.

Nous rappelons, ci-après, les caractéristiques de ce nouvel aménagement hydroélectrique installé par la Ville de Lausanne en remplacement d'une ancienne usine, celle dite du Bois-Noir, à proximité de Saint-Maurice-en-Valais.

Le Rhône, après avoir parcouru à faible pente, le palier d'alluvions qui forme le fond de la grande vallée jusqu'à Evionnaz, est repoussé contre la montagne par un cône d'alluvions important qui détermine, jusqu'au droit de Saint-Maurice, une chute d'environ 40 mètres laquelle est actuellement utilisée par l'usine du Bois-Noir et le sera par celle de Lavey ultérieurement.

Géologiquement, le fond de la vallée présente deux ombilics (surcreusement glaciaire) successifs, le supérieur arrivant jusqu'au verrou très accusé du Pont de Saint-Maurice, à une profondeur allant jusqu'à 200 m. ou 250 m., sous les alluvions ainsi que l'ont démontré les professeurs LUGEON et OULIANOFF par des mesures électriques. Le deuxième ombilic est celui du Lac Léman entre Saint-Maurice et Nyon, d'environ 300 à 350 m. de profondeur, le « Lac de Genève » qui complète la nappe lémanique de Nyon à Genève étant d'origine glaciaire récente et de faible profondeur.

A Evionnaz même, le rocher de la rive droite du Rhône est sensiblement vertical, ainsi que des sondages effectués à travers l'alluvion jusqu'à 25 m. de profondeur, au moyen de poutres en I l'ont démontré. Le barrage n'est donc qu'appuyé sur le coteau rocheux, par sa culée rive droite et repose sur toute sa largeur d'environ 50 m. sur le fond alluvionnaire qui se trouve formé d'une moraine argileuse compacte très favorable à l'étanchéité du barrage.

La chute de Lavey située, à part le barrage lui-même en Valais, en territoire vaudois, dont Lausanne est la capitale est prévue pour un débit max. de 200 m³ qui correspond, sur la courbe des débits classés, à une tranche de 120 jours par an. L'étiage peut descendre assez

bas. Pendant le dernier hiver 46-47, réputé très sec, il a été constaté un débit minimum de 40 m³/sec. et, comme celui-ci était pris entièrement par le canal d'amenée du Bois-Noir, il ne restait plus, dans le lit du Rhône que 1 à 2 m³

12 JUIN 1946. — LE CAISSON DE LA PILE N° 1
EN CONSTRUCTION.

13 JUIN 1946. — LES CAISSONS DE LA PILE N° 1 ET DE LA
CULÉE RIVE GAUCHE A L'ORIGINE DU FONÇAGE,
CELUI DU MUR EN AILE R. G. EN CONSTRUCTION.

d'infiltrations, ce qui était évidemment favorable à l'exécution des ouvrages du barrage.

Enfin, comme débit maximum, on le considère comme normal jusqu'à 600 m³, le surplus jusqu'à 1000 et même exceptionnellement 1200 m³/sec. étant l'objet de plus-values contractuelles accordées à l'entrepreneur, pour tenir compte de l'augmentation des difficultés d'exécution, en particulier de la surpression dans les caissons.

En principe, le niveau du Rhône, au droit du barrage, avant les travaux, variait entre les cotes 436,80 à l'étiage et 441,50 aux H.E. normales. Par l'effet des obstacles créés par la construction, le Rhône s'est affouillé, mais la cote des H.E. s'élève, d'autre part, d'environ 1 mètre.

Il découle des indications ci-dessus, que la puissance maxima à attendre de cet aménagement est de l'ordre de 100.000 cv (3 turbines Kaplan de 33.000 cv) ou 75.000 kw pouvant descendre pendant quelques jours d'hiver à 12.500 kw, amélioration notable sur la puissance actuelle de l'Usine du Bois-Noir de 9.000 kw.

TRAVAUX DU BARRAGE DU RHONE

La seule méthode possible d'exécution des fondations du barrage — en particulier à cause de la présence de blocs de grande dimension dans les alluvions — était le fonçage des piles par caissons à air comprimé. D'autre part, le mur en aile de la rive gauche, longeant le canal actuel de Bois-Noir, ne pouvait non plus être fondé autrement, de même que le mur-guideau mitoyen à l'entrée du canal d'amenée de l'Usine. C'est donc à 19 caissons que l'on a recours au total :

ETAT DES TRAVAUX AU 19 JUILLET 1946
LE RHONE EN HAUTES Eaux.

ETAT DU BARRAGE AU 22 AOUT 1946 - VUE MONTRANT LE
CÔNE D'ALLUVIONS DU BOIS-NOIR ENTRE EVIONNAZ
ET SAINT-MAURICE.

3 grands de 221 et 207 m.q. de surface de base pour les 2 piles et la culée rive gauche, 10 moyens pour les murs et 6 petits pour les parafouilles des radiers des 3 passes.

Seuls ceux du barrage même (les 3 grands et les 6 petits) sont descendus jusqu'à la cote 421 (422,50 pour les petits) soit à 14 m. (12 m. 50) sous le niveau du radier des passes (435), les autres doivent arriver aux cotes 424 à 430 suivant leurs positions. On voit donc que, suivant les cas, la pression peut aller jusqu'à 21 m. ou même un peu davantage avec les H.E. extraordinaires.

Le 1^{er} caisson (C.1., pile 1) a été commencé le 15 avril 1946 et foncé à partir du 15 mai en 8 mois, avec 2 mois d'arrêt pour ferrailage et bétonnage de la pile. Ce n'est qu'au 25 janvier 1947 qu'on put remplir la chambre de travail après nettoyage, mise en place des tuyaux pour l'injection à venir et retirer l'air comprimé, les sas et les cheminées.

Il en fut de même du caisson de la culée rive gauche (C.O.), puis des caissons de rive attenants à cette culée (C.15 et C.16).

Le fonçage du caisson de la pile 2 (C.2) fut un peu plus rapide à cause de moins grandes sujétions : 3 mois pour le battage d'une enceinte de palplanches, un mois pour la construction du caisson et 5 mois 1/2 pour le fonçage de 17 m. 70, la pression ayant atteint en H.E. (15 juillet) le max. de 21 m.

Les caissons ont été en général préparés sur terre-pleins à sec. Toutefois, celui de la pile 2

(C.2) fut construit dans l'enceinte de palplanches mentionnée plus haut, par pompage de quelques décimètres d'eau, de même que ceux des parafoilles C.3 et C.4. Par contre, les 2 caissons parafoilles C.7 et C.8 de la 3^e passe (à droite) et de 60 m.q. de surface de base, sont actuellement construits sur planches suspendues à des ponts métalliques à poutres paraboliques de 20 de portée et seront descendus à travers le courant dès la baisse des eaux en automne 1947. C'est là un mode de faire, peu habituel.

On peut constater que le fonçage est, en général, assez lent. Cela tient à plusieurs causes qu'il est intéressant de connaître :

Le sol d'alluvions à extraire des caissons s'est révélé plein de blocs de moraine ou d'éboulis de fort grande dimension ; on arrivait à une proportion allant jusqu'à 30 - 40 % de blocs de plus de 1/10^e de m³ sur le total extrait. Ces blocs devaient naturellement être exploités à la mine et réduits en morceaux de faible dimension, pouvant passer par les sas à matériaux. Les mines elles-mêmes furent assez néfastes aux parois en consoles des chambres de travail, exécutées cependant en béton fortement armé et cette circonstance incita à renforcer encore les caissons subséquents.

Outre ces blocs, l'argile rencontrée au fond des fouilles fut un matériau extrêmement résistant et retarda la vitesse de fonçage des derniers mètres.

Il faut aussi dire que l'air comprimé à la fin des fonçages était aussi une cause de retard dans le rendement.

Une autre circonstance enfin retarda le fonçage et l'exécution générale du barrage, nous voulons parler du fait que l'on a été amené à relier par des armatures formant poutre transversale, toute la largeur du barrage, en ménageant dans les piles en fonçage, des galeries où viendront se déployer les armatures du radier. Réciproquement, des fers en attente, recourbés pour la descente des caissons, ont été mis en place dans les parois de ceux-ci, pour être recourbés dans le radier. Ce ferrailage qu'on voit sur une de nos photos, demande naturellement un coffrage intérieur compliqué, de même que celui des rainures des cadres des vannes et batardeaux.

30 AOÛT 1946 — FERRAILAGE DE LA PILE N° 1
À L'EMPLACEMENT DE SA LIAISON FUTURE AVEC LE RADIER.

ETAT DES TRAVAUX DU BARRAGE AU 19 NOVEMBRE 1946.

ETAT DES TRAVAUX AU 24 MARS 1947 : PILE N° 2 EN CONSTRUCTION, PILE N° 1 ET CULÉE R. G. COMPLÈTEMENT FONCÉES, CAISSONS ADJACENTS EN FONÇAGE.

30 NOVEMBRE 1946 — PRÉPARATION DE LA CONSTRUCTION DU CAISSON DE LA PILE N° 2 : ENCEINTE DE PALPLANCHES DANS LE RHONE AVEC POMPAGE POUR ASSÈCHEMENT DU TERRE-PLEIN INTÉRIEUR.

VUE DU CHANTIER AU 1^{er} AOÛT 1947.

31 JANVIER 1947 — LE LIT DU RHONE A SEC.

10 AOÛT 1947 — CONSTRUCTION SUSPENDUE DU CAISSON N° 7.

ETAT DES TRAVAUX AU 25 AOUT 1947.
ON VOIT LES 3 PASSES DU BARRAGE AINSI QUE LE CANAL ACTUEL DE L'USINE DU BOIS-NOIR QUI SERA INTERROMPU ET COMBLÉ DÈS QUE LA NOUVELLE USINE DE LAVEY SERA MISE EN EXPLOITATION. — LA CHÈVRE SUR LA GAUCHE EST DESTINÉE A L'ENLÈVEMENT DES PALPLANCHES DU BATARDEAU ENTOURANT LA PILE N° 2.

Une fois les deux caissons de la culée rive gauche et de la pile n° 1 descendus à fond, on a procédé au déblaiement de la passe à l'aide d'une pelle mécanique et d'un pompage puissant derrière l'enceinte de palplanches qui l'entourait. Puis on a construit les deux petits caissons para-

fouilles (C.3 et C.4) à l'amont et à l'aval du radier et on les a descendus rapidement de façon à créer le bassin où l'on pourra construire le radier lui-même.

Avant cela, on va procéder à diverses opérations :

— l'injection du fond de fouille des 4 caissons C.D. - C.1 - C.3 - C.4 (actuellement achevée).

— l'injection latérale des socles des piles et parafouilles en-dessous du niveau du radier.

— un drainage le long de la culée rive gauche, côté du terrain, pour éviter des pressions hydrauliques latérales, tant pendant l'affouillement de la fondation du radier, que plus tard par la présence d'une nappe d'eau, une fois le barrage en eau.

— la mise en place provisoire d'une série de contreventements horizontaux, en gros bois ronds entre la culée et la pile.

Tous ces caissons sont reliés entre eux par des joints formés de palplanches métalliques enlevables après coup. De chaque côté d'un des caissons du radier, se trouvent ainsi 4 petites parois formant 2 fois 2 montants étanches, laissant libre l'orifice des galeries intérieures des fers de liaison. Sur la passe, on a donc 8 joints étanches asséchés par pompage, nettoyés, ferrailés puis bétonnés sous l'eau.

Un pompage général du radier permettra de construire celui-ci, des parois supplémentaires en palplanches s'appuyant sur un rideau de parafoilles et empêchant les flots d'eau de pénétrer dans cette enceinte. L'exécution même du radier ne pourra d'ailleurs s'exécuter qu'aux eaux moyennes ou basses.

L'ensemble de ces travaux nécessite une attention constante et seule une entreprise spécialisée pouvait l'assurer de façon parfaite. C'est le Consortium des Entreprises ZSCHÖKE ET LOCHER d'Aarau et Zurich, avec le concours des Maisons OYEX-CHESSEX de Lausanne et CARRON ET RODUIT du Valais, par les soins duquel le barrage et la prise d'eau sont en cours d'exécution. L'ensemble de ces travaux devra être prêt pour la mise en eau de la chute dans le courant de l'automne 1949. Dès que le 1^{er} groupe marchera à l'usine de Lavey, on interrompra la marche de l'usine du Bois-Noir, on libérera le Rhône du vieux barrage situé à 1 km. en amont du nouveau barrage et le canal d'amenée actuel sera comblé avec les déblais déposés en attente sur la rive gauche du fleuve.

Les vannes du barrage ont 13 m. de largeur par 11 m. de hauteur. Elles sont formées de deux pelles à rouleaux, la supérieure déversante. Les vannes des deux passes de gauche seront, en principe, ouvertes pendant les hautes eaux, et évacueront les gros apports accumulés sur

MODÈLE RÉDUIT DU BARRAGE.

cette partie du barrage, comme l'ont démontré les essais sur modèle réduit. La troisième passe ne sera ouverte qu'exceptionnellement.

Le sable entrant dans la galerie d'amenée sera évacué par un dessableur sous pression et rejeté au Rhône par un drain.

La galerie d'amenée de 4 km., la chambre d'équilibre, l'usine souterraine et le canal de fuite ont été adjugés au 1^{er} avril 1947 et sont

commencés sur toute la ligne. On prévoit des procédés rapides d'exécution et, le rocher paraissant sain, le délai indiqué plus haut pour la mise en marche de l'usine sera sans doute respecté. Nous reviendrons sur ces travaux, quand ils seront en pleine activité.

Le Maître de l'œuvre, la Ville de Lausanne, est

représenté pour cet important aménagement par le Directeur des Services Industriels, M. VON DER AA et celui des Services Electriques, M. MEYSTRE; et la Direction des travaux comprenant les études, les commandes et le contrôle est entre les mains des Mandataires, MM. EBNER, Ing.-Conseil et OGUEY, Prof. à l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne.

(Photos R. Walther).

MODÈLE RÉDUIT DU BARRAGE.