

ÉLECTRICITÉ DE FRANCE

---

# BARRAGE DE VOUGLANS



TRAVAUX EXÉCUTÉS PAR :

*L'Entreprise Industrielle*

29, Rue de Rome - PARIS 8<sup>e</sup>



CI-DESSUS : Barrage - Vue d'amont de l'ouvrage en cours de construction. Mars 1967.

Les travaux de Génie Civil nécessaires à l'aménagement de la Chute de VOUGLANS, sur la rivière d'Ain, dans le département du JURA, ont été confiés après appel d'offres par ÉLECTRICITÉ DE FRANCE  
à L'ENTREPRISE INDUSTRIELLE.

E. D. F., Maître de l'Œuvre, assurant la conception générale de l'Aménagement, le Bureau d'Etudes COYNE ET BELLIER, Ingénieur Conseil, a effectué les études et les calculs concernant le barrage proprement dit ainsi que ses ouvrages annexes.

Le présent document a pour but de présenter de façon schématique, les installations de chantier et les moyens mis en œuvre par L'ENTREPRISE INDUSTRIELLE, pour réaliser les divers ouvrages.

Auparavant, une description sommaire des ouvrages permettra au lecteur de se faire une idée plus précise sur l'importance des travaux de Génie Civil.

# I - Le Site

Le site de VOUGLANS présente les conditions requises pour l'établissement d'une importante accumulation.

## 1.1 — GÉOGRAPHIQUE

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

## 1.2 — HYDROLOGIQUE

Quoique issus de moyenne montagne, les apports de l'Ain et de ses affluents sont particulièrement abondants.

Pour un bassin versant de  $1.120 \text{ Km}^2$  le débit moyen à l'emplacement de l'ouvrage atteint  $38 \text{ m}^3/\text{sec}$ . ce qui correspond à une lame d'eau annuelle moyenne d'environ 1 mètre (apports annuels moyens  $1.200 \text{ Millions m}^3$ ).

Les hautes eaux ont lieu, en général, 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 ( $1.800 \text{ m}^3/\text{sec}$ . envisagés avec un apport de  $160 \text{ Millions de m}^3$ ) succèdent à de profonds étiages ( $1 \text{ m}^3/\text{sec}$ . environ).

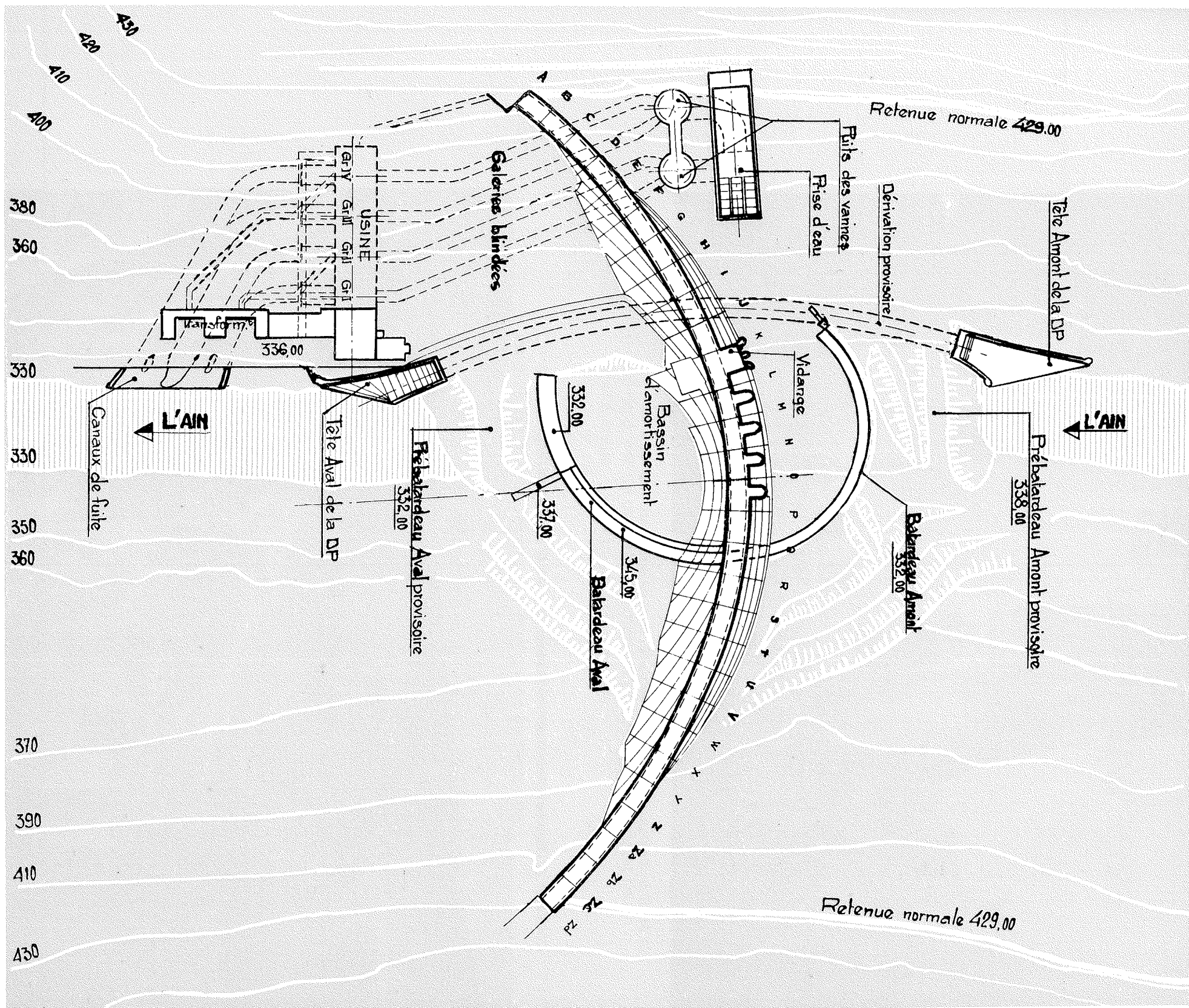
## 1.3 — GÉOLOGIQUE

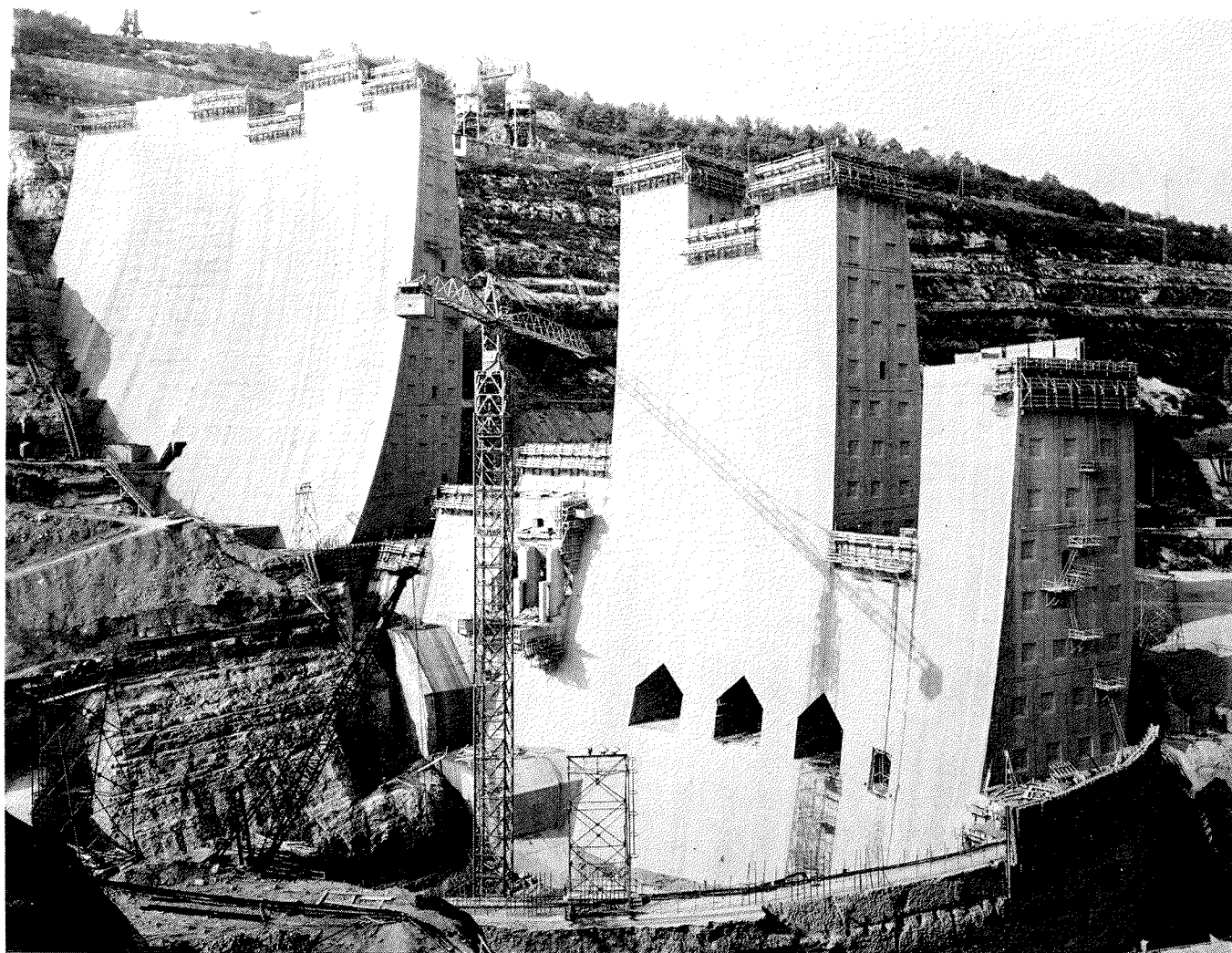
La roche des appuis constituée par des bancs massifs horizontaux de calcaire, a une excellente résistance mécanique. L'étanchéité générale est satisfaisante.

La rivière d'Ain a creusé, en effet, sa gorge dans les roches compactes du Rauracien ; mais située au milieu d'un large synclinal elle est enveloppée à 100 mètres de profondeur par la couche étanche de l'Oxfordien marno-calcaire.

Il existe, néanmoins des circulations karstiques qui empruntent, en général, les fractures de la roche. La coupure de ces cheminements, dont l'importance apparaît limitée, nécessitera l'exécution de quelques travaux d'étanchement.







CI-DESSUS : Barrage - Vue d'aval de l'ouvrage en cours de construction. Septembre 1963.

CI-DESSOUS : Barrage - Vue d'amont de l'ouvrage en cours de construction. Juillet 1966.



## II - Les Ouvrages

---

La rivière d'Ain, comme nous avons pu le voir dans le chapitre précédent, a un régime très irrégulier ; il était donc nécessaire, pour ne pas perdre une partie de l'énergie sauvage de cette rivière :

- ou de suréquiper des usines de faible chute travaillant par éclusées,
- ou de créer un ouvrage permettant par une grosse possibilité d'accumulation, d'absorber les crues.

La solution d'un grand barrage réservoir a été retenue ce qui de plus, permet de fournir de l'énergie de superpointe.

Le problème de la régularisation du cours d'eau se trouvait de nouveau posé étant donné qu'une éclusée de VOUGLANS ( $340 \text{ m}^3/\text{sec. environ}$ ) correspond à une forte crue.

La surélévation du barrage de Saut Mortier (situé à 4 km à l'aval) puis la construction 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 de la Chute de VOUGLANS, pièce maîtresse de cet ensemble, comprend :

**2.1 — Le Barrage**

- 2.1.1 — barrage proprement dit
- 2.1.2 — évacuateurs de crues
- 2.1.3 — vidanges
- 2.1.4 — batardeaux
- 2.1.5. — bassin d'amortissement
- 2.1.6 — voile d'étanchéité et réseau de drainage

**2.2 — La Prise d'eau**

**2.3 — L'Usine**

- 2.3.1 — bâtiment des machines
- 2.3.2 — galerie des batardeaux
- 2.3.3 — bâtiments annexes
- 2.3.4 — cellules des transformateurs

**2.4 — Le Portique de départ 225 KV.**

**2.5 — Les prébatardeaux**

**2.6 — La Dérivation Provisoire**



## 2.1 — LE BARRAGE

### 2.1.1 — Le barrage proprement dit

C'est un ouvrage en béton du type voûte à arcs non circulaires (spirale) et à parements à double courbure d'un rayon supérieur à 50 m fondé au rocher, dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Crête du barrage ..... 430 NGF
- Hauteur au-dessus des fondations ..... 130,00 m
- Développement en crête ..... 400,00 m ~
- Epaisseur moyenne à la base ..... 25,00 m
- Epaisseur en crête ..... 6,00 m
- Volume de béton ..... 550.000 m<sup>3</sup>
- Volume des fouilles
  - en conglomerat d'argile indurée .... 550.000 m<sup>3</sup>
  - dans le rocher ..... 150.000 m<sup>3</sup>
- Cote de la retenue normale ..... 429 NGF
- Volume total de la retenue ..... 605 Millions de m<sup>3</sup>
- Volume de la tranche utile  
(en exploitation normale) 425 Millions de m<sup>3</sup>
- Hauteur de la tranche utile ..... 34,00 m

— le barrage est divisé en 29 plots et 2 massifs d'extrémité.

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

— le barrage porte les évacuateurs de crues et les vidanges.

### 2.1.2 — Evacuateurs de crues

Ils sont constitués par quatre passes déversantes à nappe libre, implantées au centre et à la partie supérieure du barrage.

- Capacité d'évacuation

1.300 m<sup>3</sup>/s. à la cote 428 NGF

1.600 m<sup>3</sup>/s. à la cote 429 NGF

2.000 m<sup>3</sup>/s. à la cote 430 NGF

- les pertuis sont disposés en porte à faux par rapport au parement amont du barrage.

— cote des seuils déversants à profil «Creager» 421,00 NGF

— largeur des passes ..... 8,50 m

- les passes sont séparées par des piles dans lesquelles sont disposés les locaux de manœuvre des vannes segments équipant les évacuateurs de crues.

— dimension des vannes segments ..... 8,50 × 8,50

— Nombre..... 4

### 2.1.3 — Vidanges

Elles sont constituées par deux galeries blindées situées à la partie basse du barrage.

— diamètre de ces galeries ..... 3,00 m

— cote de calage..... 354,00 NGF

Chaque galerie est fermée par deux vannes.

— **à l'amont** : une vanne plate de garde manœuvrable depuis le couronnement.

— **à l'aval** : une vanne segment de réglage dont les locaux de manœuvre sont situés au niveau de la sortie des vidanges.

#### 2.1.4 — Batardeaux

- Les batardeaux amont et aval sont constitués par deux voûtes en béton et forment une enceinte réduite susceptible d'être noyée pendant la période des travaux par des crues supérieures à 600 m<sup>3</sup>/s.
- Les batardeaux sont traités en ouvrages définitifs.

##### a) batardeau amont

- arasé à la cote 332,00 il a pour but :
  - de retenir pendant la période des travaux, en cas de crues supérieures à 600 m<sup>3</sup>/s., les matériaux du pré-batardeau amont qui pourraient venir remplir l'enceinte dans laquelle sont exécutées les fouilles du barrage en-dessous du lit de l'Ain ;
  - permettre, grâce à ses passes sautables, d'abaisser le niveau de l'Ain à l'amont lors de l'exécution du bouchon de la Dérivation provisoire ;
  - protéger de l'engravement la vidange secondaire de fond et les pertuis provisoires calés à la cote 324,00 NGF.
- fondé au rocher, son infrastructure étant réalisée en fouille blindée, il a les caractéristiques suivantes :
  - épaisseur en-dessous de 325 NGF . . . . . 4,00 m
  - épaisseur au-dessus de 325 NGF . . . . . 1,20 m
  - développement en crête . . . . . 62,00 m
  - passes sautables :
    - nombre . . . . . 6
    - arasées à la cote . . . . . 327,00 NGF
    - dimensions . . . . . 2,50 × 2,00 m

#### b) batardeau aval

- arasé à la cote 345,00 NGF, il est fondé au rocher, son infrastructure étant réalisée en-dessous de 330,00 NGF en fouille blindée sur la moitié de l'épaisseur.

— hauteur maximum au-dessus des fondations	45,00 m
— développement en crête .....	132,00 m
— épaisseur à la base .....	8,00 m
— épaisseur en crête .....	2,50 m

- Il comprend en outre 6 pertuis.

— cote des seuils déversants à profil «Creager»	332,00 m
— largeur des passes batardables .....	2,00 m

#### 2.1.5 — Bassin d'amortissement

Il est constitué par l'enceinte comprise entre le barrage et le batardeau aval, déblayée jusqu'au rocher.

Le rocher, à l'intérieur du bassin d'amortissement sera protégé par un revêtement en béton armé.



## **2.1.6 — Voile d'étanchéité et réseau de drainage**

### **a) Voile d'étanchéité**

Son but est d'assurer l'étanchéité au droit du barrage et en prolongement des appuis pour éviter le contournement par les eaux de la retenue.

Le voile comporte une zone dense qui descend jusqu'à une quarantaine de mètres, comptés verticalement. Il est prolongé par un voile lâche jusqu'à 80 mètres de profondeur (comptés également verticalement). Cette zone de voile est destinée à contrôler l'étanchéité de la vallée rocheuse en profondeur. Le voile lâche 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.

### **b) Réseau de drainage**

Il est constitué par trois galeries de 80 m de long environ sur chaque rive (galeries d'où seront exécutés une série de forages).

Il a pour but d'éviter les sous pressions sous les appuis.

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

## 2.2 — LA PRISE D'EAU

La Prise d'Eau, implantée sur la rive droite de l'Ain à 100 mètres environ à l'amont du barrage, est construite pour quatre groupes. Elle est constituée de l'amont à l'aval par :

### 2.2.1 — Un ouvrage de prise équipé :

- d'une grille : surface ..... 300 m<sup>2</sup>
- d'un plan incliné en béton permettant l'installation d'un dégrilleur.

### 2.2.2 — Deux puits verticaux creusés dans le rocher

- hauteur ..... 100 m
- diamètre maximum ..... 12 m
- volume des fouilles dans le rocher .... 18.000 m<sup>3</sup>

Ces deux puits sont reliés à l'ouvrage de prise par deux galeries obturées chacune par :

- 1 vanne batardeau de type chenille H = 9 m - L = 6 m

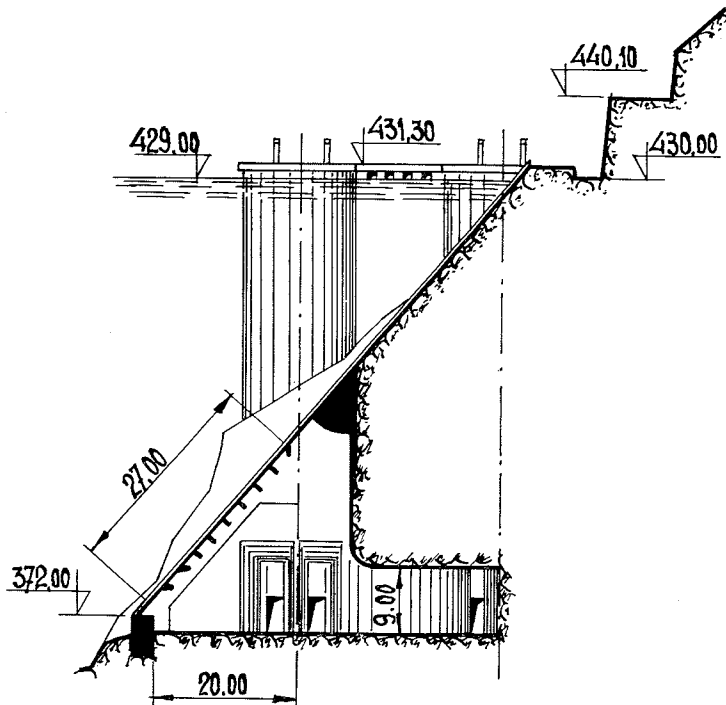
### 2.2.3 — Quatre galeries d'amenée

- diamètre intérieur ..... 4,50 m
- longueur unitaire moyenne ..... 120 m
- pression moyenne de service ..... 9 bars
- volume des fouilles dans le rocher .... 10.000 m<sup>3</sup>

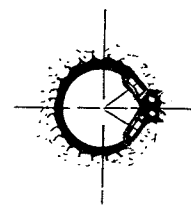
L'entrée de chaque galerie est fermée par une vanne de garde dont les organes de manœuvres sont disposés en superstructure à la partie supérieure des puits.

# PRISE D'EAU

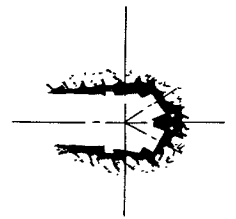
ELEVATION



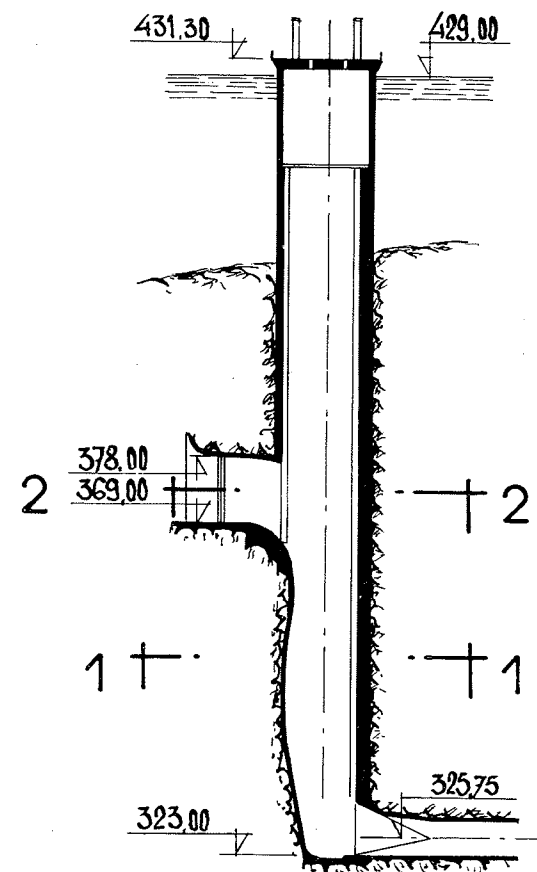
COUPE: 1.1



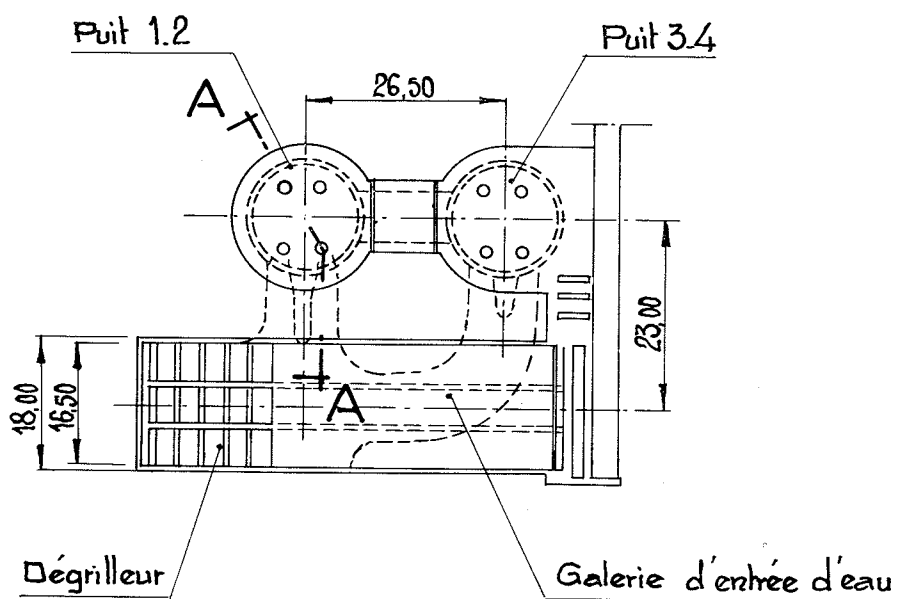
COUPE: 2.2

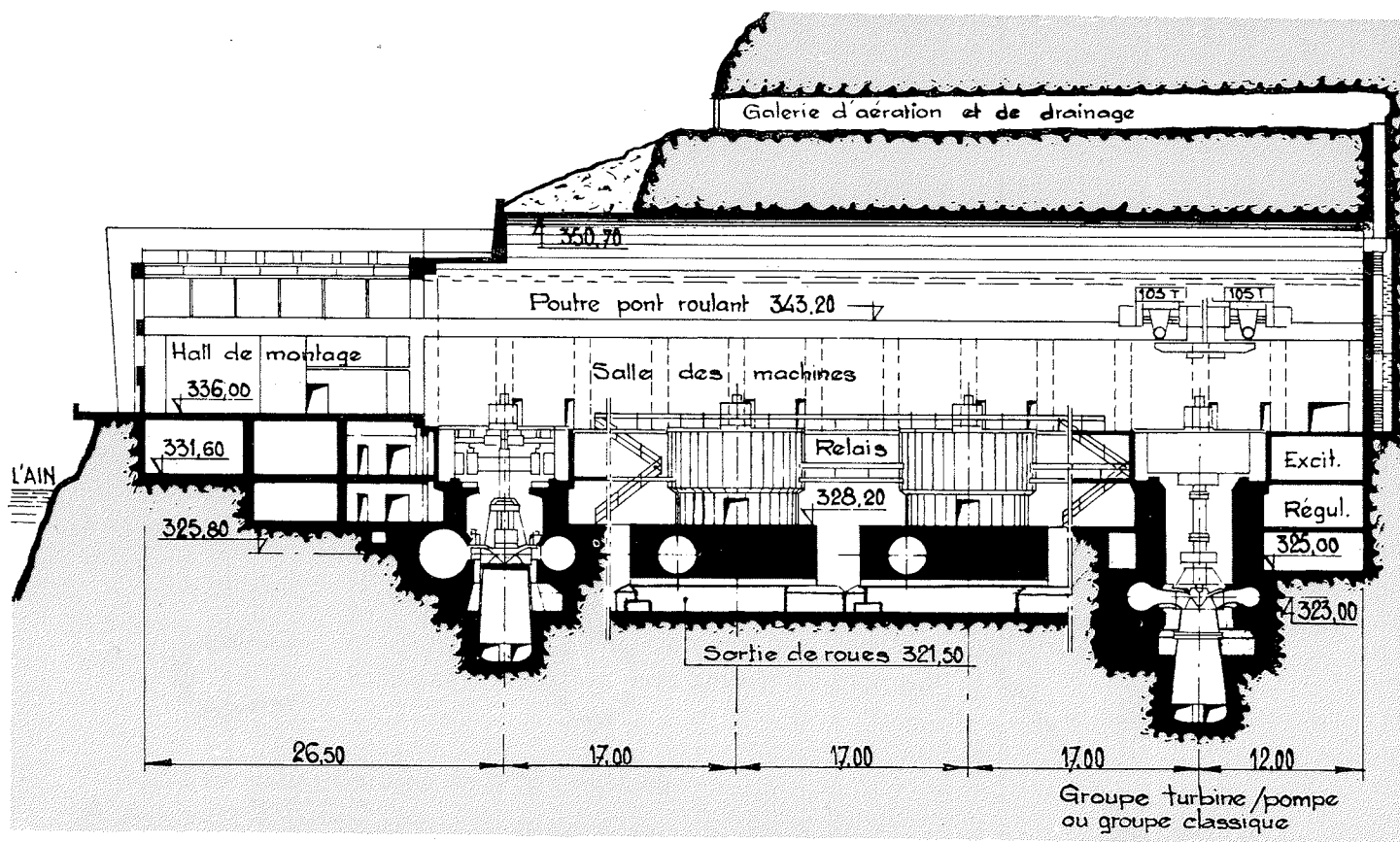


COUPE suiv. A.A



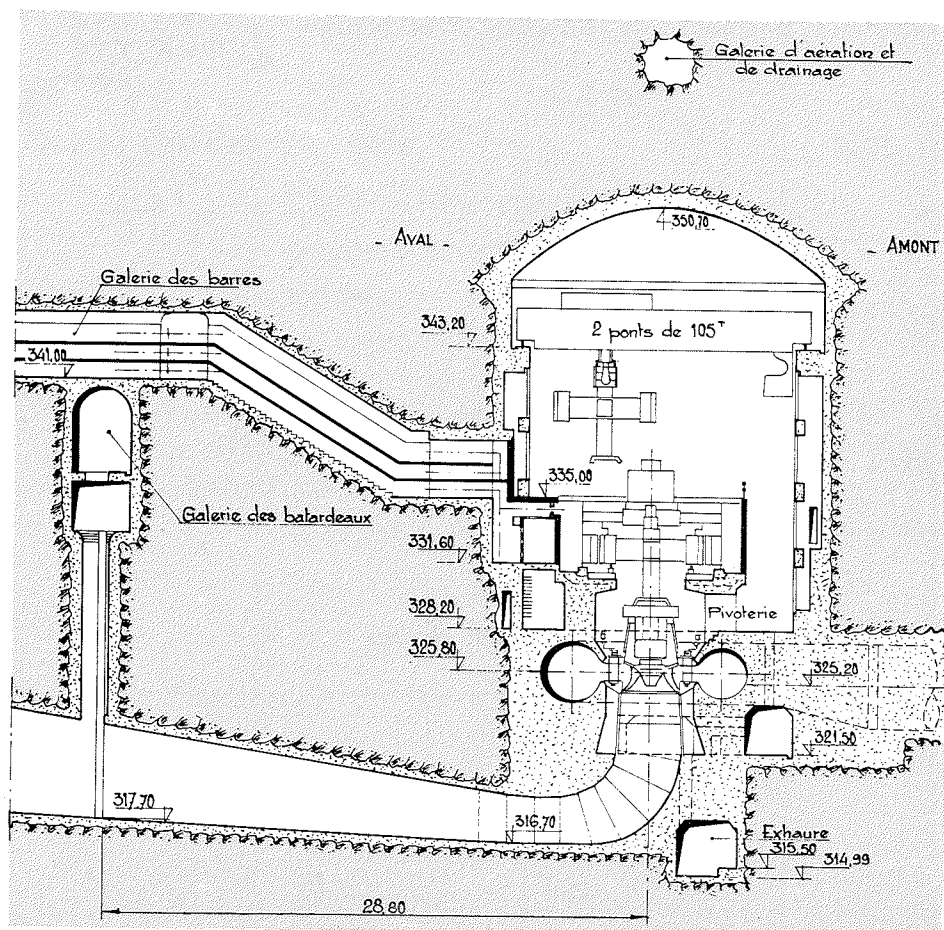
VUE EN PLAN





Coupe en long de l'usine semi-souterraine. On remarquera le groupe turbine-pompe (à droite) qui pourrait être installé en seconde phase d'équipement.

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.





## 2.3 — L'USINE

L'Usine comprend quatre parties : le bâtiment des machines, la galerie des batardeaux, les bâtiments annexes et les cellules de transformateurs.

### 2.3.1 — Bâtiment des machines

Il est conçu pour abriter quatre groupes Francis à axe vertical. Le bâtiment est disposé sur la rive droite, perpendiculairement à la rive, 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 de 105 T. desservent l'Usine. Un accès direct est ménagé depuis le couronnement du barrage par puits, ascenseur et galerie.

Les principales caractéristiques de cet ouvrage sont les suivantes :

#### a) La cavité

Longueur .....	70 m
Largeur .....	15 m
Hauteur .....	35 m
Volume de béton .....	15.000 m <sup>3</sup>
Volume déblais rocheux .....	35.000 m <sup>3</sup>

b) **L'équipement** — il se fera en deux phases :

**Turbines**

Francis à axe vertical

- nombre ..... 2 en 1<sup>re</sup> phase  
2 en 2<sup>me</sup> phase dont une  
pourra fonctionner en  
pompe (groupe réver-  
sible)
- vitesse de rotation .... 214 T/mn
- débit ..... 75 m<sup>3</sup>/s.
- chute nette moyenne .. 90,40 m
- puissance nominale ... 62.500 KW.

**Alternateurs**

- nombre ..... 2 en 1<sup>re</sup> phase  
2 en 2<sup>me</sup> phase
- puissance ..... 80 MVA
- tension ..... 10,3 KV sous  $\cos \varphi = 0,85$

**Transformateurs**

- nombre :
  - 1 en 1<sup>re</sup> phase
  - 1 en 2<sup>me</sup> phase
- triphasés ..... 10,3/240 KV

c) **La restitution**

La restitution des groupes dans la rivière se fait par deux galeries de fuite creusées dans le rocher, une galerie pour deux groupes.

Cote de restitution ..... 325,00 NGF  
Longueur totale des galeries 400,00 m  
Section ..... variable de 16 à 100 m<sup>2</sup>  
Béton ..... 10.000 m<sup>3</sup>  
Rocher ..... 23.000 m<sup>3</sup>

### **2.3.2 — Galerie des batardeaux**

Parallèle au bâtiment des machines, elle 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.

### **2.3.3 — Bâtiments annexes**

Ils 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, l'autre à l'aval de l'usine.

### **2.3.4. — Les cellules des transformateurs**

Les deux cellules des transformateurs sont placées à la suite du bâtiment annexe aval, sur la rive droite, deux galeries de barres creusées dans le rocher de longueur totale de 130 m environ, les relient à l'usine.

## 2.4 — Le portique de départ 225 KV

Les départs 225 KV sont constitués par un ensemble de portiques situés sur la Rive Droite, à la sortie des gorges de l'Ain, d'où partent les lignes aériennes.

Le poste principal comprend les disjoncteurs de groupe et l'ensemble du matériel permettant de le raccorder à la ligne haute tension 225 KV GÉNISSAT-CHAMPVANS.

L'énergie est amenée des transformateurs jusqu'au portique des départs, par câbles à huile sur 400 m environ.

## 2.5 — Les prébatardeaux

Les prébatardeaux sont constitués de deux petites digues en terre et enrochements, à l'abri desquelles sont exécutés les batardeaux définitifs en fouille blindée, l'Ain passant par la dérivation provisoire.

## 2.6 — La Dérivation Provisoire

Elle est constituée par une galerie creusée sous la rive droite :

- diamètre intérieur : 8,50 m
- longueur : 230 m
- débit maximum dérivé : 600 m<sup>3</sup>/sec.

Les têtes amont et aval sont aménagées pour permettre leur batardage partiel ou total au moment de l'obturation de cette galerie, l'Ain passant alors dans la vidange secondaire.

Les prébatardeaux et la dérivation provisoire ont donc pour but de mettre hors d'eau le chantier pendant toute la période des travaux. Au delà d'un débit supérieur à 600 m<sup>3</sup>/sec. le chantier est noyé, risque qui a été jugé admissible compte tenu :

- de la fréquence de ces crues (3 ans) ;
- des faibles travaux nécessaires pour la remise en ordre de la zone inondée.



### III - Le Chantier

Le chantier, ouvert le 1<sup>er</sup> JUIN 1963, a débuté par une phase d'installations, simultanée avec la phase des terrassements.

Il se poursuit par la construction des ouvrages. Il se terminera par le montage des éléments mécaniques.

Les divers travaux sont conduits en vue d'une mise en eau du barrage au printemps 1968, la mise en route du premier groupe devant intervenir avant l'été 1968.

Les travaux confiés à L'Entreprise Industrielle comprennent essentiellement :

1° L'étude et l'établissement des installations générales, leur entretien et leur repliement.

2° La construction des ouvrages définitifs énumérés ci-après :

- a) le barrage et ses annexes : évacuateurs de crues, vidanges, batardeaux et bassin d'amortissement, protections des berges, étanchéité des rives ;
- b) la prise d'eau et les galeries d'amenée.
- c) l'usine comprenant : le bâtiment des machines et les galeries de fuite, la galerie des batardeaux, les bâtiments annexes, les cellules des transformateurs et les galeries de barres ;
- d) le portique des départs 225 KV ;
- e) les injections de tous les ouvrages notamment :
  - le voile d'étanchéité du barrage,
  - les clavages entre plots,
  - les liaisons béton-rocher,
  - les collages des revêtements métalliques.

3° La construction des ouvrages provisoires suivants :

- les prébatardeaux,
- la dérivation provisoire.

Le présent chapitre a pour but de montrer quelles sont les méthodes et les moyens d'exécution mis en œuvre par L'Entreprise Industrielle pour mener à bien la réalisation de ce complexe.

Nous distinguons successivement :

3.1 — Les Terrassements

3.1.1 — Barrage

3.1.2 — Prise d'eau

3.1.3 — Usine

3.2 — Les Bétons

3.2.1 — Les Installations

3.2.2 — Composition et contrôle

3.3 — Les coffrages

3.4 — Les installations générales.

### **3.1 — LES TERRASSEMENTS**

Les méthodes et moyens de terrassements ont été examinés pour chaque cas particulier et adaptés en fonction de la nature et du volume des travaux à réaliser ainsi que des impératifs du programme.

#### **3.1.1 — Le Barrage**

##### **1° Le barrage proprement dit**

Les terrassements du barrage, proprement dit, peuvent se diviser en deux grandes familles :

- les terrassements en grande masse de la moraine rive gauche,
- les terrassements des appuis du barrage.

##### **a) Moraine Rive Gauche**

Le rocher Rive Gauche est recouvert par une moraine fluvio-glaciaire. Ce terrain d'apparence alluvionnaire est en fait un conglomérat d'argile indurée exigeant l'emploi d'explosifs.

Les différents talus qui tiennent, au moment de l'excavation verticalement, se désagrègent rapidement, le sol perdant sa cohésion sous l'effet des agents atmosphériques.

Dans ces conditions, la pente des talus choisie est la suivante :

- au-dessus de la cote 360 NGF 1/1
- des cotes 360 à 340 NGF 2/1  
2 vertical pour 1 horizontal.
- des cotes 340 à 330 NGF 1/1

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

Ces terrassements qui comprennent l'extraction, le transport et la mise en décharge des matériaux sont conduits par tranches horizontales descendantes de 3 mètres d'épaisseur.

Le volume de déblais est de l'ordre de 400.000 m<sup>3</sup> mis en dépôt dans la retenue à environ 1 km à l'amont du barrage, aucune décharge proche n'ayant pu être trouvée à l'aval. La cote maximum de cette décharge est telle qu'elle n'empiète pas dans la tranche utile.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- perforation : crawl I.R. CM2 permettant des forages en 75 mm ;
- explosif : Nobélite en cartouche 60/1000 ;
- évacuation :
  - désagrégation des blocs par Ripper CATERPILLAR D9,
  - évacuation par motorscrapers CATERPILLAR 631 avec pousseur D9.

## b) Appuis du barrage

Le rocher est un calcaire compact dur quelquefois lapiazé altéré en surface par l'érosion.

Les terrassements exécutés entièrement à l'explosif sont conduits par tranches horizontales successives descendantes.

La fouille se fait en deux phases :

- d'abord ébauche par sautage du cœur,
- puis réglage des parements et du fond de fouille.

Juste avant le bétonnage, il est procédé à un purgeage final puis à la préparation et au nettoyage soigné des surfaces.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- **Perforation :**

Cœur — Crawl I.R. CM2 permettant des forages de 75 mm.

Réglage :

- chariots légers MONTABERT C.F.L. avec marteaux T.25 permettant des forages de 45 mm. ;
- marteaux à main MONTABERT L.47.

- **Explosifs :**

Tolamite.

- **Evacuation :**

Les matériaux sont poussés au Bull CATERPILLAR D4 ou D8 suivant les possibilités d'accès, dans des recettes où ils sont repris par une pelle BUCYRUS 71 B de 2.300 litres ou 38 B de 1.100 litres, qui chargent des camions EUCLID de 22 tonnes.

Les matériaux sont mis en décharge soit en Rive Gauche amont soit en Rive Droite aval.

Le volume de déblais rocheux ainsi extrait est de 150.000 m<sup>3</sup>.





CI-DESSUS : Vue de l'ensemble des fouilles réalisées sur les ancrages du barrage. On 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.

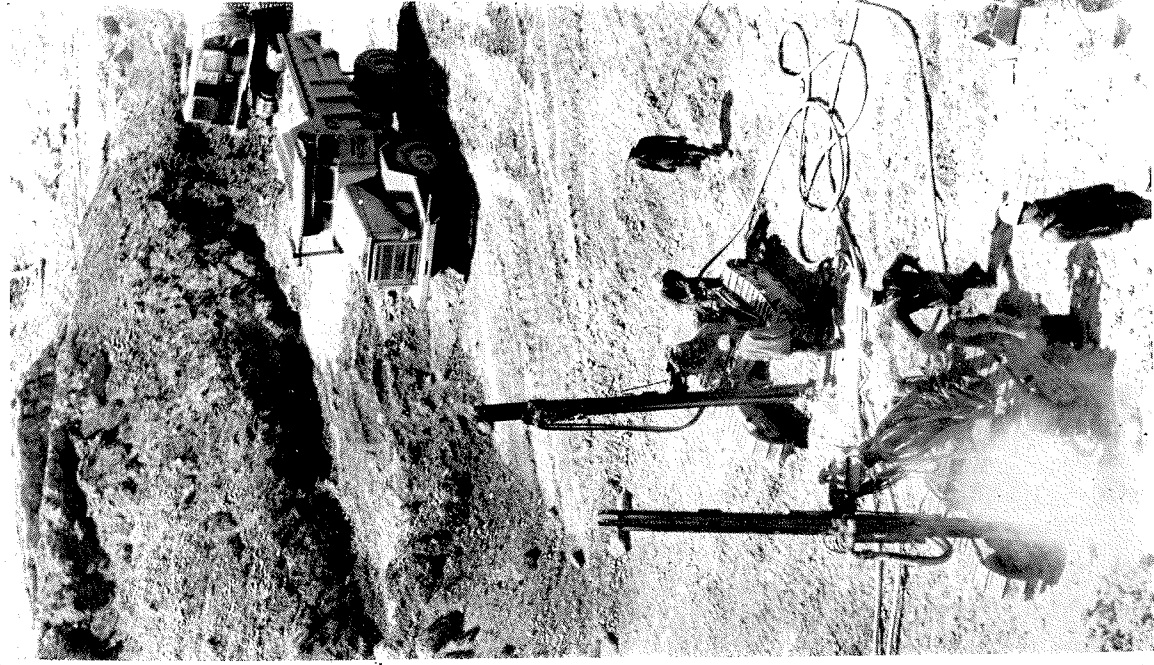
CI-DESSOUS : Chargement des terrassements des fouilles en rocher par une pelle Bucyrus sur un dumper Euclid.



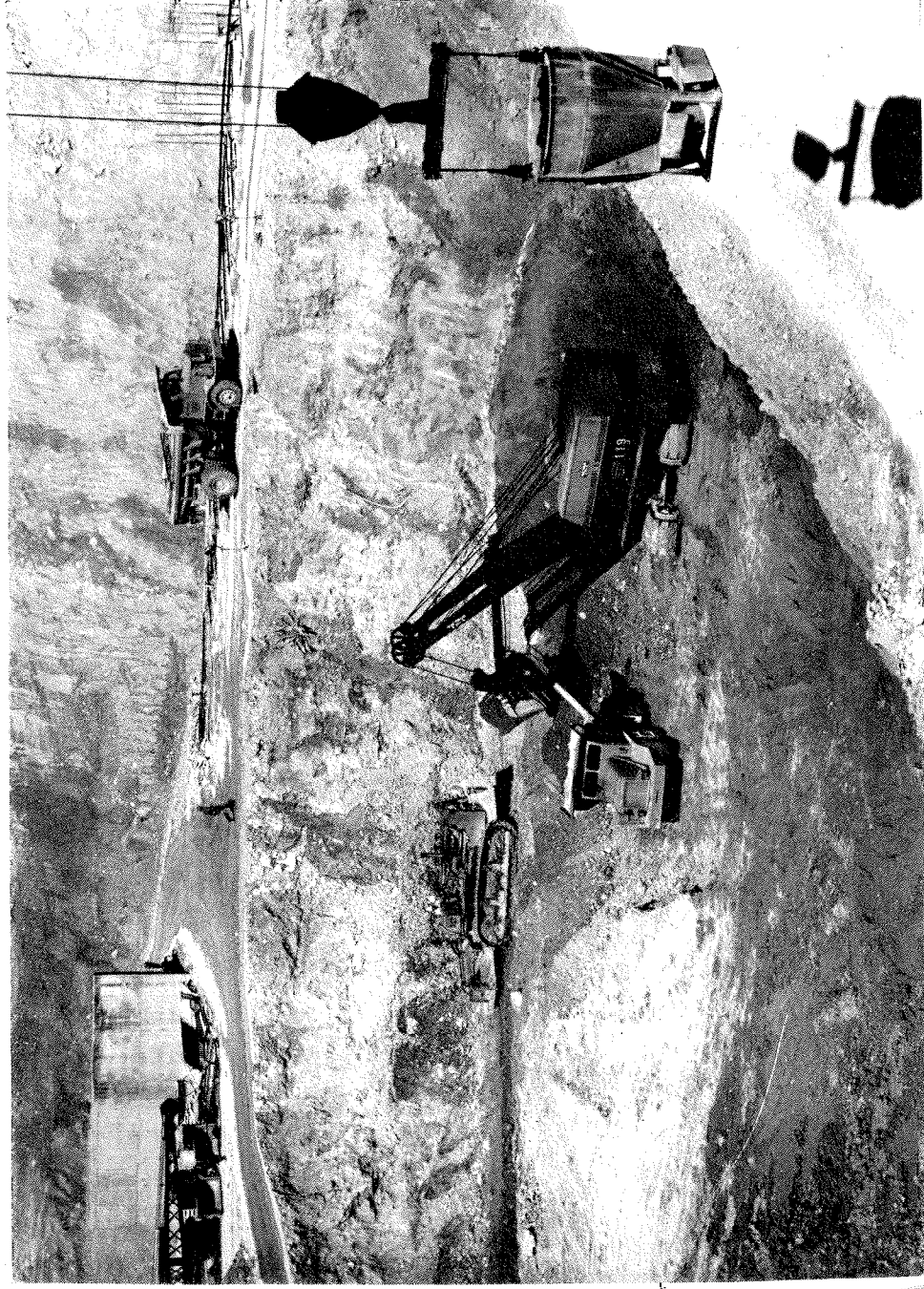
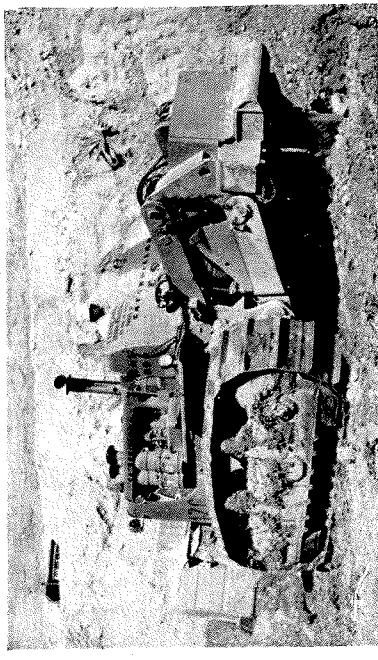
CI-DESSUS : Vue d'ensemble de la décharge amont. On aperçoit au centre le prébatardeau amont en terre et à droite le batardeau amont en béton.







Les différentes phases du déro-  
chement à l'intérieur de l'enceinte  
étanche. CI-CONTRE, A GAUCHE :  
Foration des trous de mines à  
l'aide de Crawl I.R. CM 2. —  
CI-DESSUS : Tir de mines. —  
CI-CONTRE, A DROITE : Scarifi-  
cation par tracteur Cat D 9 équipé  
d'un ripper. — CI-DESSOUS : Les  
déblais sont repris par une pelle  
Bucyrus et chargés sur un dumper  
Euclid qui les évacue vers la  
décharge amont. On remarque au  
premier plan, à droite, la benne  
du blondin qui va charger en béton  
le camion que l'on voit arriver au  
niveau supérieur.



## **2° Enceinte des batardeaux**

A l'intérieur de l'enceinte constituée par les deux batardeaux, environ 150.000 m<sup>3</sup> de marne compacte et feuilletée sont à enlever pour exécuter les terrassements du bassin d'amortissement et découvrir le rocher à l'amont et à l'aval du barrage ainsi que dans le fond de la vallée rocheuse.

Ce travail est réalisé par tranches horizontales successives de 3 m d'épaisseur, une piste étant construite au fur et à mesure de l'abaissement des terrassements.

Pour réaliser ces terrassements qui exigent également l'emploi d'explosifs, les moyens mis en œuvre sont les suivants :

- perforation Crawl IR. CM2 permettant des forages de 75 mm. ;
- explosifs : Nobélite en cartouches 60/1000 ;
- marinage : après passage du ripper D9 les matériaux sont chargés par deux pelles en butte BUCYRUS de 2.300 litres (61 B et 71 B) desservies chacune par sept camions EUCLID 22 ou 27 tonnes.

La décharge se faisant en rive gauche amont.

### 3° Les batardeaux

Comme nous avons pu le voir dans les pages précédentes la moraine rive gauche qui, au-dessus de la cote 330 NGF, est constituée par un conglomérat d'argile indurée, est constituée en-dessous de 325 après une zone de transition, par des marnes pures. Par suite des risques de glissement en masse, il n'était pas possible de poursuivre en-dessous de la cote 330 NGF les terrassements en fouille ouverte en grand.

La fouille est donc poursuivie à l'abri de l'enceinte formée par les batardeaux.

Ceux-ci sont exécutés en fouilles blindées suivant un procédé dit : Fouilles BIOGE (1).

Le blindage est réalisé en béton armé coulé sur place.

Les fouilles sont réalisées 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 d'épaisseur moyenne sont entretoisées par un bouton prismatique en béton de 1,5 m<sup>2</sup> de section.

Les fouilles sont descendues par tranches horizontales successives :

— les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- **perforation :**
  - perforatrice rotative montée sur chariot léger MONTABERT CFL
  - ou
  - marteau perforateur monté sur chariot léger MONTABERT CFL.
- **explosif :**
  - Tolamite ou poudre noire suivant les zones.
- **poussage des déblais en fond de fouille :**
  - Bull CATERPILLAR D4 ou FIAT 60 CI.
- **évacuation :**
  - benne preneuse de 1.100 l. montée sur une grue BUCYRUS 38 B chargeant des camions EUCLID de 22 tonnes.

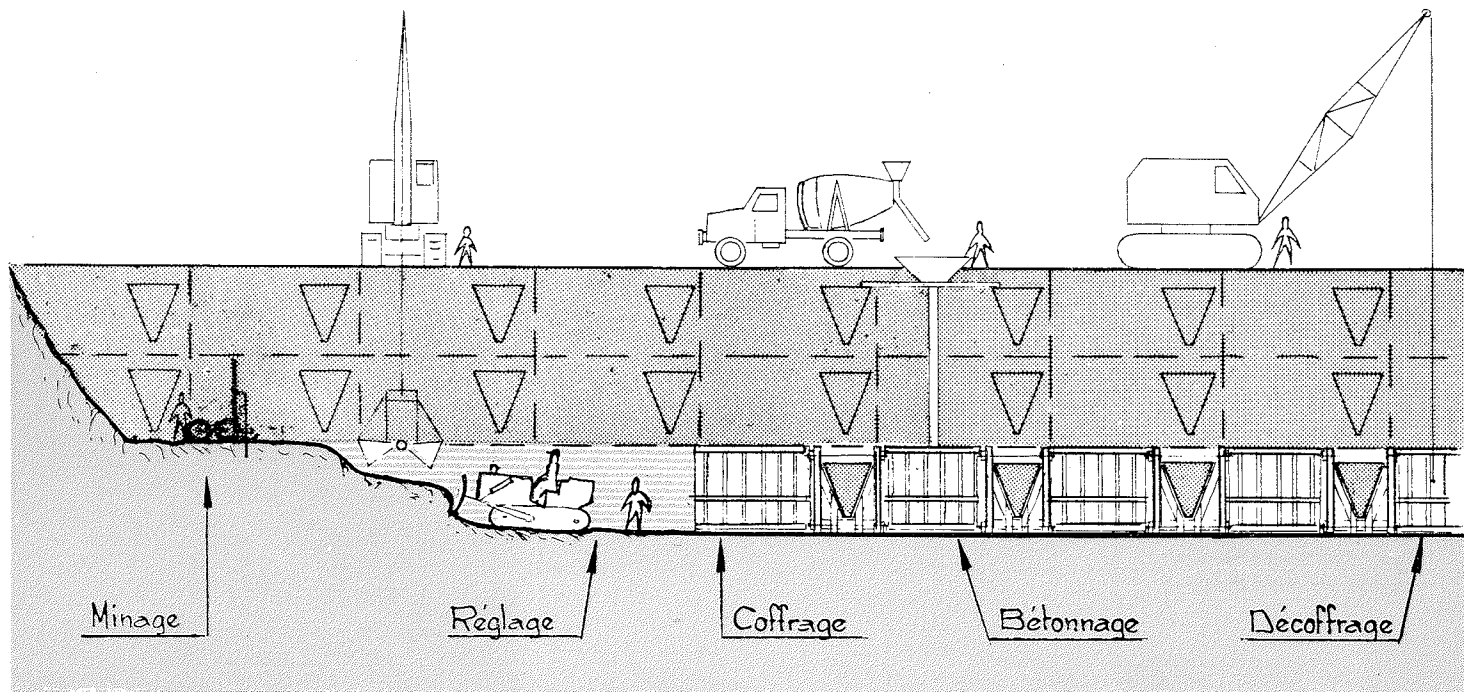
Cette méthode de fouilles, quoique relativement lente, offre toute sécurité et permet un remplissage aisé, les banches et les boutons étant laissés et noyés dans le béton de seconde phase.

Par ce procédé, les fondations des batardeaux sont descendues jusqu'au rocher soit environ à 25 m de profondeur.

La fondation est enfoncée dans le rocher sain sur une hauteur de 2 m pour le batardeau amont et 4 m pour le batardeau aval.

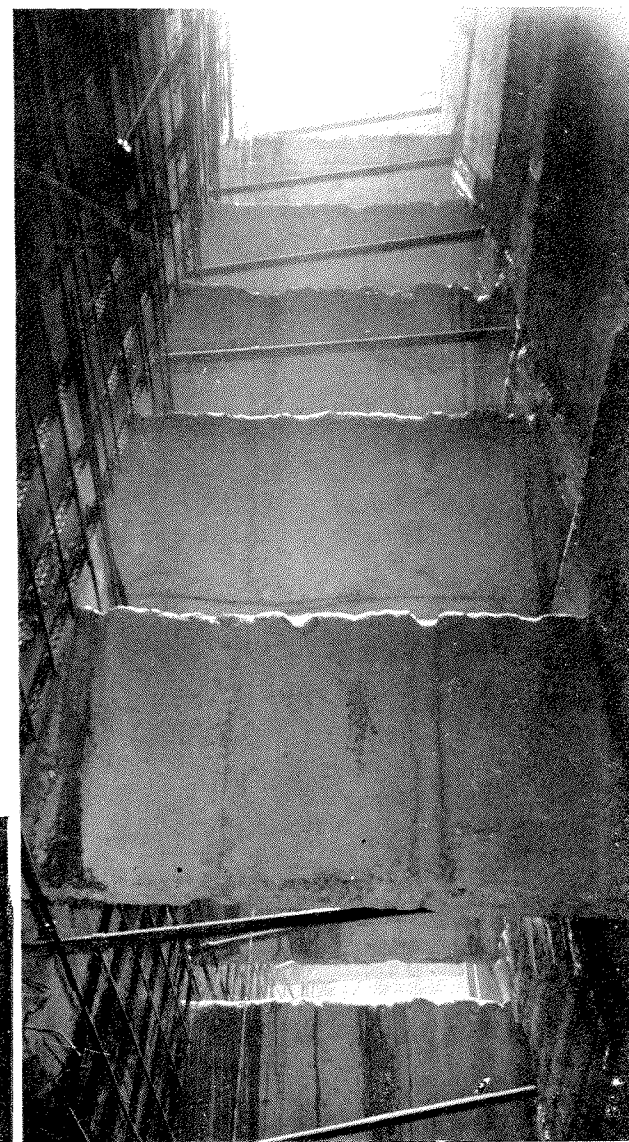
(1) Procédé d'origine suédoise appliqué en France pour la première fois sur le chantier du barrage de BIOGE (Haute-Savoie).





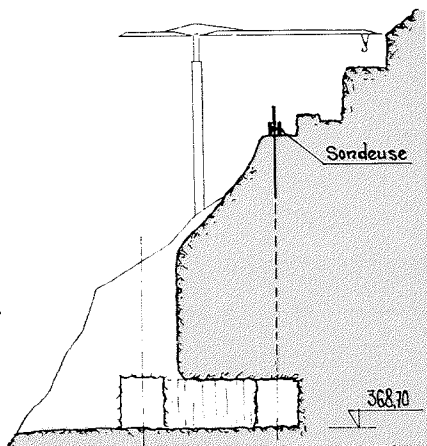
CI-DESSUS : Schéma de principe de la construction d'une fouille BIOGE.

CI-DESSOUS : L'ensemble de la fouille BIOGE et, au fond, la centrale de la Chartreuse-de-Vaucluse qui disparaîtra sous la retenue.



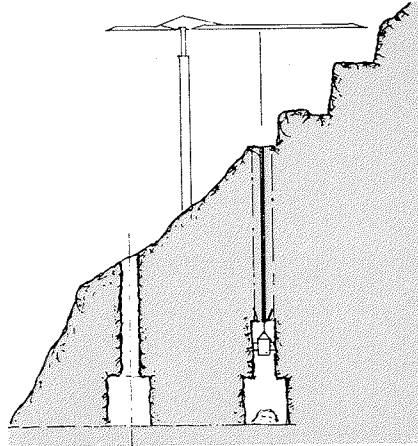
CI-DESSUS : Vue d'une ligne de butons, prise du fond de la fouille BIOGE.

# PRINCIPE DU DEROCTAGE DE LA PRISE D'EAU



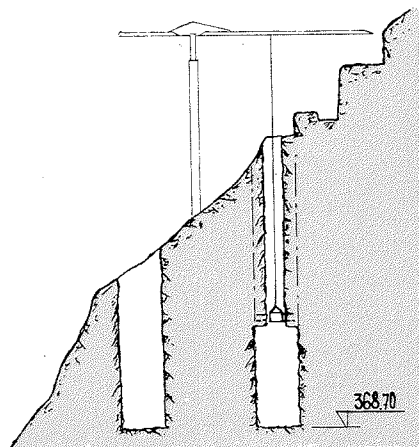
## I° PHASE

- Déroctage des entrées d'eau
- Accès aux puits
- Forage d'un trou  $\phi$  110 mm pour passage du câble de la grue



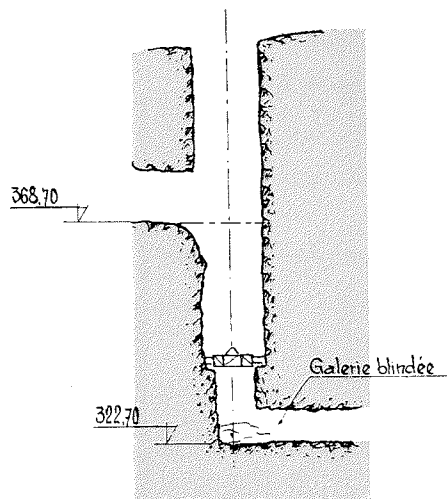
## II° PHASE

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



## III° PHASE

- Abattage par nacelle de bas en haut (forages rayonnants)



## IV° PHASE

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



CI-DESSUS : La nacelle servant à la perforation de l'avant-puits.

CI-CONTRE : Les quatre schémas illustrent les phases de la perforation des puits verticaux de la prise d'eau.

CI-CONTRE : Orifice de l'avant-puits en surface avec le treuil qui permet de soutenir la plateforme à partir de laquelle l'avant-puits sera élargi.



---

### 3.1.2 — La Prise d'Eau

Les terrassements de la prise d'eau peuvent être divisés en trois grandes familles.

#### 1 — Entrées d'eau

Les entrées d'eau sont constituées par deux galeries rectangulaires de 72 m<sup>2</sup> de section réalisées en deux tranches superposées.

Des déblais rocheux d'un volume de 6.000 m<sup>3</sup> environ sont évacués à la décharge Rive Droite aval au moyen de dumpers.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- perforation : marteaux à main avec avanceurs à poussoirs mobile,
- explosif : tolamite,
- marinage : chargeuse sur pneus INTERNATIONAL H.70 et dumpers.

#### 2 — Puits de prise d'eau

Chaque puits de prise d'eau est réalisé en deux parties : de 369 à l'air libre, puis de 323 à 369.

Les déblais de la partie en-dessus de 369 sont évacués par les galeries d'entrée d'eau.

Les déblais de la partie en-dessous de 369 sont évacués à la cote 323 NGF par les galeries des conduites forcées.

Dans chaque puits et pour chaque partie il est successivement réalisé quatre phases de travaux :

---



I — un avant-trou descendant  $\varnothing$  110 mm foré au moyen d'une sondeuse. Cet avant-trou sert à passer le câble de la plateforme de travail qui est suspendue à une grue à tour équipée spécialement pour le transport de personnel.

II — un avant-puits de 2,50 m de diamètre en remontant au moyen d'une plateforme cage suspendue.

III — des élargissements par abattages rayonnants également en remontant.

IV — des réglages par trous verticaux en descendant.

Ces réglages intéressent une banquette de 2 m.

Le volume des déblais rocheux est d'environ 18.000 m<sup>3</sup> mis à la décharge Rive Droite Aval.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- grue WEITZ 140 Tm X 1331 équipée pour le transport du personnel,
- perforation : marteaux à main sur avanceurs à poussoirs,
- explosif : Tolamite,
- marinage : chargeuse sur pneus INTERNATIONAL H. 70 de 2 m<sup>3</sup> et dumpers.

### 3 — Les galeries d'amenée

Les quatre galeries d'amenée de longueur moyenne 125 m, de section  $25\text{ m}^2$ , sont creusées à partir de l'Usine en pleine section.

La perforation et le minage se font sur une galerie pendant que le marinage est effectué sur l'autre.

Les déblais de ces galeries sont évacués par l'Usine et les canaux de fuite et sont mis en décharge à l'aval en Rive Droite.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- perforation : marteaux à main avec avanceurs à poussoirs sur plateforme
- marinage :
  - chargement et transport sur toute la longueur des galeries : Chargeuse sur pneus INTERNATIONAL H. 70 de  $2\text{ m}^3$
  - évacuation à partir de l'Usine par dumpers EUCLID 18 tonnes chargés directement par la chargeuse ou par l'intermédiaire d'une trémie.

### 3.1.3 — L'Usine

#### 1 — Usine et galeries diverses

L'Usine, comme nous avons pu le voir dans le chapitre II, est souterraine ; seul le hall et les bâtiments annexes sont extérieurs.

Elle est creusée en rive droite dans un calcaire dur composé de bancs horizontaux de hauteur variable.

Par suite de sa grande portée : 18 m, il a été décidé, pour éviter le risque de décompression du rocher, de bétonner dès excavation la partie supérieure c'est-à-dire la voûte, les piédroits et les poutres du pont roulant de la partie souterraine.

Après cette première phase le déroctage est poursuivie jusqu'aux fosses des quatre groupes, le béton étant fait en remontant.

Les diverses galeries (galeries des barres, des batardeaux) ont été amorcées depuis l'intérieur de l'Usine, l'accès étant réalisé aux différents niveaux successifs du stross.

Les déblais de la partie supérieure ont été évacués par rampe jusqu'à la décharge.

La tranche inférieure est évacuée par les canaux de fuite.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

— **perforation** : Crawl I.R. CM2 pour la grande masse, les réglages étant réalisés soit au chariot léger MONTABERT CFL avec marteau T.25, soit au marteau à main.

— **évacuation** :

**Pour la partie supérieure** : chargement par chargeuse et évacuation par dumpers.

**Pour la partie inférieure** : chargement direct de camions EUCLIDS 18 tonnes par une trémie. Cette trémie étant alimentée par un BULL D8.

CI-CONTRE : Une des phases d'exécution de la voûte de l'Usine : l'attaque en faite.

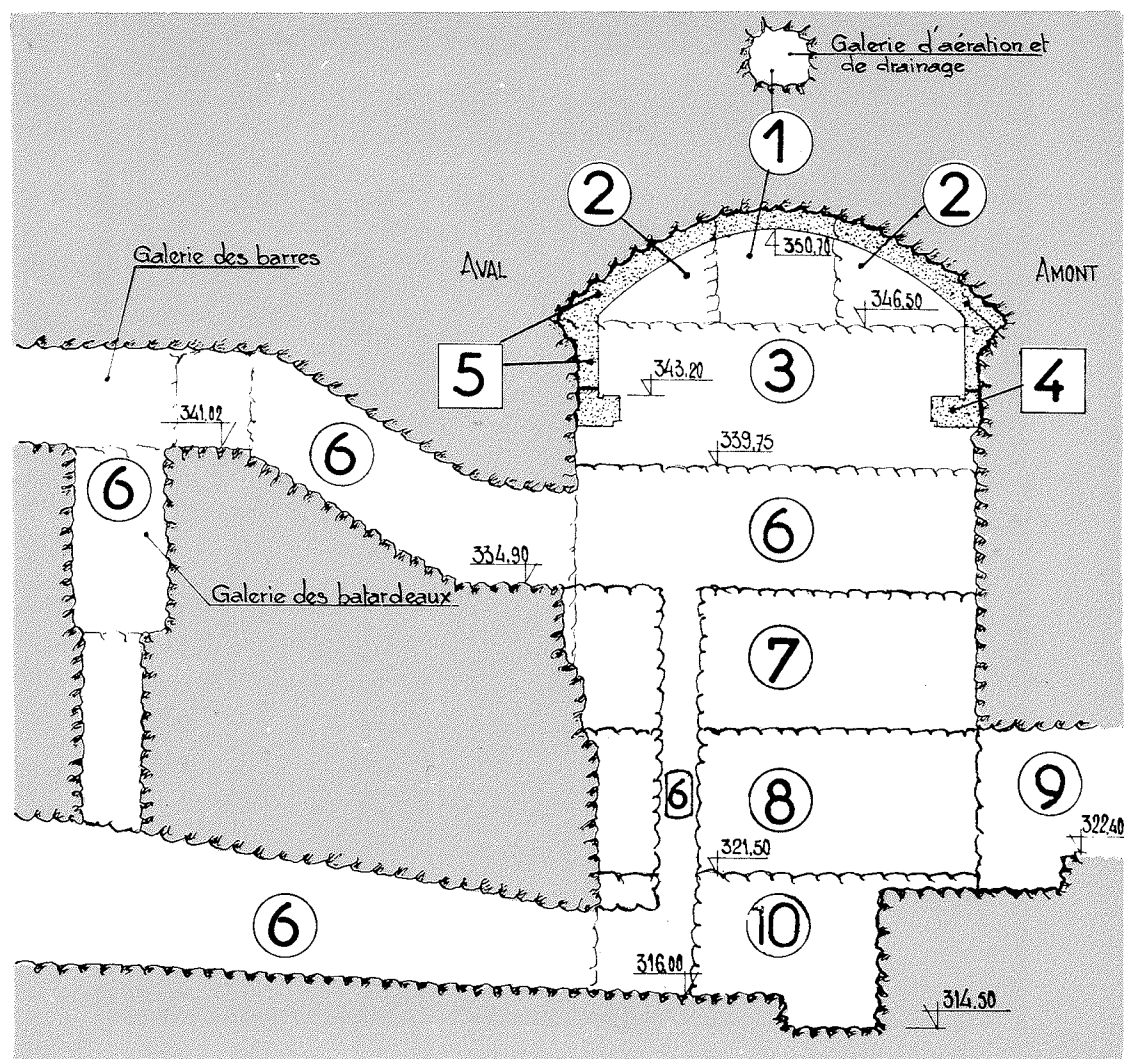


CI-CONTRE : L'excavation de l'usine souterraine atteint le niveau des fosses des sorties de roues des turbines. Le niveau du hall de montage se trouve à la hauteur du niveau du sol à l'extérieur de l'excavation.



CI-DESSUS : Jonction des canaux de fuite des groupes 1 et 2.

CI-CONTRE : Schéma du dérochement de la partie souterraine de l'usine et des galeries qui y aboutissent. — (1) Percement de la galerie de fuite. — (2) Abattages 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 galeries de barres, de la galerie des batardeaux, des galeries de fuite et d'un puits d'évacuation des débris 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 inférieur des galeries blindées. — (9) Percement des galeries blindées. — (10) Attaque du stross jusqu'au niveau inférieur de l'usine.



## 2 — Canaux de fuite

Les canaux de fuite sont creusés depuis l'extérieur vers l'Usine.

Un merlon rocheux de protection isole le chantier de la rivière. En bordure de ce merlon rocheux se trouve la rampe d'accès aux canaux de fuite.

Sur ce merlon est assis un mur poids en béton arasé à 332.50 NGF servant de batardeau et protégeant le chantier contre une crue de 600 m<sup>3</sup>/s.

Le déroctage de ces galeries, dont la section varie de 100 m<sup>2</sup> à l'extérieur à 16 m<sup>2</sup> à la sortie des aspirateurs est mené en deux temps :

- 1° Galerie d'avancement en calotte.
- 2° Stross de la partie inférieure.

Les différents moyens mis en œuvre sont les suivants :

- **perforation** : marteaux à main sur avanceurs à poussoirs ;
- **marinage** : chargeuse HOUGH H.70 chargeant des Euclids de 14 tonnes.

## 3.2 — LES BÉTONS

La réalisation des ouvrages nécessite la fabrication et la mise en place de 650.000 m<sup>3</sup> de béton de granulométrie variable avec des dosages allant de 225 à 350 kg de ciment par m<sup>3</sup>.

Nous verrons successivement :

3.2.1 — Les Installations

3.2.2 — La composition et le contrôle des bétons.

### 3.2.1 — Les Installations

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

- 1 — Extraction des produits de la ballastière.
- 2 — Installation de préparation des granulats.
- 3 — Installation de stockage et de distribution du ciment.
- 4 — Centrales à béton.
- 5 — Installations et équipements de mise en place du béton du barrage.
- 6 — Installations et équipements de mise en place des bétons de l'usine et des ouvrages annexes.



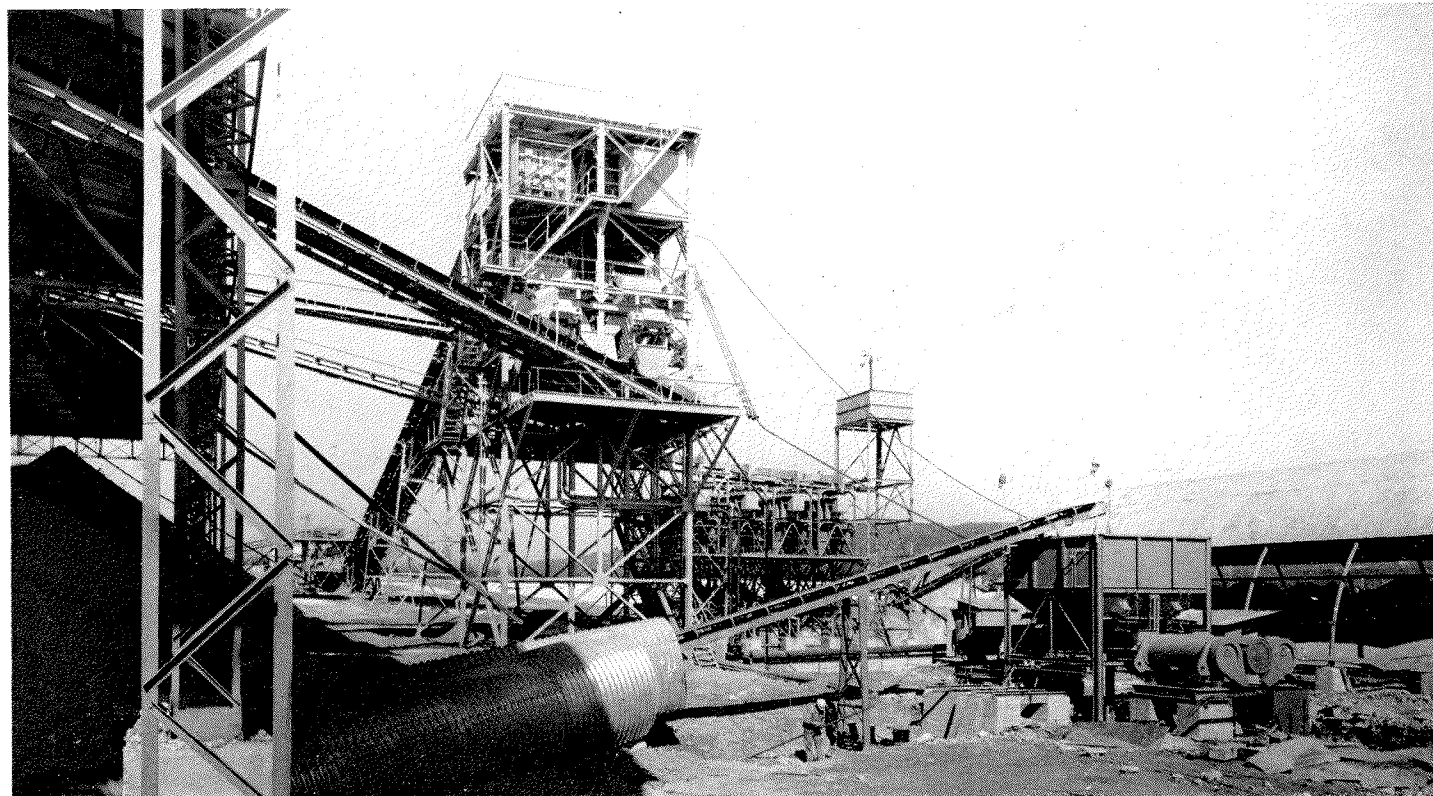


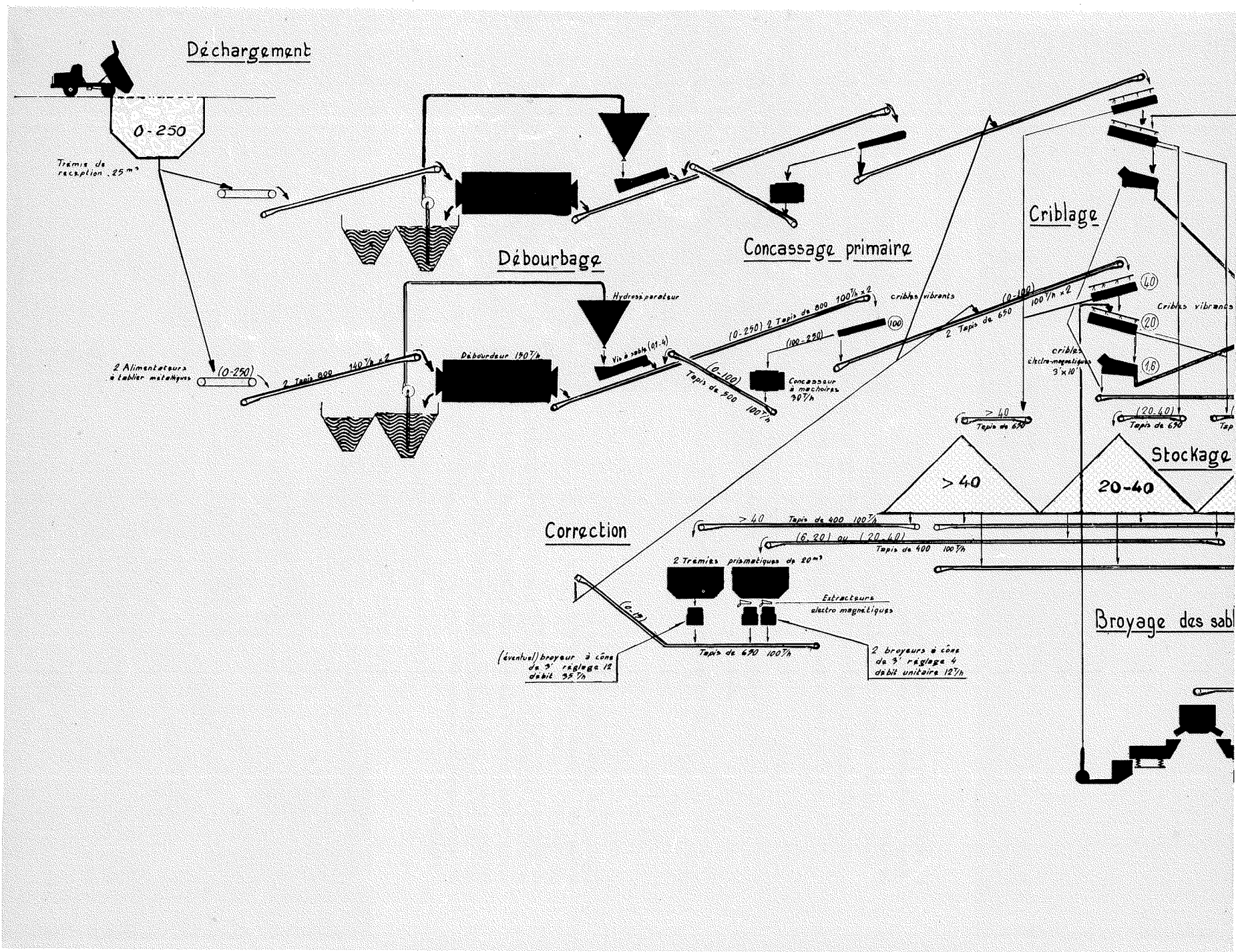
CI-DESSUS : Vue d'une partie de la station de traitement et de stockage des agrégats.

CI-CONTRE : Le hall d'égouttage des sables fins.



CI-DESSOUS : Vue d'une partie de la station de traitement des agrégats.  
DE GAUCHE A DROITE : Le hall de stockage des granulats, la tour de criblage et de lavage, la station de traitement des sables fins et le hall d'égouttage des sables.  
AU PREMIER PLAN : Le poste de broyage des sables équipé de broyeurs DRAGON « Vibrotub ».

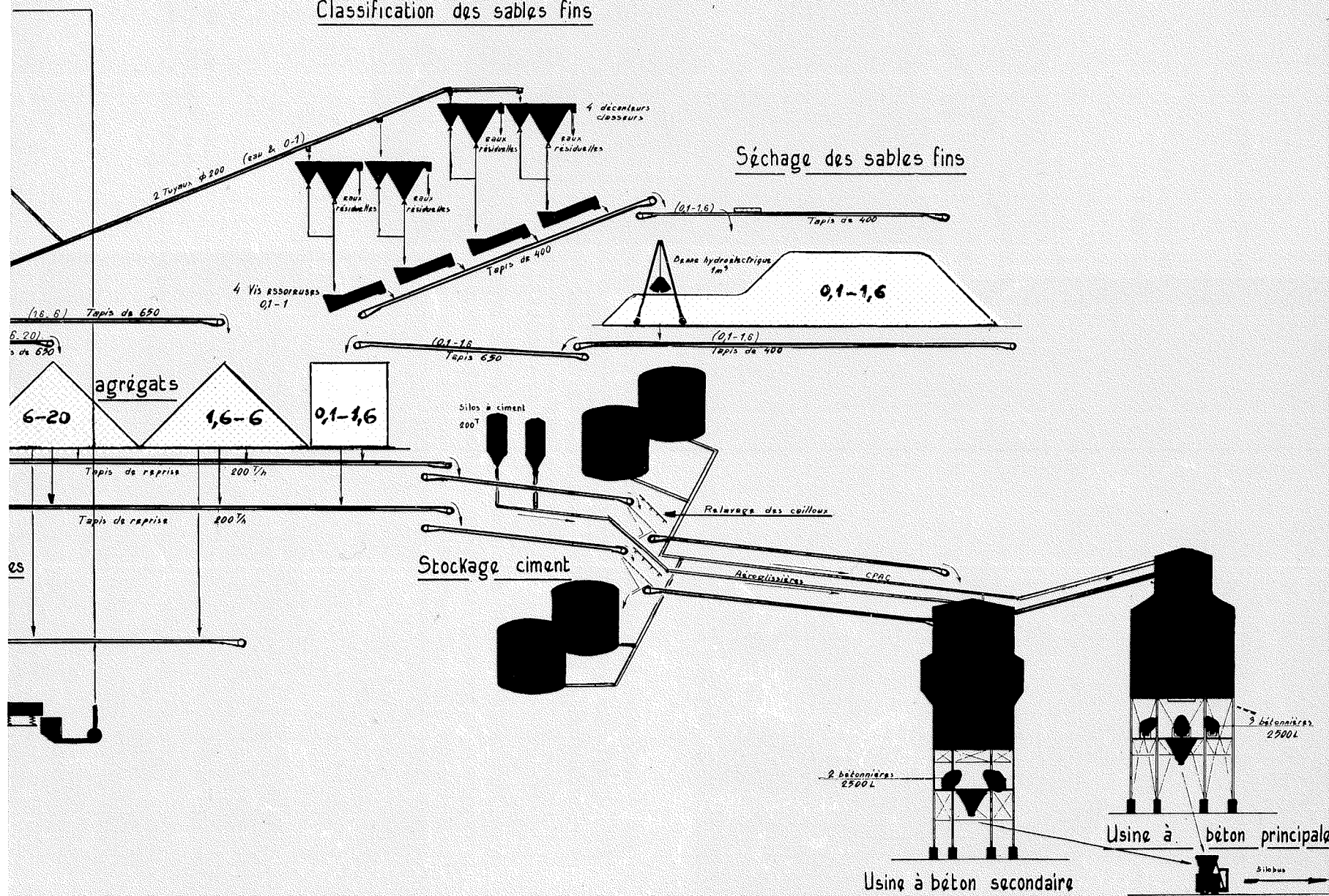




# Classification des sables fins

## Séchage des sables fins

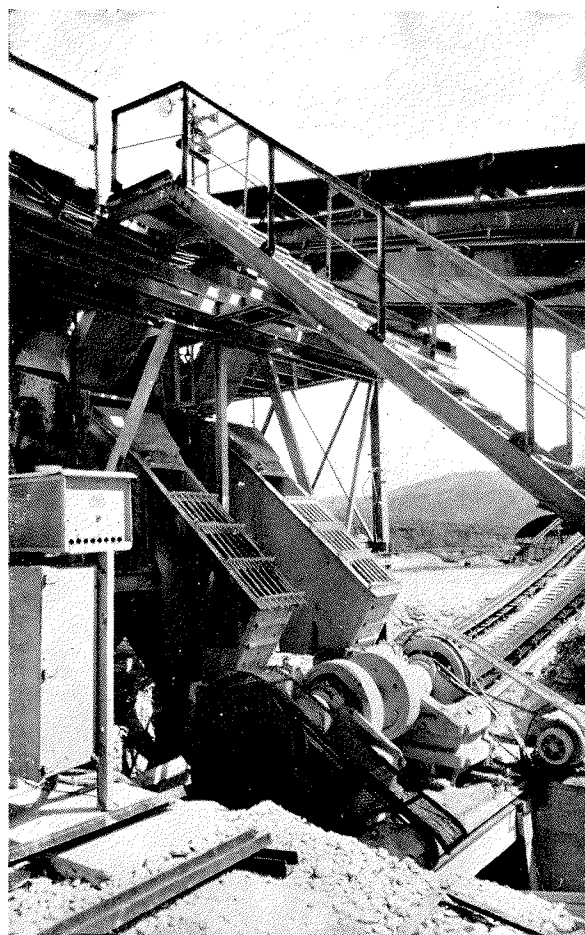
I + II : Schéma de principe du traitement, du classement et du stockage des agrégats et des sables.



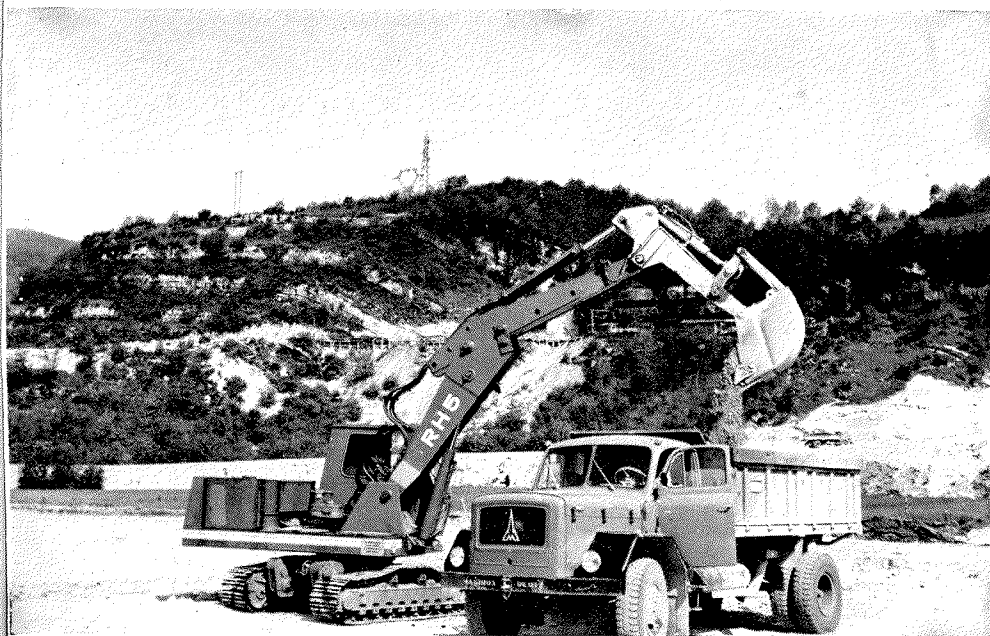




CI-CONTRE : Poste de chargement  
des bennes à béton par silobus.  
Tour à trois étages pour la  
commande des blondins.



CI-CONTRE : Cribles DRAGON  
et concasseurs à mâchoires  
BERGEAUD, Duplex de la station  
de criblage et concassage  
primaires.



CI-CONTRE : Pelle RH 5 sur  
chenilles ORENSTEIN et KOPPEL  
au travail sur la ballastière du  
Finage.

## 1 — Extraction des produits de la ballastière

Les granulats, pour les bétons et les sables d'injection, proviennent de l'exploitation des alluvions anciennes de l'Ain.

Avant le début des travaux, plusieurs solutions avaient été envisagées :

- broyage du calcaire extrait lors des terrassements ;
- exploitation de la ballastière du Finage située sur la commune de MENOUILLE à 2 km en aval du barrage ;
- exploitation de la ballastière de Saugeais située sur la commune de CONDES à 10 km en aval du barrage.

Bien que les matériaux provenant de la ballastière du Finage contiennent des quantités variables, mais localement importantes, de terre et notamment d'argile adhérente, des raisons économiques ont conduit à exploiter la ballastière sise le plus près de l'ouvrage, le broyage du calcaire ayant été abandonné pour des raisons techniques (fragilité de la roche).

Après décapage au motorscraper de la zone d'exploitation, les alluvions sont prélevées par pelle mécanique ou chargeuse alimentant des camions 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 qui sont de granulométries très différentes.

L'exploitation de la ballastière du Finage est conduite de façon telle que l'excavation qui en résultera en fin de chantier reprenne, après la repousse de la végétation, un aspect naturel et s'inscrive sans heurt dans le site.

La capacité de production de l'ensemble d'extraction et de transport est de 3.000 tonnes d'alluvions extraites par jour, correspondant à la pointe des graphiques de bétonnage.

Les transports sont effectués en empruntant la route de chantier rive droite jusqu'à l'installation de préparation des granulats.

Cette route permet de franchir la dénivellation de 150 m entre la ballastière (360) et la station de traitement (510).

## 2 — Installation de préparation des granulats

Les alluvions de la ballastière du Finage comportent, comme nous l'avons vu, des silts argileux adhérents qui, ainsi que les essais préliminaires l'ont montré, ne permettent pas d'obtenir par simple lavage sur crible des granulats propres. 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 afin de réduire le plus possible les pertes de ces sables dont les produits naturels sont assez pauvres.

En outre, cette pauvreté a conduit à installer un ensemble de broyage des sables fins, tandis qu'une batterie de broyeurs assure la correction des granulats excédentaires pour pallier le déficit des catégories inférieures.

L'installation de préparation des agrégats est située sur la rive droite de l'Ain à une altitude moyenne de 510 m.

Sa capacité de production est de 250 T/h en exploitation normale, avec des extrêmes de 160 T/h et 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 les bandes transporteuses de répartition sont communs aux deux chaînes, ces éléments étant

- soit en nombre suffisant pour permettre l'arrêt d'un appareil (classificateur à sable, broyeur de correction) ;
- soit moins vulnérables (transporteurs de répartition).



L'installation comporte les parties suivantes :

- pour chaque chaîne de 125 T/h :
  - a) un dispositif de réception et de régularisation du tout-venant,
  - b) un ensemble de débouillage,
  - c) un ensemble de criblage et de concassage primaire,
  - d) un ensemble de criblage et de lavage secondaire ;
- pour les ensembles communs aux deux chaînes :
  - e) un hangar de stockage et son dispositif de reprise sur stock,
  - f) une station de correction,
  - g) une station de classement des sables fins,
  - h) une installation de broyage et de décantation de sable,
  - i) une alimentation en eau.

On considérera, dans les explications qui vont suivre, le cheminement des matériaux sur une seule chaîne, dans la partie où l'installation en comporte deux identiques en parallèle.

#### **a) Réception et régularisation du tout-venant**

Les produits provenant de la ballastière du Finage sont déversés dans une trémie de 50 m<sup>3</sup> dont l'accès est assuré par deux rampes. Cette trémie est équipée d'une grille constituée d'I.P.N. 280 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 débouage.

A proximité des trémies, un emplacement a été réservé pour la constitution d'un stock de sécurité d'alluvions brutes afin de parer aux risques d'interruption dans l'alimentation.

Ce stock sera, en cas de nécessité, poussé par Bulldozer sur la trémie.

## **b) Débourage**

Le débourage proprement dit des produits est assuré par un tube débourage NEYRPIC Roloflux A 24 - 75 de 2,40 m de diamètre et 8 m de long, monté sur pneumatiques et fonctionnant à contre courant. Il reçoit son alimentation par le transporteur de 800 mm venant de la trémie et décharge les produits débourbés sur un transporteur également de 800 mm vers le concassage primaire.

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

### **— un bassin de décantation**

Les eaux provenant du débourage 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 225/13. 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 tapis transporteur et permettre leur traitement dans les circuits de la station.

**c) Ensemble de criblage et de concassage primaire**

Cet ensemble, qui reçoit du tout-venant 0/300 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 à 125 mm (passoire). Il comporte, montés sur une charpente unique :

— un crible DRAGON VN 90 - L3 900 × 3.000 du type suspendu équipé d'une grille à mailles carrées de 100 mm.,

— un concasseur à mâchoires double effet BERGEAUD Duplex 43 réglable 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.

#### **d) Ensemble de criblage et de lavage secondaire**

Tous les organes de criblage assurant le classement des granulats de 0 à 125 mm 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.

Chaque chaîne est équipée des appareils suivants placés en série :

- 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 deux 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 LAMEX 1,10 × 3,00 m muni d'une grille à fissures pour criblage à 1,6 mm.

Ce crible est précédé d'une grille à fissure 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.

Cette eau, 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 quatre transporteurs de 650 mm et mis en stock en quatre catégories : 1,6/6 - 6/20 - 20/40 - 40/125 (passoires).

#### e) Hangar de stockage

Par l'intermédiaire de transporteurs de répartition, les produits finis supérieurs à 1,6 mm sont stockés en quatre tas de 1.000 m<sup>3</sup> protégés des intempéries par un hangar en charpente métallique couvert et bardé en tôles ondulées galvanisées.

Sous les tas sont disposés, longitudinalement, deux tunnels de reprise en tôles ondulées cintrées ARMCO.

**Un premier tunnel** 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. Les distributeurs assurant la reprise des produits gros sont des appareils électromagnétiques SINEX F. 44 D. Ceux qui assurent la reprise des sables sont des FOURRAY 7 G. 608 à bande caoutchouc.

Ces appareils sont fixés au toit du tunnel et assurent bien entendu un débit par catégorie de 200 T/h.

Ce 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.

Ce tunnel assure également la reprise des sables fins 0,1/1,6 mm stockés dans un silo fermé de 800 m<sup>3</sup> placé à l'extrémité du hangar.

**Le deuxième tunnel**, placé parallèlement au premier, abrite le transporteur de 400 mm qui alimente la correction en produits excédentaires 6/20 et 20/40, par deux distributeurs électromagnétiques SINEX F 33 D de 100 T/h. 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.

Tous les distributeurs de reprise sous stock sont équipés de pièges à eau qui éliminent l'eau libre qui aurait pu se concentrer dans le bas des tas de stockage au-dessus des orifices de prise, bien que ce risque soit limité puisque ces orifices sont au-dessus du niveau inférieur des tas. Ce dispositif assure, dans les conditions les meilleures, la constance de la teneur en eau des agrégats et en particulier des sables (à noter que pour les sables 1,6/6 il existe deux tas de stockage, la reprise se faisant sous l'un des tas pendant que l'autre est en constitution).

#### **f) Station de correction**

Il a été prévu une correction possible sur les cailloux  $> 40$  mm bien que celle-ci soit pratiquement inutile, la ballastière étant en moyenne déficitaire dans cette catégorie, compte tenu des caractéristiques des bétons à réaliser. En première phase le broyeur correspondant à cette possibilité ne sera pas monté.

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

Les excédents de ces produits repris comme il est dit ci-dessus, sont traités par :

Deux broyeurs giratoires rapides à cône BERGEAUD-SYMONS 3' tête courte et bol fin, réglés à 4 mm et d'un débit total de 24 t/h pour le 20/40 et le 6/20.

Le débit de ces broyeurs est régularisé par des trémies de 20 m<sup>3</sup> équipées de distributeurs électromagnétiques SINEX F 22 D.

Le niveau des agrégats dans ces trémies commande, par des contrôleurs de niveau à rayonnement PRECISMECA, le fonctionnement des distributeurs de reprise au stock assurant ainsi l'automatisme absolu du fonctionnement de la station de correction.

Les produits broyés sont recyclés à 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 l'emplacement nécessaire pour le montage éventuel d'un broyeur supplémentaire BERGEAUD-SYMONS 3' tête courte.



### g) Station de traitement des sables fins

Les eaux provenant de la tour de criblage - lavage et récupérées sous le crible électromagnétique LAMEX mentionné ci-avant, présentent, pour un débit de 250 m<sup>3</sup>/h une concentration en sable 0/1,6 de l'ordre de 150 gr au litre.

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

- **quatre classificateurs MONTAGNE** : 10 T/h à deux catégories de réglage 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 inférieurs à 0,1 mm et sont rejetées à l'évacuation générale. Les sables décantés sont évacués par un système automatique à vanne asservie.

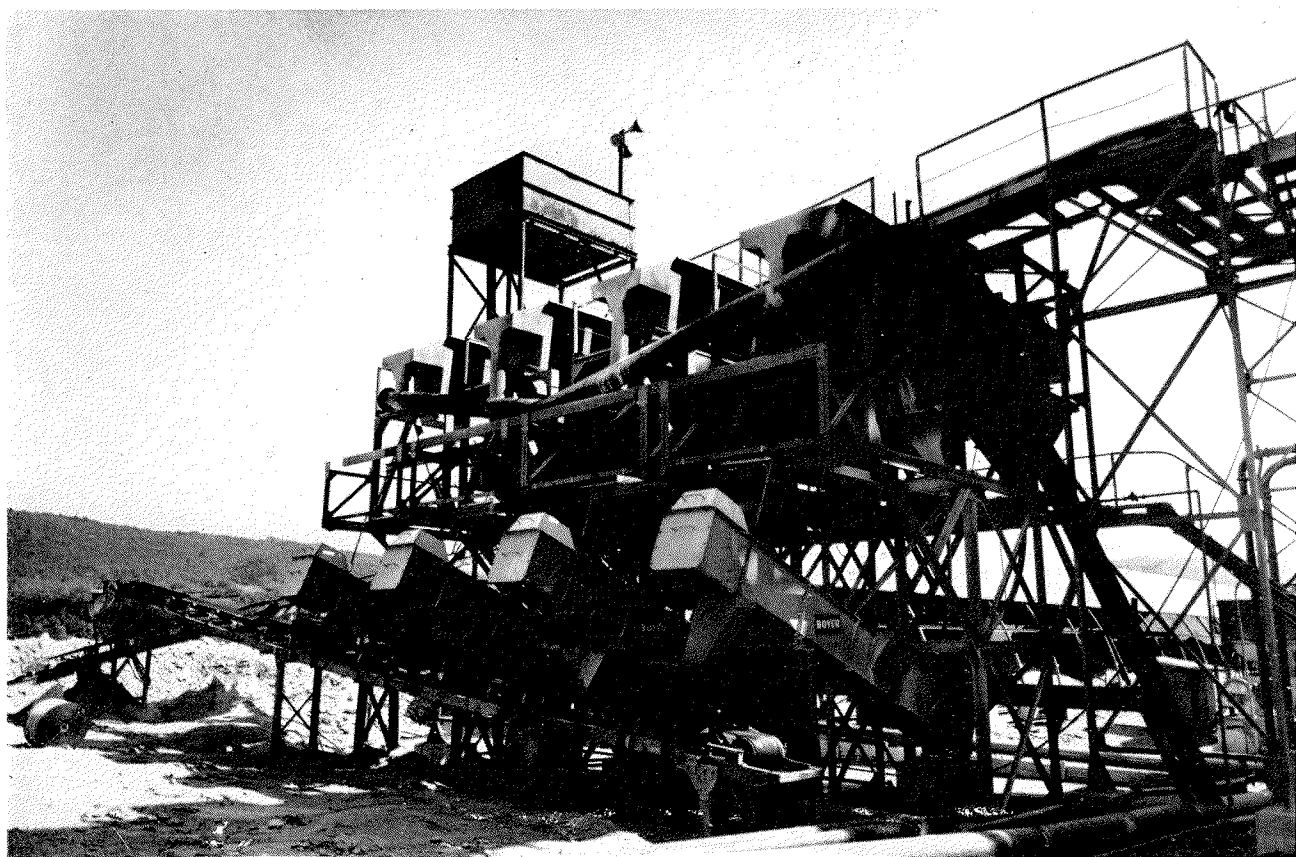
- **quatre vis essoreuses BOYER GV 50** dont le rôle est d'abaisser aux environs de 15% la teneur en eau des sables classés, et de permettre ainsi leur manutention par bandes transporteuses.

- **un hangar d'égouttage**

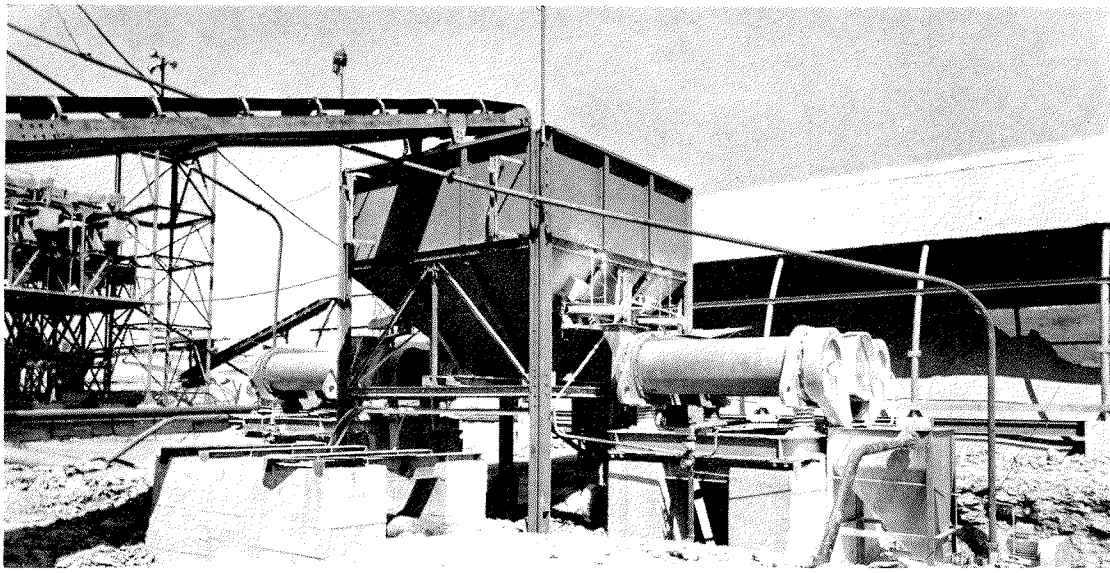
Les sables sortant de l'ensemble de classification ont une teneur en eau voisine de 15%, trop élevée pour assurer une régularité suffisante de la teneur instantanée aux bétonnières.

Pour éviter que des circulations d'eau dans les trémies et silos de stockage ou d'exploitation viennent perturber cette teneur, les sables sont égouttés par essorage naturel en tas à l'abri d'un hangar couvert d'une capacité de 1.500 m<sup>3</sup>. La mise en tas est assurée par un transporteur à déversoir mobile de 400 mm fixé au toit du hangar.

La reprise des sables égouttés, dont la teneur en eau est alors constante et voisine de 8% est assurée par une benne preneuse hydroélectrique BENOTO montée sur portique automoteur et un transporteur de 400 mm. Ce transporteur alimente le silo de stockage dont il a été parlé au paragraphe e).



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

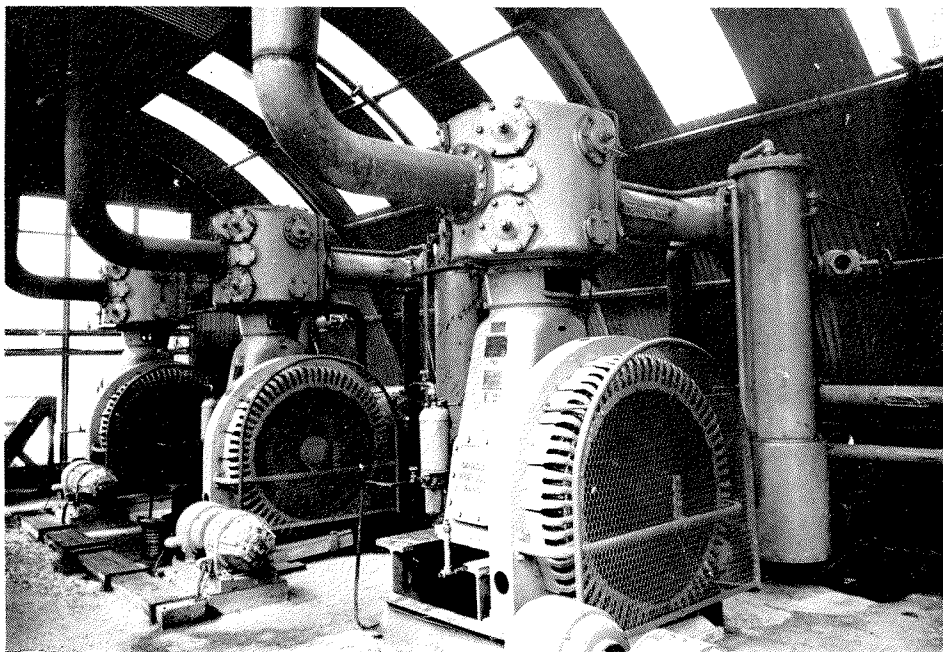


CI-DESSUS : Les broyeurs vibrants  
**DRAGON** « Vibrotub 60.

CI-CONTRE : Le poste de  
débouillage avec les tubes  
**NEYRPIC ROLOFLUX**, les bassins  
de décantation et au second plan  
un hydroséparateur et une vis  
**WEMCO** pour l'essorage des  
sables.



CI-DESSOUS : Station des  
compresseurs **INGERSOLL RAND**  
**XVH** de 203 CV. fournissant l'air  
comprimé au chantier.



## h) Broyage de sable

La ballastière étant déficitaire en sables fins inférieurs à 0,6 mm, une correction par broyeurs à barres a été installée ; elle 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 quatre broyeurs vibrants DRAGON VIBROTUB 60 travaillant en voie semi-humide.

En annexe de ces broyeurs sont montés les appareils et installations permettant l'alimentation, la récupération et le recyclage des produits broyés qui comprennent :

- **deux tunnels de reprise** en tôles ondulées cintrées ARMCO abritant les deux transporteurs d'alimentation.

Ces transporteurs de 400 mm, d'un débit unitaire de 100 T/h chargés par des distributeurs électromagnétiques SINEX F. 33 D. alimentent les broyeurs par l'intermédiaire d'une trémie tampon de 30 m<sup>3</sup>.

Le niveau des agrégats dans cette trémie commande, par des contrôleurs de niveau à rayonnement PRECISMECA, le fonctionnement des distributeurs de reprise au stock assurant ainsi l'automatisme absolu du fonctionnement de la station de broyage.

- **une installation de traitement des sables**

La pulpe sortant de chaque broyeur est reçue dans un bac de reprise où elle est pompée par une pompe de dragage « WEMCO 3. C. 22 » qui refoule jusqu'à l'installation de classification des sables broyés constituée par les appareils suivants, fonctionnant en série :

- quatre hydrocyclones UNITEC (un par broyeur),
- un hydroséparateur UNITEC Ø 2.00,
- une vis essoreuse décanteuse WEMCO I = 5,80 m, diamètre 0,915.

Le sable ainsi récupéré et dans lequel la quantité désirée d'ultra fins (< 0,1 mm) a été retenue est dirigé vers le hangar de stockage des sables par la bande transporteuse recevant déjà les sables naturels traités par les décanteurs « MONTAGNE ».

#### i) Alimentation en eau

Le réseau des eaux industrielles de traitement des agrégats est alimenté par une conduite  $\varnothing$  300 mm posée sur le flanc rive droite de la gorge. L'alimentation est assurée par les moyens suivants :

- une station de pompage installée 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 débit : 220 m<sup>3</sup>/h.

Cette station alimente un bassin de 150 m<sup>3</sup> situé à la cote 480 qui assure par gravité la distribution de l'eau dans la zone du barrage.

- une station de reprise pompant dans ce bassin, par deux pompes GUINARD B4 220 - 70, l'eau de lavage de la tour de criblage, débit 200 m<sup>3</sup>/h.
- une série de pompes assure le recyclage de l'eau sur la plateforme des installations.

### **3 — Installation de stockage et de distribution du ciment**

Le ciment choisi pour VOUGLANS est un C.P.A.C. à 20% de cendres de la classe 325.

Ce ciment est livré au chantier par des camions-citernes à déchargement pneumatique et stocké dans un ensemble de silos.

Un silo complémentaire permet de stocker éventuellement une autre catégorie de ciment.

L'ensemble de stockage et de distribution du ciment comprend :

#### **a) Ensemble de stockage du ciment C.P.A.C.**

Pour assurer en toute sécurité, la marche du chantier et pour avoir le stock correspondant à la consommation de quinze jours de travaux consécutifs choisis dans la période la plus active de bétonnage, il est prévu une capacité de silotage de 4.800 tonnes. Cette capacité est obtenue par quatre silos cylindriques de 10 m de diamètre et de 12,50 m de hauteur. Ces silos, à fond plat, reposent sur une forme en béton équipée d'aérogliissières permettant la reprise intégrale du stock.



#### **b) Réseau de manutention**

Toute la manutention des liants hydrauliques est effectuée en enceinte fermée dans des aéroglissières SERTAC. Le réseau comprend :

- un collecteur pour deux silos type L.18 débit 60 T/h,
- un émissaire type L.18,
- un feeder d'alimentation de la centrale principale type L.18.

Toutes ces aéroglissières comportent des systèmes de vannage et d'alimentation télécommandés permettant toutes les manœuvres d'alimentation nécessaires. Elles sont desservies par une centrale d'air comprimé située dans un bâtiment contigu. Le pupitre central de télécommande et de télécontrôle du réseau se trouve au sommet de la tour secondaire. Les contrôles de niveau dans les silos sont réalisés à distance par des contrôleurs à palettes.

#### 4 — Centrales à béton

Les bétons sont fabriqués dans deux centrales affectées, l'une au bétonnage du barrage, l'autre au bétonnage de l'usine et des ouvrages annexes. Cette disposition a été choisie de préférence à celle qui aurait consisté à concentrer toute la fabrication sur une centrale unique, malgré les avantages qu'aurait présenté cette centralisation. Il a été jugé qu'il y avait intérêt à disposer, pour le bétonnage du barrage, d'une centrale exclusive dont la cadence de production ne soit pas perturbée par la fabrication des bétons annexes.

La centrale affectée à l'usine est conçue de façon à pouvoir renforcer la production de béton de barrage.

Les deux centrales sont implantées sur une plateforme à la cote 453, légèrement à l'amont du barrage sur la rive droite de l'Ain.

Elles sont de fabrication FOURRAY, du type Tour, avec dosage pondéral pour les granulats, le ciment et l'eau ; les bascules à granulats sont alimentées par des distributeurs à casque pour les gros éléments, à tapis pour les éléments fins.

Le ciment est délivré par des vannes à membranes après fluidification par air comprimé.

Le fonctionnement de chaque tour est automatisé.

Un dispositif de dosage d'adjuvant est annexé à chaque tour.

**a) Alimentation des centrales à béton :**

Les deux centrales sont alimentées de la façon suivante :

**— Alimentation en granulats**

Les granulats repris sous le hangar de stockage et le silo des fines par l'ensemble décrit précédemment, sont aiguillés vers un centre de distribution qui, outre qu'il permet le chargement de camions par l'intermédiaire d'une jetée, dessert les deux transporteurs de 650 mm alimentant les centrales avec un débit de 200 T/h.

La répartition se fait en tête de la tour secondaire soit directement dans les silos de cette tour, soit sur le tapis de reprise desservant la tour principale.

Dans chaque tour, des goulottes tournantes permettent de diriger les granulats dans les silos correspondants (6 par tour).

**— Alimentation en ciment**

Cette alimentation est assurée par l'ensemble décrit ci-dessus.

---

— **Alimentation en eau**

L'alimentation en eau est assurée par une canalisation sous pression branchée sur le bassin relais.

— **Alimentation en adjuvants**

Les adjuvants sont approvisionnés dans les doseurs par gravité à partir de réservoirs de stockage placés au niveau des silos à ciment, l'alimentation se faisant toutefois par l'intermédiaire d'une pompe de recyclage du mélange asservie au fonctionnement des tours.

---

## b) Centrales à béton FOURRAY

- **centrale principale** (barrage) :  
d'une capacité de stockage de 330 m<sup>3</sup> de granulats en 6 compartiments et de 50 T de ciment, elle est équipée de :  
trois malaxeurs à tambour basculant NORDEST type TB 2500 donnant des gâchées de 1,5 m<sup>3</sup> de béton vibré.  
Son débit industriel en marche automatique est de 90 m<sup>3</sup>/h.
- **centrale secondaire** (ouvrages annexes) :  
d'une capacité de 162 m<sup>3</sup> de granulats en 6 compartiments et de 30 T de ciment, elle est équipée de :  
deux malaxeurs à tambour basculant FOURRAY 2500 ayant exactement les mêmes caractéristiques que ceux de la centrale principale.  
Son débit industriel en marche automatique est de 60 m<sup>3</sup>/h.

Ces deux tours sont équipées d'une installation de chauffage des granulats par circulation de vapeur dans des tuyaux tapissant les compartiments des silos. Cette installation est destinée à assurer un démarrage rapide de la tour en cas de gel pendant la nuit, ainsi qu'un réchauffage des granulats de — 5° à + 20° permettant une cadence de bétonnage réduite (20 m<sup>3</sup>/h environ) par temps froid.

La centrale principale est équipée d'une installation de réfrigération des bétons par adjonction de glace broyée.

L'installation comprend principalement : un quai de déchargement des pains de glace, des glissières d'amenée et deux broyeurs REUTER débit 5 T/h. La glace broyée en neige est reprise sous le broyeur par un tapis alimentant une bascule assurant le pesage. Cette installation est destinée à assurer la réfrigération du béton frais ceci afin d'éviter en période d'été une trop forte augmentation de la température du béton en grande masse.

## 5 — Installations et équipements de transport et mise en place du béton

### a) Bétons du barrage

Les bétons du barrage sont mis en place par un ensemble de trois blondins radiaux dont les points fixes sont implantés sur le plateau de la rive droite à la cote 495 à proximité des installations de préparation d'agréats avec ancrage des câbles porteurs aux cotes 498 et 522. Les circulaires sont construites sur la rive gauche à deux niveaux différents: 451.50 et 532 m, ce qui permet au blondin supérieur de coiffer les deux inférieurs. Ce dispositif a été choisi pour faciliter les manœuvres de coffrages et les manutentions diverses, en réduisant au maximum les pertes de temps et les perturbations de bétonnage.

Les deux blondins inférieurs assurent le bétonnage tandis que le blondin supérieur est réservé en principe aux manutentions.

#### — Blondins inférieurs :

Les deux blondins inférieurs ont leur circulaire implantée à la cote 451.50. Ils couvrent pratiquement la totalité de l'emprise du barrage à l'exception des deux premiers plots rive droite qui sont bétonnés par une grue à tour.

Ce sont des blondins HECKEL répondant aux caractéristiques suivantes :

— charge utile au crochet	6 T
— vitesse de translation	6 m/s.
— vitesse de levage	2 m/s.
— vitesse de descente	2 m/s.
— vitesse de déplacement du contre chariot mobile	0,20 m/s.



Ils sont équipés :

- **en levage** : de deux moteurs de 112 CV attaquant l'arbre du réducteur de levage.
- **en translation** : d'un moteur de 112 CV. Le câble sans fin étant entraîné par poulie KARLIK.

#### Câbles

porteur	Ø 54 mm du type clos
translation	Ø 18 mm type Seal lang 6 torons de 19 fils
levage	Ø 20 mm type Nuflex

**Portée** : 530 m

**Hauteur de levage** : 145 m

**Longueur de la circulaire** : 240 m

#### — Blondin supérieur

Identique aux précédents mais d'une portée de 684 m avec une circulaire à 532.

#### — Bennes

- Les trois blondins sont équipés de bennes « GAR BRO » 2,2 m<sup>3</sup> à casques commandés par vérins à air comprimé.

#### — Commandes

Les organes moteurs et l'appareillage de commande sont installés dans un bâtiment des machines unique.

- Les opérateurs sont installés dans trois cabines de commande où se trouvent les organes de contrôle. Ils sont munis d'appareils radiotéléphoniques en liaison avec les chantiers de bétonnage des plots du barrage.

La télécommande des tours mobiles de la rive gauche se fait par l'intermédiaire de câbles autoporteurs traversant la vallée en aval du barrage.

#### — Réseau des silobus

Le béton est transporté des tours à béton aux bennes par des silobus de 2,2 m<sup>3</sup> de capacité, équipés de moteurs DEUTZ de 45 CV. Ces silobus circulent sur un réseau de voies métriques installées à la cote 453.

Ils chargent directement les bennes qui restent à demeure fixées au crochet des blondins.

#### — Mise en place et vibration du béton

Le béton déversé dans les coffrages du barrage est vibré à l'aide de pervibrateurs VIBRATECHNIQUE à air comprimé de Ø 140 mm fréquence 9 800 cycles/minute.

## **6. Bétons de l'Usine, Prise d'eau et Annexes du barrage**

La centrale à béton secondaire est en principe réservée à la production des bétons de l'usine, des prises d'eau et des ouvrages annexes.

Ces bétons sont transportés et mis en place par un ensemble de moyens comprenant en particulier :

### **a) pour le bétonnage de l'usine**

- une flotte de truck-mixers de 4 m<sup>3</sup> qui transportent le béton de la tour vers l'usine ;
- deux grues à tour, pour la réalisation des ouvrages extérieurs :
  - une grue WEITZ X. 1331 à l'amont de l'usine  
(portée 4,5 T à 35 m)
  - une grue WEITZ X. 1266 à l'aval de l'usine  
(portée 2,5 T à 30 m)
- un pont roulant provisoire muni d'un palan de 5 T pour la réalisation de l'usine souterraine ;
- des transporteurs pneumatiques pour la réalisation des galeries ou autres ouvrages souterrains.

**b) Pour le bétonnage des prises d'eau**

- un truck-mixer de 4 m<sup>3</sup> ;
- une grue à tour WEITZ X. 1331 desservant l'ensemble des deux puits de prise d'eau et des entrées d'eau (portée 3,5 T à 40 m).

**c) Pour le bétonnage des annexes du barrage (batardeau aval et bassin d'amortissement)**

- une flotte de truck-mixers de 4 m<sup>3</sup> transportent le béton sur 2.500 m jusqu'au prébatardeau aval.
- une grue à tour WEITZ X. 1425 E desservant le batardeau aval et le bassin d'amortissement (portée 6 T à 50 m. Hauteur sous crochet, 65m).

### 3.2.2 — La composition et le contrôle des bétons

#### 1. — Composition

La composition des bétons est essentiellement définie par la courbe granulométrique des éléments secs : granulats, ciment et par la quantité d'eau à ajouter au mélange sec.

L'expérience montre que la granulation du béton, pour un cas déterminé d'emploi peut varier sans inconvénient entre des limites assez étendues. Une courbe granulométrique de référence doit être considérée comme la ligne moyenne d'une famille de courbes pratiquement équivalentes parce que, pour chacune d'elles les variations à compter de la composition type s'équilibrent dans leurs effets.

Il a été décidé de choisir comme courbe de référence, pour les bétons du barrage de VOUGLANS, une courbe BOLOMEY A = 11 avec diamètre maximum du plus gros agrégat  $D = 80$  mm et pour les bétons de l'usine et des prises d'eau une courbe FAURY A = 30 avec diamètre maximum du plus gros agrégat  $D = 40$  mm ou 20 mm suivant leur zone d'emploi.

La granulométrie interne des sables obtenus par mélange 0,1/1,6 et 1,6/6 étant conforme au fuseau imposé par le Maître d'Œuvre.

Les courbes granulométriques théoriques sont établies par des essais effectués au laboratoire du chantier.

Par des analyses périodiques de gâchées sèches à la sortie des bétonnières, E.D.F. s'assure de la constance des courbes granulométriques industrielles dans la limite des écarts tolérés.

Le dosage en ciment est de 225 Kg/m<sup>3</sup> pour les bétons en grande masse et de 300 kg/m<sup>3</sup> pour les bétons armés.

Il est incorporé à tous les bétons, un adjuvant qui est le mélange d'un plastifiant et d'un entraîneur d'air.

Par suite des imperfections de criblage et de la variation de la teneur en eau des matériaux, il est nécessaire pour obtenir la constance de la courbe granulométrique de procéder chaque jour à des corrections.

Chaque classe de granulats est affectée d'un coefficient de criblage qui indique les chevauchements inévitables entre catégories.

Les pesages à effectuer par gâchées, pour chaque classe sont établis en fonction des coefficients de criblage et de l'humidité des agrégats sur une fiche de fabrication de béton.

Cette fiche est complétée plusieurs fois par jour, par un billet de correction issu du laboratoire indiquant les modifications que le conducteur de pupitre doit apporter aux chiffres de base figurant aux fiches de fabrication appliquées à la centrale à béton.

## 2. — Contrôles et mesures

Le laboratoire installé par E.D.F. sur le chantier effectue les contrôles suivants :

### a) béton

— **des sondes thermiques** sont installées, en cours de bétonnage des plots pour mesurer les températures internes et déterminer leur gradient.

#### — **contrôle et essais des bétons**

Les contrôles principaux portent sur :

- la plasticité du béton mis en œuvre,
- la détermination des caractéristiques mécaniques — résistance à la compression et à la traction, module d'élasticité,
- l'évaluation de la perméabilité,
- la résistance au gel par exposition à des cycles de gel et de dégel alternés,
- la mesure de la température du béton frais.

Les éprouvettes de contrôle ou les essais de plasticité sont réalisés avec du béton prélevé sur le chantier.

Il est également prélevé dans le corps des ouvrages pour les essais, des carottes jusqu'à 30 cm de diamètre.

Les essais de résistances mécaniques sont fait à l'aide d'éprouvettes cylindriques de  $30 \times 60$  cm,  
et prismatiques de  $28 \times 28 \times 112$  cm.

Ces éprouvettes sont prélevées par lots de 9 cylindres et 3 prismes et conservées dans l'eau à une température voisine de 20° C.

Les essais sont effectués à la presse et pour l'essai à deux jours, par la méthode de la mesure du module d'élasticité dynamique.



### 3.3 — Les Coffrages

Les méthodes et moyens de coffrage ont été examinés pour chaque cas particulier et adaptés en fonction du nombre de réemplois possible, du fini de la surface à réaliser et de la nature des formes.

Nous pouvons noter :

- l'utilisation de coffrages métalliques glissants ou grimpants.
- l'emploi d'échafaudages tubulaires pour les étalements courants.
- la préfabrication de tous les coffrages spéciaux et des étalements correspondants traités en charpente bois.
- la fabrication et le montage sur place de tous les coffrages à faible nombre de réemplois traités en charpente bois.

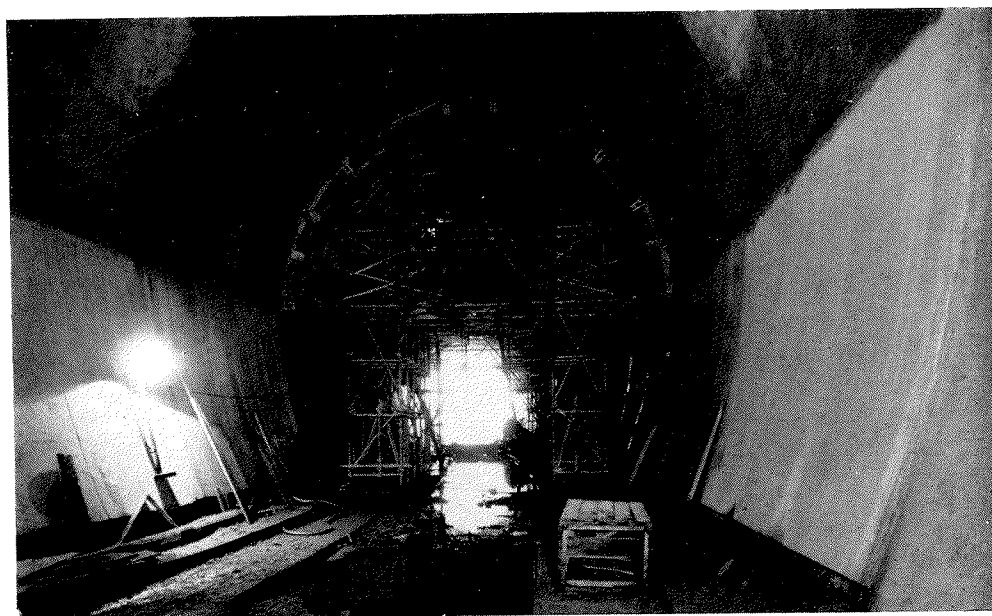
#### 3.3.1 — Coffrages du barrage

Les coffrages des parements et joints du barrage sont du type semi glissant métallique BLAW KNOX.

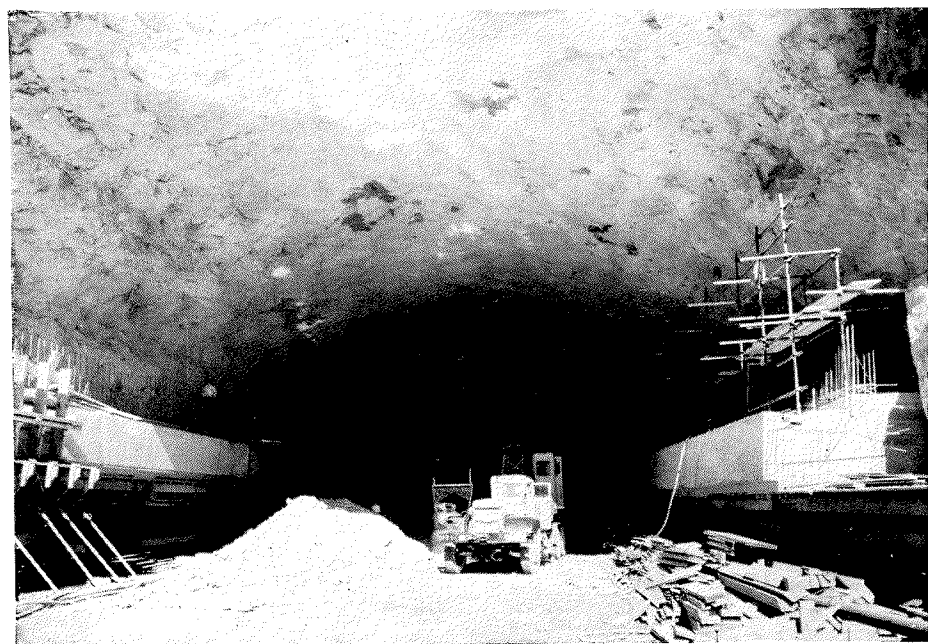
La hauteur d'une levée est de 2,50 m, le béton étant mis en place par couches ayant au plus 0,50 m d'épaisseur.

L'exécution d'une levée est continue sur toute la surface d'un plot, d'un parement à l'autre, sans reprise dans l'épaisseur.

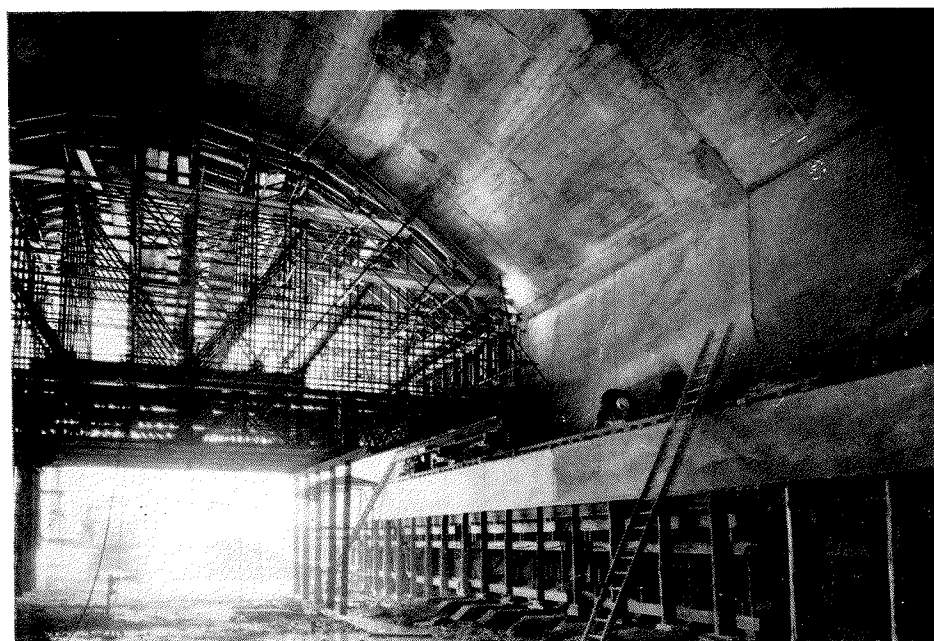
Nous avons vu, dans la description des ouvrages, que le barrage est du type voûte à arcs non circulaires et à parements à double courbure d'un rayon supérieur à 50 m ; il était donc nécessaire de prévoir pour les parements un coffrage ajustable tant en développement qu'en élévation d'une levée sur l'autre.



CI-CONTRE : Coffrage et bétonnage de la voûte et des piédroits de la dérivation provisoire.



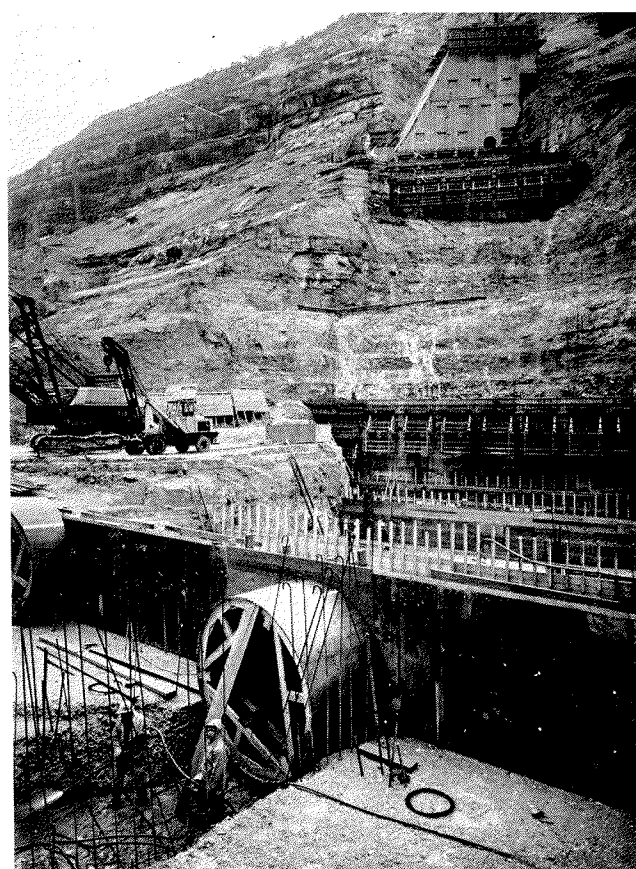
CI-CONTRE : Bétonnage des poutres de ponts roulants.



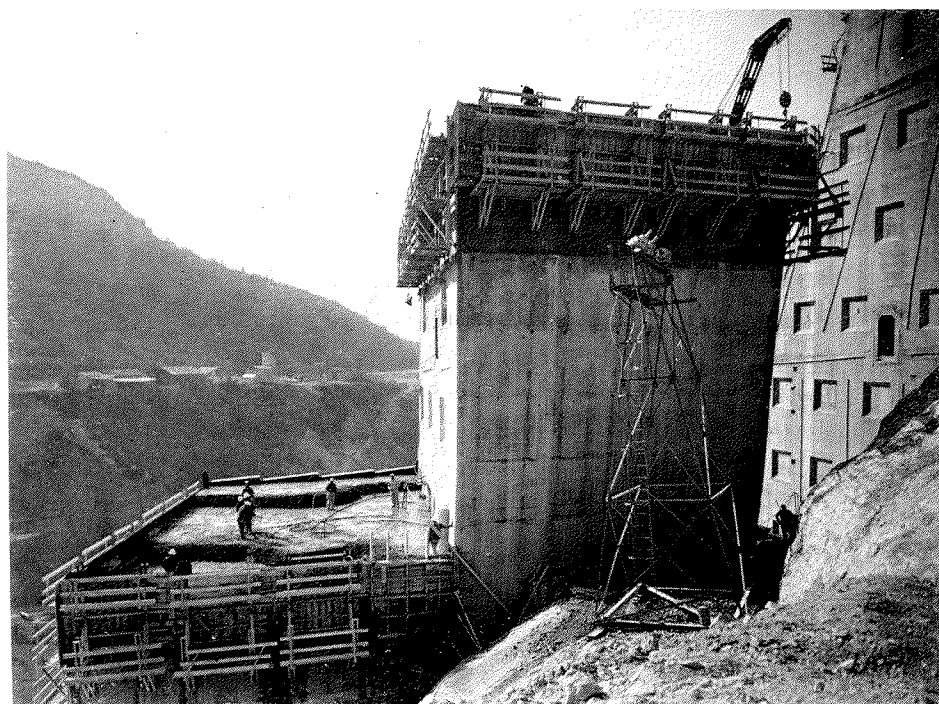
CI-CONTRE : Bétonnage de la voûte de l'Usine à l'aide d'un coffrage bois sur ossature tubulaire roulant sur les poutres définitives.



CI-CONTRE : Barrage.  
Relevage au moyen d'une grue  
automotrice d'une banche de  
coffrage du parement.  
Les coffrages des joints sont déjà  
relevés sur la hauteur de coulée  
de 2,50 m.



CI-CONTRE : Barrage.  
Coffrage de la galerie de pied  
amont et aval.



CI-CONTRE : Barrage.  
Coffrage du parement amont.  
Bétonnage d'une levée de 2,50 m.

## **1 — Coffrages des parements**

Les éléments coffrants sont formés de panneaux de largeur 0,50, de hauteur 2,50 m assemblés entre eux par boulons pour réaliser des banches standard de largeur 3 m.

Le raidissage horizontal de ces banches est assuré par quatre profilés en fers U horizontaux.

Les éléments ci-dessus (banches de largeur 3 m) sont séparés par des panneaux intercalaires ajustables. Ces éléments intercalaires permettent d'une part le réglage en largeur des différents parements et d'autre part, la mise en forme de ces parements. Les éléments ajustables pouvant prendre une forme trapézoïdale.

Chaque banche de 3 m de longueur est supportée verticalement par deux poutres.

Chaque poutre comporte deux consoles destinées à recevoir un platelage formant passerelle de travail.

Ces consoles sont orientables par rapport aux poutres dans le but de rester en position horizontale quelle que soit l'inclinaison des poutres.

Chaque poutre est constituée d'une partie fixe ancrée dans le béton précédemment coulé par boulons récupérables avec ancrage noyé et d'une partie articulée.

Ce dispositif permet un réglage facile et rapide des coffrages à partir de la passerelle supérieure.

## **2. — Coffrage des joints**

Les éléments coffrants sont du même type que ceux des parements. Les joints étant plans et verticaux les panneaux ajustables n'existent plus et les poutres supports ne comportent plus de partie articulée.

A noter que les manœuvres de relevage tant des parements que des joints sont effectuées par longueurs complètes sans aucun démontage à l'aide de grues automotrices (force de levage 8 T.) HAULOTTE transportées sur les plots à l'aide des blondins.

### **3.3.2 — Coffrages des autres ouvrages**

Ces coffrages sont de type classique et leur réalisation ne présente pas d'intérêt particulier.

### 3.4 — Installations générales

Nous décrirons brièvement :

3.4.1 — L'alimentation électrique.

3.4.2 — L'alimentation en air comprimé.

3.4.3 — L'alimentation en eau.

3.4.4 — Les services généraux.

3.4.5 — La Cité.

#### 3.4.1 — L'alimentation électrique

L'alimentation du chantier est réalisée à partir du poste E.D.F. 60 KV. Ce poste sis en rive droite à la cote 540 au-dessus de la station d'agréats, est équipé de deux transformateurs de 1.200 KVA et 1.500 KVA pouvant se coupler en parallèle.

Deux départs en moyenne tension (15 KV) alimentent, à partir de ce poste, 22 cabines (9 fixes et 13 mobiles) desservant tous les points importants du chantier en Basse Tension 220/380 triphasé.

L'une des lignes dessert des transformateurs placés aux points suivants :

— plateau du Finage .....	(200 KVA)
— compresseurs R.G. ....	(350 et 300 KVA)
— circulaire inférieure et supérieure .....	( 50 KVA)
— usine .....	(200 KVA)
— pompes d'épuisement .....	(1 × 100 KVA) (1 × 200 KVA)

L'autre ligne dessert les transformateurs :

— des blondins .....	(3 × 300 KVA)
— des tours à béton .....	(2 × 200 KVA)
— de la station d'agréats	(2 × 390 KVA + 2 × 200 KVA)
— du bassin relais .....	(300 KVA)
— des pompes de la Chartreuse de Vaucluse	(2 × 200 KVA)



Nous donnons à titre indicatif les diverses puissances installées sur le chantier par groupe d'installations :

— Fabrication des agrégats . . . .	1.580 CV.
— Fabrication du béton . . . . .	343 CV.
— Mise en place du béton . . . . .	1.230 CV
— Fabrication de l'air comprimé.	880 CV.
— Pompage d'eau industrielle ..	378 CV.
— Pompage d'épuisement . . . . .	212 CV.
— Ateliers et divers . . . . .	160 CV.
— Eclairage du barrage, environ	150 KW.

Un site difficile, sol rocheux sans couverture de terre végétale a conduit à réaliser un réseau de terre commun aux transformateurs, branché sur une terre générale située en milieu humide sous le hangar de stockage des agrégats dans une tranchée de 128 m de long et de 9 m de large.

Cette disposition a ainsi permis de réaliser une liaison équipotentielle des différentes masses du chantier.

### 3.4.2 — L'alimentation en air comprimé

Trois compresseurs fixes INGERSOLL RAND de 203 CV. chacun ayant un débit de  $30,5 \text{ m}^3/\text{mn}$  fournissent l'air comprimé ( $7 \text{ kg/cm}^2$ ) à tout le chantier.

Cette station de compression est installée en rive gauche à la cote 360 environ. Un réseau de tuyauteries franchissant l'Ain sous le prébatardeau aval dessert tous les points importants du chantier.

Chaque plot est alimenté par une conduite noyée dans le béton et allongée à chaque levée.

### 3.4.3 — L'alimentation en eau industrielle

Une partie de l'eau industrielle du chantier est distribuée à partir d'un bassin de  $150 \text{ m}^3$  environ situé à la cote 480. Ce bassin est alimenté par deux pompes GUINARD de 180 CV. ( $220 \text{ m}^3/\text{h}$ ) puisant l'eau dans la chambre de mise en charge de l'Usine de la Chartreuse située à 300 mètres à l'amont du barrage.

A partir de ce bassin, les différents points desservis sont les suivants :

- **Station d'agréats** : deux pompes GUINARD de 100 CV. (débit  $200 \text{ m}^3/\text{h}$ ) puisent dans le bassin et refoulent l'eau à la station d'agréats.
- **Tours à béton** : par gravité.
- **Laboratoire** : une pompe de 18 CV. refoule l'eau dans une cuve située au laboratoire.
- **Barrage** : par gravité — chaque plot étant alimenté par une conduite noyée dans le béton et allongée à chaque levée.
- **Usine et Prises d'Eau** : par gravité.

Toute la zone située en-dessous de la cote 350 est alimentée par gravité depuis la chambre de mise en charge de l'Usine de la Chartreuse.

Une pompe GUINARD 18 CV. est branchée également sur ce réseau et fournit l'eau de refroidissement des compresseurs fixes.

#### 3.4.4 — Les Services Généraux

Les installations pour les Services Généraux du chantier sont installées en bordure de la ballastière du Finage le long de la route d'accès à la nouvelle Usine. Elles occupent une superficie d'environ 3 hectares et comprennent essentiellement :

- un bâtiment bureau qui comporte les services de Direction de Travaux, les Services Techniques et Administratifs et un central téléphonique, permettant la liaison avec les points principaux du chantier.

Surface couverte : 250 m<sup>2</sup> environ.

- un magasin général, bâtiment semi-circulaire à ossature tubulaire métallique avec bardage tôle ondulée, entrées en pignon pour camions et entrées latérales.

Surface couverte : 700 m<sup>2</sup>.

- un atelier mécanique semi-circulaire du même type que celui ci-dessus avec allée centrale desservie par chariot de manutention permettant l'accès aux matériels d'une certaine importance et de chaque côté les travées de machines-outils : tours, fraiseuses, étau limeur, perceuses, postes à soudure, etc...

Surface couverte : 700 m<sup>2</sup>.

- un atelier électrique du type FILLIOD.

Surface couverte : 200 m<sup>2</sup>.

- un atelier charpente semi-circulaire du même type que ceux décrits ci-dessus, équipé de machines à bois : scies, raboteuses, dégauchisseuses, etc..., et d'un plancher formant aire de traçage pour les coffrages bois nécessaires au chantier.

Surface couverte : 900 m<sup>2</sup>.

- une aire de montage de carcasses de ferrailage.

- un parc à matériel.

### 3.4.5 — La Cité

Une cité, située en Rive Gauche de l'Ain, sur le territoire de la commune de VOUGLANS, à 2 km environ du chantier a été aménagée en travaux préliminaires par les soins d'E.D.F.

Cette cité, construite en matériaux préfabriqués, comprend essentiellement :

- 190 logements familiaux
- 240 places en dortoirs pour célibataires
- une cantine de 300 places
- une salle de loisirs et de spectacles
- un groupe scolaire
- un centre commercial
- un centre médico-social
- une maison des cultes.

Imprimerie GRESSET  
39 - NEY-Champagnole  
Jura Tél. 114