

---

# Le chantier de construction du barrage de Grand'Maison

## *The worksite of the Grand'Maison dam*

J. Cadot

Directeur de Travaux  
Entreprise Razel Frères

---

Les caractéristiques générales de l'Aménagement Hydroélectrique de Grand'Maison sont développées Dans l'article de Monsieur COURIER (voir page 403).

Le présent exposé concerne plus particulièrement le chantier de construction du Barrage de Grand'Maison.

### Description de l'ouvrage

#### *Le barrage*

Le barrage est implanté au droit du verrou glaciaire de Grand'Maison, à l'entrée du défilé de Maupas, créant ainsi une retenue de 140 millions de mètres cubes pour un plan d'eau à la cote maximum de 1695 (Fig. 1).

Cette digue en terre et en enrochements de 160 m de haut au-dessus du rocher de fondation et d'un développement en crête de 550 m., présente un volume de remblai de 12,5 millions de m<sup>3</sup>.

Le profil en travers, retenu pour la digue, est du type à noyau central épais, épaulé à l'amont, par une recharge en enrochement et à l'aval, par une recharge en terre. Le choix du noyau épais est justifié par la nature caillouteuse des terres disponibles sur le site qui sont tout juste assez imperméables pour ce type d'ouvrage (Fig. 2).

Les enrochements ont été choisis pour constituer la recharge amont, car ce sont les seuls matériaux, sur le site, susceptibles de présenter une perméabilité suffisante pour garantir l'essorage de la recharge à la vidange rapide et assurer la stabilité correspondante de la digue. Ils permettent, par ailleurs, d'obtenir un raidissement du talus amont, ce qui va dans le sens d'une réduction du volume de la digue.

En ce qui concerne la recharge aval, malgré la présence de la carrière rocheuse à proximité immédiate, le projeteur a préféré utiliser des alluvions provenant des éboulis disponibles dans la retenue et donnant un remblai plus compact.

Sur la face amont du noyau, est prévu un filtre, lui-même séparé des enrochements par une couche de transition en éboulis propres.

La collecte des fuites éventuelles au travers du noyau est assurée par un drain lui-même protégé par un filtre aval interposé au contact du noyau.

On constate immédiatement qu'un tel profil en travers va poser un problème important de croisement des transports de matériaux. En effet, les enrochements, qui constituent la recharge amont, proviendront de la carrière située en rive gauche à l'aval immédiat du barrage; tandis que la recharge aval sera constituée de matériaux provenant des éboulis situés à l'amont du barrage dans la retenue.

Il s'agit là d'une contrainte importante sur le plan de la construction de l'ouvrage, en particulier, en ce qui concerne les précautions à prendre pour la traversée du noyau et pour l'organisation générale de la circulation des engins de transport.

C'est pour tenter de réduire un peu l'importance de cette sujétion que le projeteur a introduit, à l'amont du noyau, un certain volume de terre caillouteuse provenant de l'amont (éboulis propres) en remplacement d'un volume correspondant d'enrochement, sans que cela altère la stabilité à la vidange.

La montée des matériaux sur le remblai a, d'autre part, nécessité d'inscrire sur les parements amont et aval une piste définitive en lacet de 14 m de largeur et d'une pente maximum de 8 %, ceci afin de limiter le nombre de pistes de chantier qui auraient dû être taillées dans les parements trop raides de la vallée.

Les talus moyens du barrage sont de 1,7/1 à l'amont et de 2,1/1 à l'aval.

Les talus entre les pistes sont de 1,4/1 à l'amont et de 1,6/1 à l'aval.

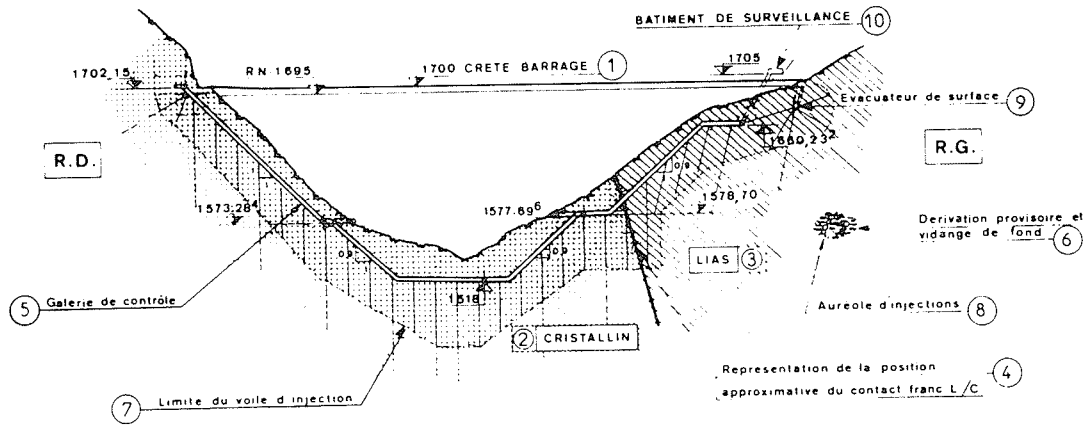


Figure 1 – Coupe de la vallée au droit du barrage.

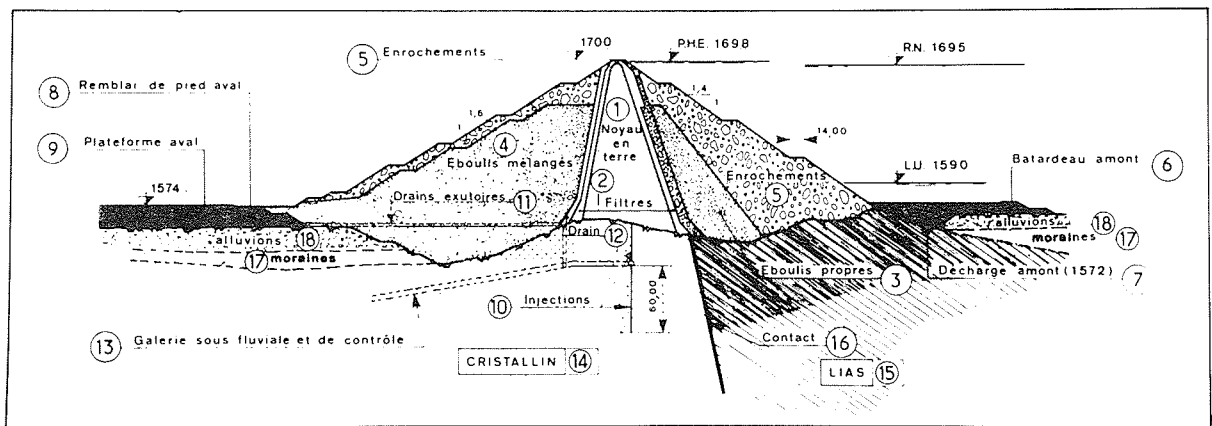


Figure 2 – Profil en travers du barrage.

### Les emprunts de matériaux

Ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, le corps du remblai est donc constitué de trois sortes de matériaux principaux dont le lieu d'origine a été défini par le projeteur à la suite de nombreuses campagnes d'essai (figure 3).

Les volumes des remblais nécessaires pour ces trois sortes de matériaux sont les suivants :

- enrochement de carrière : 4 200 000 m<sup>3</sup> ;
- terre à noyau : 1 900 000 m<sup>3</sup> ;
- éboulis pour recharge : 5 700 000 m<sup>3</sup>.

En ce qui concerne les drains et les matériaux filtrants qui devront tous être produits par concassage du rocher, leur volume total est de 800 000 m<sup>3</sup>.

#### a) Les enrochements

Le rocher, nécessaire à la fourniture des enrochements et des filtres, sera extrait d'une carrière qui se situe à 600 m à l'aval du barrage sur la rive gauche de l'Eau d'Olle (Fig. 4).

Compte tenu des stériles de couverture, l'excavation de la carrière aura en définitive un volume de 5,5 à 6 millions de m<sup>3</sup>.

Le rocher extrait de cette carrière est un gneiss dur peu gélif mais son exploitation est rendue particulièrement difficile du fait de la raideur du versant qui nécessite la création de nombreuses pistes d'accès et de plateformes de travail avant de pouvoir bénéficier de véritables fronts d'abattage.

#### b) Les terres à noyau

Elles sont extraites d'un gisement qui se trouve également à l'amont du barrage, en rive gauche, sur le flanc d'une croupe séparée du barrage par le ravin de La Cochette.

Il s'agit d'éboulis de pente marno-calcaires sous forme d'une terre caillouteuse, de granulométrie moins grossière que les éboulis de recharge et présentant juste assez de fines (entre 17 et 40 % d'éléments inférieurs à 100 μ).

Compte tenu de la très faible proportion prévue d'éléments supérieurs à 200 mm, E.D.F. n'a pas jugé nécessaire d'effectuer un criblage de ces matériaux.

Par contre, une certaine hétérogénéité des matériaux dans le gisement va nécessiter d'exploiter cet emprunt par une méthode permettant de recouper

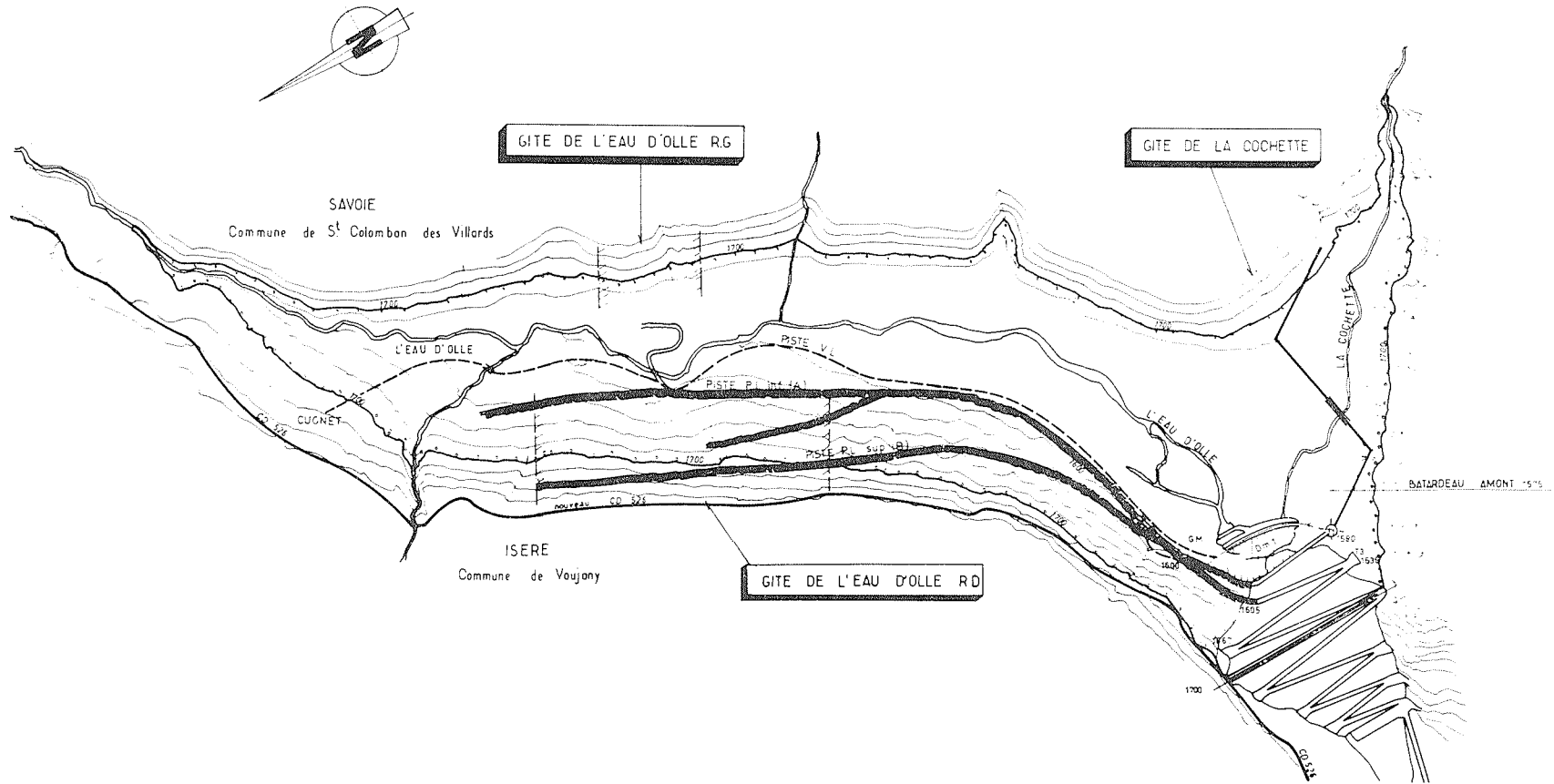


Figure 3 – Barrage de Grand-Maison : Emprunts amont.

les différentes couches et d'assurer ainsi un mélange plus homogène.

Cet emprunt se trouve à environ 1 000 m de l'axe du barrage mais le transport des matériaux va nécessiter le franchissement du ravin de La Cochette.

#### c) Les terres pour recharges

Elles proviennent toutes du gisement qui s'étale sur les pentes de la rive droite à l'amont du barrage sous le niveau de la retenue.

Il s'agit d'éboulis plus ou moins imperméables dans lesquels grossièrement on peut distinguer des éboulis dits "propres" (perméabilité d'environ  $10^{-5}$  m/s) situés plutôt à l'amont, et des éboulis dits "sales" ou "mélangés", car ils contiennent une plus grande proportion de fines et sont situés plutôt à l'aval.

L'exploitation de ces éboulis va nécessiter d'extraire, si possible en priorité, les parties les plus basses, de manière à les utiliser avant la montée progressive du plan d'eau. Ce mode d'exploitation va d'ailleurs poser quelques problèmes du fait de la forte pente du gisement. Cet emprunt se situe à environ 2 km de l'axe du barrage.

Une partie, située plus à l'aval, aurait permis de réduire à moins de 1,5 km la distance des transports moyens mais elle est constituée essentiellement de dépôts morainiques trop humides et qui, du fait de leur plasticité, auraient posé des problèmes à la mise en remblai.

#### d) Les filtres et drains

Ils sont tous à obtenir par concassage du rocher de la carrière et sont divisés en trois grandes catégories :

- le drain est un matériau 2/100 mm . . . . . 300 000 m<sup>3</sup>
  - les filtres amont et aval sont des matériaux de 0/10 mm . . . . . 420 000 m<sup>3</sup>
  - les filtres fins sont des sables 0/2 mm . . . . . 80 000 m<sup>3</sup>
- Soit un total de produits finis de . . . . . 800 000 m<sup>3</sup>

#### Conditions d'accès au site du barrage

La desserte du chantier a été prévue par la vallée de la Romanche et la remontée du C.D.526 qui dessert toute la vallée de l'Eau d'Olle en direction du Col du Glandon.

Comme le C.D.526 ne présentait par une largeur suffisante pour permettre l'accès du matériel nécessaire à l'exécution du chantier, E.D.F. a demandé à la D.D.E. de l'Isère de faire réaliser l'élargissement de cette route pour obtenir une plateforme générale de 6 m de largeur avec 5 m de revêtement.

D'autre part, au droit de la retenue de Grand'Maison, il a fallu créer, à flanc de montagne, une nouvelle route de plus de 5 km de longueur pour passer au-dessus de la future retenue.

Ces travaux d'élargissement, qui ont débuté au cours de l'été 1977, ont été terminés courant 1979 permettant ainsi le démarrage des gros travaux pour la saison 1980.

En outre, il faut noter que cette route est soumise à de nombreux couloirs d'avalanche qui interdisent son déneigement et donc son utilisation entre le 15 Novembre et le 15 Mai en année normale.

L'importance de ces avalanches est telle que la remise en service au printemps nécessite le creusement de tunnels dans les massifs de neige amenés par les avalanches.

C'est ainsi, par exemple, qu'en Mai 1978, l'accès au chantier a nécessité l'ouverture de 4 tunnels dont le plus long faisait plus de 130 m.

#### Planning des travaux

Le délai d'exécution accordé à l'Entrepreneur pour réaliser l'ensemble des travaux du barrage (y compris ses ouvrages annexes) est de 69 mois s'étendant entre l'ordre de service, donné le 1<sup>er</sup> Janvier 1980, et le 1<sup>er</sup> octobre 1985.

Ce délai apparemment très long correspond, en fait, à une durée de travail effectif sur le site qui n'est que de 25 mois.

En effet, les conditions d'enneigement du site et des accès sont telles qu'on ne peut espérer travailler, chaque année, qu'entre le 1<sup>er</sup> Juin et le 15 Octobre. Encore faut-il considérer que sur cette période, il est nécessaire de déduire une douzaine de journées d'intempéries.

Ceci fait qu'avec la législation actuelle, qui ne permet pas de travailler les samedis et dimanches, chaque saison ne comporte, en réalité, que 85 jours par an de travail effectif.

Si l'on considère que la première année du délai doit être consacrée à l'installation du chantier et aux travaux préparatoires (décapage de la fondation et traitement des appuis) et que la dernière année sera prise par des tâches de finition, on voit que l'essentiel du remblai du barrage devra être réalisé en 4 saisons de 85 jours, soit au total 340 jours de travail effectif.

#### Les entreprises

Compte tenu du caractère saisonnier du chantier de Grand'Maison et pour tenter de limiter l'importance du chômage hivernal, inéluctable pour ce type de travaux, E.D.F. a décidé de confier au même entrepreneur les travaux de construction du Barrage de Grand'Maison et ceux de la digue du Verney qui, elle, présente l'avantage de pouvoir être réalisée en dehors de la période estivale.

Ceci étant, le problème de l'emploi hivernal du personnel de Grand'Maison n'en est pas pour autant entièrement résolu, du fait du faible volume des travaux à réaliser au Verney en regard de ceux à réaliser à Grand'Maison.

En effet, les montants des travaux de ces deux ouvrages sont sensiblement dans le rapport de 1 à 15.

Suite à l'appel d'offre lancé par E.D.F. fin 1979, le marché de construction du Barrage de Grand'Maison et du Verney a été confié au Groupement d'Entreprises ci-dessous :

- Entreprise Razel Frères (Mandataire commun) ;
- Entreprise Bec Frères ;
- Entreprise Bouygues ;
- Entreprises Léon Chagnaud et Fils ;
- les Chantiers Modernes ;

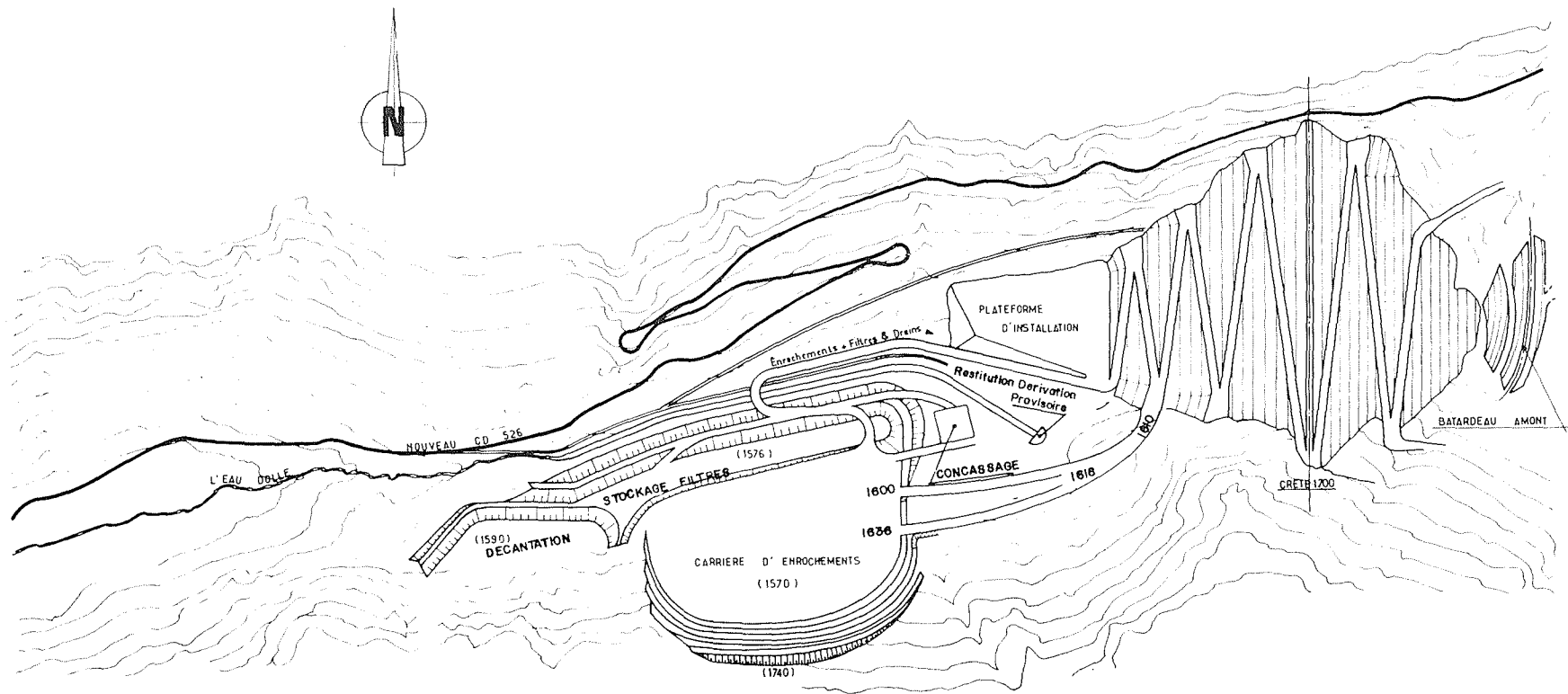


Figure 4 – Barrage de Grand-Maison : Installations et Carrière aval.

- Société Dragages et Travaux Publics
- Société Dumez Travaux Publics ;
- Société des Grands Travaux de Marseille – B.T.P. ;
- Société Générale d'entreprises – T.P.I. ;

qui ont constitué, à cette occasion, la "Société de Construction des Barrages de Grand'Maison et du Verney" où "B.G.M.", S.A.R.L. qui assure la gérance du Groupement ci-dessus.

Lorsque ce Groupement d'Entreprises a pris possession du site au début de la campagne 1980, un certain nombre de travaux préparatoires avaient déjà été réalisés au préalable par E.D.F. :

- l'aménagement définitif du C.D. 526 depuis Allemont et sa dérivation au-dessus de la retenue ;
- la dérivation provisoire de l'Eau d'Olle ;
- le batardeau amont arrasé à la cote 575, complété par une paroi moulée à travers le remplissage alluvial et protégeant le chantier contre une crue de 55 m<sup>3</sup>/s (fréquence 20 ans) ;
- le remblai de pied aval de la digue sur une hauteur de 20 m ;
- l'enlèvement des éboulis de pente sous l'emprise de l'appui rive droite du noyau ;
- la construction d'un certain nombre de logements pour le personnel des Entreprises.

### Organisation du chantier

#### *Conditions particulières d'exécution de cet ouvrage*

L'organisation des travaux d'un tel chantier et le choix des moyens à mettre en place doivent tenir compte d'un certain nombre de caractéristiques particulières propres à cet ouvrage :

- caractère saisonnier du chantier qui, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus, ne laisse qu'environ 85 jours de travail chaque saison ;
- manque de place pour implanter, de manière satisfaisante, les diverses installations de chantier. En effet, il faut éviter de se mettre à l'amont qui sera noyé avant la fin des travaux, et la zone aval, dans une gorge relativement étroite, est elle-même limitée par des couloirs d'avalanche ;
- nécessité de prévoir des installations fixes, susceptibles de résister, chaque année, à une longue période d'enneigement sans possibilité d'intervention ;
- zones d'emprunt qui, toutes, se situent à flanc de talus et seront donc d'une préparation et d'une exploitation difficiles ;
- transport des matériaux qui va se faire sur des dénivelées importantes ;
- précautions à prendre pour traverser le noyau et les filtres afin d'éviter leur pollution et tout en recherchant une bonne traficabilité ;
- nécessité de constituer un réseau de pistes permanent bien adapté au mouvement des matériaux.

#### *Généralités sur le choix des moyens*

Le choix des équipements et matériels nécessaires à l'exécution des travaux a été guidé par plusieurs considérations générales préalables.

a) D'abord, la faible durée d'exécution effective du chantier rend celui-ci très sensible aux aléas liés à la fiabilité mécanique du matériel. Ce qui nous a conduits à nous équiper presque exclusivement avec du matériel neuf.

Il est certain que l'importance des 9 Entreprises constituant le Groupement aurait permis de prélever sur leur parc de matériel un pourcentage très important des machines nécessaires à l'exécution des travaux.

Mais, nous nous serions alors retrouvés à la tête d'un parc obligatoirement disparate de machines d'âges, et de caractéristiques différentes, posant donc des problèmes d'entretien considérables.

Enfin, l'option de s'équiper en matériel neuf permettait de choisir les machines les mieux adaptées au chantier – et de plus, toutes identiques dans chaque type de matériel –.

b) Afin de réduire le montant des investissements, et à mieux amortir le matériel, nous avons décidé de généraliser le travail à double poste.

c) Il fallait également rechercher un équipement permettant de limiter au maximum l'effectif du chantier, et ceci pour deux raisons essentielles :

- Nombre limité de logements mis à notre disposition par E.D.F. dans le cadre du label "Grand chantier",
- Difficulté de recrutement de personnel qualifié acceptant de travailler dans le cadre de contrats saisonniers,

d) Enfin, nous nous devons d'apporter dans la conception des méthodes et le choix des équipements un souci constant de la sécurité.

Ce souci a conduit, d'une part, à rechercher chez les fabricants les matériels les mieux adaptés, et d'autre part, à généraliser, avec les organismes concernés, de nombreux stages adaptés à la formation du personnel.

### *Choix des moyens de terrassement*

#### *a) Moyens de transport*

La nature des matériaux à transporter et les distances de transport des différents emprunts conduisent naturellement à généraliser l'utilisation des dumpers.

En effet, ceux-ci sont nécessaires pour le transport des enrochements, et la distance de transport des matériaux venant de l'Eau d'Olle implique ce type d'engin.

Dans la gamme des dumpers proposés par les principaux fabricants, la gamme de charge utile varie de 30 à 75 et même 100 tonnes.

Plusieurs considérations nous ont conduits à retenir le dumper de 50 T pour l'ensemble des transports.

Avec des dumpers plus puissants, nous aurions sans doute obtenu un coût unitaire de transport légèrement plus bas, et surtout par réduction du nombre de machines, nous aurions réduit d'autant l'effectif du personnel de conduite et d'entretien.

Par contre, nous aurions peut-être rencontré des difficultés d'accès au chantier, mais aussi et surtout le poids de telles machines aurait nécessité le renforcement général des pistes de chantier et aurait certainement

posé de très graves problèmes de traficabilité à la traversée du noyau.

A l'inverse, avec des dumpers plus petits, en plus de l'augmentation de l'effectif, nous aurions été confrontés avec un problème de densité de circulation sur le chantier.

Le parc de dumpers est donc constitué par 33 machines de 50 T de charge utile. Un appoint de 5 machines supplémentaires sera nécessaire en 1982 et 1983.

#### b) Transport des matériaux de La Cochette

Dans un souci d'homogénéité du parc de matériel, nous aurions pu envisager également de transporter, par dumpers, les matériaux de La Cochette. Mais ce transport aurait nécessité la construction d'une piste très onéreuse pour franchir le ravin de La Cochette.

Après étude économique, nous avons finalement retenu, pour ces travaux, l'installation d'un transporteur à courroie de 1 200 ml de long et de 1 m de large assurant un débit de 1 500 T/heure.

Ce transporteur franchit directement le ravin de La Cochette sur une passerelle métallique légère de 90 m de portée (Fig. 5).

La partie finale du tapis peut être déplacée pour s'adapter, chaque saison, à la montée du remblai.

Ce tapis alimente, à l'arrivée, une trémie de réception de 100 m<sup>3</sup> sous laquelle viennent s'alimenter les 4 dumpers nécessaires à la répartition des matériaux sur le remblai.

Cette trémie a fait l'objet d'études très poussées pour éviter la ségrégation qui se produit généralement lors de la manipulation d'un matériau 0/200 mm.

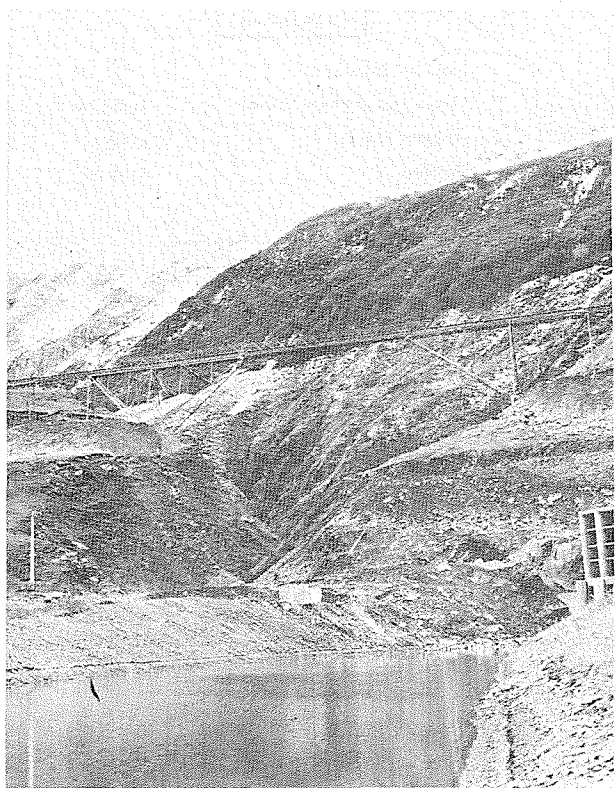


Figure 5 — Franchissement du ravin de La Cochette par le tapis transporteur

La campagne 1981 a permis de vérifier que ce problème a été résolu de manière satisfaisante.

Cette solution présente, par ailleurs, plusieurs avantages complémentaires :

- économie d'énergie considérable par rapport à l'utilisation d'une flotte de dumpers ;
- La puissance installée du tapis est de 220 kw, mais pendant toute la période d'exécution de la partie basse du barrage, il y a récupération d'environ 170 kW par freinage du tapis ;
- aération du matériau sur le tapis pendant toute la durée du transport, et donc abaissement de la teneur en eau.

#### c) Moyens d'extraction et chargement des matériaux

— Compte tenu des cadences à réaliser, nous étions conduits à retenir des machines de forte puissance et nous avons opté pour 2 types d'engins différents qui peuvent cependant se remplacer mutuellement en cas de besoin.

Il s'agit :

- de la chargeuse sur pneu Caterpillar 992 C équipée d'un godet de 9,5 m<sup>3</sup> ;
- et de la pelle hydraulique Poclain 600 CK pouvant être équipée — soit en butte avec un godet de 5 500 l ;
- soit en rétro avec un godet de 4 600 l.

— Les pelles hydrauliques, qui présentent une très grande force de pénétration du godet, sont destinées en priorité à l'exploitation du rocher de la carrière après minage.

Bien que ces machines soient lentes à se déplacer d'un lieu à l'autre, elles peuvent, en cas de besoin, intervenir avec efficacité sur l'exploitation des emprunts de l'Eau d'Olle.

— Les chargeuses à pneu, qui peuvent transporter leur charge sur une courte distance, sont nécessaires à l'exploitation de l'emprunt de La Cochette pour charger les trémies d'alimentation du tapis à poste fixe.

Elles sont employées également comme moyen principal de chargement dans l'emprunt de l'Eau d'Olle.

Enfin, elles peuvent, en cas de besoin, intervenir rapidement comme moyen d'appoint à l'exploitation de la carrière rocheuse.

Les cadences à réaliser nous ont conduits à équiper le chantier avec :

- 5 Chargeuses Caterpillar 992 C ;
- et 3 pelles Poclain 600 CK.

Cet équipement principal est complété par 3 chargeuses à pneus et 6 pelles hydrauliques de beaucoup plus petite taille, pour l'ensemble des travaux annexes.

#### d) Mise en œuvre des matériaux : compactage

E.D.F. ayant exécuté au cours des années 1977 et 1978 de nombreux essais de compactage en vraie grandeur, qui ont permis de comparer les divers engins de compactage et leurs conditions d'emploi, nous nous sommes contentés, en ce domaine, de suivre les recommandations du projeteur et nous avons équipé le chantier avec :

- 4 rouleaux lourds automoteurs ;
- 1 rouleau lourd tracté ;
- 2 rouleaux moyens.

## e) Fabrication des filtres

La production de ces matériaux a conduit à l'installation d'une très importante centrale de concassage que nous avons commandée aux Ateliers Bergeaud (Macon).

Elle se caractérise par une installation primaire d'un débit nominal de 600 T/h. avec un concasseur à mâchoires de 1 300 x 1 000 mm. d'ouverture en gueule, suivi d'un concasseur giratoire de 5 pieds.

Cette installation primaire alimente un stock intermédiaire de matériau 0/150 lui-même repris par tapis pour alimenter la centrale secondaire, puis la centrale tertiaire chargée de la production du sable.

La production de produits finis est d'environ 450 T/h.

## f) Parc total de matériel (voir tableau I)

En définitive, et en ajoutant aux principaux engins examinés ci-dessus, tout le matériel de servitude nécessaire sur un tel chantier, on arrive à un parc total dont la valeur neuve est d'environ 200 MF et dont la consom-

mation journalière est environ de 40 000 litres de carburant.

Son entretien mécanique nécessite, y compris l'encadrement, un effectif (B.G.M. et sous-traitants) de 150 personnes pour un travail à double poste.

## Organigramme - Effectifs

L'effectif mis en place par le Groupement B.G.M. pour les travaux de l'année 1981 se décompose de la manière suivante :

- B.G.M. : Encadrement	100
Personnel horaire permanent	60
Personnel saisonnier	420
Total B.G.M. ....	580
- Sous-traitants .....	420
Total Chantier .....	1 000

L'effectif B.G.M. prévu pour la saison 1982 est sensiblement identique puisqu'il s'élève, hors sous-traitants, à 640 personnes.

Tableau I

B.G.M.

## PARC DE MATERIEL - SAISON 1982

Matériel de terrassement				Installations			
10	Pelies hydrauliques	POCLAIN	600 CK	4	1	Station concassage	400 T/h
			220 CK	2			
			115 P	1	1	Tapis transporteur 1250 ml	1.500 T/h
			90 P	3			
9	Chargeuses sur pneu	CAT	992 C	5	2	Hangars Atelier	2.800 m <sup>2</sup>
			988 D	1			
			966 C	2	2	Bureaux	700 m <sup>2</sup>
			920	1			
17	Bulldozers	CAT	D9 H	11			
			D8 K	2			
			D7 G	1			
			D6 D	1			
			824 C	2			
42	Dumpers	CAT	773 B	38			
			769 C	4			
4	Citernes arrosage	CAT	769 B	1			
			631 C	3			
5	Niveleuses	CAT	MG 14	5			
7	Compacteurs	ALBARET	TT 1600	4			
			901	2			
		ABG	SAW 186	1			
3	Grues mobiles	GROVE	RT 755	1			
		PPP	25.09	2			
6	Perforatrices	HAUSHERR	HBM 70	3			
		MONTABERT	HYDROFORE	3			

Matériel d'accompagnement	
11	Camions de servitude
25	Engins divers
75	Véhicules légers

Puissance totale du parc	
Moteurs thermiques	45.000 CV
Moteurs électriques	5.000 KW



---

## Discussion

*Président* : M. M. CORDELLE

---

*Le président* remercie M. CADOT de son exposé particulièrement complet. Après avoir expliqué la façon dont avait été organisé le chantier du barrage de Grand Maison compte tenu des difficultés propres au site, M. CADOT donne les raisons du choix de la solution retenue.

Aucune question n'étant posée, le Président introduit le dernier exposé du colloque dont les auteurs sont MM. CASACCI et BOSC de la Société NEYRPIC.

*Le Président* présente tout d'abord les excuses de M. CASACCI, qui a été envoyé en mission lointaine de manière tout à fait impromptue.

C'est M. BOSC, Directeur de la Division Ingénierie de NEYRPIC, qui présente la communication.

L'exposé de MM. CASACCI et BOSC est relatif aux turbines Kaplan et aux groupes axiaux pour l'équipement des installations de fortes puissances et basses chutes.

Le Président rappelle que M. BOSC est particulièrement désigné pour ce sujet puisqu'au début de la vie des groupes axiaux, il était responsable de l'étude des bulbes de l'usine marémotrice de La Rance.

Il lui donne la parole.