Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 96 (1970)
Heft: 18: 51e Comptoir suisse, Lausanne, 12-27 septembre 1970

Artikel: L'aménagement hydro-électrique franco-suisse d'Emosson
Autor: Mottier, Jean-Louis
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-70868

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

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

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

Download PDF: 21.07.2025

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

L'aménagement hydro-électrique franco-suisse d'Emosson

par JEAN-LOUIS MOTTIER, ingénieur diplômé EPFL-SIA, c/o Motor-Columbus, Ingénieurs-Conseils S.A., Baden

I. Préambule

La société *Electricité d'Emosson S.A. (ESA)* avec siège social à Martigny a été fondée en 1954. Elle a pour but l'utilisation dans un aménagement commun des forces hydrauliques françaises et suisses de la région nord-est du massif du Mont-Blanc. C'est une société de partenaires dont les participations sont les suivantes :

Electricité de France . . . . . 50 %
Motor-Columbus S.A. d'Entreprises électriques, Baden . . . . . 25 %
Aar et Tessin S.A. d'électricité (ATEL), Olten 25 %

Les premières études relatives à l'aménagement d'Emosson ont été entreprises dès 1953 par Motor-Columbus S.A. d'Entreprises électriques à Baden. Le projet initial ne prévoyait que l'utilisation d'apports suisses. Le projecteur s'est cependant très rapidement rendu compte que, s'il est possible de créer à Emosson une accumulation très intéressante, son remplissage, par contre, pose des problèmes très difficiles à résoudre, à moins de faire appel aux ressources hydrauliques des vallées françaises avoisinantes. En effet, une grande partie des eaux suisses nécessaires au remplissage de la retenue était à ce moment déjà concédée à différentes sociétés d'électricité (Forces Motrices d'Orsières, Société romande d'Electricité, EOS et CFF). En conséquence, le projet s'est orienté très vite vers une solution d'utilisation commune des apports français et suisses. Electricité de France ayant reconnu très tôt l'intérêt d'un tel projet a décidé en juillet 1955 de participer à la construction de l'aménagement d'Emosson. La mise en chantier de cet aménagement devait cependant demander encore de nombreuses années d'efforts pour mener à bien les pourparlers avec les autorités compétentes et pour régler toutes les questions administratives. En fin de compte, la République française et la Confédération suisse ont conclu le 23 août 1963, deux conventions relatives, l'une, à l'utilisation rationnelle dans l'aménagement d'Emosson des forces hydrauliques des cours d'eau français et suisses intéressés, l'autre, à une rectification de la frontière franco-suisse, de façon que le barrage d'Emosson puisse être érigé entièrement sur territoire suisse et la centrale du palier supérieur sur sol français. Les instruments de ratification de ces conventions ont été échangés le 15 décembre 1964 et les concessions suisse et française mises en vigueur le 1er février 1967. La décision de construire l'aménagement d'Emosson a été prise par le conseil d'administration d'ESA le 19 avril 1967. L'autorisation de construire pour les ouvrages suisses a été accordée par le Conseil fédéral dans sa séance du 7 juillet 1967.

Electricité d'Emosson S.A. a confié l'établissement du projet de l'aménagement d'Emosson et la direction des travaux d'une part à : Motor-Columbus, Ingénieurs-Conseils S.A. Baden pour la partie de l'aménagement située sur territoire suisse et d'autre part à : Electricité de France, R.E.H. Alpes-Nord à Chambéry (France) pour les ouvrages sis sur territoire français.

II. Description de l'aménagement

1. Généralités

L'aménagement d'Emosson comporte quatre collecteurs à écoulement libre désignés par collecteurs Nord, Est, Sud et Ouest conformément à leur situation géographique approximative par rapport à la retenue. (Voir fig. 1 et 2). Ce système de galeries récolte les eaux des vallées françaises de l'Arve, de l'Eau-Noire et du Giffre supérieur, ainsi que les apports suisses du Val Ferret, des vallées de Trient, d'Arpette et de Jure. Les embouchures des trois collecteurs supérieurs français Nord, Ouest et Sud sont disposées à une cote supérieure au niveau de retenue maximum du lac d'Emosson permettant ainsi un écoulement des apports dans la retenue par gravité. Le collecteur inférieur Est, situé entièrement sur territoire suisse, est, en revanche, calé à une cote insuffisante de sorte que les eaux doivent être refoulées par pompage.

Les apports dérivés français et suisses sont accumulés dans la cuvette d'Emosson située au-dessus du Châtelard. Cette cuvette, d'origine glaciaire, est barrée à sa partie sud-est par un verrou rocheux dans lequel la Barberine a creusé un profond sillon en forme de V (voir fig. 3). Cet endroit favorable aussi bien du point de vue topographique que géologique a été choisi pour l'érection de l'ouvrage de retenue, un barrage-voûte de 180 m de hauteur sur fondations, créant entre les cotes de retenue 1930 et 1785 m s.m. une accumulation de 225 mio m³ d'eau. Le lac existant de Barberine, propriété des Chemins de fer fédéraux (CFF), se trouvant en amont du barrage d'Emosson, sera submergé de 41,2 m par la nouvelle retenue. Compte tenu d'un volume de 55 mio m³ réservé aux CFF, correspondant d'une part, à la retenue submergée de Barberine (39 mio m³) et, d'autre part, à une accumulation supplémentaire accordée aux CFF contre participation financière à la construction du barrage, la nouvelle réserve à disposition de la société d'Emosson s'élève à 170 mio m³ environ.

Les eaux accumulées à Emosson sont utilisées sur les 1400 m de chute brute disponibles jusqu'à la vallée du Rhône en deux paliers. Le palier supérieur Emosson-Le Châtelard avec centrale en France sur le territoire de la commune de Vallorcine et le palier inférieur Le Châtelard-La Bâtiaz avec usine dans la vallée du Rhône. Les eaux utilisées sont restituées au Rhône près de Martigny.

2. Collecteurs supérieurs français

a) *Collecteur Nord*

Les apports des 3 km² de bassin versant des glaciers du Prazon et du Ruan français situés dans la vallée du Giffre à l'ouest de la cuvette d'Emosson sont captés par une série de prises d'eau d'accès difficile et ramenés par un système de conduites dans le collecteur. Celui-ci est constitué d'une galerie à écoulement libre de 5,7 m² de section et de 2,6 km de longueur (fig. 1 et 2) débouchant à l'extrémité nord du lac d'Emosson.

ELECTRICITE D'EMOSSON SA

Situation

SUISSE

FRANCE

ITALIE

Centrale CFF

Vernayaz

Rhône

Salvan

Triège

Centrale de La Bâtiaz

Ravoire

Trient

Martigny

Centrale EOS

Drance

Sembrancher

Centrale SRE

Collecteur Nord

3,0 km²

32,21 km² (CFF)

Station de pompage du Triège

Accumulation de Barberine (CFF)

Accumulation d'Emosson ESA

Finhaut

Barrage d'Emosson

Tête Noire

Accumulation de Vieux-Emosson (CFF)

Barberine

Centrales CFF

Les Esserts

Centrale de Châtelard - Vallorcine

Collecteur Ouest

6,5 km²

Loria

Eau Noire

Vallorcine

Nant-Noir

2,2 km²

Belle Place

Trient

Collecteur secondaire

5,6 km²

Jure

Arpette

Orsières

Tré-les Hauts

Eau de Bérard

2,8 km²

Collecteur Est

11,4 km²

Collecteur principal

Centrale FMO

Drance de Ferret

18,3 km²

Collecteur Sud

Le Tour

Argentière

12,0 km²

Saleina

Praz de Fort

20,3 km²

Lognan

3,5 km²

3,0 km²

Planereuse

2,5 km²

26,7 km²

Treutse-Bo

La Fouly

Arve

Chamonix

49,1 km²

0 1 2 3 4 5 km

N

Légende

Route

Chemin de fer

Frontière

Galerie en charge

Puits blindé

Galerie à écoulement libre

Prise d'eau

Limite de bassins versants

Centrale

Fig. 1. — Situation générale de l'aménagement.

Profil en long

0 1 2 3 4 5 km

2500

2000

1500

1000

500

Eau de Bérard

Tré-les Hauts

Collecteur Ouest

1983

Lognan

Argentière

Le Tour

2073

Collecteur Sud

Belle-Place

1993,50

Loria

France

Suisse

Prazon

Ruan

1945

1930

1941

Collecteur Nord

Corbes

1764

1785

Accumulation de Barberine (CFF)

Accumulation d'Emosson (ESA)

Galerie d'amenée

La Fouly

Treutse-Bo

Planereuse

Saleina

Arpette

Jura

Collecteur secondaire

Trient

Nant-Noir

Les Esserts

Puits blindé

max. 805 m

1574

Collecteur principal

Collecteur Est

Bassin de compensation 220000 m³

max. 391 m

1516

1125

1122

Ravoire

1078,50

Galerie d'amenée

Centrale de Châtelard-Vallorcine

Bassin de compensation 90000 m³

FRANCE

max. 659,50 m

462,50

Rhône

Centrale de La Bâtiaz

VSE 2624

Fig. 2. — Profil en long général de l'aménagement.

Fig. 3. — Photo-montage de la retenue et du barrage d'Emosson. A l'arrière-plan, le lac existant de Barberine.
(Photo M. Darbellay, Martigny)

b) *Collecteur Ouest*

Ce collecteur draine les eaux des torrents de l'Eau de Bérard et de Tré-les-Hauts, tous deux affluents de l'Eau-Noire et intéresse un bassin versant de 13 km² de superficie. Le collecteur Ouest comprend dans sa partie amont, une conduite de 60 cm de diamètre et de 900 m de longueur, dérivant les apports du fond de la vallée de l'Eau de Bérard. La galerie longue de 7,9 km a un profil en fer à cheval de section minimum (5,7 m²) (voir fig. 6). Elle est exécutée en deux attaques montantes à partir d'une fenêtre intermédiaire placée à la Loria. Du fait que le profil en long du collecteur accuse un tronçon à contre-pente, l'écoulement s'effectuera partiellement en charge.

c) *Collecteur Sud*

La plus grande partie des eaux françaises utilisées dans l'aménagement d'Emosson est fournie par le collecteur Sud qui récolte les apports des 44 km² de bassin versant situés sur la rive gauche de l'Arve supérieure. Cette galerie de 5,7 m² de section prend son départ à la cote 2060 m s.m. environ dans la région du glacier d'Argentière. A son extrémité amont sont introduits les apports du glacier de Lognan dérivés par une conduite à flanc de coteau. Equipé pour un débit maximum de 15 m³/s, le collecteur Sud prend sur son parcours long de 8,67 km les eaux des glaciers d'Argentière et du Tour avant de déboucher à la cote 1993,50 sur rive droite de l'Eau-Noire au lieu-dit Belle-Place, où se trouve une cheminée d'équilibre et une chambre munie d'une vanne papillon de 2,0 m de diamètre. Cet organe permet d'isoler le collecteur Sud en cas de nécessité. Les eaux interceptées sont alors évacuées à la prise du Tour. Depuis Belle-Place, les eaux du collecteur Sud sont prises en charge par un puits blindé incliné à 50 % de 1890 m de longueur et de 1,50 m de diamètre qui les conduit à l'usine de Châtelard-Vallorcine où elles peuvent être turbinées directement ou siphonnées dans la retenue d'Emosson en empruntant le puits blindé et la galerie en charge du palier Emosson-Le Châtelard. L'excavation du puits blindé de Belle-Place s'effectue depuis Le Châtelard ainsi que depuis une fenêtre intermédiaire placée à la cote 1645. L'entonnement des eaux dans le puits de Belle-Place est réalisé au moyen d'un siphon à dépression maximum disposé juste en aval de la cheminée d'équilibre. Ce dispositif a pour but de supprimer l'entraînement d'air lors du passage de l'écoulement à niveau libre à celui en charge et d'éviter tous les inconvénients qui peuvent en résulter (coup de bélier, pertes de charges, etc.)

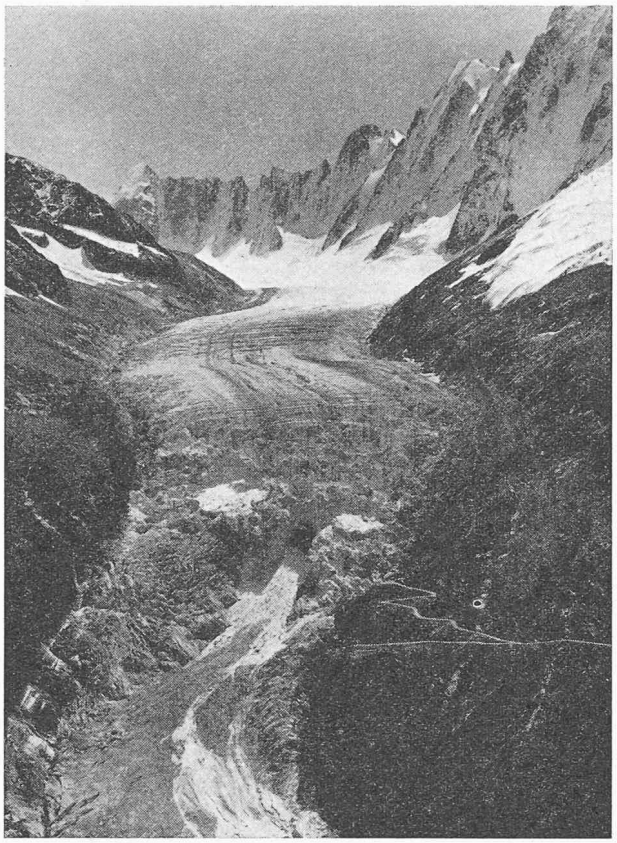


Fig. 4 — Vue du glacier d'Argentière et du rognon rocheux.
(Photo Cl. Gaillard, Chamonix)

Au point de vue géologique, les ouvrages du collecteur Sud se trouvent, pour la plupart, dans des terrains de bonne qualité. Leur exécution ne devrait donc pas poser de problèmes particuliers.

Un ouvrage très important de l'aménagement d'Emosson est la prise d'eau sous-glaciaire d'Argentière qui apporte à elle seule plus de 40 mio m³ d'eau représentant 45 % des apports dérivés par gravité. L'ouvrage est érigé sous le glacier à l'amont d'un rognon rocheux avec cascade émergeant en été parmi les séracs. Ce rognon est visible sur la photographie de la figure 4. Un réseau complexe de galeries, puits et sondages a été exécuté ces dernières années pour reconnaître la configuration de la surface rocheuse sous le glacier. Les reconnaissances effectuées ont permis de déceler l'écoulement sous-glaciaire principal. Celui-ci passe par un col situé à la cote 2178 et par la cascade visible près du rognon. Du fait du relief peu marqué et du mouvement de la glace, il peut arriver cependant que l'écoulement principal disparaisse momentanément pour emprunter un autre chemin. Par ailleurs, sur la base des observations faites, il semblerait qu'il existe encore un écoulement sous-glaciaire secondaire de moindre importance. Une reconnaissance complémentaire permettra d'en fixer les caractéristiques.

D'une façon générale, l'ouvrage sous-glaciaire d'Argentière comprend :

— un captage principal au droit du col à la cote 2178
— un captage secondaire situé au voisinage de la cascade du rognon
— une galerie d'amenée à 5 % de pente appelée « dérivation permanente » récoltant les eaux des deux captages précédents

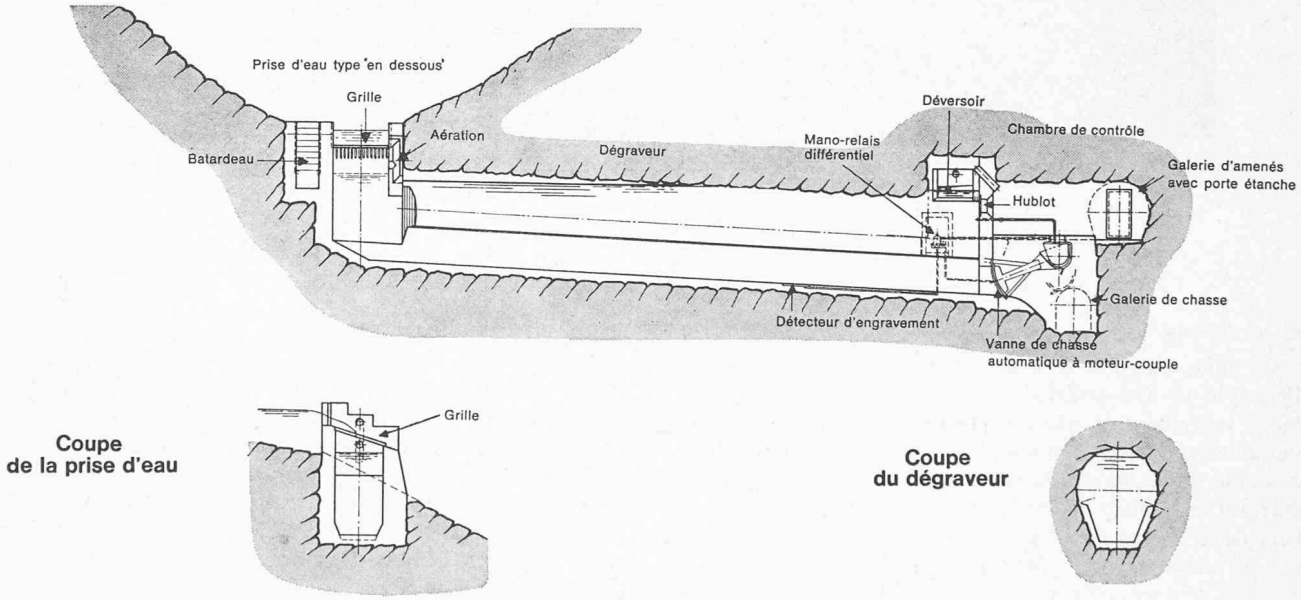


Fig. 5 — Prise d'eau automatique. Dessin de principe.

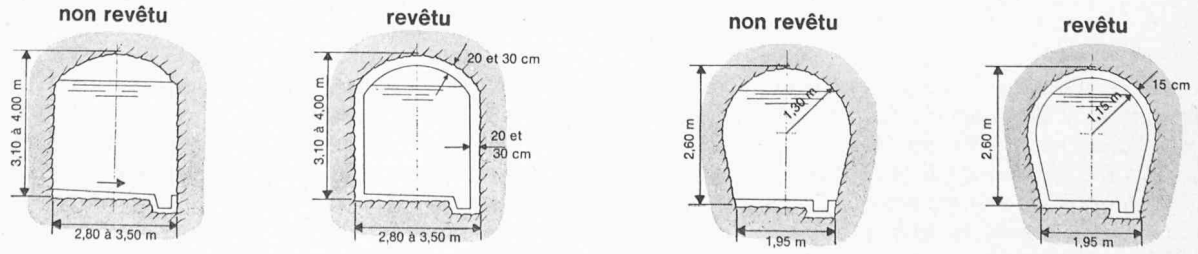


Fig. 6 — Profils-types des adductions.

— la prise d'eau proprement dite placée sur le tronçon aval de la dérivation permanente et munie d'une grille pour l'élimination du gros des apports solides
— deux chambres de dégravage en parallèle avec une chambre pour les vannes d'isolement des dégraveurs
— les galeries d'accès, de chasse et de raccordement au collecteur

d) *Ouvrages de captage*

La plupart des ouvrages de captage de l'aménagement d'Emosson, aussi bien en France qu'en Suisse, sont munis de dégraveurs équipés de systèmes de détection des apports solides avec commande hydraulique automatique de la vanne de purge. Ces systèmes à cône de détection et déversoir oscillant, ou à membrane et mano-relais différentiel ne nécessitent aucune source d'énergie annexe. Ils ont été mis au point par Electricité de France et ont fait leur preuve dans de nombreux aménagements de haute montagne. Ils ont fait d'ailleurs l'objet de plusieurs publications dans la littérature technique. La disposition de principe d'une prise automatique est représentée sur la figure 5.

3. Collecteur Est

Ce collecteur d'une longueur totale de 18,29 km, fenêtres non comprises, capte à la Fouly à la cote 1574 les eaux de 49,1 km² de bassin versant du Val Ferret supérieur. De la Fouly, le collecteur se dirige vers le nord et récolte sur son passage les apports des torrents de l'Amône, Treutse-Bo, Planereuse et Saleina, tous coulant dans le Val Ferret, ainsi que les eaux du Trient et du Nant-Noir. Un collecteur secondaire long de 7,3 km débouche en amont de la prise du Trient et amène dans la galerie principale les eaux des torrents d'Arpette et de Jure. Le collecteur Est aboutit finalement à un bassin de compensation placé aux Esserts, au-dessus du Châtelard, à la cote 1516. Le collecteur Est, collecteur secondaire compris, intéresse un bassin versant total d'environ 112 km².

La galerie à écoulement libre a une pente longitudinale variant de 2,3 à 3,3 ‰ et une section d'excavation passant de 8,30 m² dans la partie amont à 13,10 m² à son embouchure dans le bassin des Esserts. Le débit équipé maximum s'élève à 22,8 m³/s. Le collecteur secondaire de profil

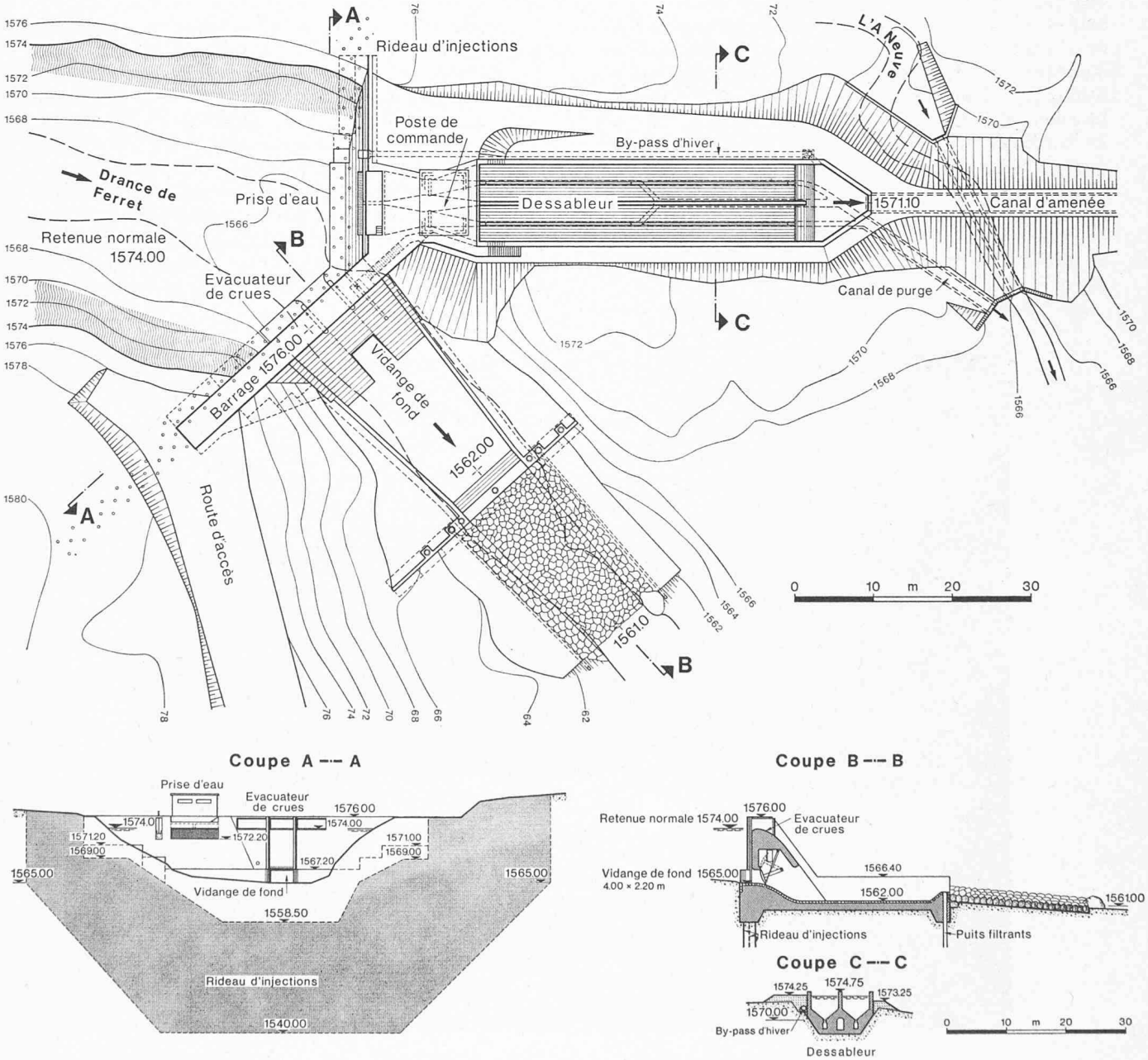


Fig. 7 — Prise d'eau de la Fouly.

minimum (6,0 m²) pourra transiter un débit de 7,7 m³/s. Les profils-types à pieds-droits verticaux des galeries du collecteur Est sont représentés dans la figure 6.

En ce qui concerne la géologie, la plus grande partie du collecteur Est se trouve dans les roches cristallines de bonne qualité du massif du Mont-Blanc. Entre le torrent du Nant-Noir et le bassin des Esserts, la galerie traverse des terrains de moins bonne tenue constitués de Trias, Lias, Jurassique et Tertiaire.

La prise d'eau principale du collecteur Est est celle située à la Fouly sur la Dranse de Ferret (fig. 7). Elle est constituée d'un petit barrage-poids de 17,5 m de hauteur sur fondations et d'environ 50 m de longueur développée créant une retenue de 23 000 m³ de capacité. Le barrage est muni à sa base d'une vidange de fond de 4,00 × 2,20 m pour la purge de la retenue. Cette vidange est obturée par une vanne secteur. Un déversoir de 14 m de longueur en crête permet d'évacuer des crues de 80 m³/s. Le barrage est entièrement fondé sur des alluvions. Un voile d'injections de plus de 2000 m² de superficie sera exécuté sous l'ouvrage et dans les berges dans le but de limiter les pertes en eau à une valeur acceptable. A la partie aval du bassin amortisseur est disposée une rangée de cinq puits filtrants forés de 60 cm de diamètre et de 10 m de profondeur destinés, d'une part, à réduire les sous-pressions sous l'ouvrage et, d'autre part, à augmenter la sécurité générale et supprimer l'érosion interne. La prise d'eau du type « latéral » est implantée sur rive gauche du torrent et est dimensionnée pour un débit de 8,5 m³/s. Les eaux captées sont décantées dans deux chambres de dessablage parallèles de 5,5 m de largeur et de 40 m de longueur avec dispositif automatique de purge système Bieri et conduites à la galerie principale au moyen d'un canal fermé en béton armé long de 400 m environ.

Les autres prises du collecteur Est, au nombre de 8, sont du type « en dessous » et équipées pour des débits variant de 0,5 à 5,0 m³/s. Elles sont munies de dégraveurs pourvus du système EdF d'évacuation des débits solides déjà mentionné précédemment (fig. 5).

4. Chute Les Esserts-Le Châtelard

a) *Bassin de compensation des Esserts*

Les apports variables du collecteur Est sont récoltés dans le bassin de compensation des Esserts (voir fig. 8 et 9). Cet ouvrage crée entre les cotes 1516 et 1505 une retenue de 220 000 m³ de capacité utile. Les apports régularisés aux Esserts peuvent être soit refoulés dans le lac d'Emosson à l'aide des pompes placées dans l'usine de Châtelard-Vallorcine, soit turbinés directement sur la chute Les Esserts-Le Châtelard.

Le bassin de compensation est un ouvrage artificiel dont l'étanchéité est assurée par un revêtement bitumineux de 6 cm d'épaisseur posé sur une couche drainante. Le bassin est accompagné des ouvrages annexes habituels tels que : ouvrage d'entrée avec bassin amortisseur, évacuateur de crues, vidange de fond, prise d'eau et rampe d'accès.

Une chambre munie d'une vanne de sécurité à fermeture automatique est disposée à l'extrémité aval du collecteur Est. Cette vanne intercepte les apports du collecteur en cas de dépassement du niveau de retenue maximum du bassin, ceci pour empêcher tout submergement des digues. Les apports interceptés sont déversés sans danger à la prise du Trient. La vanne de sécurité est conçue de façon à pouvoir fermer même en cas de panne de courant. Comme sécurité supplémentaire, il y aurait lieu de mentionner l'évacuateur de crues capable d'évacuer un débit de 30 à 35 m³/s.

Au voisinage du bassin des Esserts, deux petites prises captent les eaux du torrent du Pécheux et de l'un de ses affluents.

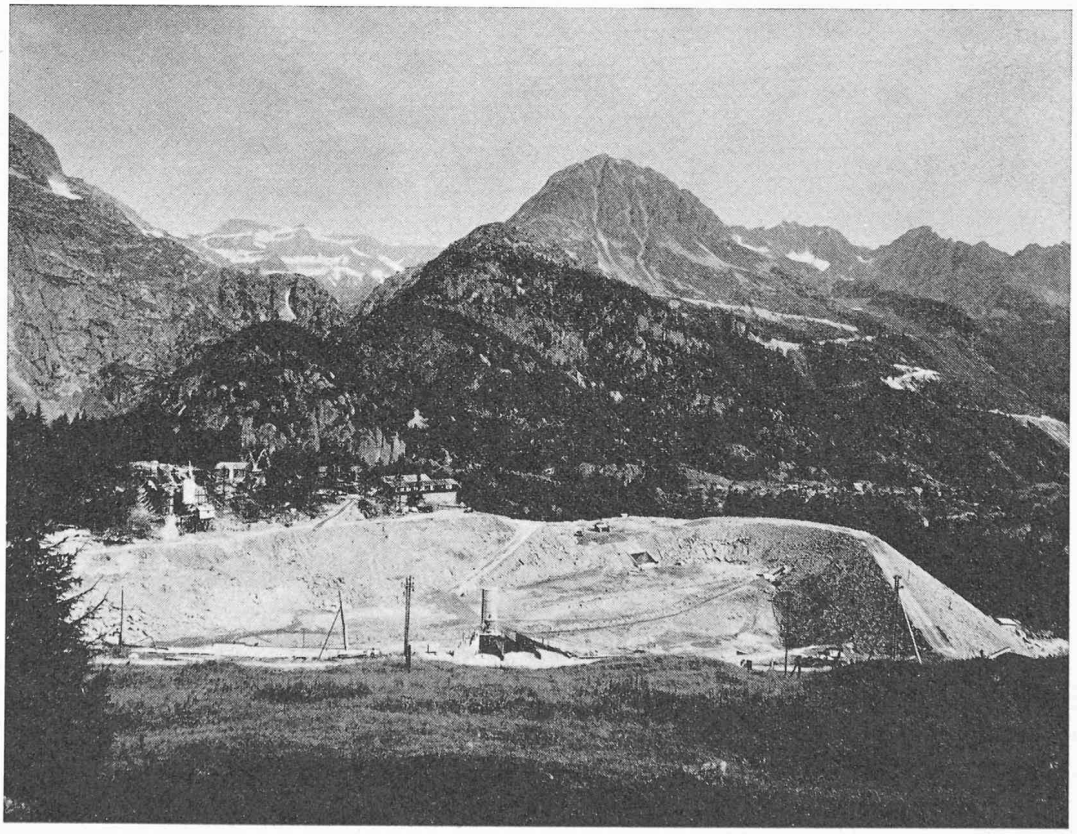
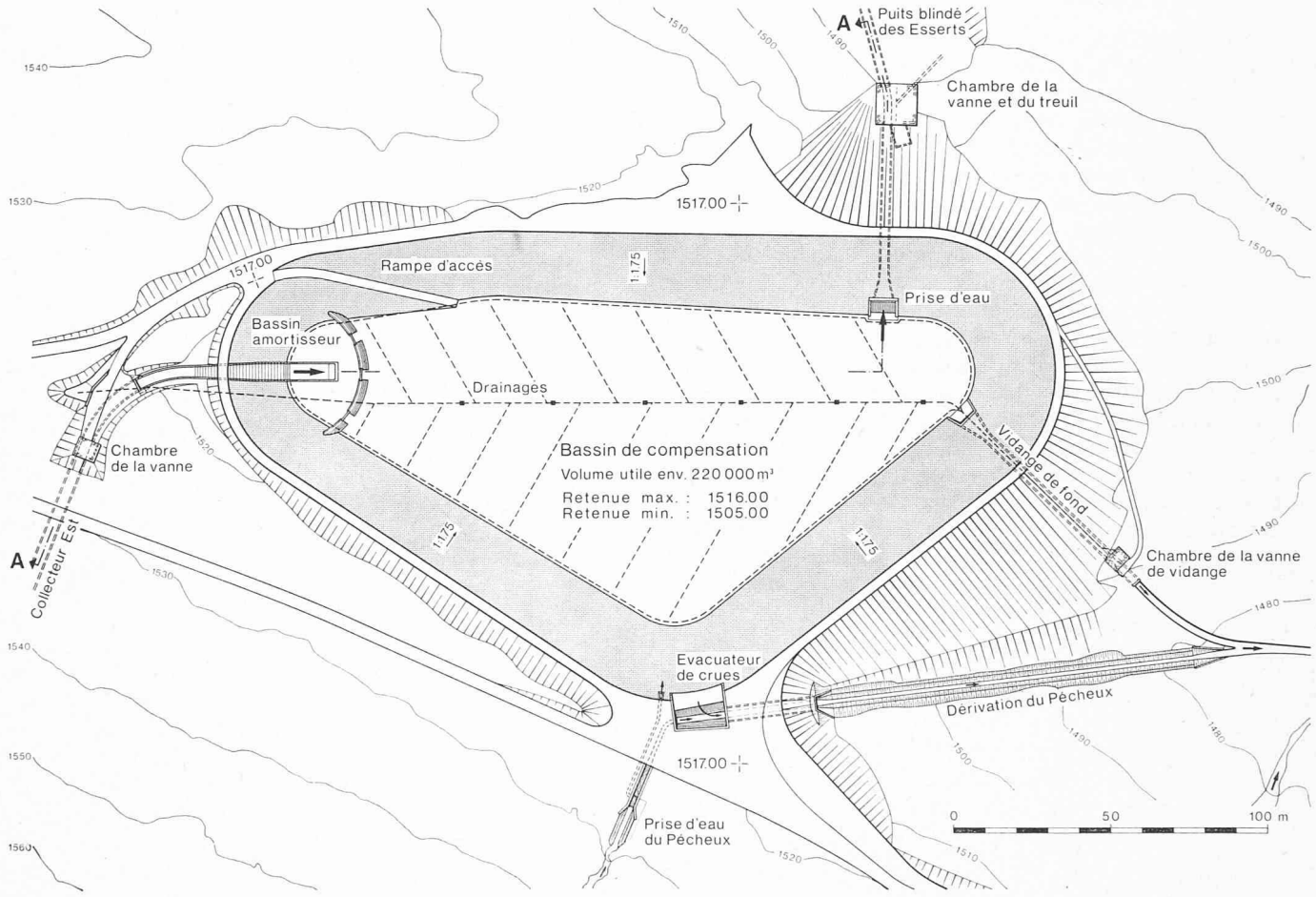


Fig. 8 — Vue du chantier du bassin de compensation des Esserts. A l'arrière-plan, le verrou d'Emosson et le chantier du barrage.
(Photo M. Darbellay, Martigny)



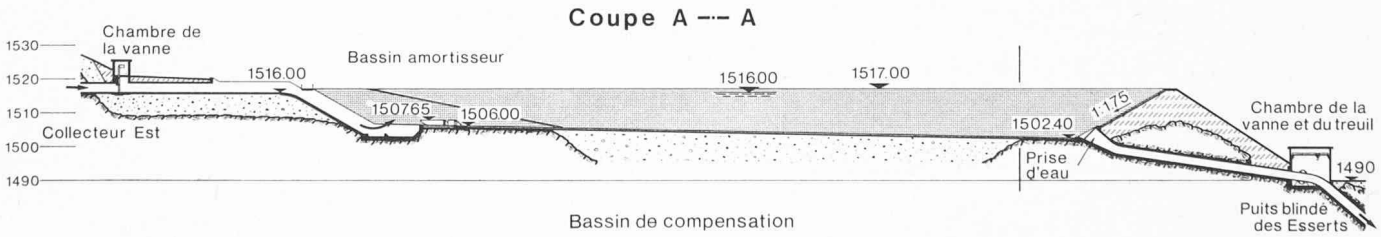


Fig. 9 — Bassin de compensation des Esserts.

b) *Puits blindé des Esserts*

Du bassin des Esserts, les eaux sont dirigées sur l'usine de Châtelard-Vallorcine par un puits blindé incliné à 90 % de 770 m de longueur totale (voir fig. 13). Le diamètre du puits varie de 2,20 m à sa partie supérieure à 2,0 m à son pied. Une chambre abritant une vanne papillon de 2,20 m de diamètre est placée en tête du puits.

5. Barrage d'Emosson

Cet ouvrage, le plus important de l'aménagement, obture la gorge creusée par la Barberine dans le verrou rocheux naturel barrant la plaine d'Emosson au sud-est. L'ouvrage de retenue (voir fig. 10, 11 et 12) comprend un barrage-voûte à double courbure de 180 m de hauteur sur fondations et de 424 m de longueur au couronnement, prolongé sur rive droite par un mur en aile de type poids et par l'évacuateur de crues pouvant débiter 60 m³/s. Au pied du mur, dans le corps même du barrage, est disposée la vidange de fond de 1,80 m de diamètre blindée sur toute sa longueur et fermée par deux vannes planes en série de 1,80 × 1,10 m. Pour permettre un abaissement du niveau de la retenue plus rapide en cas de nécessité, les autorités ont demandé la construction d'une vidange intermédiaire. Celle-ci est implantée à la cote 1861 environ dans l'éperon droit du barrage. Elle est constituée d'une galerie en rocher de 2,70 m de diamètre, longue de 184 m avec chambre contenant également deux vannes planes en série. Le barrage comporte par ailleurs les galeries de visite, de drainage et de contrôle, etc., ainsi que les puits d'accès et ceux abritant les pendules de mesure. Outre les injections de contact béton-rocher, le barrage est prolongé en profondeur et sur les côtés par un voile d'injection important qui devra être exécuté très soigneusement, vu les nombreuses failles traversant le rocher de fondation.

Le volume total de béton à mettre en œuvre pour la construction du barrage d'Emosson s'élève à environ 1 000 000 m³ et le volume des excavations à 220 000 m³. Les agrégats nécessaires à la fabrication des bétons sont obtenus par préparation de matériaux de carrière (voir fig. 10). Les bétons ont fait d'ailleurs l'objet de nombreux essais préliminaires effectués sur des agrégats de diverses provenances par le Laboratoire fédéral d'essais des matériaux (LFEM).

Les caractéristiques principales de la retenue et du barrage sont les suivantes :

1. Retenue		
Cote de retenue max.	1930	m s.m.
Cote de retenue min.	1785	m s.m.
Volume utile	225	mio m³
Part ESA	170	mio m³
Part CFF	55	mio m³
Superficie de la retenue	3,07	km²
2. Barrage		
Niveau du couronnement	1931,50	m s.m.
Revanche	1,50	m
Hauteur max. sur fondation	180	m
Longueur au couronnement y compris mur d'aile	554	m
Epaisseur au couronnement	9	m
Epaisseur à la base	48,50	m
Evacuateur de crues	60	m³/s
Vidange de fond	95	m³/s
Vidange intermédiaire	110	m³/s

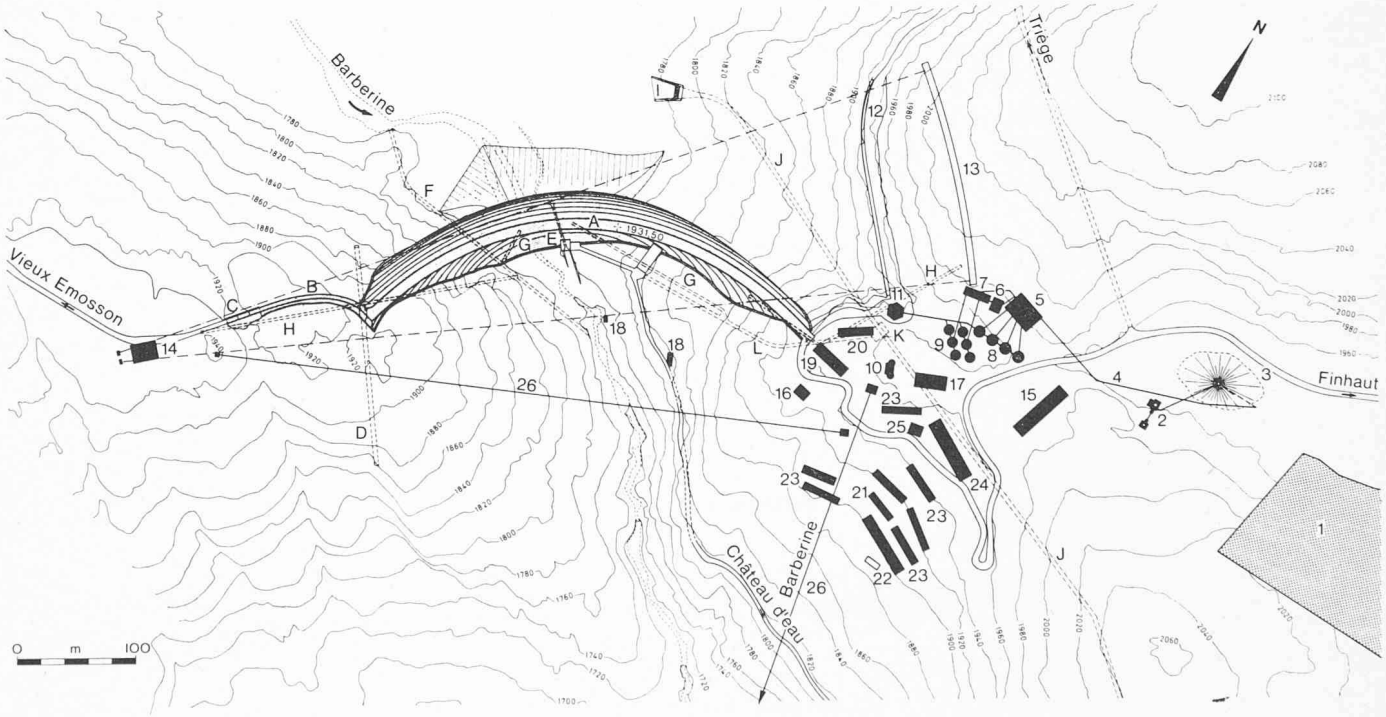


Fig. 10 — Plan du barrage et des installations de chantier.

A Barrage-voûte
B Mur d'aile
C Déversoir
D Vidange intermédiaire
E Vidange de fond
F Galerie de dérivation
G Galerie de drainage
H Galerie de reconnaissance
I Prise d'eau
J Galerie d'amenée
K Chambre des vannes
L Galerie d'accès

1 Carrière
2 Concassage primaire
3 Dépôt intermédiaire
4 Tapis transporteur
5 Fabrication du gravier
6 Broyeurs de sable
7 Préparation du sable
8 Silos à gravier
9 Silos à sable
10 Silos à ciment et centrale d'injection
11 Tour à béton
12 Quai de chargement
13 Circulaire des blondins

14 Treuils des blondins
15 Atelier et compresseurs
16 Menuiserie
17 Magasin
18 Station de pompage
19 Direction des travaux et laboratoire de béton
20 Bureau de l'entreprise
21 Infirmerie
22 Station d'épuration
23 Dortoirs
24 Cantine
25 Bar
26 Téléphériques

Du point de vue géologique, le site du barrage est très homogène et se compose de cornéennes d'excellente qualité. L'emplacement du barrage a été prospecté par des essais géosismique, par environ 1200 m de forages carottés et par deux galeries de reconnaissance de 479 m de longueur totale dans lesquelles des essais géomécaniques sur la roche en place ont été effectués en collaboration avec le Laboratoire de recherches hydrauliques et de mécaniques des terres de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich. Les résultats des calculs statiques ont été vérifiés par des

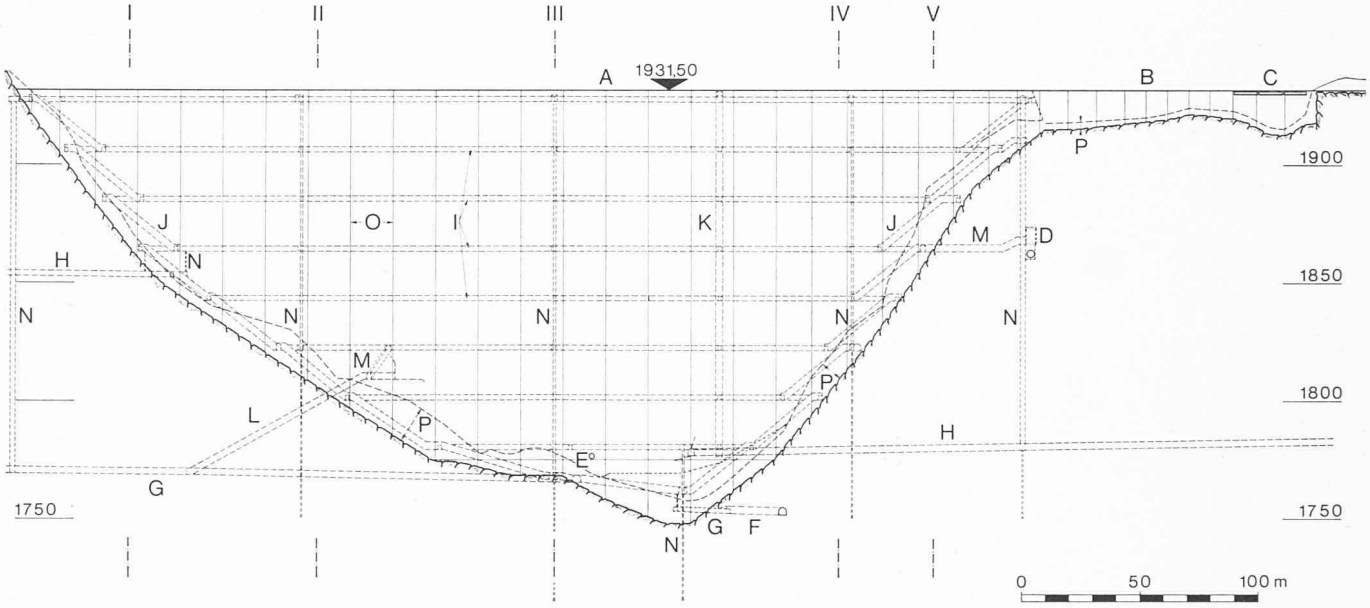


Fig. 11 — Coupe longitudinale développée du barrage.

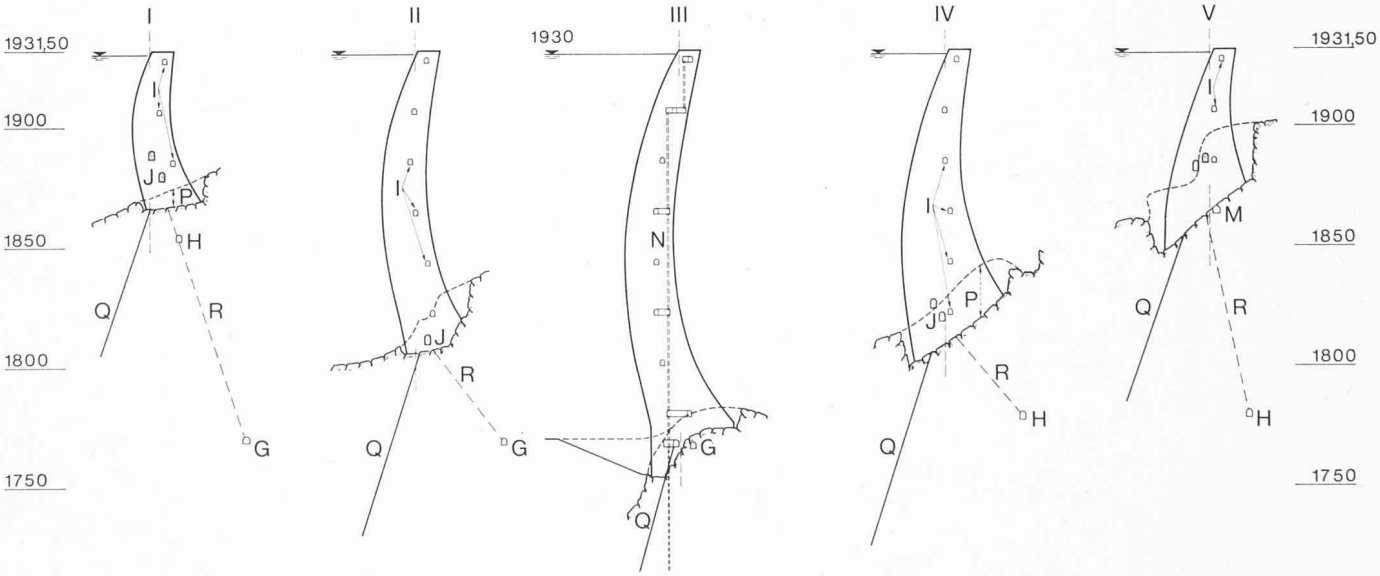


Fig. 12 — Coupes transversales du barrage.

A	Barrage-voûte	G	Galeries de drainage	M	Galeries de raccordement
B	Mur d'aile	H	Galeries de reconnaissance	N	Puits de pendule
C	Déversoir	I	Galeries de contrôle	O	Joints de contraction
D	Vidange intermédiaire	J	Galerie de pied	P	Fouille de fondation
E	Vidange de fond	K	Puits de l'ascenseur	Q	Voile d'injections
F	Galerie de dérivation	L	Galerie d'accès	R	Voile de drainage

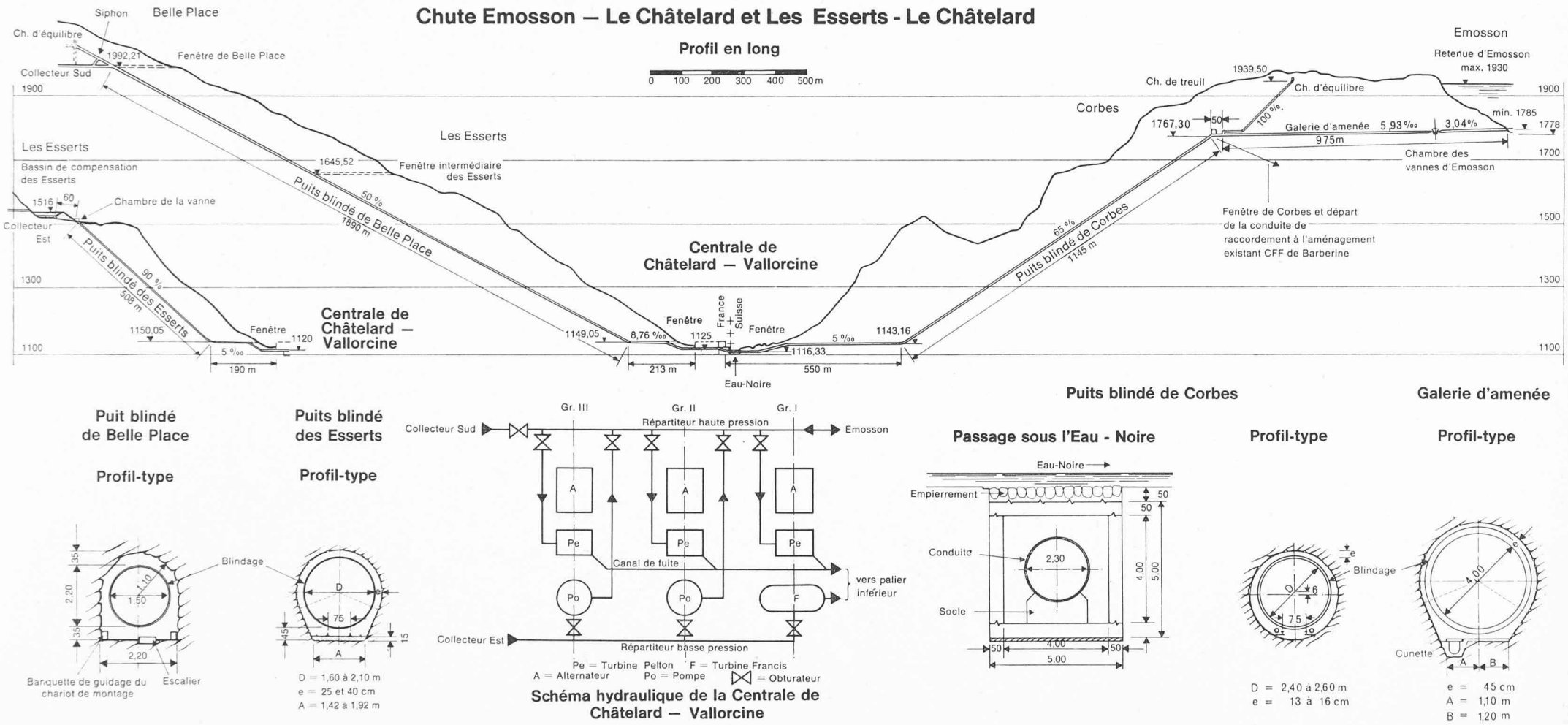


Fig. 13 — Chutes Emosson-Le Châtelard et Les Esserts-Le Châtelard ainsi que le puits blindé de Belle-Place. Profils en long, profils-types et schéma hydraulique de l'usine de Châtelard-Vallorcine.

essais sur trois modèles réduits, l'un géomécanique, c'est-à-dire avec représentation en laboratoire du rocher de fondation avec ses caractéristiques ainsi qu'avec les systèmes de diaclases principaux, les deux autres purement statiques. Ces essais sur modèles ont été effectués à Bergame à l'« Istituto Sperimentale Modelli e Strutture ».

Le chantier du barrage d'Emosson est relié à la route du col de la Forclaz par une nouvelle artère de 11,69 km de longueur passant par le village de Finhaut, établissant ainsi la liaison routière avec la plaine désirée depuis longtemps par cette localité. Le tronçon inférieur de 4,45 km jusqu'à Finhaut a été construit par le canton du Valais.

6. Chute Emosson-Le Châtelard

a) *Galerie d'amenée et chambre d'équilibre de Corbes*

La prise d'eau sous-lacustre du palier supérieur est située sur rive gauche de la retenue (fig. 10). Elle est du type classique avec grille et trompe de raccordement à la galerie d'amenée. Equipée pour un débit de 45 m^3/s, dont 29 m^3/s pour ESA et 16 m^3/s pour les CFF, cette galerie de 4,0 m de diamètre intérieur a une longueur de 975 m entre la prise et la chambre d'équilibre (voir fig. 13). 273 m en aval de l'entrée se trouve la chambre d'Emosson munie de deux vannes papillon en série de 3,0 m de diamètre.

Vu la très haute pression intérieure que devra supporter le revêtement de la galerie (176 m) et pour éviter des pertes en eaux dues à un claquage éventuel de ce dernier, il a été décidé de blinder le tronçon entre la chambre d'Emosson et la cheminée d'équilibre. Ce blindage est composé d'une tôle mince de 5 mm d'épaisseur placée en sandwich entre deux anneaux de béton, l'anneau intérieur empêchant le flambage du blindage mince sous l'effet d'une pression extérieure éventuelle. Cette mesure permet d'augmenter sensiblement la sécurité de l'ouvrage au prix de coûts supplémentaires acceptables vu la courte longueur de la galerie (voir fig. 13).

La chambre d'équilibre du type à deux épanouissements est constituée d'une chambre inférieure de 4,6 m de diamètre et de 62,5 m de longueur, d'un puits incliné à 45° de 2,5 m de diamètre et de 235 m de longueur et d'une chambre supérieure de 140 m^2 de superficie. L'épanouissement inférieur ainsi que le puits incliné jusqu'à la cote 1880 sont blindés selon le même principe que la galerie d'amenée. L'épanouissement supérieur est pourvu d'un déversoir pour l'évacuation des apports du collecteur Sud en cas de fermeture prolongée des vannes d'Emosson.

b) *Puits blindé de Corbes*

Le puits blindé de Corbes relie la galerie d'amenée à l'usine de Châtelard-Vallorcine. Ce puits comprend deux tronçons inclinés à 65 resp. 25 % de 1145 m et de 103 m de longueur et de tronçons horizontaux de 2,30 m de diamètre et de 450 m de longueur totale. Le diamètre de la partie inclinée à 65 % varie de 2,6 à 2,4 m. Le passage du puits blindé sous l'Eau-Noire s'effectue en siphon.

L'intérêt particulier du puits blindé de Corbes, au demeurant de conception très classique, réside dans le fait que le percement de la partie inclinée dans les granites très durs de Vallorcine a été exécuté au moyen d'une foreuse de galerie conçue et fabriquée spécialement par la maison allemande Wirth et Cie, Erkelenz. A notre connaissance, c'est la première fois qu'une foreuse de galerie a été utilisée dans un puits incliné. Les performances remarquables réalisées par cette machine au puits de Corbes font l'objet d'un article de notre collaborateur M. F. Aemmer publié également dans ce numéro du BTSR.

c) *Usine de Châtelard-Vallorcine*

La centrale du palier supérieur de l'aménagement d'Emosson est implantée sur rive droite de l'Eau-Noire près du village de Châtelard-Frontière. Elle est située cependant sur le territoire français de la commune de Vallorcine, sur le terrain cédé à la France en échange de l'appui droit du barrage. L'accès à l'usine s'effectue directement depuis la route principale Martigny-Chamonix (voir fig. 14).

Cette centrale complexe doit pouvoir remplir des conditions d'exploitation multiples, à savoir :

— Turbiner les eaux en provenance de la retenue d'Emosson sous une chute moyenne de 750 m (débit 29 m^3/s).
— Refouler par pompage dans le lac d'Emosson le gros des apports du collecteur Est (hauteur de refoulement moyenne 390 m, débit de pompage maximum 22 m^3/s).
— Turbiner sur les 382 m de chute du palier Les Esserts-Le Châtelard les eaux excédentaires du collecteur Est, c'est-à-dire les apports qui ne sont pas destinés au remplissage de la retenue.
— Transiter dans le lac d'Emosson par siphonnage ou turbiner directement les apports du collecteur Sud amenés par le puits blindé de Belle-Place (débit max. 15 m^3/s).

A cet effet, l'usine est équipé de 3 groupes ternaires à axe vertical tournant à 600 tr/min et comportant chacun un alternateur de 70 000 kVA, $\cos \varphi = 0{,}9$, tension nominale entre phases 10,3 kV et une turbine Pelton à 5 jets de 64 000 kW absorbant 9,67 m^3/s sous une chute nette d'environ 750 m. Alors que 2 des groupes mentionnés sont accouplés à une pompe centrifuge à une entrée et 3 étages de 38 200 kW capable de refouler un débit moyen de 9 m^3/s sous une hauteur manométrique de 390 m, le 3e groupe est lié à une turbine Francis de 50 000 kW absorbant 15 m^3/s sous 382 m de chute (voir fig. 15 en pages 262 et 263 et schéma hydraulique de la fig. 13).

Les 3 turbines Pelton et les 3 alternateurs correspondants sont constamment liés entre eux de façon rigide. Les deux pompes centrifuges et la turbine Francis, toutes disposées au-dessous de la fosse de restitution des Peltons sont, en revanche, accouplées à l'axe des groupes par l'intermédiaire d'un accouplement à engrenages embrayable ou débrayable à l'arrêt. Des robinets sphériques à double étanchéité protègent les turbines et les pompes aussi bien à l'amont qu'à l'aval de la machine. Chaque groupe est enfin raccordé à un transformateur triphasé 10,3/220 kV de 70 000 kVA. La centrale de Châtelard-Vallorcine sera télécommandée depuis celle de La Bâtiaz.

La salle des machines occupe toute la longueur du bâtiment et comprend 2 plages de 300 m^2 de superficie servant au montage des machines et au décuvage des transformateurs. La salle des machines est desservie par deux ponts roulants de 60/10 t. Elle est flanquée d'un côté de la salle de commande et de l'autre de la salle des robinets abritant outre les répartiteurs haute et basse pression, 8 vannes sphériques à double étanchéité ainsi qu'un robinet permettant d'isoler le collecteur Sud du puits blindé de Corbes. Dans ce local l'on trouve également un pont roulant de 40/5 t, le groupe auxiliaire hydraulique ainsi que les trappes de sortie des roues des turbines.

Les eaux utilisées dans la centrale de Châtelard-Vallorcine sont livrées à la chute inférieure Le Châtelard-La Bâtiaz dans le bassin de compensation du Châtelard (voir fig. 14) par l'intermédiaire d'un canal de fuite. En cas de mise hors service du palier inférieur, il est possible de déverser les eaux turbinées directement dans l'Eau-Noire en amont de la prise existante des CFF.

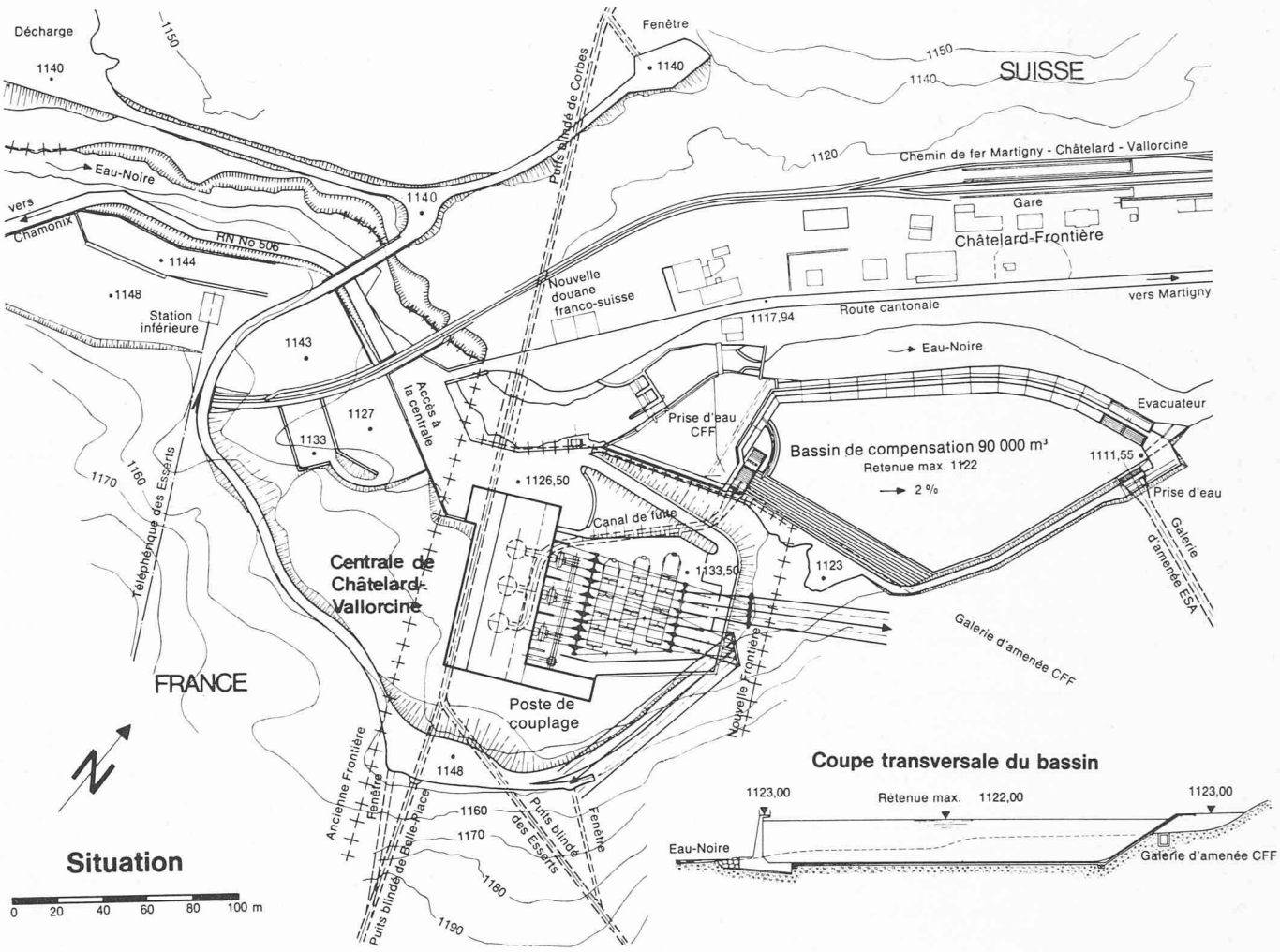


Fig. 14 — Situation générale des ouvrages du Châtelard.

d) *Raccordement à l'aménagement existant de Barberine*

34 m en aval de la cheminée d'équilibre de Corbes, se trouve une chambre d'appareils contenant la bifurcation pour le raccordement à l'aménagement existant de Barberine appartenant aux Chemins de fer fédéraux. Ce raccordement est réalisé sous la forme d'un puits blindé de 1435 m de longueur totale. Ce puits, équipé pour un débit de 16 m³/s, relie l'aménagement d'Emosson à la centrale existante CFF du Châtelard. La perforation des parties horizontale et inclinée du puits CFF a été également exécutée au moyen d'une foreuse de galerie.

Lors de la mise en exploitation de l'aménagement d'Emosson, certains ouvrages existants de l'aménagement actuel de Barberine seront court-circuités et mis hors service, en particulier, le barrage, la prise d'eau, la galerie d'amenée, la chambre d'équilibre et les conduites forcées. L'amenée des eaux à l'usine CFF du Châtelard aura lieu par l'intermédiaire de la galerie en charge d'ESA et du puits blindé CFF.

e) *Etude hydraulique*

Le schéma hydraulique de l'aménagement d'Emosson, en particulier de la partie supérieure, étant très complexe (plusieurs cheminées d'équilibre, 4 puits blindés dont 2 raccordés au même château d'eau, divers modes d'exploitation tels que turbinage, pompage et siphonnage, présence d'un siphon à dépression maximum, plusieurs centrales, etc.), il était nécessaire d'entreprendre une étude hydraulique très poussée des divers régimes transitoires créés dans les circuits en charge par les manœuvres des organes de fermeture. A cet effet, ont été déterminées en de nombreux points du schéma les variations des pressions et des débits causés par les diverses manœuvres d'exploitation. Les manœuvres de la centrale existante de Châtelard des CFF raccordée à l'aménagement d'Emosson mais travaillant de façon indépendante ont été prises en considération. Un calcul manuel étant exclu, il a fallu avoir recours à l'ordinateur. Cette étude a été entreprise en collaboration avec la Société grenobloise d'études et d'application hydrauliques.

7. Chute Le Châtelard-La Bâtiaz

a) *Bassin de compensation du Châtelard*

Cet ouvrage d'une capacité utile d'environ 90 000 m³ est érigé en bordure de l'Eau-Noire au Châtelard en aval de l'usine décrite précédemment. C'est un bassin entièrement artificiel constitué côté torrent d'un mur-semelle en béton armé d'une hauteur sur fondations variant de 10 m à 15 m (voir fig. 14). Côté montagne, l'ouvrage butte contre la paroi de rocher ou se termine en talus de 2 : 3 de pente.

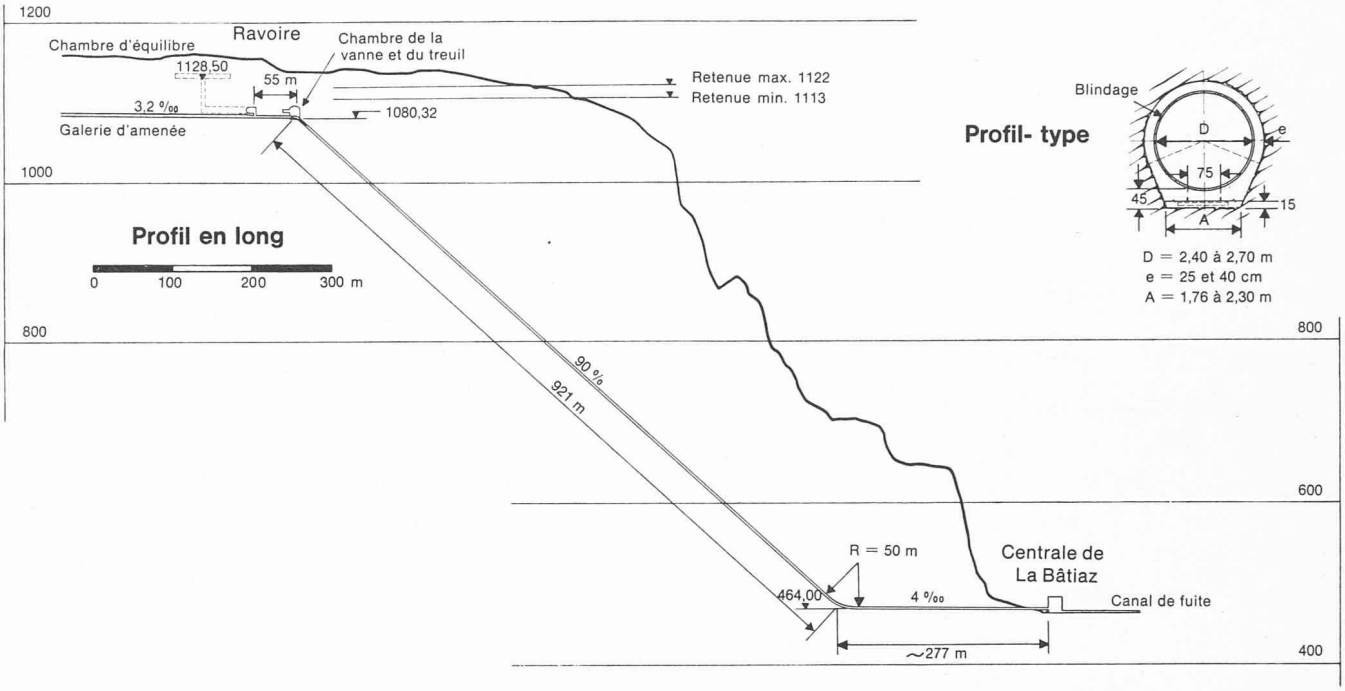


Fig. 16 — Profil en long et profil-type du puits blindé de Ravoire.

L'étanchéité sur le radier et les talus est réalisée par un revêtement de béton bitumineux de 6 cm d'épaisseur posé sur une couche drainante. Les eaux provenant de la centrale de Châtelard-Vallorcine sont introduites dans le bassin par l'intermédiaire d'un bassin amortisseur. En aval, nous trouvons un déversoir d'évacuation muni en crête d'un clapet, une chambre d'appareils abritant la vanne de vidange de fond, ainsi que la prise d'eau de la galerie du palier inférieur.

b) *Galerie d'amenée et chambre d'équilibre*

La prise d'eau de la galerie est formée d'un simple entonnoir avec grille fine. Toutes les eaux transitant dans le bassin proviennent de la centrale de Châtelard-Vallorcine de sorte qu'un organe de fermeture en tête de la galerie d'amenée ne se justifie pas. L'entrée de la prise peut néanmoins être obturée par des batardeaux. La galerie d'amenée, d'une longueur de 9780 m jusqu'à Ravoire, a un diamètre de 3,50 m. Elle est équipée pour un débit de 29 m^3/s.

Au point de vue géologique, la galerie d'amenée se trouve en grande partie dans les roches métamorphiques des massifs des Aiguilles Rouges et de l'Arpille composées principalement de gneiss injectés et de schistes cristallins. Alors qu'à la fenêtre intermédiaire de Tête-Noire, la qualité de la roche est favorable, l'exécution de la chambre d'équilibre à Ravoire et de la partie inférieure de la galerie se heurte par contre à de grosses difficultés géologiques.

La chambre d'équilibre à Ravoire est du type à deux épanouissements avec effet différentiel. Elle comprend une chambre inférieure de 8,50 m de diamètre et de 77 m de longueur, un puits vertical de 4,0 m de diamètre et de 33 m de hauteur débouchant en déversoir dans la chambre supérieure en forme de T de 770 m^2 de superficie.

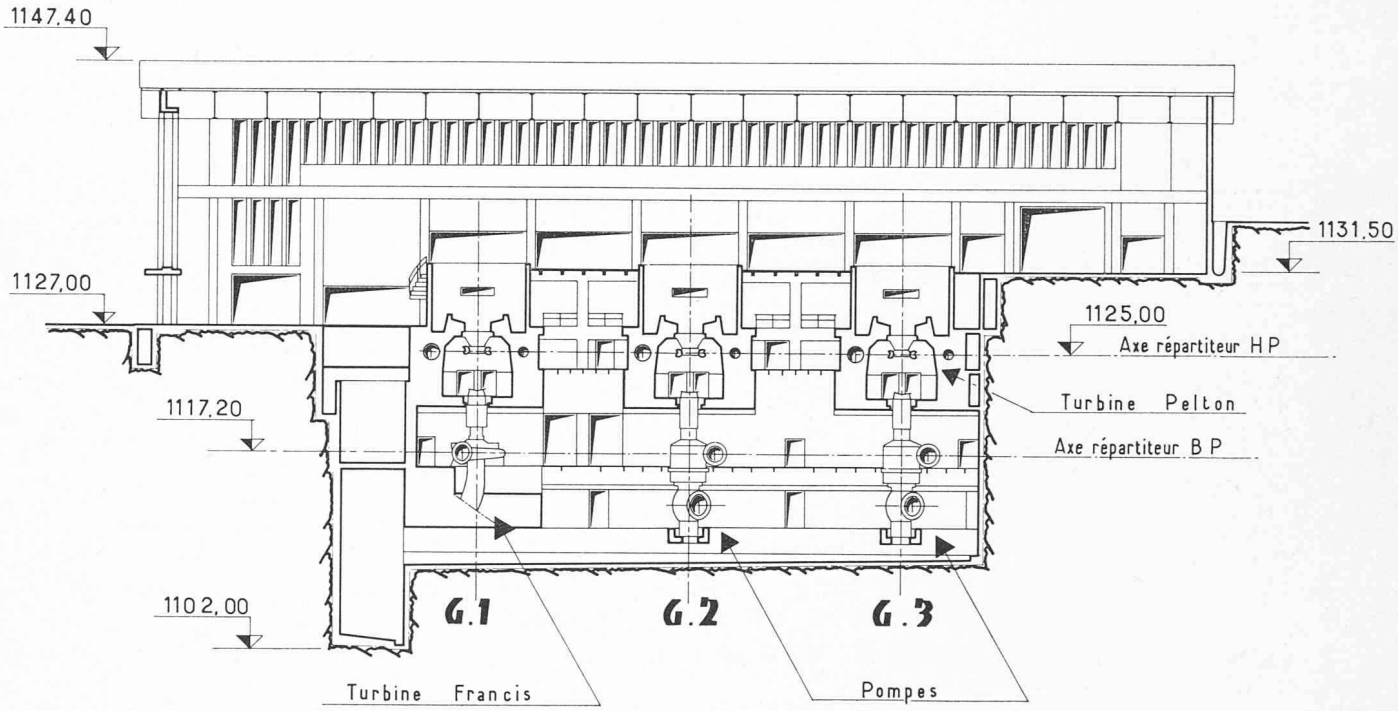
c) *Chambre de la vanne de Ravoire et puits blindé*

Quelques mètres en aval de la cheminée d'équilibre, à l'extrémité d'un tronçon blindé, se trouve une chambre abritant la vanne papillon de 2,70 m de diamètre et le treuil de révision du puits blindé de Ravoire. Ce puits (voir fig. 16) amène les eaux à la centrale de La Bâtiaz et comprend une partie inclinée à 90 % de 921 m de longueur avec un diamètre variant de haut en bas de 2,70 à 2,40 m et une courte partie horizontale d'environ 250 m. Le puits débouche dans la plaine du Rhône à La Bâtiaz à la cote 463 m s.m. environ.

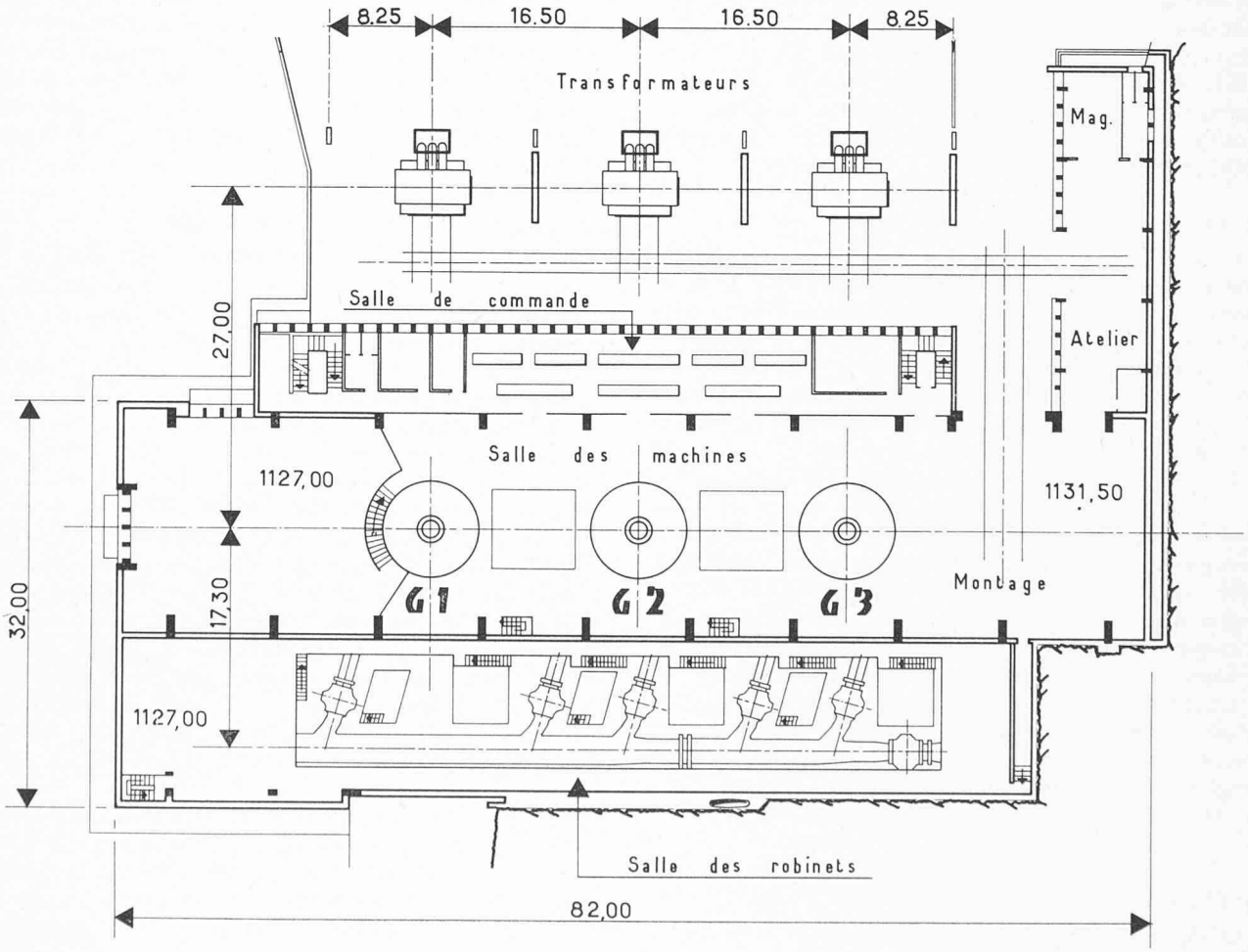
d) *Centrale de la Bâtiaz et canal de fuite*

La centrale de la chute Le Châtelard-La Bâtiaz est située dans la plaine du Rhône à la sortie de Martigny en direction de Vernayaz (voir fig. 17 et 19). Cet ouvrage est de conception beaucoup plus simple que l'usine du palier supérieur, du fait que la centrale de La Bâtiaz est destinée uniquement au turbinage des eaux. Elle est équipée de deux groupes binaires à axe vertical tournant à 428 tr/min comportant chacun un alternateur de 90 000 kVA, cos $\varphi = 0{,}9$, tension nominale entre phase 13 kV et une turbine Pelton à cinq jets de 80 000 kW absorbant 14,5 m^3/s sous une chute nette de 626 m. Chaque turbine est protégée côté conduite forcée par une vanne de garde à double étanchéité. La conduite de répartition en forme de Y alimente les 2 groupes de l'usine. Chaque alternateur est accouplé à un transformateur triphasé 13/220 kV de 90 000 kVA érigé à l'extérieur du bâtiment. La salle des machines comporte une plage pour le montage des machines et le décuvage des transformateurs. Elle est desservie par un seul pont roulant de 120 t. Les auxiliaires de l'usine peuvent être alimentés soit par le réseau de la ville de Martigny soit par un groupe auxiliaire diesel de 400 kVA. Tous les groupes de l'aménagement aussi bien ceux de l'usine de Châtelard-Vallorcine que ceux de La Bâtiaz seront télécommandés depuis la salle de commande de la centrale de La Bâtiaz. Le poste de couplage est

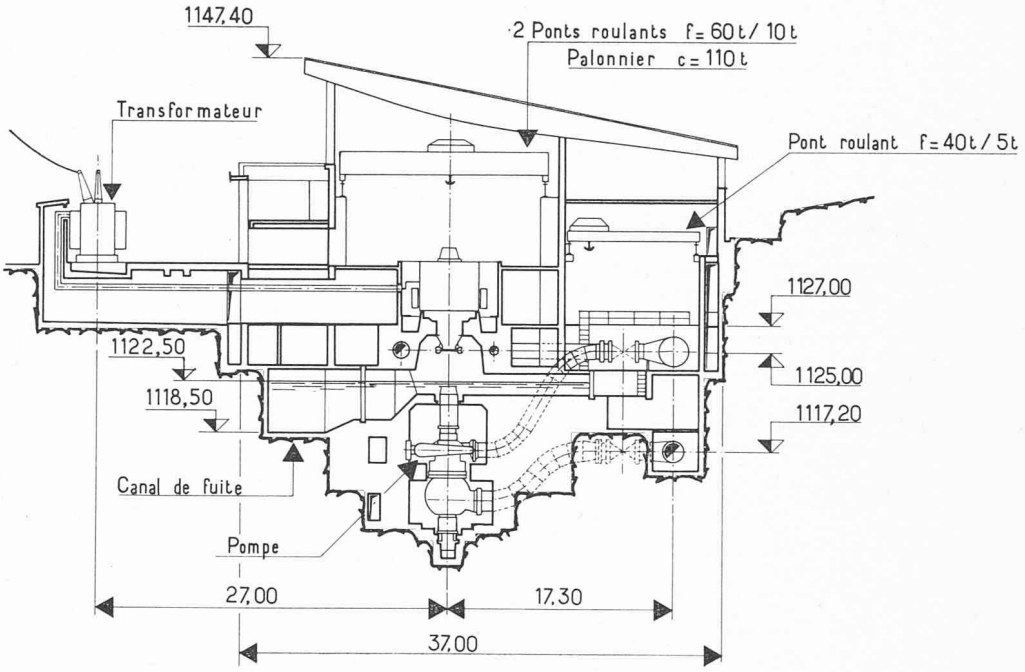
- Coupe longitudinale -



- Coupe horizontale -



_ Coupes transversales _



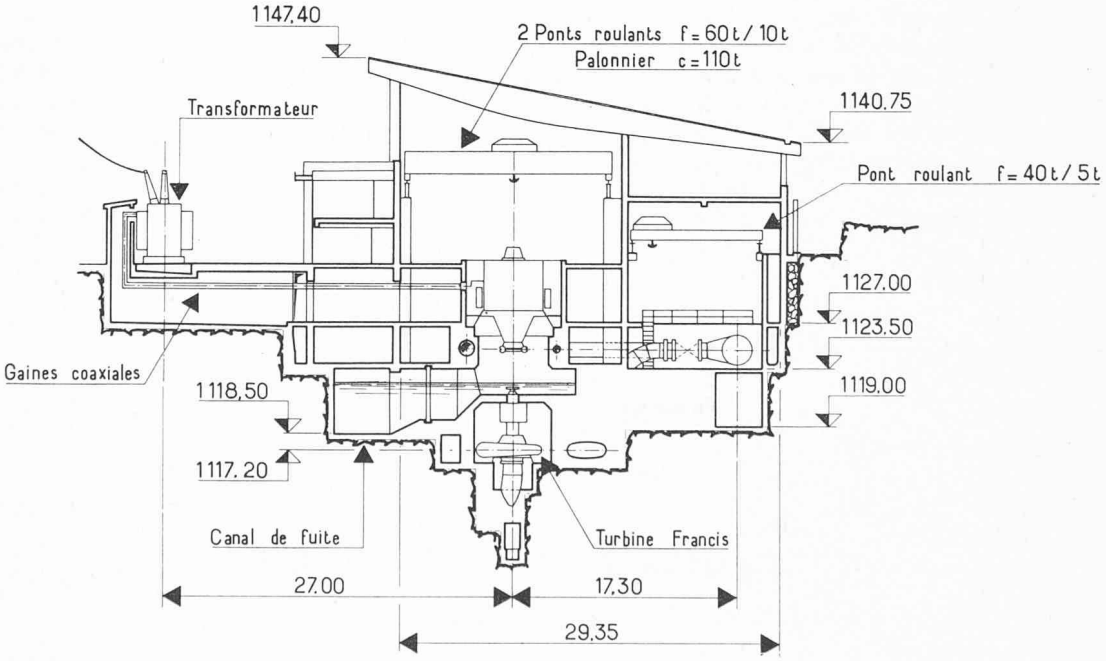


Fig. 15 — Usine de Châtelard-Vallorcine — Coupes.

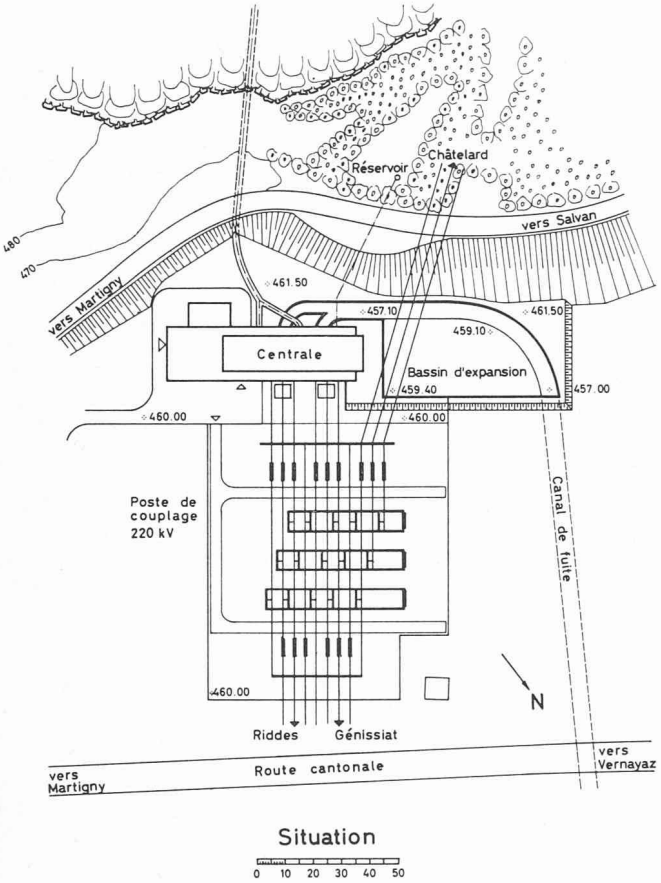


Fig. 17 — Situation de la centrale de La Bâtiaz.

disposé entre la route cantonale et le bâtiment de l'usine (voir fig. 17 et 19).

Les eaux utilisées dans l'aménagement d'Emosson sont restituées au Rhône par un canal de fuite enterré de 1277 m de longueur (voir fig. 18). Cet ouvrage de section trapézoïdale dans la partie inférieure du profil et en voûte dans la partie supérieure croise sur son parcours la route cantonale Martigny-Vernayaz, les voies du chemin de fer Martigny-Châtelard, la double voie des CFF, la Dranse, l'oléoduc, le canal d'assainissement de la plaine du Rhône, ainsi que de nombreux chemins, meunières et bisses. En cas de crues du Rhône, le canal de fuite devra débiter en charge. Pour éviter de noyer les roues des turbines Pelton, lors d'une mise en marche rapide de l'usine de La Bâtiaz, un bassin d'expansion d'environ 2000 m² de superficie est disposé en aval de la centrale. Les dimensions de cet ouvrage sont vérifiées par des essais sur modèle réduit qui sont effectués au Laboratoire de recherches hydrauliques de l'Ecole polytechnique fédérale (VAWE) à Zurich.

III. Hydrologie et production d'énergie

L'aménagement d'Emosson draine les eaux de 175,85 km² de bassin versant des Alpes françaises et suisses dont 60 km² de glaciers (34,2 %).

L'évaluation des débits captables a été faite de façon très prudente. En effet, l'hydrologie a été établie sur la base d'une étude confiée à la section d'hydrologie de la VAWE, en tenant compte de l'état stationnaire des glaciers caractérisé par un état d'équilibre entre l'accumulation dans le névé et l'ablation. Il a donc été fait abstraction des eaux fournies par la très forte ablation glaciaire constatée depuis le début du siècle.

Les apports dérivés dans l'aménagement d'Emosson sont résumés dans le tableau I ci-dessous :

TABLEAU I

Bassins	Apports dérivés en mio m³ Eté	Hiver	Total
Collecteur Est	121,21	17,50	138,71
Collecteur Sud	62,75	6,86	69,61
Collecteur Ouest	20,54	1,90	22,44
Collecteur Nord	5,38	0,60	5,98
Bassins CFF	50,08	16,74	66,82
Bassin résiduel d'Emosson .	5,20	0,84	6,04
Apports dérivés totaux. . .	256,16	44,44	309,60

Les chiffres précédents contiennent les apports dérivés des bassins versants CFF. Il y aurait donc lieu de soustraire un volume de 86,84 mio m³ d'eau à titre de restitutions et de tenir compte des pertes par évaporation, infiltration, etc., estimées à 4,40 mio m³. Des 121,21 mio m³ d'apports d'été du collecteur Est, 90,0 mio m³ sont nécessaires pour le remplissage de la retenue et sont pompés à Emosson.

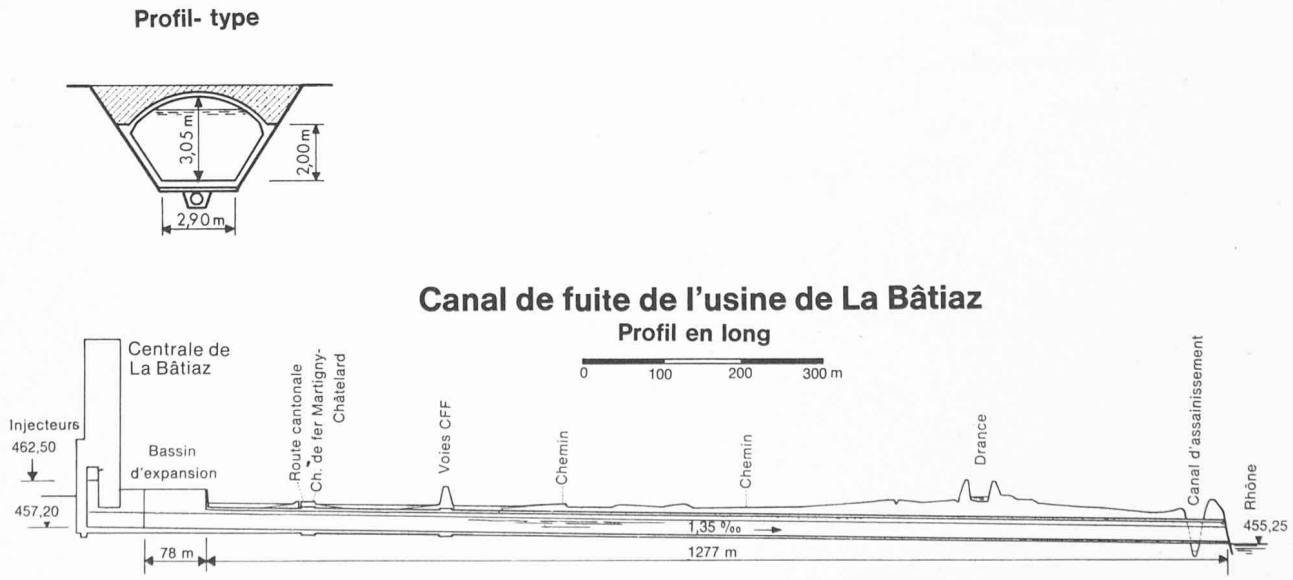
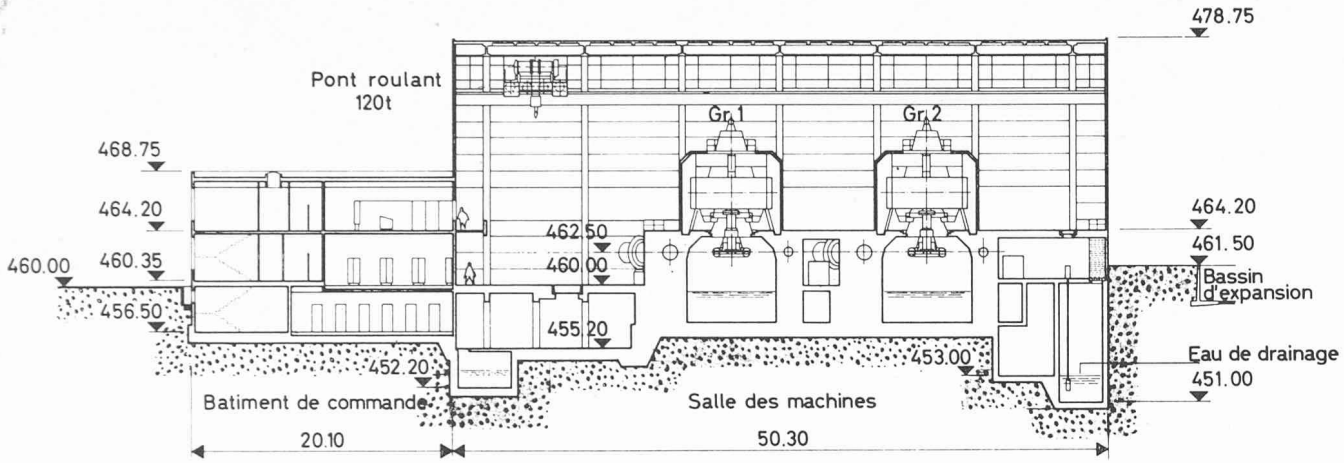
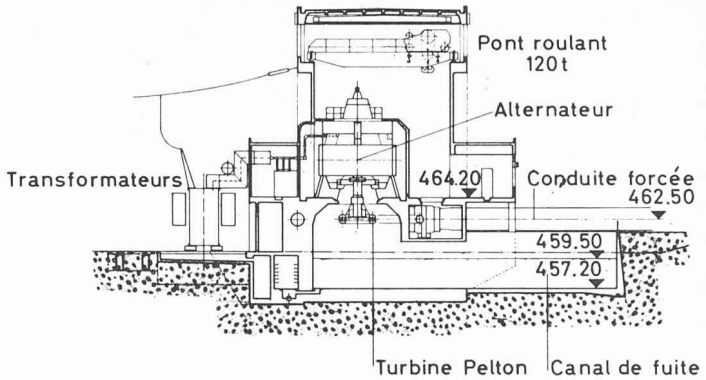


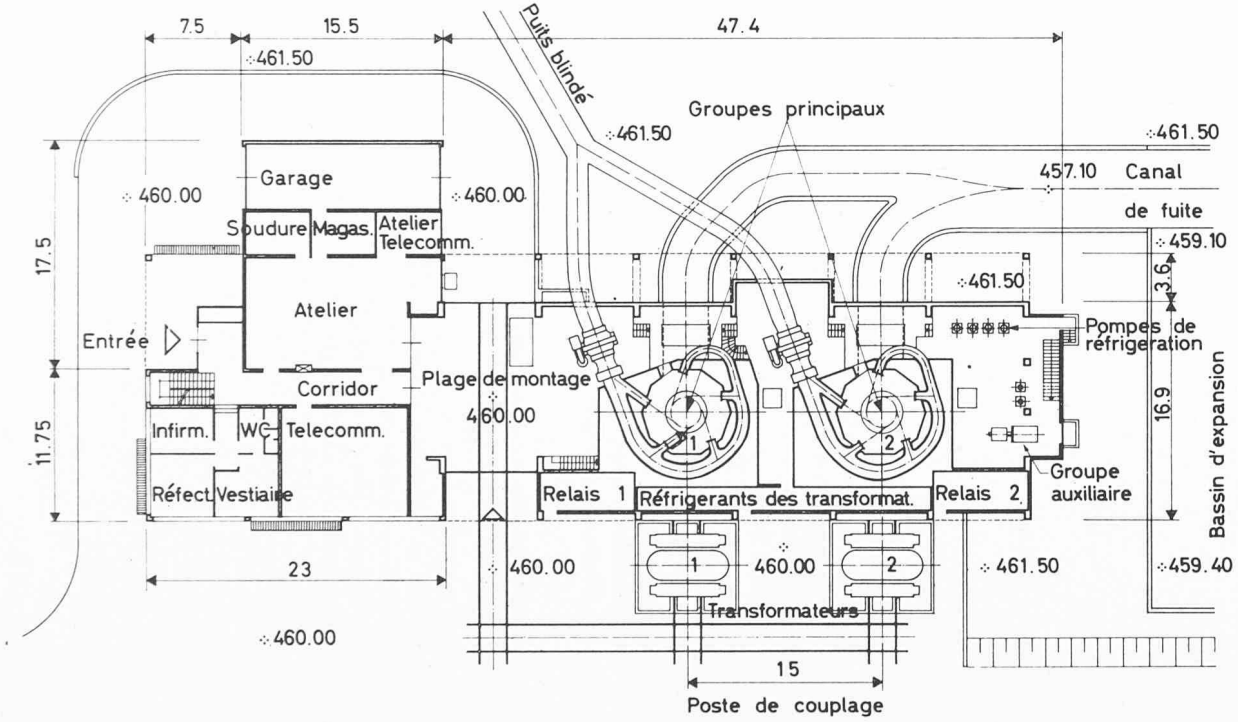
Fig. 18 — Profil en long et profil-type du canal de fuite de La Bâtiaz.



Coupe longitudinale



Coupe transversale



Coupe horizontale

Centrale de la Bâtiaz

0 5 10 15 20 25m

Fig. 19 — Coupes de la centrale de La Bâtiaz.

Les 30,21 mio m³ d'eau restants sont utilisés directement sur les chutes Les Esserts-Le Châtelard et Le Châtelard-La Bâtiaz.

Les apports bruts utilisés sur les 3 chutes de l'aménagement d'Emosson font l'objet du tableau II ci-dessous :

TABLEAU II

	Apports utilisés Eté mio m³	Hiver mio m³
A. Chute Emosson-Le Châtelard . . .	—	171,56
B. Chute Les Esserts-Le Châtelard . .		
Apports dérivés	121,21	17,50
Apports refoulés dans la retenue d'Emosson	–91,01	—
Apports utilisés	30,20	17,50
C. Chute Le Châtelard-La Bâtiaz		
Apports d'Emosson	—	171,56
Apports des Esserts	30,20	17,50
Apports utilisés	30,20	189,06

Les apports utilisés indiqués ci-dessus produisent les quantités d'énergie suivantes :

TABLEAU III

	Production Eté GWh	Hiver GWh	Total GWh
Chute Emosson-Le Châtelard	—	284,0	284,0
Chute Les Esserts-Le Châtelard	25,2	14,8	40,0
Chute Le Châtelard-La Bâtiaz	43,5	266,6	310,1
Production totale	68,7	565,4	634,1
Restitutions	–26,3	–23,7	–50,0
Pompage	123,7	—	123,7

A l'examen de ce dernier tableau, l'on constate que l'aménagement d'Emosson fournira presque uniquement de l'énergie de pointe d'hiver de très haute qualité. L'utilisation en été d'énergie de nuit et de fin de semaine pour le refoulement dans la retenue d'Emosson des eaux suisses du collecteur Est permettra d'absorber l'énergie excédentaire des usines nucléaires et, de ce fait, de la transformer en précieuse énergie d'hiver. L'aménagement d'Emosson apportera une contribution importante à la régularisation de la production d'énergie électrique.

IV. Programme et état d'avancement des travaux

1. Programme général des travaux

Le programme des travaux de l'aménagement d'Emosson prévoit une période de construction d'environ 6 ans non compris les travaux d'aménagement de la route d'accès au barrage d'Emosson. Cette route a été commencée en octobre 1965, bien avant la décision de construire, et achevée en 1968. Un premier remplissage partiel de la retenue par accumulation de 73 mio m³ d'apports français est prévu durant l'été 1972. Les collecteurs supérieurs Sud, Ouest et Nord, le puits blindé de Belle-Place ainsi que tous les ouvrages de la chute Emosson-Le Châtelard, à l'exception de la centrale, devront, en conséquence, être achevés à fin 1971. Le barrage lui-même, dont le béton sera mis en place en 3 campagnes principales de bétonnage, devra être suffisamment avancé au printemps 1972 pour permettre l'accumulation précitée. Le gros des installations électro-mécaniques des centrales sera monté durant les années 1971 et 1972. La mise en service des premiers groupes pour l'utilisation de la retenue partielle est inscrite au programme pour le 1er octobre 1972. L'achèvement complet de l'aménagement d'Emosson et la mise en eau de la retenue aura lieu au printemps 1973.

2. Etat d'avancement des travaux au début juillet 1970

Mis en chantier en été 1967, l'aménagement d'Emosson est donc en construction depuis environ 3 ans, à part la route d'accès au barrage qui, comme nous l'avons indiqué précédemment, a été commencée déjà en octobre 1965.

Les galeries et puits se trouvent, pour la plupart, en pleine phase d'« excavation », à l'exception de la chute Emosson-Le Châtelard et du puits blindé CFF dont les travaux de perforation de galeries sont achevés. Des 38,8 km de galeries et puits de la partie suisse de l'aménagement, 27,8 km sont perforés, représentant environ 72 % du total. Les chiffres correspondants pour la partie française s'élèvent à : galeries principales 18,4 km, perforés 10,5 km (57 %). Les travaux de montage des blindages ont commencé dans les puits de Belle-Place et de Corbes. Dans ce dernier, tout le tronçon horizontal, depuis le pied de la partie inclinée jusqu'à l'usine de Châtelard-Vallorcine est terminé.

A Emosson, les travaux d'excavation des fouilles du barrage sont pratiquement achevés. Les bétonnages ont débuté en automne 1969 par la mise en place de 24 000 m³ de béton à titre d'essai et de mise au point des installations de bétonnage. Actuellement, environ 50 000 m³ de béton ont été mis en œuvre ce qui représente 5 % du volume total.

Les travaux d'exécution des divers ouvrages de prise d'eau des collecteurs ainsi que les bassins de compensation des Esserts et du Châtelard battent leur plein. Quant aux usines de Châtelard-Vallorcine et de La Bâtiaz, elles sont bétonnées à 30 % environ.

En ce qui concerne les installations électro-mécaniques, toutes les grosses machines sont en fabrication et les ponts roulants des chambres de Corbes et Ravoire sont déjà montés.

D'une manière générale, l'on peut affirmer que les travaux d'exécution de l'aménagement d'Emosson avancent de façon satisfaisante et, dans les grandes lignes, conformément au programme établi, malgré, d'une part, certaines difficultés d'ordre géologique et, d'autre part, malgré les conditions atmosphériques très défavorables de l'hiver 1969-70.

Adresse de l'auteur :
Jean-Louis Mottier, ing. dipl. EPFL/SIA, Huttenacherstrasse 13, 5452 Oberrohrdorf