

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 74 (1948)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Grande Dixence: données techniques du projet EOS  
**Autor:** Favrat, Louis / Livio, André  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56014>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 20.11.2024

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

$\beta_* = 0,75$ , les deux vecteurs  $\vec{OE}$  et  $\vec{OE'}$  restent à peu près de la même longueur, mais celui  $\vec{OE'}$  du réglage tachymétrique avec asservissement temporaire est en retard sur l'autre, critère d'un pouvoir stabilisateur moins prononcé.

#### XI. De la rapidité de réponse du régulateur. Généralités

J'ai jusqu'ici procédé à un examen comparatif des deux systèmes de réglage, au point de vue de la stabilité, à savoir celui des petites oscillations qui caractérisent le retour au régime établi. Le fonctionnement du régulateur n'est alors influencé par aucun changement extérieur, puisque la charge du groupe est supposée invariable.

Il s'agit maintenant de considérer l'autre aspect du réglage, celui de la réponse du régulateur en face d'une perturbation. Celle-ci peut provenir soit d'une modification de la charge consommée, soit d'un ordre de réglage, dans les deux cas d'une cause extérieure donnant naissance à un écart que le régulateur a pour tâche de corriger.

Dans la première éventualité, l'action du régulateur est déclenchée par l'accélération et l'écart de vitesse auxquels la modification de charge consommée donne lieu, du fait du déséquilibre qu'elle entraîne entre couple moteur et couple résistant. Le phénomène est régi par l'équation des masses tournantes du groupe. La rapidité de réponse du régulateur sera d'autant meilleure qu'il modifiera plus vite l'ouverture du vannage, en vue de rétablir l'équilibre des couples, et qu'en conséquence l'écart maximum de vitesse sera de valeur plus réduite. Le régulateur est appelé à ce mode de fonctionnement, que le groupe dont il commande le vannage soit en service isolé ou en parallèle avec d'autres; dans ce dernier cas, il coopère avec les régulateurs des autres groupes pour limiter l'écart de vitesse. Afin de juger de la qualité du régulateur, au point de vue de sa rapidité de réponse, il est donc possible de le considérer en service isolé et tel résultat constaté, dans ces conditions, en sa faveur ou à son désavantage, demeurera évidemment le même dans la marche en parallèle.

La seconde éventualité, au contraire, celle de l'intervention d'un ordre de réglage, suppose généralement un fonctionnement en parallèle du groupe considéré. Bien que le régulateur contribue donc au maintien de la fréquence commune du réseau, on peut, pour étudier d'une façon distincte l'effet d'un ordre de réglage, admettre que la vitesse du groupe (fréquence) est rigoureusement maintenue par tout l'ensemble interconnecté. L'ordre de réglage est alors produit (par action sur le mécanisme d'asservissement permanent du régulateur) pour modifier la puissance fournie par le groupe. Cet ordre de réglage peut provenir soit d'une intervention à main (sur les boutons de commande du dispositif de changement de vitesse), soit du jeu d'un appareil automatique agissant en fonction d'une consigne horaire ou contrôlant la valeur de la puissance échangée par une ou plusieurs interconnexions (réglage puissance-fréquence).

Je reviendrai avec plus de détails sur ce sujet au chapitre XIV et examinerai d'abord la question de la rapidité de réponse, dans le cas d'une modification de la charge consommée. Je le ferai en premier lieu sans tenir compte d'aucun effet perturbateur, puis en introduisant celui que procure le coup de bélier dans le système d'alimentation d'une turbine hydraulique.

(A suivre).

## GRANDE DIXENCE

### Données techniques du projet EOS

par Louis FAVRAT, ingénieur en chef  
et André LIVIO, ingénieur en chef-adjoint

#### Avant-propos

L'idée de l'agrandissement du bassin d'accumulation de la Dixence, pour créer une grande réserve d'énergie d'hiver, revient au Service fédéral des eaux. (Voir publication n° 30 du S. F. E. 1945.)

Un des avantages de ce projet sur ceux qui ont déjà été étudiés dans d'autres régions de la Suisse, provient de la très forte proportion de glaciers de son bassin d'alimentation. Il en résulte que pour les années de grande sécheresse, les apports ne seront pas insuffisants grâce à la fonte de la glace.

Il convient de relever aussi qu'aucune agglomération humaine n'est touchée et qu'aucun terrain agricole de valeur n'est submergé. A côté des rochers, des éboulis et des graviers, seuls seront recouverts de maigres alpages entre les cotes 2240.00 et 2365.00.

Par la suite la S. A. l'Énergie de l'Ouest Suisse (EOS) à Lausanne, a repris ce vaste projet en l'adaptant aux conditions particulières d'exploitation de ses usines. Cet aménagement se ferait en quatorze étapes sur la base d'une augmentation de la production d'énergie d'hiver de 100 millions de kWh d'étape en étape. La réalisation de l'ensemble des ouvrages permettra d'atteindre la production totale de 1400 millions de kWh.

L'eau accumulée ne sera pas utilisée dans une seule nouvelle usine à Chandoline (Sion). Elle sera répartie entre l'usine de Chandoline d'une part et les usines existantes ou à créer le long de la Dranse et à Guercet-Martigny d'autre part.

Une des particularités les plus importantes du projet EOS est qu'il a été possible d'amener par gravité tous les apports nouveaux (soit 350 millions de m<sup>3</sup> d'eau), dans le bassin de la Dixence agrandi, cela sans aucune station de pompage, et dans de bonnes conditions de réalisation.

#### Le barrage et le bassin d'accumulation

Le nouveau barrage de la Dixence est situé à 500 m en aval et au nord du barrage existant, à un endroit où la topographie du rocher se prête admirablement bien à la construction d'un grand ouvrage (fig. 1).

Les recherches géologiques basées tant sur l'examen de l'emplacement général que sur celui des sondages déjà exécutés, soit par galeries latérales, soit par forages en profondeur, ont démontré les conditions favorables pour l'assise du nouvel ouvrage et son étanchéité.

Il s'agit d'un barrage à gravité, massif, étudié spécialement en vue de la construction par étapes successives, sans avoir à bétonner dès le début toute la largeur de la base définitive (fig. 2).

Le niveau du couronnement est à la cote 2365, soit 124 m plus haut que le barrage existant qui, lui, sera noyé.

Il n'est pas possible de surélever dans d'aussi grandes proportions le barrage actuel de la Dixence, parce qu'il n'a pas été prévu pour cela lors de sa construction et que la topographie du rocher, à cet endroit, ne s'y prête pas.

Le nouveau barrage une fois achevé permettra d'accumuler, en supplément des 50 millions de m<sup>3</sup> du lac de la Dixence

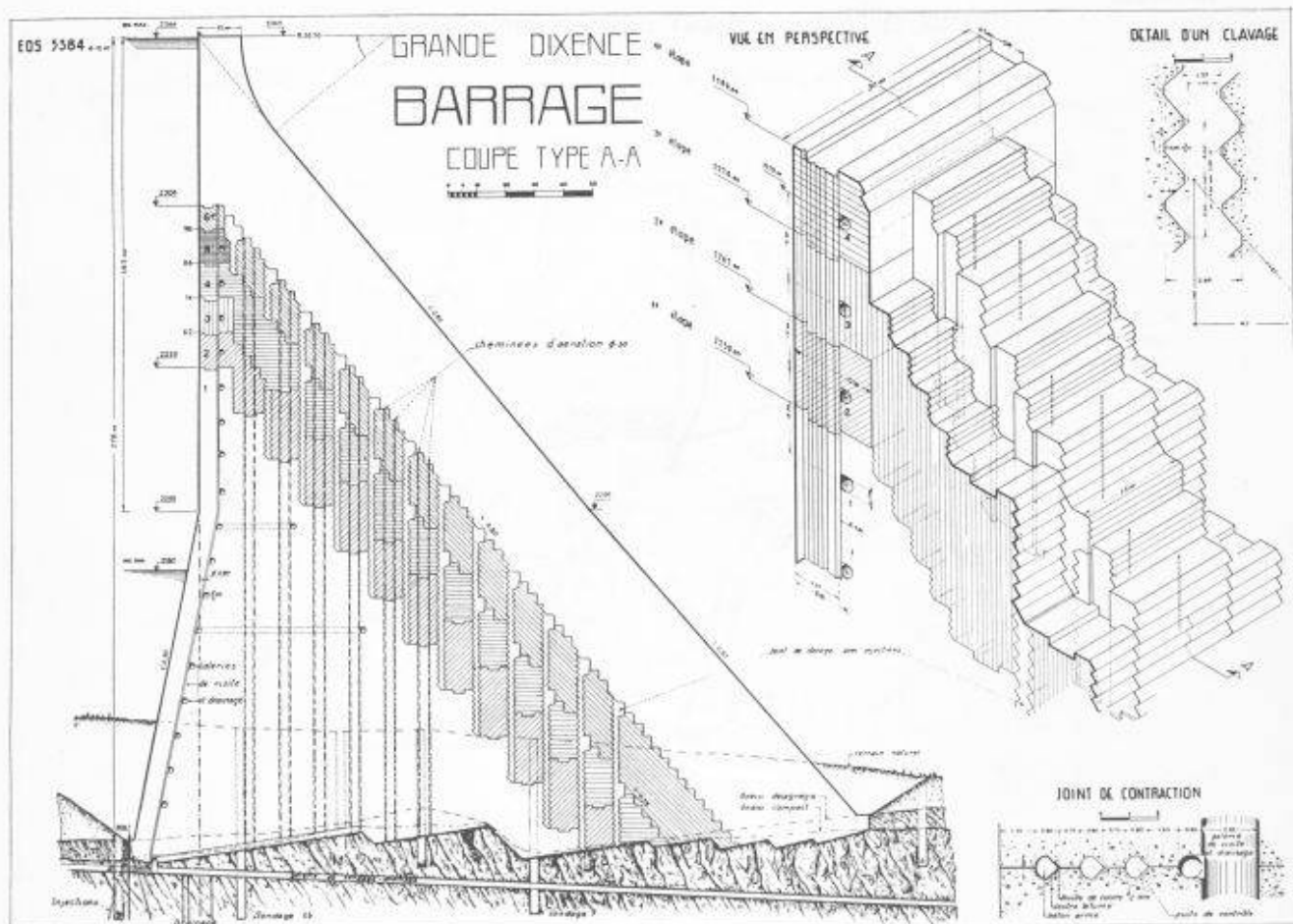
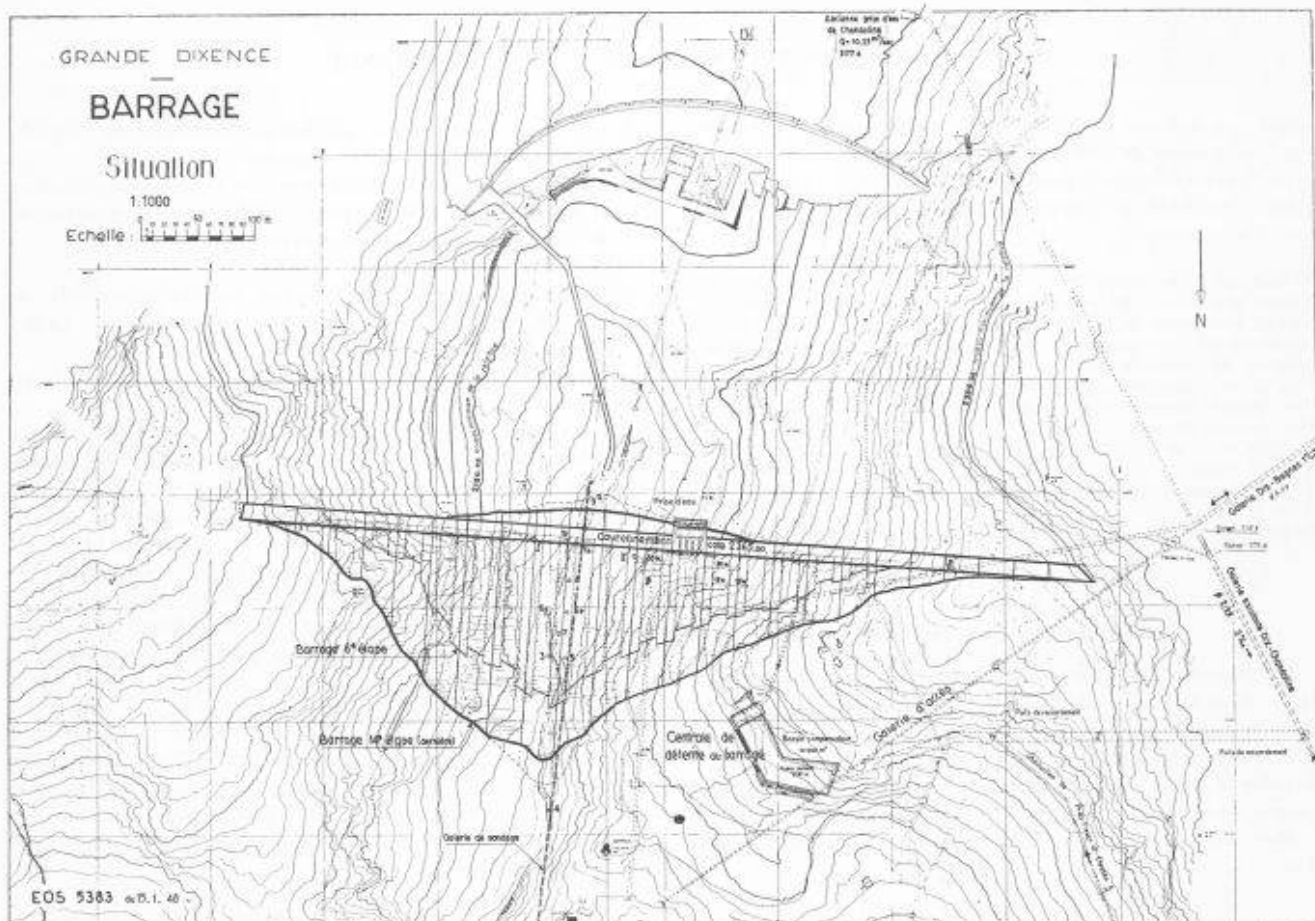


Fig. 1 et 2. — Barrage, plan de situation et coupe en travers type.

actuel, un volume de 350 millions de m<sup>3</sup> d'eau. La réserve totale sera ainsi de 400 millions de m<sup>3</sup> d'eau.

Les caractéristiques principales du barrage prévu, telles qu'elles résultent des calculs statiques détaillés et des métrés, sont les suivantes :

Niveau du couronnement . . . . .	2 365 m
Niveau maximum de la retenue . . . . .	2 364 m
Niveau minimum de la retenue . . . . .	2 180 m
Longueur du couronnement . . . . .	750 m
Largeur du couronnement . . . . .	15 m
Plus grande hauteur sur fondation . . . . .	278 m
Plus grande hauteur sur terrain naturel . . . . .	230 m
Plus grande largeur à la base . . . . .	250 m
Volume total de l'excavation des fouilles . . . . .	1 000 000 m <sup>3</sup>
Volume total du béton . . . . .	6 400 000 m <sup>3</sup>

A son niveau maximum la retenue aura une superficie totale de 4 km<sup>2</sup>.

La plus grande longueur du lac sera de 5,5 km et sa largeur moyenne de 0,73 km.

### Le bassin versant et les débits

L'ensemble du bassin versant s'étend du massif du Mont Rose, dans la région de Zermatt, à celui du Grand Combin, dans la vallée de Bagnes (fig. 3).

Il comprend à l'est de la Dixence :

la vallée d'Arolla avec les glaciers de Vouasson, des Aiguilles rouges, des Ignes, de Tsidjiore Nouve, de Pièce, de Vuibé, du

Mont Collon, d'Arolla, des Bouquetins, de Bertol et de la Tsa ;

la vallée de Ferpècle avec les glaciers du Mont Miné, de Ferpècle, de Manzettes, de la Dent Blanché et de Bricola ;

la vallée de Zermatt avec l'Arbglletscher, le Hohwänggletscher, le Zmuttgletscher, le Matterhorngletscher, le Furggletscher, le Theodulgletscher et le Gornergletscher.

À l'ouest de la Dixence :

la vallée de Bagnes avec les glaciers de Sevreu, du Crêt, de Giétroz, de Lire Rose, de Breney, d'Otemma, de Crête-Sèche, de Fenêtre, du Durand et de Tsessette.

La superficie totale du bassin versant, tel que décrit ci-dessus est d'environ 300 km<sup>2</sup>.

La surface recouverte de glaciers est approximativement de 215 km<sup>2</sup>. La glaciation atteint en moyenne, pour l'ensemble du bassin versant, la très forte proportion de 72 %.

Les apports bruts de la totalité des nouveaux bassins versants sont d'environ 500 millions de m<sup>3</sup> d'eau. Le projet d'E.O.S. prévoit l'utilisation de 350 millions de m<sup>3</sup>. Il reste donc une marge très appréciable qui tient compte de l'eau nécessaire pour les installations de dessablage des prises d'eau, les besoins de l'irrigation, la pêche et le tourisme.

### Prises d'eau et galeries d'adduction

L'altitude des prises d'eau varie de 2375 à 2450 m pour celles qui sont à l'est de la Dixence et de 2368 à 2376 m pour celles qui sont à l'ouest. Les eaux ainsi captées sont dirigées sur le lac de la Dixence par deux grandes galeries collectrices à écoulement libre.

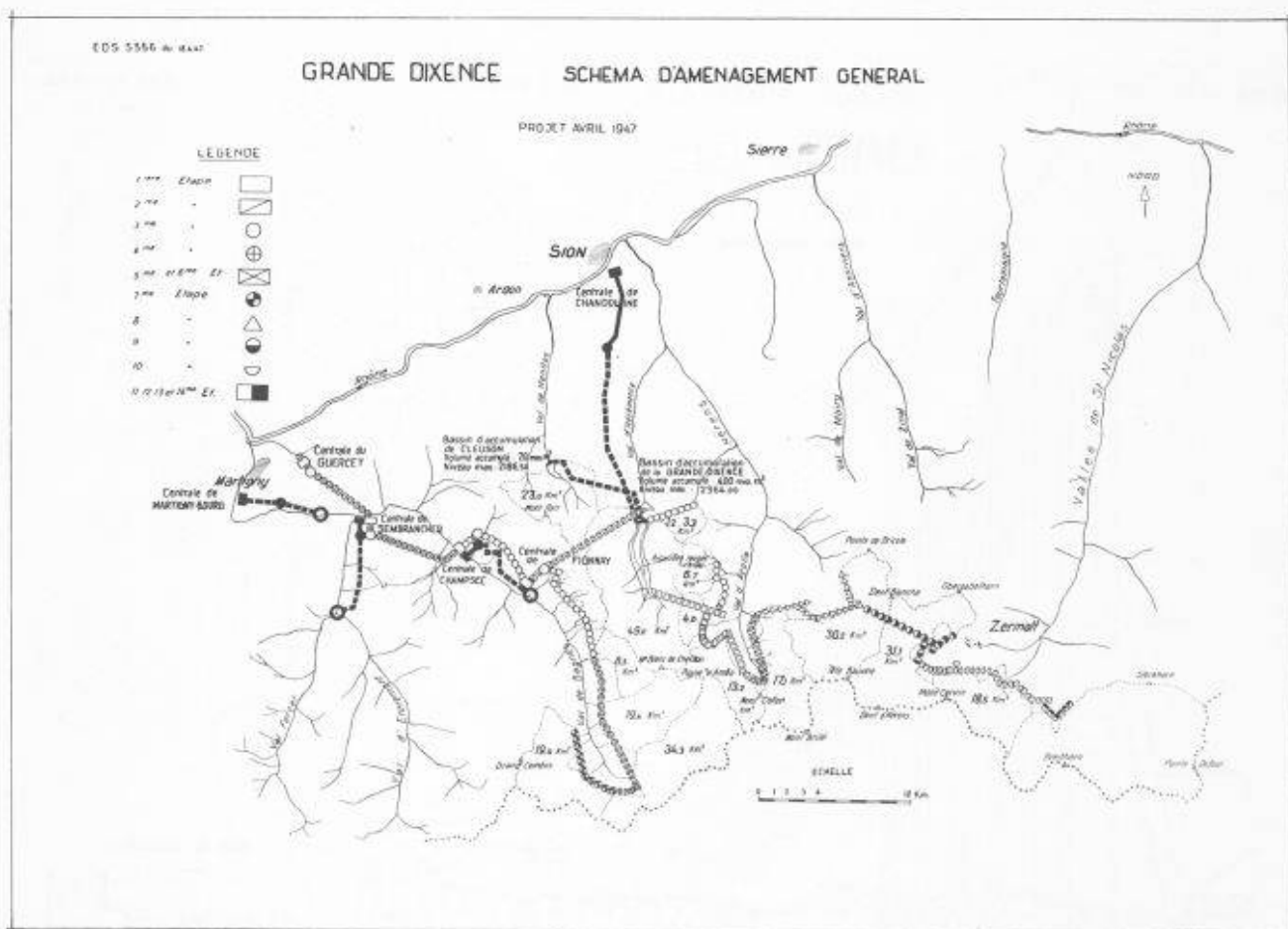


Fig. 3. — Schéma d'aménagement général.

## Adductions à l'est de la Dixence :

Longueur totale de la galerie principale . . . . .	41,73 km
Longueur des galeries secondaires . . . . .	12,64 km
Nombre de prises d'eau ordinaires . . . . .	21
Nombre de prises d'eau sous-glaciaires . . . . .	7
Quantité d'eau dérivée dans le lac de la Dixence	240 millions de m <sup>3</sup>

## Adductions à l'ouest de la Dixence :

La longueur totale de la galerie principale . . . . .	23,58 km
Nombre de prises d'eau ordinaires . . . . .	14
Nombre de prises d'eau sous-glaciaires . . . . .	—
Quantité d'eau dérivée dans le lac de la Dixence	110 millions de m <sup>3</sup>

Aux galeries d'adduction il faut encore ajouter le tunnel Val des Dix-Bagnes . . . . . 8,45 km

## En résumé :

Nombre total des prises d'eau ordinaires . . . . .	35
Nombre total des prises d'eau sous-glaciaires . . . . .	7
Longueur totale développée des galeries d'adduction (principales et secondaires) . . . . .	86,4 km

## Les usines

Le projet EOS prévoit l'utilisation de 25 millions de m<sup>3</sup> d'eau supplémentaires dans l'usine de Chandoline, qui conservera son équipement actuel soit au total 100 millions de m<sup>3</sup> y compris les 20 millions de m<sup>3</sup> provenant du bassin de Cleuson. Les 325 millions de m<sup>3</sup> restants seront utilisés dans quatre centrales dont trois sont prévues souterraines et une à ciel ouvert, soit :

- la centrale souterraine de Fionnay, avec des groupes de 38 000 kW.
- la centrale souterraine de Champsec avec des groupes de 27 000 kW ;
- la centrale extérieure de Sembrancher avec des groupes de 9000 kW ;
- la centrale souterraine du Guercet-Martigny avec des groupes de 13 500 kW.

L'équipement de chacune de ces usines comprend sept groupes de même puissance, chaque groupe étant capable de travailler l'eau de deux étapes, soit 50 millions de m<sup>3</sup> en 2250 heures.

Au pied du barrage de la Dixence sera installée une usine de détente de 18 000 kW, destinée à l'alimentation de l'usine de Chandoline, soit pendant la période où le plan d'eau du barrage sera supérieur à 2240,50. L'usine de Chandoline fonctionnera donc sous la même pression qu'actuellement.

## Caractéristiques principales des usines

## Usine de Fionnay

Prise d'eau directement dans le lac de la Dixence.

Galerie d'aménée sous pression :	
Longueur . . . . .	8,45 km
Diamètre . . . . .	4,00 m
Pente . . . . .	1 ‰
Cheminée d'équilibre à Louvie :	
Deux puits blindés Louvie-Fionnay ayant chacun :	
Longueur . . . . .	1250 m
Diamètre . . . . .	2,60
Pente . . . . .	74 ‰
Niveau supérieur du lac . . . . .	2364 m.
Niveau axe des injecteurs . . . . .	1485 m
Chute brute . . . . .	879 m
Débit maximum . . . . .	45 m <sup>3</sup> /sec
Équipement . . . . .	7 groupes de 38 000 kW

## Usine de Champsec

Prise d'eau dans le bassin de compensation de l'usine de Fionnay.

## Galerie d'aménée sous pression :

Longueur . . . . .	4,9 km
Diamètre . . . . .	4,00 m
Pente . . . . .	2 ‰

## Cheminée d'équilibre à Sarrayer :

Deux puits blindés, ayant chacun :

Longueur . . . . .	1350 m
Diamètre . . . . .	6,60 m
Pente . . . . .	50 ‰
Niveau supérieur du bassin de compensation à Fionnay . . . . .	1482,50
Niveau axe des injecteurs . . . . .	910 m
Chute brute . . . . .	572,50
Débit maximum . . . . .	45 m <sup>3</sup> /sec
Équipement . . . . .	7 groupes de 27 000 kW

## Usine de Sembrancher

Prise d'eau dans le bassin de compensation de l'usine de Champsec.

## Galerie d'aménée sous pression :

Longueur . . . . .	6880 m
Diamètre . . . . .	4 m
Pente . . . . .	2 ‰

## Cheminée d'équilibre aux Fontanettes :

Deux conduites forcées, chacune,

Longueur . . . . .	420 m
Diamètre . . . . .	2,30 m
Pente variable.	

Plan d'eau supérieur du bassin de compensation de Champsec . . . . .

Niveau supérieur de restitution à Sembrancher	910 m
Chute brute . . . . .	725 m
Débit maximum . . . . .	185 m.
Équipement . . . . .	45 m <sup>3</sup> /sec 7 groupes de 9000 kW

## Usine du Guercet

Prise d'eau dans le bassin de compensation de l'usine de Sembrancher.

## Galerie d'aménée sous pression :

Longueur . . . . .	4450 m
Diamètre . . . . .	4,20 m
Pente . . . . .	2 ‰

## Cheminée d'équilibre au Mont-Chemin :

Un puits blindé :

Longueur . . . . .	500 m
Diamètre . . . . .	3,50 m
Pente . . . . .	65 ‰
Niveau supérieur du bassin de compensation	725 m
Chute brute . . . . .	267,30 m
Débit maximum de l'eau provenant de la Dranse d'Orsières . . . . .	50 m <sup>3</sup> /sec
Équipement . . . . .	7 groupes de 13 500 kW

## La réalisation par étapes

L'ensemble du projet a été prévu pour une réalisation en quatorze étapes, comme déjà dit plus haut, chacune se justifiant, tant du point de vue constructif que du point de vue économique.

Il n'est toutefois pas exclu que plusieurs étapes soient groupées, pour assurer dès le début, par une réalisation plus rapide des ouvrages, une mise à disposition d'énergie d'hiver plus importante.

Les ouvrages de la première étape comprennent :

le *nouveau barrage arasé* à la cote 2250 soit 9 m plus haut que le couronnement du barrage existant, correspondant à un volume de béton de 1,5 million de m<sup>3</sup> ;

le *premier tronçon* de la galerie d'adduction côté est de la Dixence, collectant 25 millions de m<sup>3</sup> d'eau de la vallée d'Arolla jusqu'au glacier du Mont Collon y compris.

Cette première tranche d'eau sera acheminée par les ouvrages existants sur l'usine de Chandoline à Sion.

A partir de la deuxième étape, l'eau accumulée à la Dixence sera dirigée sur la vallée de Bagnes pour être utilisée dans

Fusine à construire à Fionnay et dans les usines existantes d'EOS à Champsec et à Martigny-Bourg.

Pendant les troisième et quatrième étapes on construira les nouvelles usines de Champsec et de Sembrancher et celle du Gueret près de Martigny.

Dès la cinquième étape les travaux ne comporteront plus que :

- a) la construction de nouvelles prises d'eau et le prolongement des galeries d'adduction ;
- b) la surélévation du barrage ;
- c) l'installation de nouveaux groupes dans les centrales.

#### La construction du barrage

Le type du barrage a été tout spécialement étudié en vue de la surélévation successive. Pour cela il a été tenu compte des derniers progrès de la technique et particulièrement en ce qui concerne la mise en place du béton, la répartition des joints de contraction, le refroidissement des blocs de bétonnage, les surfaces de reprise et l'étanchéité du parement amont.

Le volume du barrage pour la première étape est de 1 500 000 m<sup>3</sup>.

Pour les autres étapes il s'agit d'une quantité variant d'environ 300 000 à 500 000 m<sup>3</sup>.

En conséquence les installations de bétonnage ont été prévues pour la mise en place de 5000 m<sup>3</sup> de béton par jour, c'est-à-dire environ 150 000 m<sup>3</sup> par mois. Ce qui donne pour le barrage complet environ quarante-trois mois de travail de bétonnage. En comptant avec 10 % d'imprévus, on peut admettre qu'il faudra au total quarante-huit mois de travail pour l'ouvrage complet.

D'après les expériences faites pendant la construction du barrage de la Dixence, de 1933 à 1935, on peut compter — avec une organisation rationnellement étudiée — travailler six mois par an, soit du 1<sup>er</sup> mai au 31 octobre.

#### Principales installations de chantier

Les agrégats, sable et gravier, proviendront des vastes dépôts morainiques du glacier de Praz-Fleuri situé à quelque 2 km à l'ouest du nouveau barrage.

Il s'agit de matériaux appartenant à des roches primaires, roches cristallines, gneiss. Un moyen de transport continu les amènera à l'usine à béton sur l'épaulement gauche du barrage.

La granulométrie de ces agrégats a été choisie entre 0 à 250 mm. Le classement se fera en cinq composantes de : 0 à 2 mm ; 2 à 10 mm ; 10 à 50 mm ; 50 à 150 mm ; 150 à 250 mm.

Les engins de mise en place seront :

- deux groupes de blondins fixes avec passerelles suspendues pour la partie amont et le couronnement,
- deux groupes de blondins mobiles pour la partie aval.

Le ciment et les autres matériaux seront transportés de Sion par deux téléphéragés d'un rendement de 50 tonnes par heure chacun.

#### Prises d'eau sous-glaciaires

Il a été prévu sept prises d'eau sous-glaciaires. Il s'agit d'ouvrages pour lesquels EOS a déjà fait de longues études et dont les plans de principe sont prêts. On a profité pour cela des expériences réalisées sur un ouvrage existant, pour un important débit, sous un glacier du massif du Mont-Blanc.

Ces ouvrages robustes et simples comportent en général deux parties bien distinctes ; la prise proprement dite, adaptée aux conditions locales des cuvettes rocheuses sous le glacier et les installations de dégravage et dessablage.

La forme du lit rocheux sera déterminée par des galeries de sondage et par des forages mécaniques exécutés depuis la galerie.

## ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LAUSANNE

### Diplômes.

L'École polytechnique a décerné, sur proposition du Conseil des professeurs de l'École d'ingénieurs et avec l'approbation de l'Université, les diplômes suivants :

*Section génie civil* : Dupuis Jean-Jacques (Vaud), Béguin Philippe (Neuchâtel), Boissonnas Hugues (Genève), Borel Pierre (Neuchâtel), Courtot Paulin (France), Deléglise Bernard (Valais), Duttweiler Pierre<sup>4</sup> (Zurich), Glardon Emile<sup>1</sup> (Vaud), Knobel Hans (Vaud), Meyer René (Argovie), Rossetti Etienne (Vaud), Tappy Pierre (Vaud).

*Section mécanique* : Duval André (France), Erzinger Charles (Zurich), Gardiol Michel (Vaud), Guissaz Charles (Vaud), Lewlin Maurice (Fribourg), Noverraz Pierre (Vaud), Prim Pierre (France), Ravussin Philippe<sup>2,4</sup> (Vaud), Moch Alfred<sup>3</sup> (Berne).

*Section électricité* : Wild Jean-Pierre (Saint-Gall), Baggenstos Gaston (Schwytz), Bojadzijevic Petko (Yougoslavie), Cousin Henri (France), Lalbant Jean (France), Lambert Jacques (Genève), Schmidt Bernard (Vaud), Villard René (Vaud), Viret Robert (Vaud).

*Section chimie* : Feigenbaum Louis (France), Türkölmez Sedat (Turquie).

*Section géomètre* : Mosini Oscar (Vaud).

## BIBLIOGRAPHIE

**Practical design of simple steel structures**, par David S. Stewart, — 3<sup>e</sup> édition. — Constable & Company Ltd, 10 Orange Street, London WC 2, 1947. — Deux volumes in-8 comprenant en tout 490 pages, 445 figures, 11 planches hors-texte et de nombreux tableaux numériques.

Ce traité de constructions métalliques s'adresse aux étudiants qui possèdent déjà des notions de résistance des matériaux ainsi que les premiers éléments de la pratique des constructions.

L'auteur analyse surtout les questions de détail, tant au point de vue théorique qu'au point de vue technique, en mettant cependant l'accent sur les problèmes constructifs. Il ne fait appel, dans la mesure du possible, qu'aux mathématiques élémentaires, tout en laissant entrevoir au futur ingénieur la nécessité pour lui d'acquérir des notions plus étendues en mathématiques et en mécanique s'il veut dominer son sujet.

Sans ignorer les principes généraux, l'auteur réserve la plus large part aux applications. Il vise ainsi à mettre en mains de son lecteur un instrument à l'aide duquel celui-ci

<sup>1</sup> Lauréat du prix *Donner*.

<sup>2</sup> Lauréat du prix de l'Association des anciens élèves de l'École polytechnique.

<sup>3</sup> Lauréat du prix de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.

<sup>4</sup> Lauréat du prix *Grenier*.