Le confortement du barrage mobile de Chancy-Pougny

Autor(en): **Levenq, Jacques**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **91 (1999)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940090

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Le confortement du barrage mobile de Chancy-Pougny

■ *Jacques Levenq*

1. Introduction

Réalisé de 1920 à 1924, l'aménagement hydroélectrique de Chancy-Pougny est implanté sur le Rhône à environ 20 km en aval de Genève et comprend essentiellement (figure 1):

- une usine hydroélectrique, située en rive gauche, entièrement en territoire suisse et équipée de cinq groupes turboalternateurs capables d'absorber au maximum un débit de 490 m^3/s;
- un barrage comportant quatre passes de 12 m de largeur équipées de vannes wagons à double corps (type Stoney), à cheval sur la frontière;
- une amorce d'écluse située en rive droite (française) du Rhône.

Les vannes du barrage sont manœuvrées par des treuils qui sont situés au sommet de piliers (figure 2). Ceux-ci sont réunis entre eux par un pont qui permet l'évacuation de l'énergie produite par les groupes vers le poste de transformation situé en France.

Dans le cadre de la demande de renouvellement de la concession l'administration suisse a demandé que le problème de la stabilité du barrage en cas de séisme soit examiné. En ce qui concerne l'administration française, compte tenu de la hauteur du barrage et du volume de la retenue, en l'état actuel des choses, aucune vérification n'est exigée.

Dans un premier temps, un calcul statique équivalent a été réalisé pour le barrage et pour l'usine. Il a montré que pour une sollicitation horizontale pseudo-statique de 0,09 g (période de retour de 500 ans), l'usine était stable et que le barrage, dans la mesure où il était encastré dans la roche de fondation (molasse), ne présentait aucun risque de glissement.

A la suite de cette première phase, l'OFEE a demandé qu'un calcul dynamique soit réalisé pour le barrage, comme cela a été fait pour le barrage d'Eglisau sur le Rhin.

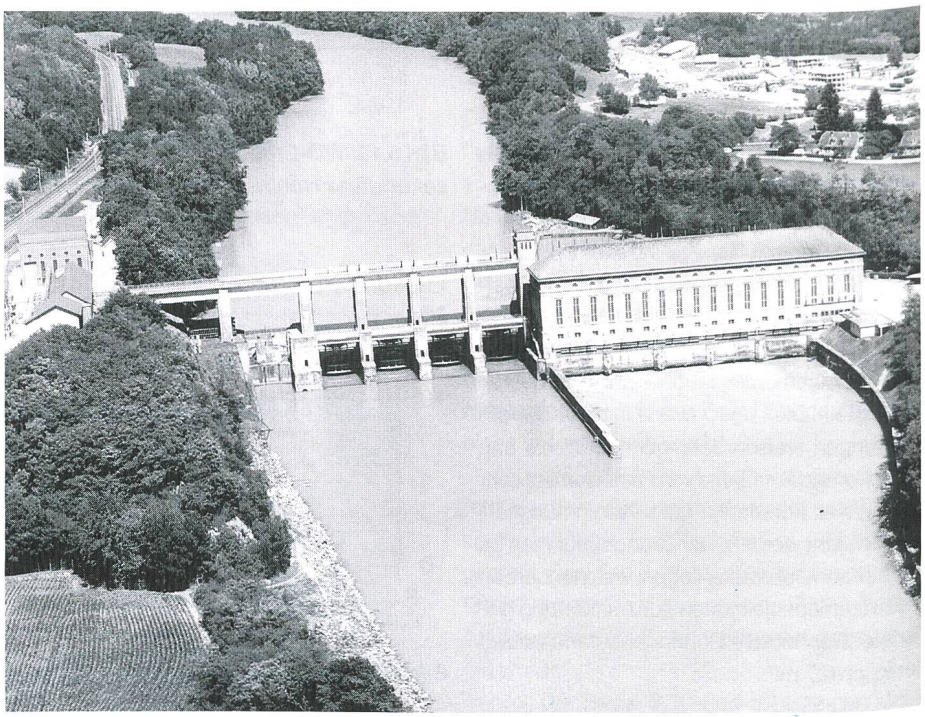


Figure 1. Vue de l'ensemble des ouvrages depuis l'aval.

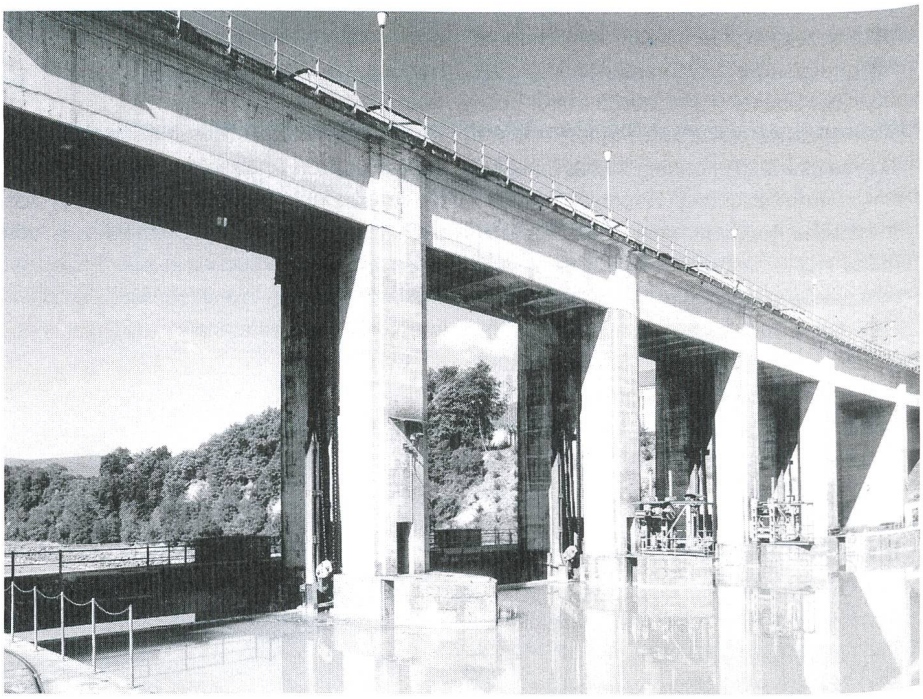


Figure 2. Vue de l'ensemble des piliers du barrage depuis l'amont.

2. Déroulement des études

Pour répondre aux demandes présentées par les autorités suisses, la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny a:

- mandaté la société GEOS Ingénieurs Conseils SA afin de définir l'aléa sismique du site et d'évaluer les conséquences d'une défaillance du barrage en cas de tremblement de terre;
- mandaté cette même société pour évaluer le comportement sous sollicitations sismiques du barrage;
- demandé à la Compagnie Nationale du Rhône, qui assure le rôle de Bureau général d'études pour la rénovation des ouvrages, d'examiner le comportement sous sollicitations sismiques de l'ensemble des ouvrages et de définir éventuellement un projet de confortement.

Ces différentes études, qui ont commencé au début de l'été 1995, se sont achevées à la fin de l'année 1996.

3. Résumé sommaire des études

On se reportera aux études de la Société GEOS Ingénieurs Conseil SA pour la définition de l'aléa sismique et l'évaluation des conséquences d'une défaillance du barrage.

En ce qui concerne l'évaluation du comportement de l'ouvrage sous sollicitations sismiques, deux approches ont été faites:

- l'une par GEOS qui a utilisé une méthode aux éléments finis basée sur un modèle qui schématise les piles par une succession de poutres (logiciel SAP90 version 5,41);
- l'autre par la CNR qui a utilisé le logiciel EFFEL en modélisant le barrage par des coques et des poutres.

Les hypothèses retenues par GEOS résultent des études mentionnées précédemment:

- prise en comte d'un séisme de période de retour 3000 ans pour lequel la structure doit rester manœuvrable;
- prise en compte d'un séisme de période de retour 10000 ans pour lequel le barrage risque de ne plus être manœuvrable mais qui doit laisser intact les structures immergées.

Les spectres utilisés sont ceux de la SIA avec des accélérations maximales au sol de 0,18 g et de 0,28 g suivant la période de retour. La CNR a effectué les calculs à partir des recommandations informelles de l'OFEE. Les périodes de retour prises en compte correspondent à 500 ans pour le séisme de service et 10000 ans pour le séisme extrême. Les spectres utilisés sont les spectres HSK avec des accélérations maximales au sol de 0,14 g et de 0,28 g.

Les deux calculs conduisent à des valeurs de contraintes relativement proches et ont montré que les risques de rupture étaient essentiellement localisés au niveau 348,50 car la section de béton est réduite et des contraintes de traction non négligeables apparaissent aussi bien pour une sollicitation amont–aval que rive droite–rive gauche.

Afin de maintenir la stabilité de l'ouvrage suivant les recommandations de l'OFEE, il est nécessaire d'effectuer les travaux de confortement suivants (figures 3 et 4):

- renforcement du pont supérieur et de ses liaisons avec les piles, ainsi que son ancrage dans le terrain rive droite, afin de rigidifier l'ensemble de la structure dans le sens rive droite–rive gauche;
- remplacement du béton constituant les pieds des piles par un béton de bonne qualité et l'ancrage de ces nouveaux pieds dans la partie inférieure de la pile;
- précontrainte de la partie supérieure des piles;
- obturation de l'ouverture en façade amont au pied de la tour de liaison entre l'usine et le barrage;
- étaiement de la tour (le confortement par ancrage et précontrainte n'étant pas possible compte tenu de la structure de cette tour).

Le modèle CNR a permis de vérifier que ces travaux permettaient d'obtenir des contraintes compatibles avec les caractéristiques des matériaux et les coefficients de sécurité requis. En ce qui concerne la tour, les calculs réalisés par GEOS montrent que pour le séisme de 3000 ans, cette partie de l'ouvrage serait encore stable sans étaiement, compte tenu de certaines hypothèses faites sur le comportement des matériaux. Par contre, si l'on retient les recommandations faites par l'OFEE, sa stabilité:

- est assurée pour le séisme de service dès que l'on obture l'ouverture en façade amont;

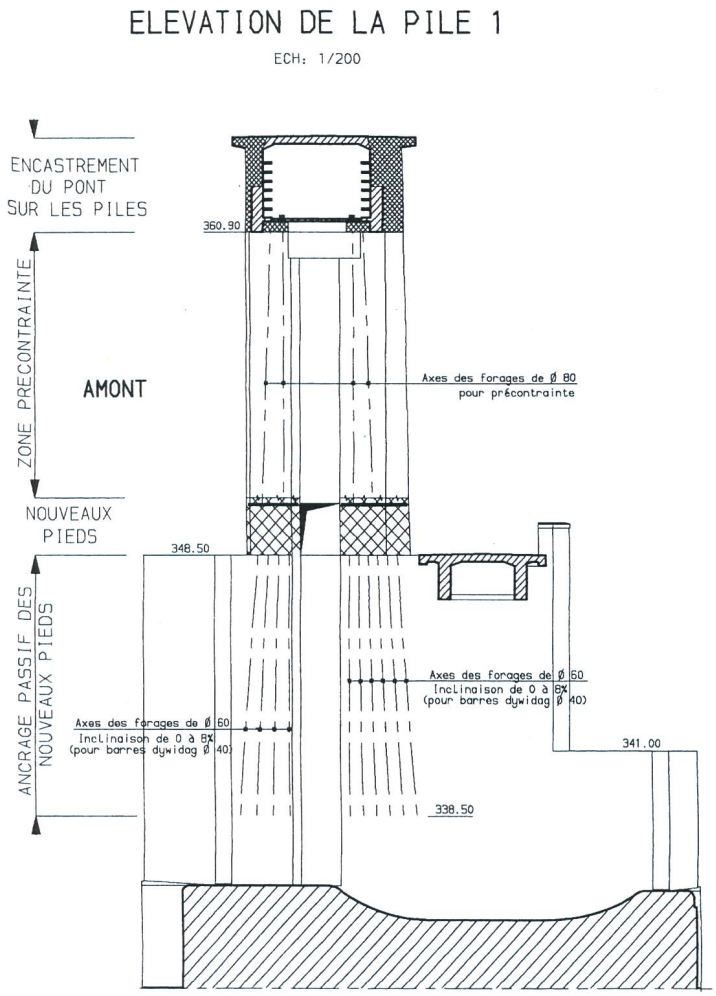


Figure 3. Projet de confortement des piles courantes.

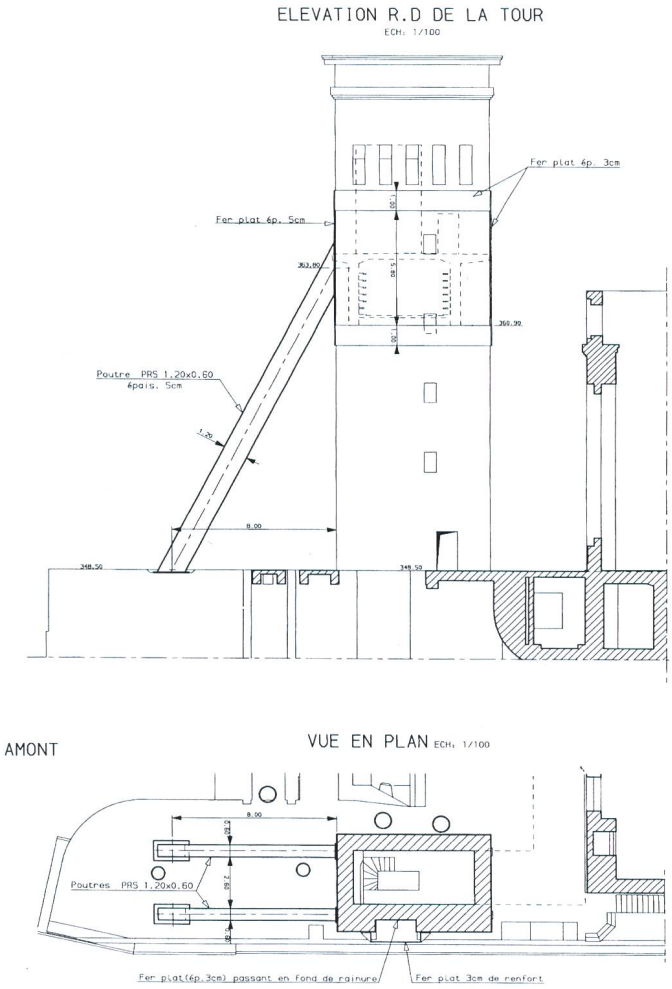


Figure 4. Projet de confortement de la tour du barrage.

– nécessite un étaiement spécial pour le séisme extrême.

Il faut noter que l'étaiement de la tour posera de sérieux problèmes architecturaux car il modifiera l'aspect extérieur de cet ouvrage que certains experts considèrent comme devant être préservé à tout prix.

La CNR a également appliqué la même démarche à la structure de l'usine. Cette étude a permis de montrer que les contraintes au niveau de l'encastrement des piliers de la façade aval pouvaient atteindre des valeurs supérieurs à ce que le béton peut supporter. Dans le cadre de la mise en place des nouvelles machines, l'encastrement des piliers de la façade aval dans le plancher de la salle des machines sera donc renforcé.

4. Conclusions

Les différentes démarches entreprises ont permis:

– d'apprécier les risques résultant de l'action des séismes sur les ouvrages;
– de définir un confortement qui permet de garantir l'intégrité des ouvrages pour un séisme de service d'une période de retour 500 ans et d'en limiter les effets pour un séisme extrême de période de retour 10000 ans.

Le coût de ces interventions s'élève à environ 12 mio. CHF et nécessite une durée importante car on ne peut travailler que sur un seul pilier à la fois. Les calculs statiques équivalents ont montré que dans la mesure où l'on pouvait prendre en compte l'encastrement des piles dans la molasse, il n'y avait aucun risque de glissement de l'ouvrage.

Toutefois, une évaluation sommaire des travaux d'ancrage de l'ouvrage dans le rocher de fondation avait été réalisée. La mise en place de quatre ancrages de 100 t dans chacune des piles aurait nécessité des travaux importants (grandes longueurs de forages) dont le coût peut être évalué à environ 4 mio. CHF. Ces travaux, qui ne sont pas nécessaires pour assurer la stabilité de l'ouvrage, n'auraient augmenté la sécurité au glissement que de 3 à 4 % environ.

En définitive, les études réalisées ont permis de montrer que moyennant certains travaux de confortement dont le coût est évalué à environ 12 mio. CHF, les ouvrages de Chancy-Pougny verront leur sûreté sérieusement améliorée, bien que les conséquences de la survenance d'un séisme, dont la probabilité de retour est très faible pour les périodes considérées, soient modérées.

Adresse de l'auteur
Jacques Levenq, Chef du Service Ouvrages d'Art à la Direction de l'Ingénierie, Compagnie Nationale du Rhône, 2, rue André Bonin, F-69316 Lyon Cedex 04.

Das Hochwasser-Rückhaltebecken Orden bei Maloja bewährt sich erneut

Ingenieurbüro für bauliche Anlagen (IBA) der Stadt Zürich

Normalerweise steht die Staumauer Orden ohne direkt erkennbaren Zweck im Tal des Orlegna-Baches bei Maloja. Dass sie durchaus einen hat, bewies sie im Monat September 1999 erneut.

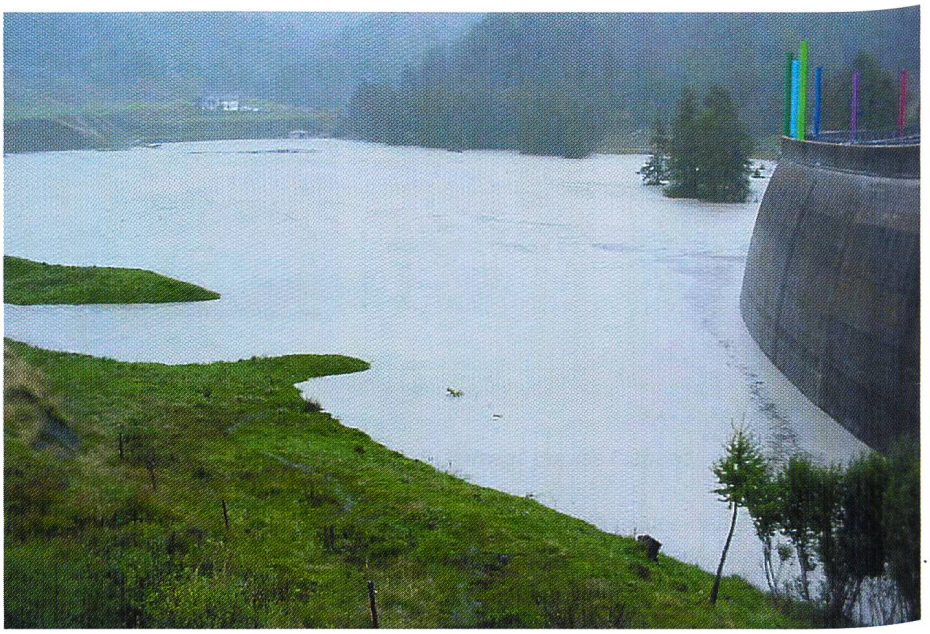
Am 20. und 21. September 1999 bot sich dem Beobachter, der dem Regenwetter trotzte, ein vollkommen anderer Anblick. Dort wo sich sonst der Bach schlängelnd in der Geschiebelandschaft des Talbodens – eingerahmt durch Wald und Alpwiesen – seinen Weg talwärts sucht, erstreckte sich ein See, grau wie der Himmel.

Der Seespiegel erreichte seinen Maximalstand von Kote 1782,8 m ü.M. am 20. September um ca. 19.30 Uhr. Aus dem Grundablass am Mauerfuss flossen zu diesem Zeitpunkt ca. 45 m^3/s. Der maximale Zufluss in den Stauraum von ca. 90 m^3/s wurde bereits um 16 Uhr erreicht. Somit wurde die Abflussspitze im Orlegna-Bach – einem Zufluss zum Bergeller Hauptfluss Maira – um den Faktor 2 verringert.

Bereits 1987 bewies das Rückhaltebecken seinen Nutzen. Am 19. Juli 1987 erreichte der Seestand die Kote 1786 m ü.M. Der maximale Zufluss wurde damals auf ca. 150 m^3/s beziffert, aus dem Becken wurden knapp über 50 m^3/s als maximale Wassermenge abgelassen.

In beiden Fällen – Juli 1987 sowie September 1999 – dämpften das Rückhaltebecken Orden und der benachbarte Stausee Albigna des ewz die Hochwasserspitze im Bergell massgebend.

Heute präsentiert sich der Stauraum leer wie üblich. Nur die grauen Sandablagerungen auf dem Talboden und den sonst grasbewachsenen Flanken zeugen noch vom Hochwasserereignis im September. Diese Spuren werden bald ebenfalls verschwinden – die Staumauer wird dann erneut wieder als scheinbar nutzloses Monument in der Landschaft stehen.



Das Hochwasser-Rückhaltebecken Orden am 20. September 1999. Das Bild wurde vor dem Erreichen des maximalen Wasserspiegels aufgenommen und zeigt das Becken bei einem Wasserspiegel von etwa Kote 1778 m ü.M.