Mesures d'envasement des barrages

Autor(en): **Ballmer, Alain**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **86 (1994)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-940764

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

Mesures d'envasement des barrages

Moyens à disposition

Alain Ballmer

Résumé

Les sédiments accumulés dans les retenues en amont des barrages posent de nombreux problèmes de sécurité et d'exploitation. Lors de récentes campagnes d'investigations au barrage de Luzzone (TI), l'EPFL a étudié les phénomènes d'alluvionnement dans le lac, en particulier dans la zone de la vidange de fond.

Nous évoquons dans cet article les différents moyens engagés sur le site pour collecter les informations susceptibles d'aider à la compréhension des processus d'envasement.

Toutes les retenues en amont des barrages sont sujettes à l'accumulation des sédiments transportés par les cours d'eau. Ces sédiments provoquent deux inconvénients majeurs: d'une part la diminution du volume utile de la retenue, d'autre part l'ensablement des prises d'eau. Si la diminution du volume utile, aussi lourde de conséquence soit elle à long terme, ne met pas les exploitations en péril, il n'en est pas de même de l'ensablement des ouvrages de vidange, dont les fonctions sont de contrôler le turbinage (prise principale) et d'abaisser rapidement le niveau d'eau en cas de danger (vidange de fond). Le bon fonctionnement de ces organes vitaux doit être assuré en tout temps et l'évolution de l'envasement doit faire l'objet d'une attention soutenue.

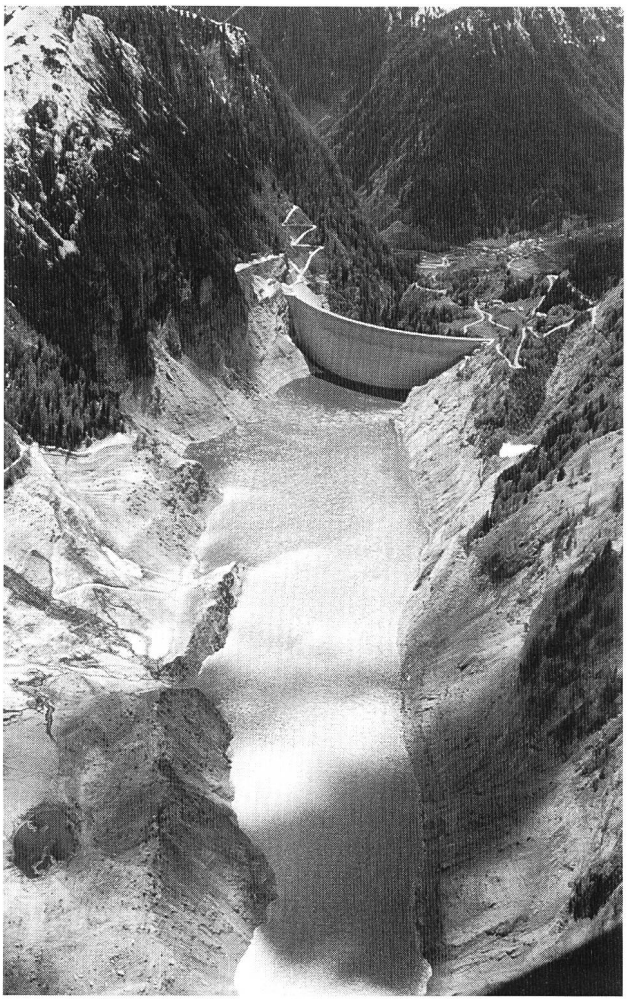

Figure 1. Le lac de Luzzone: 87 mio m³, 1267 km², altitude maximale 1591 m/s. m, c'est le plus grand bassin du complexe de production hydro-électrique du Val Blenio, au Tessin. (Photo EPFL)

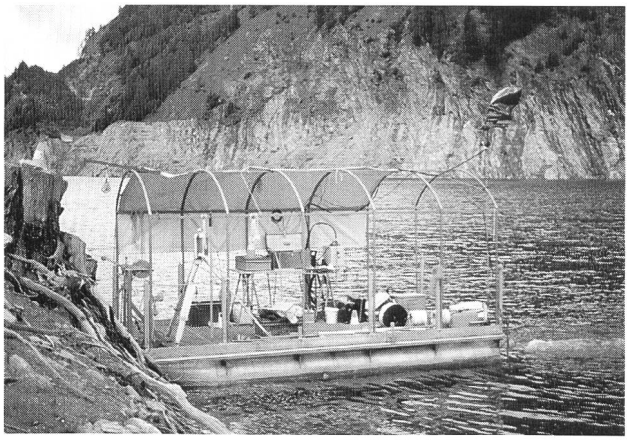

Figure 2. Ponton 2 t, équipé avec antenne de positionnement et protection contre la pluie. (Photo Bureau Martin)

A titre d'exemple, nous dressons ci-après le catalogue des moyens d'investigations utilisés lors de récentes campagnes de mesures effectuées au printemps 1992 au barrage de Luzzone (TI), pour le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'EPFL. Le mandat des Officine di Blenio SA (OFIBLE) consistait en une étude approfondie sur les phénomènes d'alluvionnement dans le lac artificiel de Luzzone, en particulier autour de sa vidange de fond. Les résultats complets de ces campagnes sont consignés dans deux rapports élaborés par M. *G. De Cesare,* ingénieur de projet de l'Institut d'Hydraulique et d'Energie de l'EPFL (Rapports du Dr. *J.-L. Boillat* et du Prof. *R. Sinniger,* août 1992 et février 1993), dont certains éléments techniques sont cités dans cet article.

Le lac de Luzzone

Le lac de Luzzone (figure 1) fait partie du complexe du Val Blenio, au Tessin, regroupant les trois centrales de Luzzone (20 MW), Olivone (96 MW), et Biasca (280 MW). La cote maximale d'exploitation est à 1591 m, la cote minimale à 1435 m; la surface du lac est de 1267 km² et son volume de 87 mio m³, la surface totale du bassin versant est d'environ 100 km².

Buts des campagnes de mesures

Les buts essentiels des campagnes étaient:

- l'observation des processus naturels d'engravement sur le site même,
- le levé bathymétrique du fond de l'ensemble du lac,
- le comportement des sédiments après l'action de la vidange de fond (purge),
- le levé bathymétrique de la zone de la vidange de fond, avant et après purge,
- la prise de profils de conductivité, température, transmissivité (profils CTDT),
- la prise d'échantillons d'eau et de sédiments,
- la pose de courantomètres propres à enregistrer les courants de densité durant l'été.

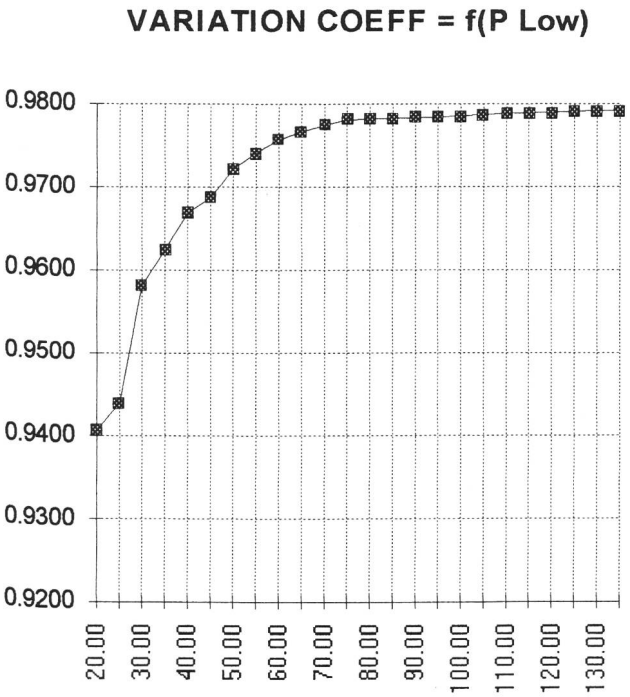

Figure 3. Echo-sondeur: courbe de calibration des vitesses de propagation du son, facteur de conversion des données brutes en fonction de la stratification thermique de la colonne d'eau.

Déroulement des opérations

Deux campagnes de mesures se sont déroulées sur place en mai-juin 1992, centrées sur des manœuvres de la vidange de fond (purge) les 4 et 10 juin. La météo était très défavorable et des intensités de pluies extrêmes ont été constatées. Le lac est monté de la cote 1535,27 m à la cote 1556,05, soit 20,78 m en 16 jours, avec un maximum de 2,84 m en 24 h.

Une troisième campagne et une visite par caméra sous-marine ont eu lieu à mi-octobre 1992.

Tous les travaux sur le lac ont été effectués depuis un ponton de 5,00×2,00 m, charge utile 2 t (figure 2), mis à disposition par les OFIBLE et mis à l'eau par hélicoptère. L'accès au plan d'eau était assuré par un véhicule tout-terrain empruntant une piste sur rive gauche.

Positionnement

Afin de situer avec précision les différents points de mesures en coordonnées *X, Y,* il a été nécessaire de positionner le ponton très précisément depuis les rives. Un positionnement par GPS était exclu pour deux raisons: d'une part la topographie très encaissée et la proximité immédiate du mur dans la zone de mesure au pied du barrage limitaient sérieusement l'horizon, d'autre part, vu la météo précaire et les arrêts de travail qu'elle imposait, il était impossible d'accepter en plus les restrictions dues à la visibilité des satellites.

Une base topographique a été implantée sur les rives, permettant la pose de balises électroniques déplaçables en fonction de la zone de travail. La position instantanée du ponton était ainsi transmise en continu à l'ordinateur de bord, qui enregistrait les routes et les points particuliers en format ASCII.

Levé bathymétrique

Un écho-sondeur de précision a été utilisé, le fond étant zoomé sur les derniers mètres pour assurer une meilleure précision. La profondeur du lac pendant la mission était comprise entre 40 m en amont du lac et environ 120 m au pied du barrage. Un soin tout particulier a été voué à la calibration du sondeur, des changements importants de la vitesse de propagation du son intervenant dans le temps en fonction de la variation de la stratification thermique de la colonne d'eau (figure 3). Le fond levé ainsi que les points particuliers ont été digitalisés pour constituer, avec les coordonnées de surface, des ensembles de points *X, Y, Z* propres à une modélisation numérique de terrain. En temps réel, les bandes d'écho-sondeur produites par l'imprimante à bord permettaient la visualisation des détails (figure 4).

L'examen de la zone de vidange de fond à été traité à part. Il s'agissait de déterminer l'évolution du cône créé dans les alluvions suite aux purges prévues. Un levé de détail a donc été effectué avant et après ces opérations. Après purge, on a constaté la création d'un entonnoir, appuyé au nord contre le rocher, de 25 à 30 m de diamètre dans sa partie supérieure et d'une hauteur de 15 m environ, pour un volume de matériaux chassés d'environ 4500 m^3 (figure 5).

L'ensemble des données fournies par la campagne bathymétrique, une fois modélisé, a permis la comparaison avec les relevés des années précédentes pour déterminer l'évolution des apports de sédiments.

Profils CTDT (Conductivity, Temperature, Depth, Transmissivity)

Au moyen d'une sonde spéciale, immergée à vitesse constante, le LCH a enregistré les valeurs permettant de reconstituer la stratification et les zones de turbidité des eaux de Luzzone.

Prises d'échantillons

Aux endroits et aux profondeurs marqués par des variations importantes de turbidité, des échantillons d'eau ont été prélevés au moyen d'un dispositif spécial. Ce dernier était immergé à la profondeur voulue puis, à l'aide d'un système d'ouverture-fermeture à distance, était rempli d'eau et remonté à bord. Les échantillons ont ensuite été analysés en laboratoire en vue de déterminer leurs caractéristiques chimiques et physiques.

En ce qui concerne les sédiments, des échantillons ont également été prélevés à des points préalablement choisis, par carottage léger et bennage. Les analyses en laboratoire

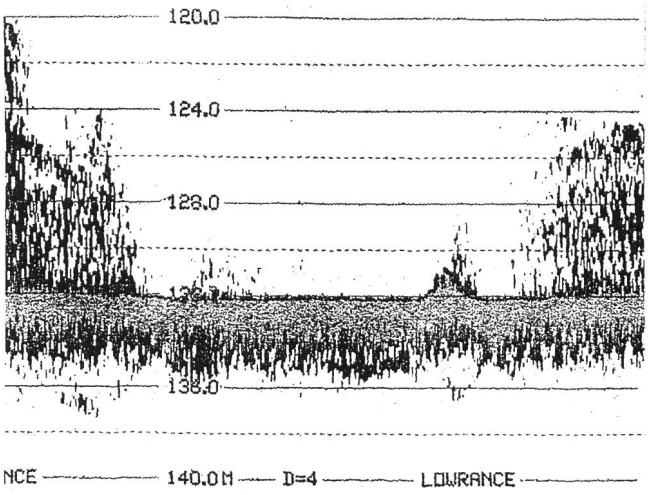

Figure 4. Echo-sondeur: extrait de l'imprimante à bord, montrant le fond du talweg et les falaises de part et d'autre.

ont permis ensuite d'en retirer les données telles que: poids volumique des particules solides, teneur en matière organique, en chlorite et en carbone, granulométrie.

Pose de courantomètres

Deux chaînes de courantomètres ont été installées par hélicoptère, pour un enregistrement durant tout l'été 1992 des vitesses, orientations, pressions et températures des courants de densité à des niveaux différents.

Le courant de densité, ou courant de fond, est défini comme un écoulement gravitaire où la phase plus dense, contenant des matériaux granulaires, peut se décanter ou s'enrichir en cours de route par la remise en suspension de sédiments du lit.

Purges

Lors des opérations de purges contrôlées des 4 et 10 juin 1992, dont les charges en matière solide à l'aval de l'ouvrage sont restées dans des limites tolérables, les OFIBLE et le LCH ont effectué des prélèvements d'eau. Il en a été mesuré la température, la concentration en sédiments par cône Imhof et les caractéristiques physiques et chimiques en laboratoire.

Caméra sous-marine

Afin de confirmer certains détails relevés lors de la bathymétrie, une exploration par caméra sous-marine a été réalisée dans le cône de la vidange de fond et aux abords de la prise principale. Ces investigations ont donné d'importantes informations concernant la texture des matériaux, les angles de talus et la présence de débris. Une caméra vidéo et un appareil photo sont logés dans un véhicule sphérique d'environ 60 cm de diamètre, d'un poids total dans l'air de 80 kg, capable de travailler à plus de 300 m de fond (figure 6). Le véhicule est alimenté en énergie par un groupe électrogène en surface et relié par un ombilic lui autorisant un rayon d'action d'environ 500 m. Tous les déplacements en *X, Y, Z* sont effectués par l'opérateur et contrôlés sur écran vidéo, et/ou par sonar et boussole incorporés au véhicule. Le positionnement en surface, en coordonnées locales ou nationales, est assuré en continu.

L'enregistrement de la mission fait l'objet de cassettes vidéo et de photos en couleurs de chaque événement particulier. En cas de visibilité nulle, le véhicule peut embarquer un équipement d'imagerie sonar.

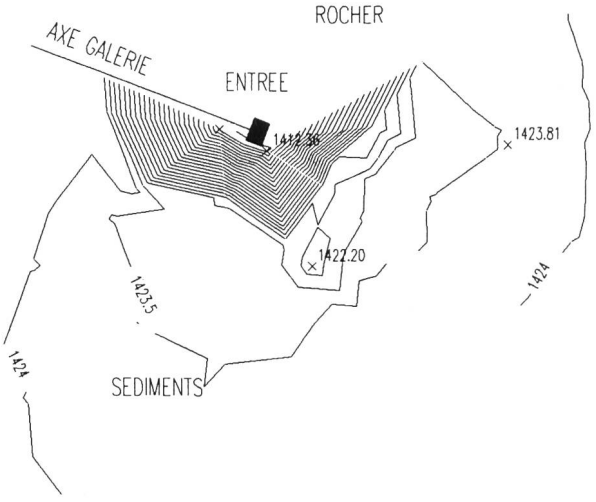

Figure 5. Modélisation numérique de terrain: entonnoir créé dans les sédiments par l'action de la vidange de fond. Vue en plan, équidistance des courbes de niveau 50 cm.

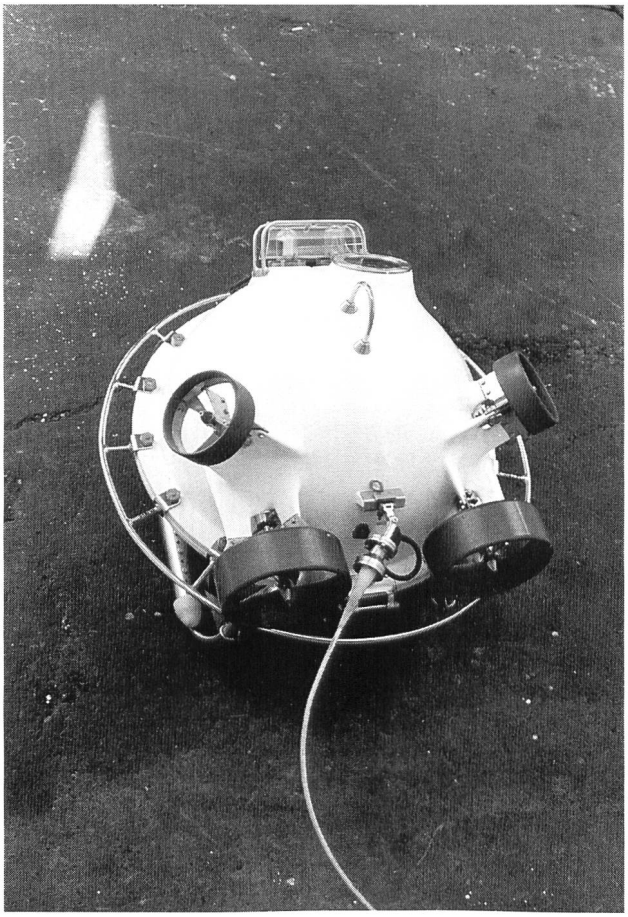

Figure 6. Caméra sous-marine: vue depuis dessus. On distingue l'ombilic, deux moteurs de translation et deux moteurs de poussée verticale. A l'avant, le dispositif d'éclairage et le flash.
(Photo Bureau Martin)

Résultats de l'étude et conclusion

L'ensemble des mesures réalisées sur place, de même que les simulations et calculs numériques qui ont suivi, ont permis de tirer des enseignements et des conclusions importantes quant au processus d'alluvionnement de la retenue de Luzzone, débouchant sur la description des phénomènes du transport et de la déposition des apports solides. En particulier, la confirmation d'hypothèses relatives au comportement des courants de densité est à relever. Des recommandations ont pu être formulées quant à l'amélioration des procédures de purge et à la maîtrise de l'alluvionnement.

Par un choix judicieux de types d'investigations et de systèmes de mesures appropriés, l'état de l'engravement des retenues et la compréhension des mécanismes de transport des alluvions peuvent être déterminés; de là découlent alors les mesures à prendre et les solutions visant à améliorer les conditions d'exploitation des aménagements hydro-électriques, dans l'optique de la sécurité des ouvrages et de leur rentabilité.

Adresse de l'auteur: *Alain Ballmer,* Bureau Pierre Martin SA, CH-1410 Thierrens.