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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 90 (1998)

Heft: 3-4

Artikel: Maîtrise de l'alluvionnement des retenues à l'aide de mesures bathymétriques

Autor: Gal, Alexandre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939391

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: 17.07.2025

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

Maîtrise de l'alluvionnement des retenues à l'aide de mesures bathymétriques

Alexandre Gal

1. Introduction

Toutes les retenues créées par des barrages sur les cours d'eau naturels sont plus ou moins exposées à des apports solides et à leur dépôt.

Pour estimer les apports solides du bassin versant en amont du barrage, une des procédures la plus fiable est la suivante:

- Mesures et prélèvement d'échantillons
- Levé topographique (bathymétrie ou photogrammétrie si lac abaissé)
- Suivi de l'évolution de la sédimentation par calcul du volume des sédiments et par leur répartition dans le fond du lac
- Eventuellement, simulation sur modèle réduit ou utilisation de modèle mathématique.

En plus d'une modification sur l'exploitation de la retenue, l'apport des sédiments peut en outre entraver le fonctionnement des organes de vidanges ou provoquer une usure excessive des turbines.

Si la diminution du volume utile, aussi lourde de conséquence à long terme, ne met pas les exploitations en péril, il n'est pas de même de l'ensablement des ouvrages de vidange, dont les fonctions sont de contrôler le turbinage (prise principale) et les vidanges de fond.

Du point de vue alluvionnement, il est plus avantageux de construire de petites retenues plus en amont dans le bassin versant. Les autres mesures à considérer sont:

- le captage des sédiments en amont des retenues
- la dérivation des apports solides au-delà des retenues
- la traversée des retenues par les apports solides
- la chasse des dépôts accumulés dans les retenues
- l'enlèvement mécanique des dépôts existants dans les retenues
- la campagne de vidange
- év. l'adaptation des organes de vidange.

Dans cet article, nous évoquerons principalement les techniques de mesures *bathymétriques* (mesures de profondeurs subaquatiques). Pour la partie étude de l'alluvionnement des retenues, le laboratoire de construction hydraulique de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) en a fait un de ses domaines d'application.

2. Systèmes de mesure

Actuellement, les mesures s'effectuent à l'aide d'un bateau équipé d'un écho-sondeur (le sonar). Le positionnement est garanti par satellite (GPS) avec système de corrections radiodiffusés. L'acquisition des valeurs est gérée en temps réel par un logiciel de navigation à l'aide d'un ordinateur embarqué (figure 1).

2.1 Positionnement

Pour le positionnement en bathymétrie, différentes méthodes ont été utilisées avec plus ou moins de succès. Les principales techniques sont les suivantes.

Le positionnement à vue

C'est une des plus anciennes méthodes utilisées. Elle exige d'une part l'implantation de nombreux repères sur les rives et d'autre part une parfaite visibilité lors des mesures. Cette méthode reste donc très limitée et peu précise.

Le radiopositionnement UHF

Cette méthode, indépendante des systèmes satellitaires, nécessite l'installation de balises fixes placées au sol. Par l'emploi de technique de corrélation, le système mesure les temps de parcours des ondes entre le mobile (bateau) et les balises et en déduit ainsi des valeurs de distance et de position. La précision dépend du nombre de balises, de leurs distances au bateau, de la géométrie du réseau formé par les balises et des conditions de propagation. Selon la topographie et l'importance de la surface à mesurer, la méthode peut être lourde à mettre en œuvre.

Le positionnement par satellite GPS

Le système GPS (Global Positioning System) est un procédé de radiopositionnement mondial par satellite à base passive. La détermination de position est basée sur la mesure du temps de trajet de signaux radio-électriques émis à partir de plusieurs satellites. La couverture est mondiale pour un nombre illimité d'usagers passifs.

Il procure une information (métrique) précise de position tridimensionnelle, en temps réel, quelles que soient les conditions atmosphériques. La vitesse de l'utilisateur peut être également déterminée ainsi qu'une référence de temps ultra-précise donnée dans un repère mondial commun.

L'utilisateur détermine sa position en mesurant les distances le séparant d'au moins quatre satellites correctement distribués dans l'espace.

Ce système de navigation a été développé et déployé par le Département de la Défense Américaine (DOD) il y a une vingtaine d'années. Il comporte aujourd'hui 26 satellites situés à une altitude d'environ 18 000 km (période de révolution de 12 heures) sur six plans orbitaux inclinés de 55° par rapport à l'équateur. Cette constellation assure à l'utilisateur, dans une zone dégagée, entre cinq et huit satellites visibles de tout point de la terre. Pour le positionnement, deux signaux basses fréquences sont émis, l'un militaire (crypté et ultra précis) et l'autre civil (dégradé et moins précis, env. 25 m).

Pour améliorer la précision, il est possible de travailler en relatif par le système DGPS (Differential GPS). Le principe de fonctionnement est le suivant:

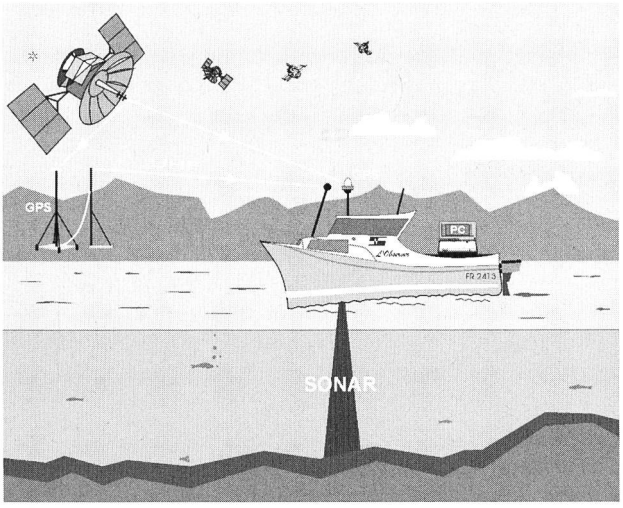

Figure 1. Schéma des relevées d'alluvionnement à l'aide du système GPS.

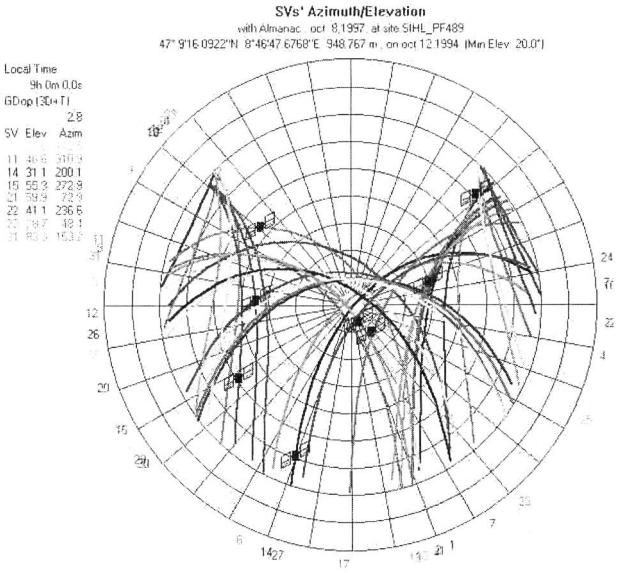

Figure 2. Passage des satellites.

Une station à point fixe, placée sur des coordonnées parfaitement connues réceptionne les signaux GPS de plusieurs satellites et mesure les écarts instantanés entre les valeurs observées et théoriques. Elle transmet en temps réel des corrections au bateau, qui utilise les mêmes signaux GPS, ce qui permet d'atteindre une précision maximale pour le positionnement (env. 50 cm).

Le plus récent système DGPS utilise un mode appelé Real-Time-Kinematic, c'est-à-dire que la trajectoire des satellites sur leur orbite est également exploitée. Grâce à ce mode, une précision de 5 cm est garantie en temps réel. Ensuite, il reste à savoir si une telle précision est nécessaire pour des mesures bathymétriques.

2.2 Mesure de profondeur

Nous devons à la recherche et à l'exploitation des richesses de la mer de disposer actuellement d'appareils qui nous permettent d'ausculter les sols et les sous-sols marins et lacustres.

La bathymétrie ne se fait plus avec une corde lestée, mais avec un écho-sondeur à ultrasons. La profondeur est déduite du temps que va mettre un signal sonore pour quitter le bateau, toucher le fond et remonter jusqu'au bateau. Cette vitesse de l'onde est influencée par la température et la salinité de l'eau qui sont à paramétrer dans l'appareil.

Pour les profondeurs importantes (>100 m) et les grandes pentes (>30°), nous effectuons une légère correction sur la position, étant donné que tout sonar a un certain angle d'ouverture (fréquence de 210 kHz → env. 3°) et de plus, pour assurer la synchronisation entre la profondeur et la position.

3. Campagne de mesure

3.1 Préparation

Avant d'entreprendre des mesures de bathymétrie, un travail préparatoire est effectué.

Pour pouvoir se situer en temps réel sur le bateau, il faut digitaliser le pourtour du lac et définir les lignes de profil que l'on veut naviguer. En suivant un tracé défini, nous pouvons mieux gérer la répartition des mesures sur le lac. Il sera également plus aisé de faire ensuite des comparaisons avec d'autres mesures.

Un point fixe doit être défini. Il servira de référence au GPS différentiel.

Une prédiction de passage des satellites à l'aide d'un logiciel adapté est nécessaire pour déterminer les périodes les plus favorables (voire optimales) pour le positionnement par GPS (figure 2).

3.2 Mesures

Le travail préparatoire étant terminé, la campagne de mesures peut s'effectuer dans les meilleures conditions possibles.

De point en point, le lac est sondé et ausculté à la vitesse approximative de 0,5 à 1 km² par jour. Sur une ligne, le bateau se déplace à une vitesse approximative de 2 m/s avec l'acquisition d'au moins une valeur (x,y,-z) par seconde.

Par demande des Chemins de fer fédéraux (CFF-Direction Energie), nous avons effectué différentes mesures sur les aménagements suivants:

- *Bassin de compensation du Châtelard (VS).* Evolution de la sédimentation (10 mai 1994)
- *Sihlsee (SZ, Etzelwerk AG).* Calculs de volume d'eau par niveau (10–13 octobre 1994). Sédimentation de la prise d'eau (4 octobre 1996)
- *Pfaffensprung (UR, Kraftwerk Amsteg).* Calculs de volume d'eau par niveau. Mise à jour du plan topographique (12 juin 1996).

3.3 Traitements et résultats

Les données saisies sont ensuite dépouillées et traitées par informatique.

Si une étude de sédimentation est demandée, un plan de base (p. ex. avant la mise en eau) peut être digitalisé par courbe de niveau. Un raccord avec une photogrammétrie peut aussi être effectué.

L'ensemble de ces données permettent de construire un modèle de terrain.

Par comparaison de deux modèles, nous pouvons faire ressortir la répartition des sédiments et leur épaisseur. D'autres informations, comme des calculs de volume de sédiment ou d'eau par niveau, peuvent être fournies.

Les représentations sont diverses: profils sondés, plan avec courbes isobathes ou vue trois dimensions de l'aménagement.

4. Conclusions

Le système GPS a un nouveau rôle à jouer dans la surveillance des retenues.

L'exploitant peut suivre l'évolution de la sédimentation des lacs et planifier les mesures à prendre pour garantir la continuité de l'exploitation en connaissance de cause.

Le GPS peut également être une aide utile pour le positionnement d'une drague ou la pose de conduites subaquatiques par exemple.

Cette technologie maintenant éprouvée, les Entreprises Electriques Fribourgeoises la maîtrisent et peuvent en faire bénéficier tous les exploitants de retenues à des conditions très intéressantes.

Adresse de l'auteur: *Alexandre Gal,* Gestion Energie, Entreprises Electriques Fribourgeoises, case postale 46, CH-1636 Broc.