

Apport de la géophysique pour la caractérisation des dépôts sédimentaires dans les retenues de barrage

Contribution of geophysics to the characterisation of sedimentary deposits in dam reservoirs

Auteur correspondant : **Anne WEIT**, Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA), 3, rue Maurice Audin, 69518 Vaulx-en-Velin, anne.weit@entpe.fr

Auteurs de la communication : **Thierry WINIARSKI**, LEHNA, Vaulx-en-Velin, France
Brice MOURIER, LEHNA, Vaulx-en-Velin, France
Thierry FRETAUD, Compagnie Nationale du Rhône (CNR), Lyon, France

1. Introduction

Depuis l'Antiquité, le stockage d'eau par des barrages est utilisée pour différentes raisons: lutte contre les inondations, l'irrigation ou la production d'énergie, etc et le nombre de barrages construits a fortement augmenté [1]. Ces ouvrages sont aussi le lieu d'accumulation de sédiment qui peuvent poser des problèmes. La connaissance de leurs structures et de leurs évolutions dans le temps depuis la surface permettrait un mode de gestion plus efficace. Les méthodes géophysiques sont maintenant, après des années d'utilisation en milieu océanique, appliqués dans une plus large mesure aux masses d'eau continentales. On constate également une augmentation de l'utilisation des méthodes géophysiques dans la surveillance et la gestion des barrages.

Les études concernant les barrages sont principalement réalisées pour des raisons de sécurité de l'ouvrage (rupture, d'infiltration anormale, détection de fissures, et de vides ou de l'érosion des pentes, ainsi que l'accumulation et la gestion des sédiments [1]). L'accumulation de sédiments à proximité du barrage peut entraîner une perte de stockage d'eau et donc renforcer les questions de sécurité. La détermination des caractéristiques physiques des sédiments telles que leur nature (sable, argile), les processus de sédimentation, les taux et les volumes sont importants pour leur gestion ultérieure.

Les objectifs de cette étude sont de donner un aperçu sur les principales méthodes géophysiques adaptées au contexte des barrages incluant le sondeur de sédiments (sub bottom profiler, SBP) et le radar géologique (ground penetrating radar, GPR) et de montrer quelques résultats de l'applicabilité de ces méthodes dans le contexte des barrages du Haut-Rhône.

2. Instruments géophysiques utilisés dans les eaux peu profondes

L'utilisation de méthodes géophysiques dans les retenues de barrage est limitée par une faible profondeur d'eau et/ou une largeur étroite. Pour être applicable dans ces domaines, il est indispensable d'adapter l'instrumentation sur de petites embarcations et seules les méthodes adaptées aux eaux peu profondes peuvent être envisagées. Compte tenu de ces difficultés, il n'existe que peu d'études qui soulignent le déploiement de ces méthodes dans les masses d'eau continentales et notamment leur potentiel dans le contexte des barrages.

Le sondeur monofaisceau pour les mesures bathymétriques et le sonar à balayage latéral (side-scan sonar, SSS) sont des méthodes acoustiques, qui sont utilisés pour étudier la profondeur et la forme des fonds ainsi que les zones d'érosion ou d'accumulation [2]. En combinant les caractéristiques d'imagerie du sonar à balayage latéral et les mesures de profondeur de l'échosondeur, il est possible d'obtenir des images très réalistes des microreliefs en surface.

Les structures sédimentaires internes tels que les ondulations (rides), les dunes et autres faciès sédimentaires peuvent être étudiés par le sondeur de sédiment (sub bottom profiler, SBP) et le radar géologique (ground penetrating radar, GPR) [3]. Le sondeur de sédiment, qui est également un instrument acoustique, est un échosondeur spécial à faisceau unique qui fonctionne à très basse fréquence pour pénétrer dans la colonne sédimentaire et balayer les couches sous-jacentes. De courtes impulsions sonores sont envoyées vers le sol et sont réfléchies par les couches de sédiments. Les mesures de SBP sont préférentiellement utilisées pour l'étude des dépôts sédimentaires sous tranche d'eau importante et peuvent pénétrer jusqu'à plusieurs dizaines de mètre dans le sédiment. La présence de végétaux aquatiques

ainsi que la présence de gaz lié à la dégradation de la matière organique dans la colonne sédimentaire perturbent la pénétration et la réception du signal.

La technique du GPR est basée sur le rayonnement électromagnétique et utilise les impulsions radar pour obtenir des images du sous-sol. La méthode GPR est habituellement utilisée en milieux terrestres, néanmoins son utilisation s'avère possible en milieu aquatique dans les cas des faibles tranches d'eau (quelques mètres). Elle permet d'obtenir des représentations à haute résolution des structures sédimentaires dans des sédiments grossiers à fins mais avec des difficultés pour pénétrer les sédiments strictement argileux. Pour caractériser les sédiments en milieu lacustre ou fluvial, l'utilisation combinée du SBP et du GPR permet donc d'obtenir des résultats des structures sédimentaires complémentaires [1].

3. Premiers essais

Le long du Rhône, 19 barrages et centrales hydroélectriques sont installés. Si la plupart des barrages sont au fil de l'eau, les sédiments apportés par les affluents peuvent néanmoins s'accumuler localement en amont des ouvrages. Dans cette étude, des exemples d'application de ces méthodes géophysiques dans des retenues du Haut-Rhône seront présentés pour évaluer leur capacité à caractériser les dépôts sédimentaires. La complémentarité de la géophysique sera discutée au regard des méthodes classiquement mises en oeuvre pour la gestion des retenues (différentiel bathymétrique, sonar à balayage latéral).

D'ores et déjà, l'utilisation combinée du SBP et du GPR lors de premiers essais, montre que le couplage de ces méthodes peut produire une bonne représentation du fond sédimentaire et mettre en évidence les processus de sédimentation antérieurs (figure 1). Parallèlement à ces mesures géophysiques, des carottes sédimentaires permettront de valider et compléter les données.

L'objectif final est d'élaborer un protocole permettant d'étudier et de caractériser les dépôts sédimentaires de manière quantitative (volume, structure) en adéquation avec une rentabilité opérationnelle.

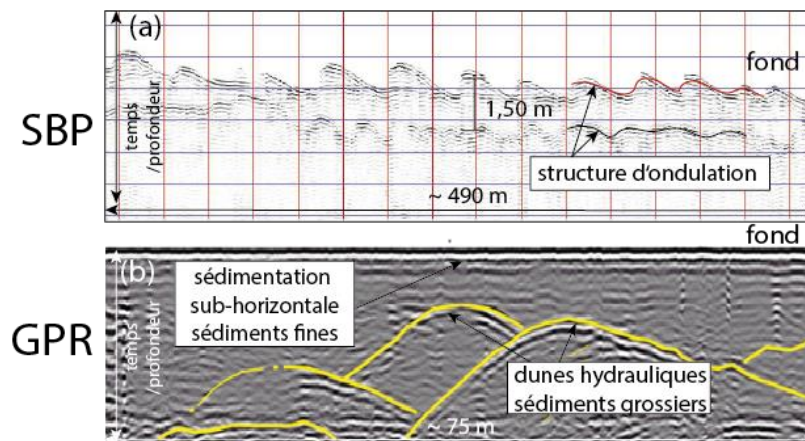


Figure 1 : Quelques résultats provenant de deux sites sur le Rhône à partir des deux méthodes (a) structures ondulées dans les dépôts sédimentaires détectées par sondeur de sédiment (SBP) et (b) dunes hydrauliques soulignées par radar géologique (GPR)

REFERENCES

- [1] Lin, C., Lin, C., Hung, Y., Chung, C., Wu, P., & Liu, H. (2018). Application of geophysical methods in a dam project : Life cycle perspective and Taiwan experience. *Journal of Applied Geophysics*, 158, 82–92. <http://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.07.012>
- [2] Rudowski, S., Wróblewski, R., Dworniczak, J., Szeffler, K., Hac, B., & Gajewski, Ł. (2019). Subaqueous geomorphology: options, tasks, needs. *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 16(1), 89-97.
- [3] Lin, Y., Schuettpelez, C. C., Wu, C. H., & Fratta, D. (2009). A combined acoustic and electromagnetic wave-based techniques for bathymetry and subbottom profiling in shallow waters. *Journal of Applied Geophysics*, 68(2), 203–218. <http://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2008.11.010>