

MESURE DE LA CONCENTRATION DES sédiments DANS LES RETENUES PAR LES JAUGES NUCLEAIRES

B. REMINI
N. HOCINI
C.D.T.N/D.D.H.I
ALGER

RÉSUMÉ

La connaissance de la concentration en particules solides joue un rôle déterminant dans l'étude des mécanismes de l'envasement des barrages. Ces accumulations de vase peuvent réduire la capacité des barrages. Les jauges nucléaires peuvent mesurer et contrôler la matière en suspension dans une retenue d'une façon continue, contrairement à la méthode conventionnelle (la prise systématique d'échantillons) qui ne permet d'effectuer que des mesures discontinues.

MOTS CLÉS

Jauges nucléaires • envasement • sédiments • retenue • barrage • beni amrane • concentration.

1. Introduction

La mesure des transports solides en suspension fait actuellement partie des problèmes très mal résolus, alors que les conséquences de déplacement de ces matériaux sont considérables sur les plans économiques et écologiques. Les débits solides transportés par les oueds sont spectaculaires en Algérie entraînant le comblement rapide des retenues de barrages et les conséquences apportées lors des chasses.

L'ingénieur doit disposer des informations en temps utile, c'est à dire, d'un instrument de mesure donnant la concentration des matières en suspension. En effet, la méthode la plus utilisée pour la mesure de la concentration demeure la prise systématique d'échantillons dont la phase solide est séparée et dosée. En plus d'une manutention considérable, cette méthode ne permet d'effectuer que des mesures discontinues, de plus l'appareil de prélèvement peut apporter une perturbation importante de l'écoulement. Pour mieux comprendre les mécanismes qui contrôlent la répartition de la matière en suspension, il est préférable d'utiliser des appareils permettant une mesure continue et in-situ de la concentration. Ces techniques de mesure peuvent être apportées par des jauges nucléaires.

2. Principe des mesures des jauges nucléaires

L'un des problèmes essentiel que doivent connaître les sédimentologues est sans aucun doute la concentration en matières solides dans les oueds et retenues de barrages. En plus des méthodes classiques se sont développées des instruments basés sur l'interaction du rayonnement provenant d'une source radioisotopique scellée avec la matière et permettant de mesurer directement in-situ la concentration du matériau au point de mesure. L'interaction existant entre les rayonnements ionisants émis par ces sources et la matière permet d'accéder directement à la mesure de la concentration d'une phase dans un mélange.

Les photons γ émises par une source radioactive scellée interagissent avec les électrons des atomes de la matière qu'ils rencontrent. Il y a absorption par effet photoélectrique et diffusion par effet Comptons-Evans (1955). Ces processus dé-

pendent de l'énergie des rayonnements émis, des numéros atomiques, des éléments et de la densité de suspension dont l'augmentation fait croître le nombre d'interaction.

Pour une géométrie de mesure imposée par les conditions expérimentales, le raionucléide et le détecteur doivent être choisis pour que le compromis suivant soit satisfait :

- avoir une mesure sensible,
- avoir une mesure indépendante de la composition du milieu.

Le Césium 137, émetteur d'un rayonnement γ de 662 kev, ayant une période de 30 ans répond à ces critères.

Dans le cas d'une jauge à transmission, la source et le détecteur sont en vis à vis, la loi d'atténuation est de la forme :

$$n = n_0 \exp [-(\Gamma/\rho) \cdot \rho \cdot x] \quad (1)$$

avec :

Γ/ρ = coefficient d'atténuation massique (cm^2/g) pour l'énergie du rayonnement émis et pour le mélange eau-sédiment.

ρ = masse volumique du milieu à mesurer.

x = distance source - détecteur.

n et n_0 = flux de photons mesurés respectivement en présence et en absence du mélange absorbant.

Pour de l'eau claire :

$$n_e = n_0 \exp [-(\Gamma/\rho)_e \cdot \rho_e \cdot x] \quad (2)$$

Pour une suspension sédimentaire de densité ρ_m :

$$n_m = n_0 [-(\Gamma/\rho)_m \cdot \rho_m \cdot x] \quad (3)$$

En prenant l'eau claire pour référence :

$$n_m = \exp [-(\Gamma/\rho)_m \cdot \rho_m + (\Gamma/\rho)_e \cdot \rho_e \cdot x] \quad (4)$$

Dans les conditions choisies :

$$(\Gamma/\rho)_m = (\Gamma/\rho)_e = \Gamma/\rho \quad \text{et} \quad \rho_e = 1$$

d'où :

$$n_m = \exp [-\Gamma/\rho (\rho_m - 1) \cdot x] \quad (5)$$

Date	Heure	Concentration (mg/l)	
		Jauge	Picnometrie
10/06/1990	16:51	20,4	
	16:56	21,5	
	17:02	22,3	22,2
	17:07	20,6	
	17:12	20,5	
	17:17	21,6	
	17:22	22,5	25,1
	17:27	21,3	
	17:32	20,7	
	17:37	22	
	17:42	21,1	20,6
	17:47	21,9	
	17:52	22,3	

Tableau 1 : Chasses au barrage de Genissiat

Un étalonnage réalisé de préférence avec les matériaux du site permet le calcul des paramètres qui caractérisent cette équation.

3. Les avantages des jauges nucléaires

A l'heure actuelle, la mesure des concentrations en particules solides est réalisée par prélèvements. Une bouteille est immergée dans le lit de l'oued et recueille un certain volume de mélange eau - sédiment dont la concentration en solides est déterminée par différentes méthodes: mise à sec puis pesée, filtration ou picnometrie directe. Cette dernière méthode fournit de façon quasi-instantanée une mesure précise, cependant on se heurte à l'inconvénient des prélèvements : leurs aspects discontinus dans le temps et dans l'espace.

- Dans le temps : entre deux mesures, les informations sont perdues.
- Dans l'espace : difficulté de positionner la bouteille en profondeur surtout dans les forts courants des rivières en crues, qui ont tendance à donner au dispositif une trajectoire horizontale, incompatible avec des prélèvements en profondeur.

L'avantage d'une jauge nucléaire est de faire des mesures en continu et à des profondeurs variables des mesures de concentration.

4. Les chasses Franco-Suisses au barrage Genissiat durant juin 1990

Compte tenu du caractère innovant de l'expérience, il a été décidé de ne réaliser les mesures que sur l'exutoire de la vanne de fond, afin de ne pas disperser les observations. Les concentrations en éléments solides ont été réalisées par la jauge CEA. Les résultats obtenus ont été comparés aux valeurs mesurées au picnomètre. A cet effet, nous avons présenté dans le tableau 1 quelques valeurs de concentration données par les deux méthodes.

Il est clair que les différences entre les résultats sont dues pour partie au caractère instantané du prélèvement face à une mesure de longue durée. En plus, les résultats donnés par la jauge sont continus contrairement à ceux obtenus par

les prélèvements en discontinu.

5. Possibilité d'installation de jauges nucléaires au niveau de la retenue de Beni Amrane

5.1 Situation et caractéristiques du barrage

Le barrage de Beni Amrane fait partie du système Isser - Keddara - Boudouaou - Alger. L'aménagement est destiné à satisfaire les besoins en eau potable non seulement au grand Alger, mais aussi aux villes se trouvant dans la zone de la Mitidja entre Alger et l'oued Boudouaou. Le site de Beni Amrane est situé sur l'oued Isser à environ 40Km de la côte et à 1Km à l'ouest du village qui porte le même nom. Le barrage est de 39,5m de hauteur au dessus du lit qui donne origine à une retenue avec le volume de $15,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (Figure 1).

5.2 Envasement de la retenue

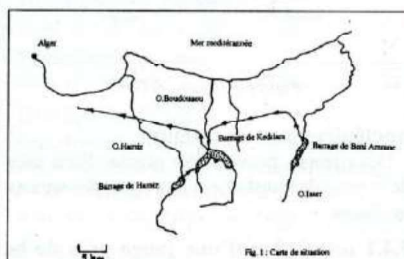


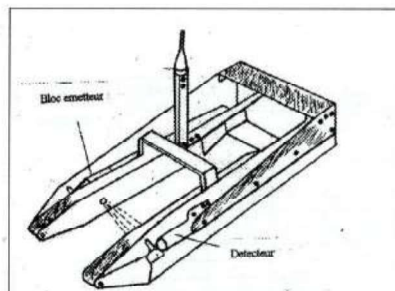
Figure 1 : Carte de situation

L'oued Isser transporte une quantité moyenne de sédiments de 16,5g/l et atteint les 265g/L en période de crues. Une quantité évaluée à 4,1Mm³ arrive annuellement au niveau de la retenue, une durée de 4 années suffira pour le comblement total de la retenue, c'est pour cette raison que le barrage a été équipé par un système de chasse composé de 6 vannes afin de réduire au maximum le taux d'envasement.

5.3 Mise en œuvre d'une jauge nucléaire dans l'oued Isser à l'embouchure de la retenue

Afin de quantifier le débit solide transporté par l'oued Isser et ainsi évaluer l'envasement dans la retenue de Beni Amrane. L'installation d'une jauge nucléaire de turbidité à transmission de-

Figure 3 :
Jauge JTT4



BIBLIOGRAPHIE

- [1] B. REMINI et COL : Impact des rouleaux de recirculation sur l'envasement du barrage de Beni Amrane. Revue Algérie Equipement. Octobre 1992.
- [2] B. REMINI et COL : Etude expérimentale du phénomène hydrodynamique de l'envasement de la retenue de Beni Amrane. Journal BSI n°1. 1996.
- [3] B. REMINI : Etude du mécanisme d'envasement. Thèse de Magister E.N.P Juin 1990.
- [4] G. COURTOIS : Jauges radioactives. Application faisant appel à l'instrumentation nucléaire. Revue la houille blanche n°8 PP 715 - 723 . 1970.
- [5] J.M.MARTIN : Les jauges radioactives de turbidimétrie. Revue la houille blanche n°8 PP 745 - 755. 1970.

vient nécessaire. La gamme de mesure de la concentration par cette jauge doit être de préférence entre 2 g/l et 300 g/l en concordance avec les variations de la concentration dans l'oued. Une jauge nucléaire de type J T D 3 peut être placée dans un endroit fixe à l'entrée de la retenue (Figure 2).

Les résultats obtenus seront de préférence comparés à ceux obtenus par les prélèvements des échantillons.

5.4 Mise en œuvre d'une jauge

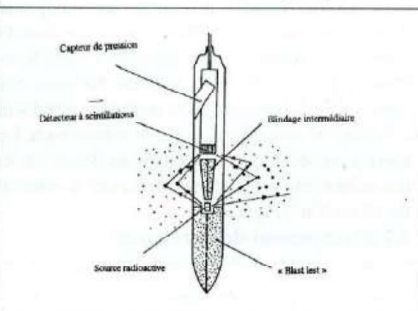


Figure 2 : Jauge JTD3

nucléaire dans la retenue

Deux jauges peuvent être placées l'une près de la prise de transfert et l'autre près des vannes de chasse.

5.4.1 Installation d'une jauge près de la prise

La retenue de Beni Amrane est destinée à augmenter le volume du réservoir de Keddara afin de satisfaire les besoins en eau potable de l'agglomération Algéroise.

Un débit d'eau de $7\text{ m}^3/\text{s}$ est refoulé à l'aide d'une station de pompage de la retenue de Beni Amrane au réservoir de Keddara avec une concentration ne dépassant pas les 2g/l. Ainsi est née la nécessité de connaître la concentration limite de l'eau chargée qui sera pompée sans faire la prise systématique d'échantillons et éviter ainsi la détérioration des pompes. L'installation d'une jauge à transmission de photons γ (avec une précision de mesure ne dépassant pas les 2g/l) près de la prise, permet de faire des

mesures en continu de la densité d'eau en plan et en profondeur. Par exemple une J T T 4 (Figure 3).

5.4.2 Installation d'une jauge près des vannes de chasses

Pour réduire la vitesse de sédimentation dans la retenue, le dépôt des sédiments près de la prise de transfert, les chasses par vannes de fond sont devenues une nécessité. Il ne convient pas non plus de manœuvrer les vannes avant qu'une certaine concentration au voisinage du fond ne soit atteinte, car naturellement des vidanges fréquentes nuisent à l'efficacité maximale de l'utilisation de la réserve hydraulique. Il est à noter que la concentration au pied du barrage de Beni Amrane atteint généralement 500g/l. Il faut donc pour régler ce problème, connaître la densité des sédiments en cours de sédimentation et de disposer d'une alarme, lorsque celle-ci dépasse un certain taux qui dépend d'ailleurs de la nature des sédiments et qui peut être très élevé.

6. Conclusion

L'envasement des retenues de barrages dans les zones arides et semi arides pose un problème d'une importance économique considérable.

En Algérie, par exemple, plus de 20.10^6 m^3 du volume utile sont amputés annuellement par ce phénomène. Sa résolution demande une connaissance approfondie de l'évolution de la concentration en éléments solides dans le temps et dans l'espace, connaissance qui ne peut être obtenue que par les jauges nucléaires qui peuvent fournir des mesures continues et in-situ.

L'installation d'une jauge dans la retenue du barrage de Beni Amrane peut contribuer à résoudre le problème de pompage de l'eau (avec une concentration ne dépassant pas les 2g/l) vers le réservoir de Keddara et optimiser les chasses ■