

Inspection du barrage de Péligre suite au séisme du 12 janvier 2010 en Haïti

Autor(en): **Droz, Patrice / Hegetschweiler, Daniel**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **102 (2010)**

Heft 3

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941658>

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.

Inspection du barrage de Péligre suite au séisme du 12 janvier 2010 en Haïti

Patrice Droz, Daniel Hegetschweiler

Résumé

Le 12 janvier 2010, un séisme de magnitude 7 à 7.3 ébranlait Haïti. Le barrage à contreforts de Péligre, est situé à une soixantaine de kilomètres de l'épicentre. Il est raisonnable de penser que l'accélération maximale à laquelle l'ouvrage a été soumis était relativement faible si bien qu'il a remarquablement résisté aux secousses. Cependant, compte tenu de l'importance de l'ouvrage dans le tissu énergétique haïtien et des travaux de réhabilitation de la centrale qui devaient démarrer, il convenait de s'assurer de la sécurité du barrage. Une mission d'inspection s'est déroulée en mars 2010. En l'absence de moyens d'auscultation, seule une inspection visuelle approfondie a pu être effectuée. Des essais systématiques des organes hydro-mécaniques ont également été réalisés. Aucun signe prouvant une altération de la sécurité du barrage par rapport à la situation qui prévalait avant le séisme n'a pu être décelé.

Dans les jours qui suivirent le séisme, Electricité d'Haïti (EDH), exploitant de l'aménagement, a dépêché sur place ses ingénieurs pour effectuer une rapide inspection de l'ouvrage et vérifier le bon fonctionnement des organes hydromécaniques. Puis, des inspections ont été réalisées par certains organismes américains, sans que des rapports détaillés ne soient remis aux autorités haïtiennes ou à EDH. Cependant, compte tenu du projet de réhabilitation de la centrale hydroélectrique sise en pied de barrage, financé par la Banque Interaméricaine de Développement (BID), il convenait de s'assurer que la sécurité du barrage n'avait pas été affectée par le séisme. Une mission d'inspection s'est donc déroulée en mars 2010 dans le but de remettre un rapport d'analyse de la sécurité de l'ouvrage à EDH et à la BID. L'inspection et l'analyse de la sécurité du barrage ne portaient cependant pas sur les aspects suivants qu'il convient généralement d'examiner en vue de déterminer la sécurité et la pérennité d'un ouvrage de retenue:

- la sécurité face aux crues
- la sécurité liée à la vétusté des équipements hydromécaniques (certains éléments flagrants ont toutefois été mentionnés)
- la sécurité relative à la centrale hydroélectrique.

1. Description du barrage de Péligre

Le barrage de Péligre sur la rivière Artibonite est un barrage à contreforts de 72 m de hauteur et 263 m de longueur en crête (voir figure 1). Il a été construit entre 1954 et 1956, sans la centrale hydroélectrique, mais en en prévoyant l'extension ultérieure. La centrale a été construite en 1969 et mise en service en 1971. La puissance totale installée est de 47.5 MW. Les vannes-secteur sur l'évacuateur de crue ont par ailleurs été installées en 1974.

Les parements amont et aval présentent des fruits respectivement de 0.7/1 et 0.25/1; le barrage est donc confortablement conçu en comparaison avec d'autres ouvrages du même type. Il n'y a pas de joints de construction dans l'âme des contreforts.

Les principaux organes hydro-mécaniques sont les suivants:

- 4 vannes planes de vidange de fond
- 1 vanne wagon de garde unique pour les 4 vidanges de fond, manutentionnée depuis un chariot sur le couronnement
- 3 vannes-secteur en crête de l'évacuateur de crue
- 3 vannes de garde des prises usinières
- les prises usinières sont protégées par

une grille; un dégrilleur mobile assure le nettoyage.

2. Etat général du barrage avant le séisme

Environ chaque décennie, EDH commande une campagne d'inspection et d'analyse du barrage. Par chance, la dernière inspection a eu lieu en février 2009, si bien que le rapport COB-LGL de mars 2009 remis lors de la mission donnait une idée complète de l'état et de la sécurité de l'ouvrage un an avant le séisme du 12 janvier 2010. Il a servi de base de comparaison par rapport à l'état de l'ouvrage deux mois après l'événement. Les principales constatations faites en 2009 étaient les suivantes:

- très bon état général des structures en béton émergées (un doute est cependant émis en ce qui concerne l'état du bassin amortisseur)
- incapacité d'opérer la vanne de garde des vidanges de fond en eau vive, mais uniquement comme batardeau après dégagement des pertuis obstrués par des troncs ou des pirogues coulées (un doute subsiste quant à son opérabilité sur la vidange 3)
- fuites considérables de la vanne de vidange de fond du pertuis 3, et moindres en 2 et 4.
- état plus que précaire des reniflards dont la rupture de certains pourrait entraîner la vidange de la retenue
- état précaire du système d'exhaure de la galerie de pied (pas de mise hors d'eau en continu)
- décrépitude des vannes et manomètres de la galerie de pied
- faiblesse du système d'auscultation.

La surveillance de l'ouvrage ne consiste qu'en:

- une lecture quotidienne du limnimètre amont (pas de transmission des données)
- des visites et inspections visuelles
- un jaugeage des points de fuite.

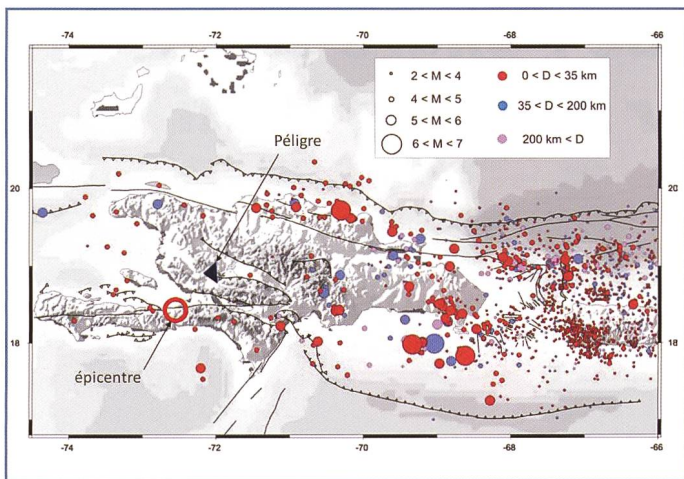


Figure 1. Sismicité instrumentale (catalogue NEIC-USGS 1972–2002 d'après E. Calais, Purdue, 2002) avec localisation de l'épicentre du séisme du 12 janvier 2010 et du barrage.

3. Conditions lors du séisme

Le séisme du 12 janvier 2010, d'une magnitude de 7 à 7.3, a eu lieu à 16h53 heure locale. L'épicentre était situé à environ 60 km au sud-ouest du barrage.

Il est intéressant de relever les éléments pertinents d'aléa sismique mentionnés dans un rapport de 1991 traitant de la faisabilité d'une surélévation de l'ouvrage:

«Deux zones sismogènes apparaissent déterminantes:

- l'une, reconnue active, constituée par la plaine de Cul-de-Sac et la fosse d'Enriquillo. Un séisme de magnitude 7 y est envisagé, survenant à 30–40 km de distance du site, ce qui générerait

à Péligré des accélérations de 0.10 à 0.15 g,

- l'autre, d'activité moins certaine et en tout cas modérée et assez diffuse, proche du site, correspondrait à d'éventuels mouvements du système faille transaïtien qu'on ne peut exclure a priori. Un séisme de magnitude maximale 6, survenant à proximité immédiate du site, y générerait des accélérations maximales de 0.3 à 0.4 g.»

Le séisme du 12 janvier dernier correspondant à la première zone, les accélérations maximales subies à Péligré devaient ainsi être de l'ordre de 0.1 à 0.15 g.

Les témoignages recueillis sur place permettent de se faire une idée de

l'effet du séisme sur la structure:

- le personnel travaillant dans la centrale en pied de barrage n'a rien senti, probablement en raison du bruit et des vibrations des machines au moment du séisme
- les gardes sur le couronnement ont clairement vu le barrage se déplacer de l'amont vers l'aval pour revenir frapper la retenue, ce qui a entraîné des gerbes d'eau
- pas de mouvements transversaux ressentis
- la retenue a frémi, des remous et des vagues sont apparus, «comme un sillage de chaloupe».

Les paramètres techniques des conditions de l'ouvrage lors du séisme sont les suivants:

- niveau de l'eau dans la retenue: 166.17 à 15h00 (soit environ 80 cm sous le niveau de retenue normal)
- niveau d'envasement: inconnu
- niveau d'eau aval: non mesuré, en rapport avec l'exploitation d'un groupe
- état des organes hydro-mécaniques: vannes de fond fermées, vannes d'évacuateur de crue fermées, vannes de garde usinières ouvertes
- état des groupes: groupe 3 en fonction (env. 10 MW)



Figure 2. Vue de l'aval du barrage de Péligré.

Peu de jours après le séisme, EDH a demandé à ses équipes sur place de faire une inspection détaillée du barrage. Aucune anomalie n'a été décelée. Au cours de cette inspection, le fonctionnement des organes hydromécaniques essentiels a été vérifié:

- fonctionnement du chariot de manutention de la vanne de garde des pertuis de fonds (sans tentative d'obturation de ceux-ci)
- fonctionnement des vannes de vidange de fond
- fonctionnement des vannes-secteur de l'évacuateur de crue
- fonctionnement des vannes de tête des conduites forcées.

Le rapport élaboré par les ingénieurs d'EDH indique qu'aucun organe n'a été affecté par le séisme.

4. Inspection du barrage

Comme le système d'auscultation du barrage et de ses abords est des plus précaires, il convenait d'effectuer une inspection visuelle détaillée, étant à la recherche d'indices prouvant un endommagement de la structure, une faiblesse des organes hydromécaniques ou un comportement suspect affectant la sécurité de l'ouvrage.

Une visite détaillée et systématique du barrage a permis de vérifier les points suivants:

- l'alignement du couronnement indique l'absence de tassements ou de déformations transversales
- sur le couronnement, les joints entre plots ne montrent aucun signe de glissement entre joints, ni d'épaufrure de compression
- aucune fissure n'est visible sur les faces aval de la structure; les joints entre plots ne laissent apercevoir aucune trace de fuite, passée ou récente; les lentilles de coulis de ciment laissées par le mauvais ajustement des coffrages au niveau des joints entre les plots sont intactes, preuve de l'absence de mouvements différentiels amont-aval
- la partie visible du parement amont, lors de la visite, montre une surface lisse et en excellent état
- la tour du limnigraphe, élancée et peu rigidifiée est intacte alors qu'elle aurait été la première des structures à subir des dommages si l'accélération sur site avait été supérieure à ce qu'elle a été
- les seuils et les piliers de l'évacuateur de crue ne présentent aucune anomalie, ni fissuration, ni éclatement de béton; les appuis des vannes-segment sont également intacts
- les structures du pont franchissant l'évacuateur de crue sont en bon état,

malgré une fissuration très limitée préexistante au séisme

- la galerie de pied est exempte de la moindre fissure. Par contre, les piézomètres et vannes-robinet d'origine sont hors d'usage. L'un des piézomètres est cassé et alimente en permanence la galerie de pied, nécessitant un pompage qui devrait être permanent mais n'est opéré qu'irrégulièrement.

En ce qui concerne le fonctionnement des organes hydromécaniques:

- des tests de fonctionnement ont été réalisés sur les vannes de vidange de fond avec une ouverture de 20 à 30 cm, puis fermeture complète. Les pertuis de vidange de fond 2, 3 et 4 présentent des fuites, très importantes en ce qui concerne la vidange 3. Bien que potentiellement dangereux, le débit de ces fuites n'a pas augmenté depuis le séisme.
- aucun reniflard dédié à l'aération du jet à l'aval de la vanne de garde des vidanges de fonds ou des prises usinières ne semble avoir été déplacé ou endommagé par le séisme. Par contre, comme déjà relevé lors de la visite de contrôle de 2009, leur état est des plus préoccupant et le risque de perte d'eau incontrôlée due à la rupture de l'un d'eux est très réel.



Figure 3. Tour du limnimètre, évacuateur de crue et organes hydromécaniques des vidanges de fond et des prises usinières.

- un lourd chariot sert à manipuler la vanne de garde des pertuis de vidange de fond. Au repos, le charriot est arrimé au couronnement. Il se déplace horizontalement pour servir les 4 vidanges. Un test de déplacement et de descente de la vanne a été effectué à satisfaction.
- un test de fonctionnement a été réalisé sur la vanne de garde du groupe 3 avec obturation complète. Aucun dégât n'a pu être constaté.
- un groupe électrogène récent de 500 kW est installé dans un local attenant à la centrale. Il dessert non seulement la centrale mais aussi tous les organes hydromécaniques du barrage. Ce groupe est régulièrement utilisé et fonctionne correctement.

Lors d'une inspection d'un ouvrage de retenue, et notamment après un séisme, il convient d'examiner les abords du barrage, notamment ses rives, car des glissements ou des déstabilisations de massifs rocheux, s'ils n'ont pas été activés lors de l'événement, pourraient l'être ultérieurement. En amont, les rives à proximité directe du barrage sont peu escarpées et rocheuses. Elles ne présentent pas de risque d'instabilité et

en tout cas aucun signe de déstabilisation suite au séisme. La topographie de la rivière en aval est relativement plus encaissée à l'entrée de gorges resserrées. Toutefois, aucun signe d'obstruction de la rivière par un éboulement n'a pu être identifié. Par contre l'appareillage rocheux de la digue de fermeture en rive gauche a probablement vu son état se dégrader un peu plus lors du séisme, sans que la sécurité globale de l'ouvrage n'en soit affectée à ce stade.

En définitive, les seuls dégâts consécutifs au séisme se sont produits au niveau des accès à l'arrière du bâtiment de la centrale qui a été obstrué par plusieurs blocs rocheux détachés de la falaise qui surplombe l'aménagement en rive droite, sans causer de victime ni de dégâts majeurs.

5. Conclusions

L'inspection du barrage de Péligre effectuée deux mois après le séisme du 12 janvier 2010 montre que l'ouvrage s'est comporté de façon tout à fait satisfaisante. Aucun signe prouvant une altération de la sécurité du barrage par rapport à la situation qui prévalait avant le séisme n'a pu être décelé, que ce soit en termes de fissures ou de pertes d'eau.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer le fait qu'aucun dommage n'ait été constaté:

- la conception robuste de l'ouvrage
- l'excellente qualité du béton
- la robustesse des équipements hydro-mécaniques
- la sollicitation dynamique à laquelle le barrage a été soumis probablement limitée
- les caractéristiques mécaniques de la roche de fondation, moins rigide que le béton de l'ouvrage.

Cependant, hormis la sécurité de l'ouvrage vis-à-vis des crues, deux causes pourraient affecter la sécurité à moyen et long terme:

- un événement sismique de plus grande ampleur sur site, généré par le système de failles du Nord de l'île. Une étude de l'aléa sismique et une vérification de la tenue au séisme de l'ouvrage seraient nécessaires.
- la rupture d'un des organes hydromécaniques (vanne de vidange de fond ou reniflard). Une réfection indispensable est prévue dans le cadre de la réhabilitation de la centrale.

La mission d'inspection du barrage de Péligre a été l'occasion de formuler un certain nombre de recommandations relatives à l'entretien ou à l'auscultation de l'ouvrage. Cependant, le désarroi dans lequel le pays est plongé fait qu'il convient de relativiser les standards suisses en matière de sécurité des ouvrages d'accumulation. En définitive la sécurité du barrage repose essentiellement sur la sécurité structurale de l'ouvrage, indemne suite au séisme de janvier 2010.

Enfin, il convient de relever le professionnalisme des responsables d'EDH en charge de l'ouvrage, que ce soit sur place, à Péligre, ou au siège, à Port au Prince, leur appui apporté tout au long de cette mission d'inspection ainsi que leur disponibilité sans faille assurée dans un contexte particulièrement difficile.

Adresse des auteurs

Patrice Droz

STUCKY SA

Rue du Lac 33, Case postale

CH-1020 Renens VD 1

Tél. direct +41 (0)21 637 15 40

Tél. +41 (0)21 637 15 13

pdroz@stucky.ch; www.stucky.ch

Daniel Hegetschweiler

Fichtner GmbH, Stuttgart



Die Kommunikation der Information

buag
Grafisches Unternehmen AG
CH-5405 Baden-Dättwil - www.buag.ch

Für Informationsfluss in geordneten Bahnen.
buag-Kommunikations-Full-Service

Für die Konzeption und Realisation von Dokumentationen, Publikationen, Berichten und Broschüren steht Ihnen ein Team von Fachleuten mit einer nahtlosen Netzwerkstruktur zur Verfügung, die sich flexibel auf Umfang und Art Ihres Informationsprojektes einstellen können. Sie halten so Ihren Informationsfluss, aber auch Ihre Budgets in geordneten Bahnen. Informieren Sie sich unter www.buag.ch und verlangen Sie die Broschüre «Die Kommunikation der Information» oder rufen Sie einfach Tel. 056 484 54 54 an.