



MISE EN SECURITE DE BARRAGES AUX USA

FUSEGATE® SYSTEM

BARRAGE DE CEDAR CLIFF

BARRAGE DE CANTON

BARRAGE DE PIKES CREEK

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

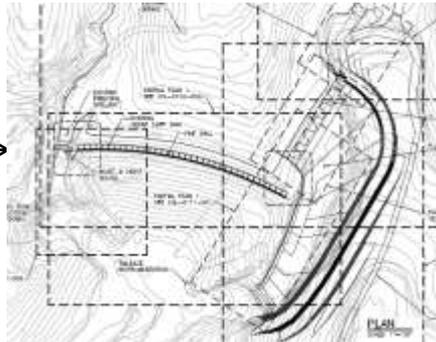
Introduction



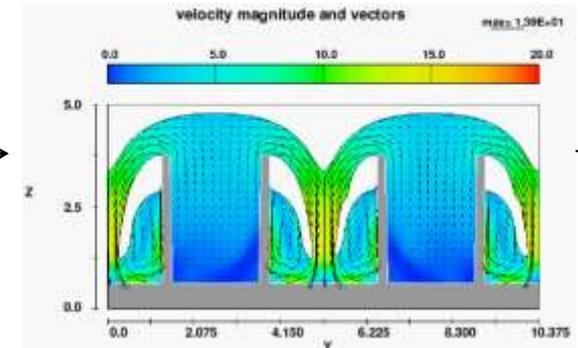
Description du projet



Choix de la solution



CFD



Modèle physique

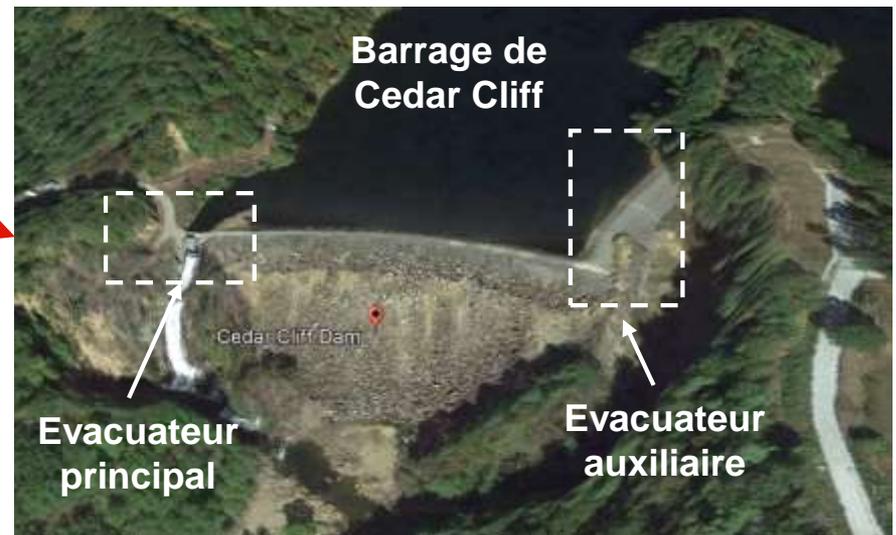


REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Localisation



Cedar Cliff est situé en Caroline du Nord à 6 miles de Cullowhee et à 40 miles d'Asheville



REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Caractéristiques principales



Rôle du barrage

- ✓ Production électrique
- ✓ Exploitant Duke Energy

Chiffres clés

- ✓ Barrage en enrochement
- ✓ Longueur : 670 ft
- ✓ Hauteur : 100 ft
- ✓ Crête : 2 341,48 ft

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Caractéristiques principales



Evacuateur principal:

- ✓ Largeur : 25 ft
- ✓ Nbre de vannes radiales : 1
- ✓ Dimensions : 25 ft x 25 ft

Evacuateur auxiliaire

- ✓ Deux digues fusibles
- ✓ Largeur : 2 x 100 ft

Capacité d'évacuation

- ✓ $Q_{max} = 10\,000 \text{ cfs} + 2 \times 22\,000 \text{ cfs}$ (618 m³/s)

Hydrologie révisée :

- ✓ Crue de Projet : PMF
- ✓ Débit de pointe : 183 948 cfs (5 167 m³/s)

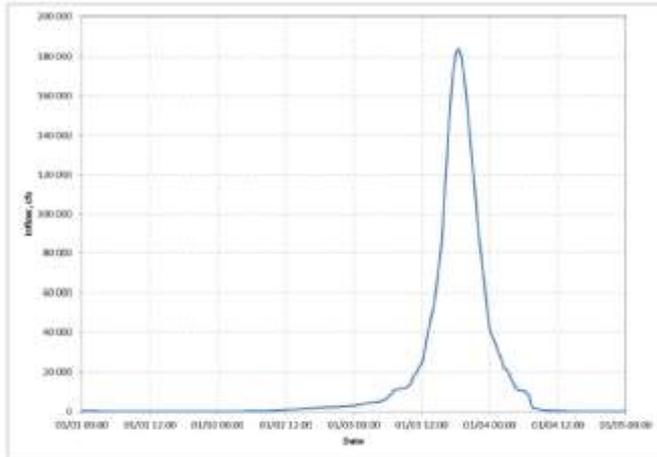
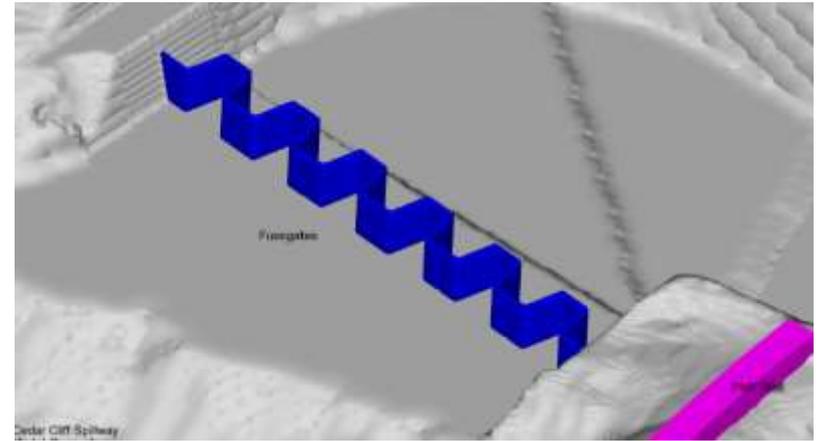
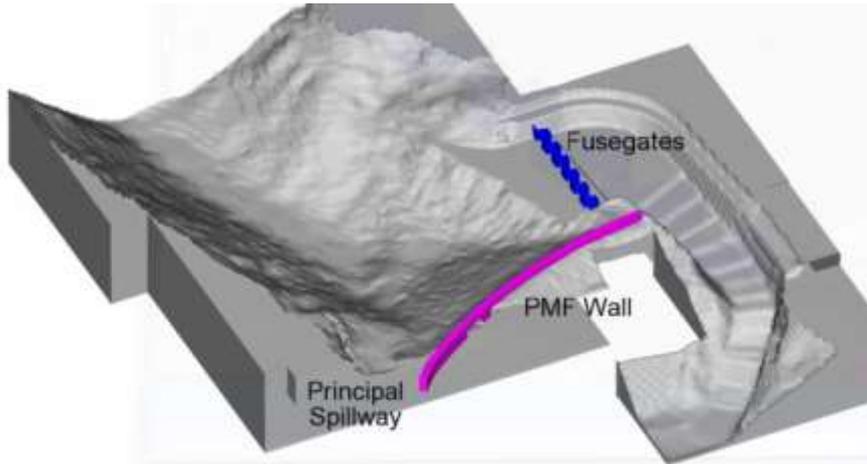


Figure 7 – Design flood inflow hydrograph

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Solution retenue



Evacuateur principal



Evacuateur auxiliaire



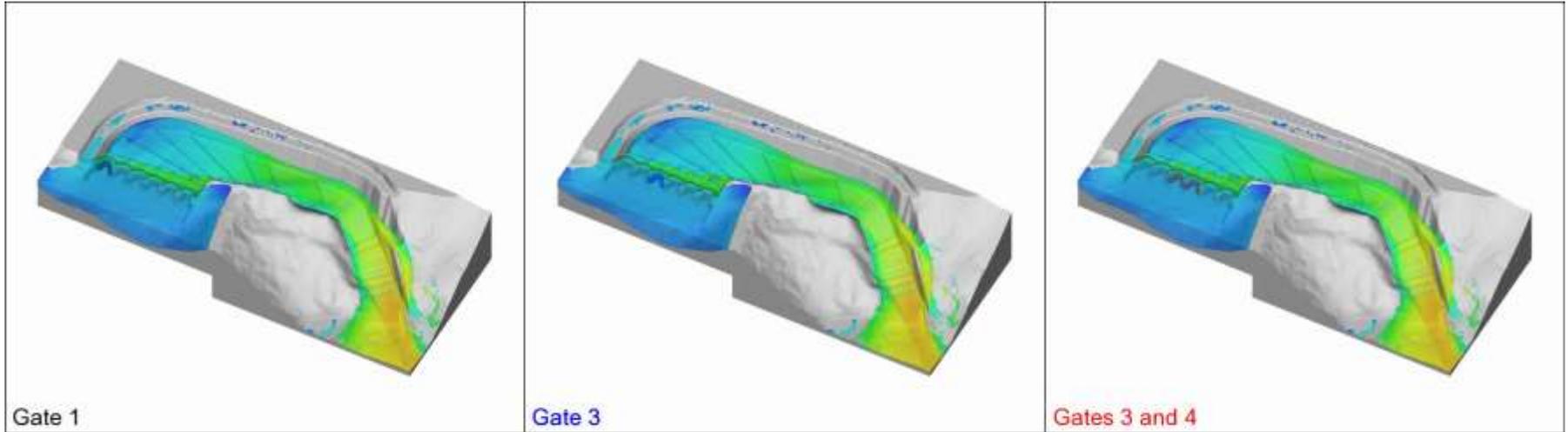
Réhausse du barrage

- ✓ Largeur : 25 ft
- ✓ 1 vanne radiale (25 ft x 25 ft)

- ✓ 6 Fusegates[®] semi-labyrinthe
- ✓ Largeur 41 ft 8 in
- ✓ Hauteur : 25 ft

- ✓ 6 ft

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF CFD

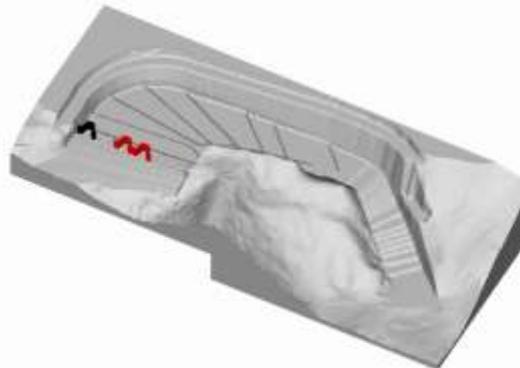


Time = 0.00000

Gate 1

Gate 3

Gates 3 and 4

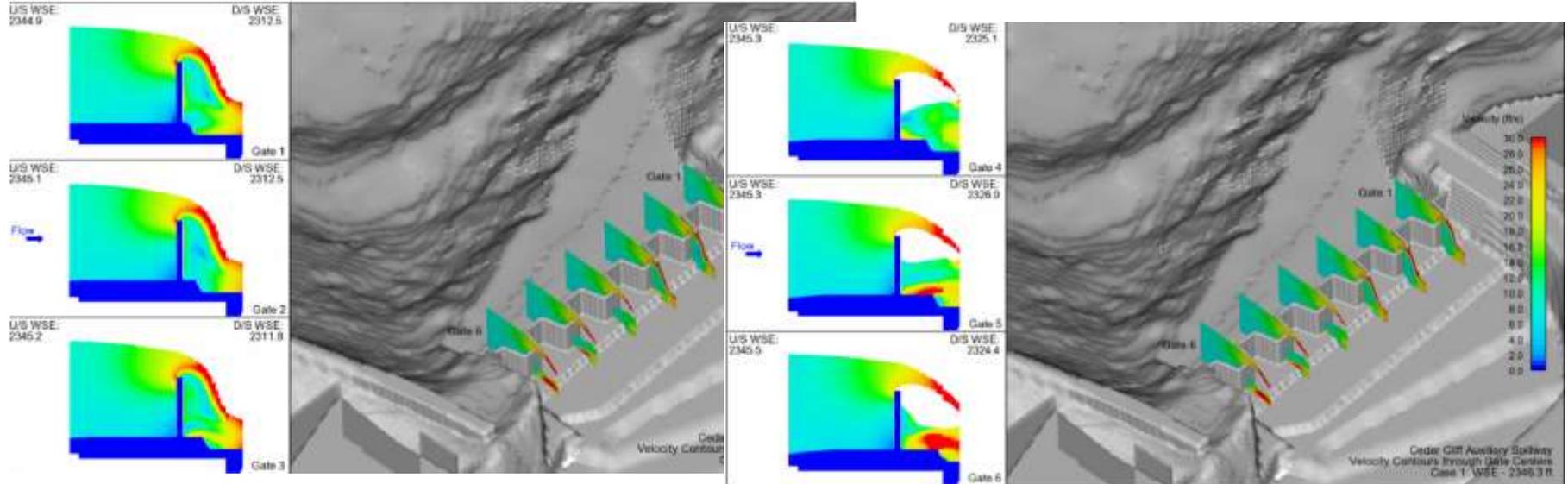


Velocity (ft/s)



Cedar Cliff Auxiliary Spillway
Gate Activation Tests
Velocity Contours

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF CFD



Conception des Fusegates®

- ✓ Niveau d'eau amont
- ✓ Niveau d'eau aval

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Questions liées à l'aération



- ✓ **Le niveau d'eau déterminé par la CFD est-il fiable ?**
- ✓ **Faut-il aérer l'écoulement ?**
- ✓ **Si oui, comment réaliser cette aération ?**
- ✓ **Quel est l'impact sur la stabilité des Fusegates[®] ?**

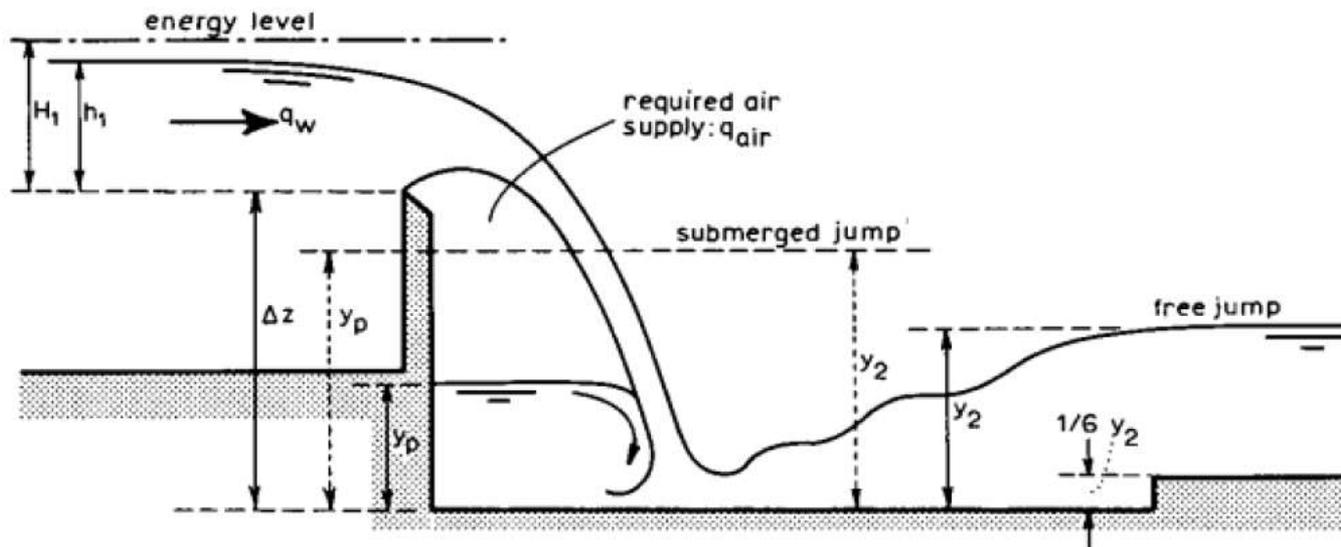


REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Calcul du débit d'air

FORMULE DE HOWE (1955)

$$q_{air} = 0.1 \frac{q_w}{(y_p/h_1)^{1.5}}$$

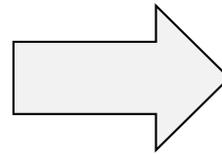


REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Modèle hydraulique physique



Les similitudes de Froude ne permettent pas de modéliser les phénomènes d'entraînement d'air.



Nécessité de limiter le facteur d'échelle

REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Modèle hydraulique physique



- ✓ **Réalisation de deux modèles physiques aux échelles 1/8 et 1/19**
- ✓ **Le modèle au 1/8 permet une bonne approximation de l'aération de la nappe**
- ✓ **Le modèle au 1/19 permet d'observer l'écoulement sur la totalité de l'évacuateur.**



REHABILITATION DU BARRAGE DE CEDAR CLIFF

Modèle hydraulique physique - Résultats



Modèle au 1/8

- ✓ La nappe est naturellement aérée et le niveau d'eau à l'aval est identique avec ou sans aération de la nappe.



Modèle au 1/19

- ✓ Mesures du niveau à l'aval des Fusegates[®] pour les différentes crues.

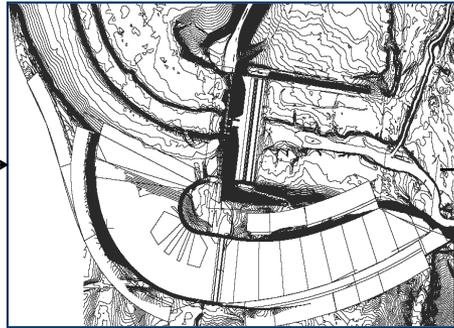


REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

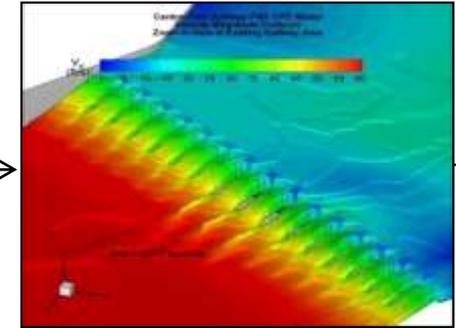
Description du projet



Choix de la solution



CFD



Construction



Modèle physique



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Localisation



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Caractéristiques principales



Rôle du barrage

- ✓ Protection contre les crues
- ✓ Alimentation en eau
- ✓ Irrigation
- ✓ Loisirs

Chiffres clés

- ✓ Barrage en remblais
- ✓ Longueur : 15 000 ft
- ✓ Hauteur : 73 ft
- ✓ Crête : El. 1 648 ft

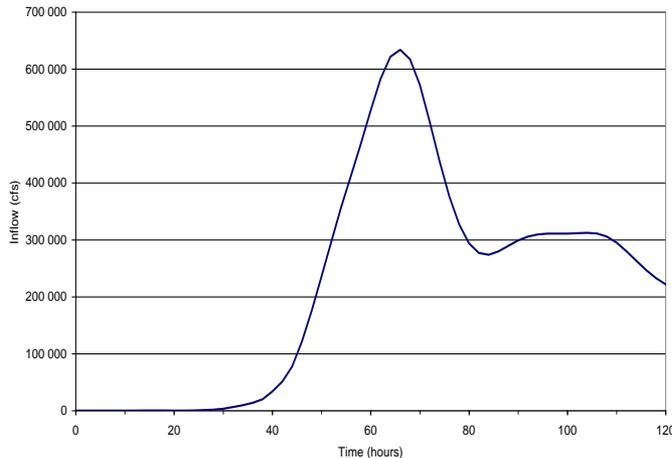
REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Caractéristiques principales



Evacuateur existant:

- ✓ ***Largeur : 780 ft***
- ✓ ***Nbe de vannes radiales : 16***
- ✓ ***Dimensions : 25 ft x 40 ft***
- ✓ ***Capacité d'évacuation : 339 000 cfs (9 524 m³/s)***

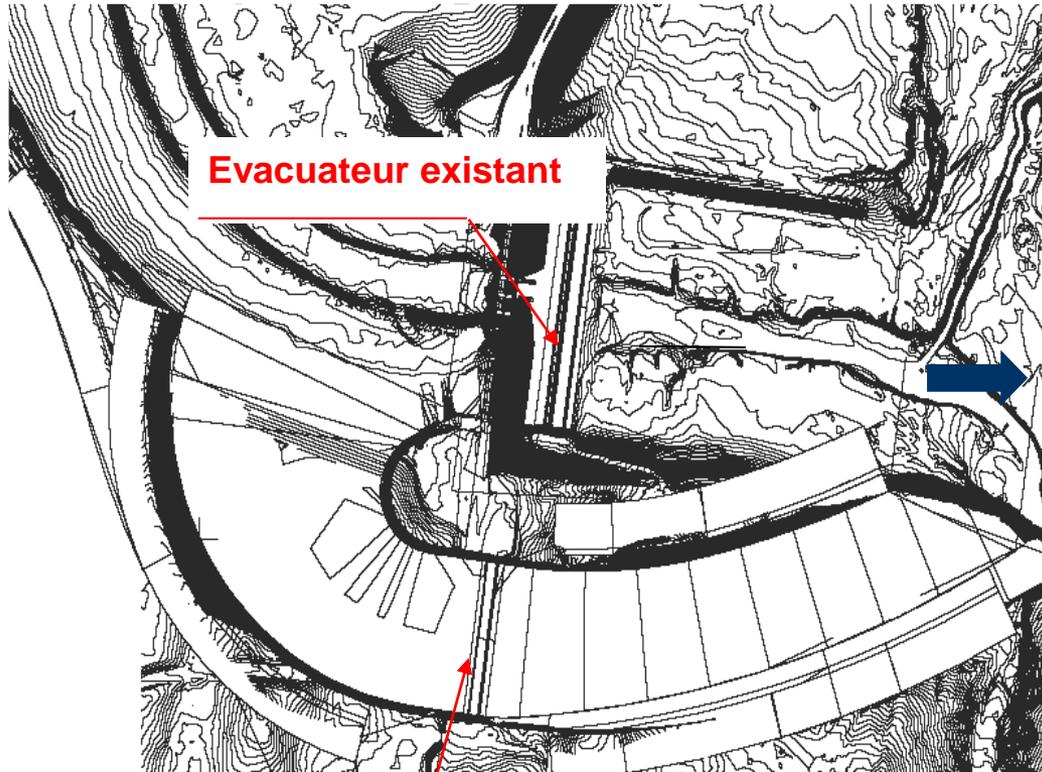


Hydrologie:

- ✓ ***Crue de Projet : PMF***
- ✓ ***Débit de pointe : 634 000 cfs (17 811 m³/s)***
- ✓ ***Volume de stockage : 266 000 ac-ft***

REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Solution retenue



Evacuateur existant

Evacuateur auxiliaire

Solution retenue - Construction d'un évacuateur auxiliaire

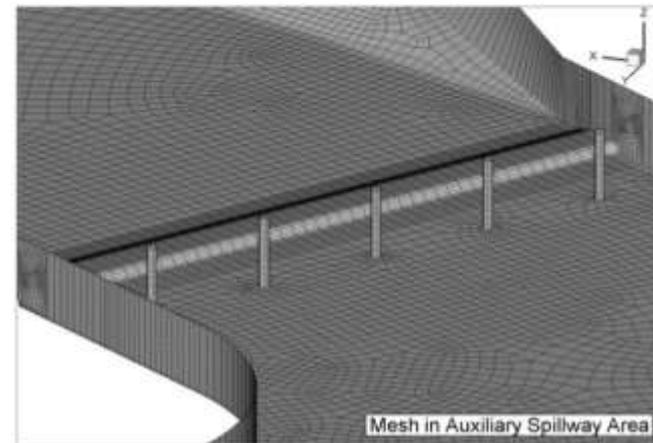
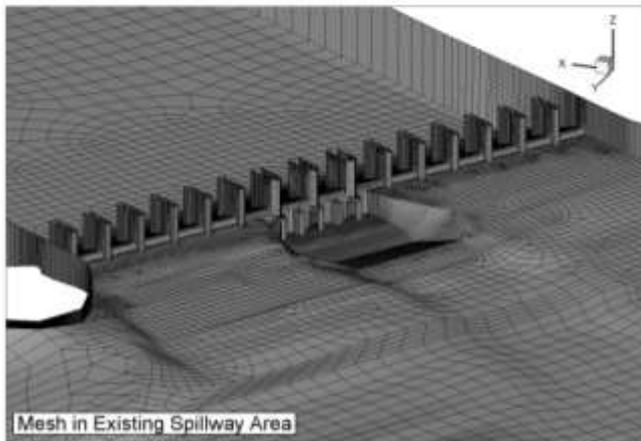
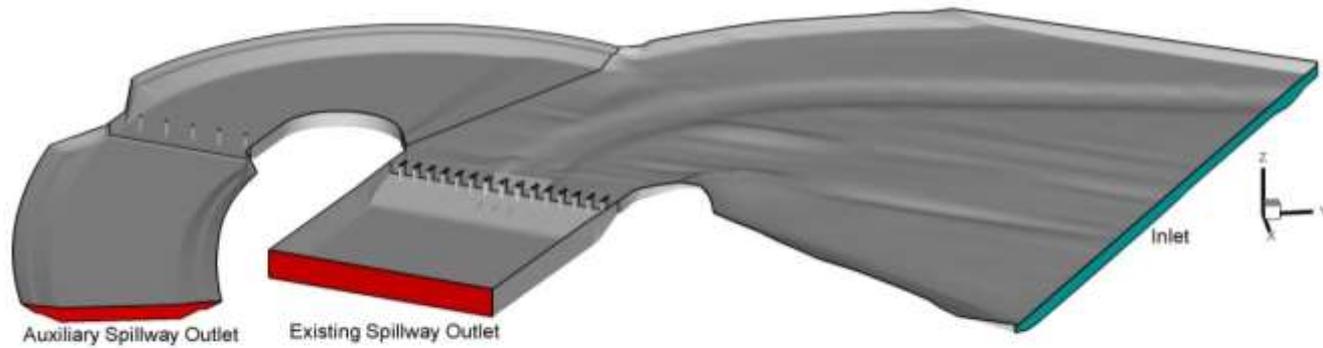
- ✓ Largeur : 480 ft
- ✓ 9 Fusegates[®] : 32 ft de haut et 53,10 ft de large

- **Objectif des études hydrauliques:**
 - **Tester la solution retenue, rechercher des réductions de coûts et s'assurer que la PMF passe sous le MWL**

- **Modèles numérique et physique :**
 - **Le modèle numérique a été utilisé pour étudier différentes configurations géométriques et choisir la meilleure.**
 - **Un modèle physique à grande échelle a été construit pour la solution retenue**
 - **Le modèle physique a servi à calibrer et à valider la CFD**

REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

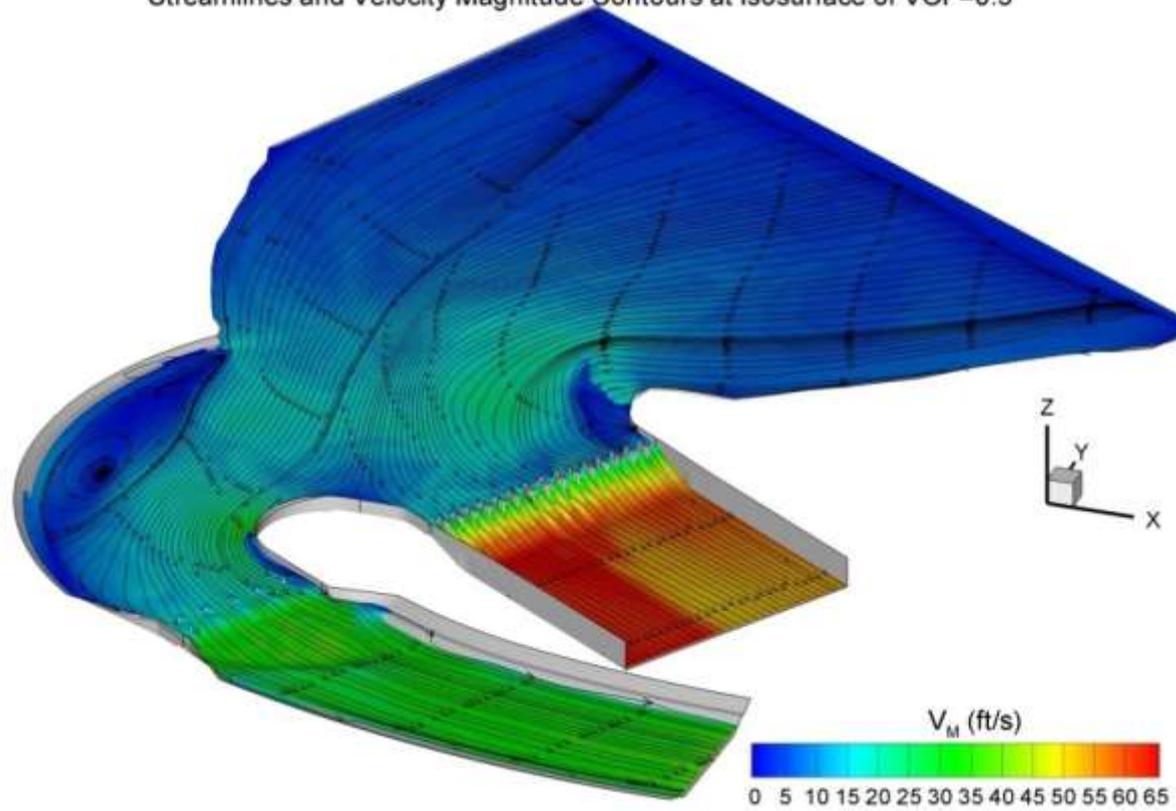
Modèles numérique et physique



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

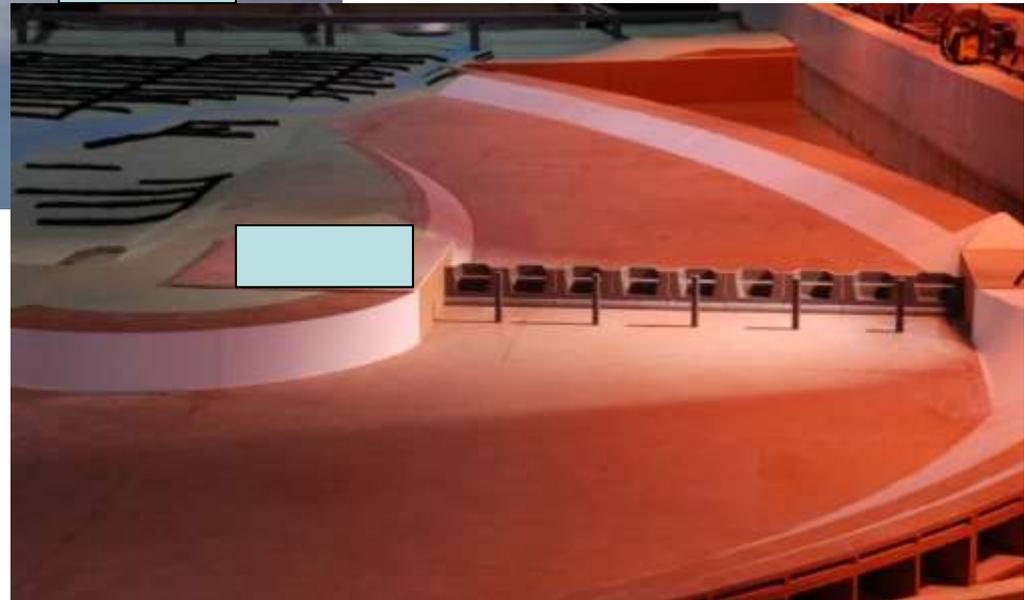
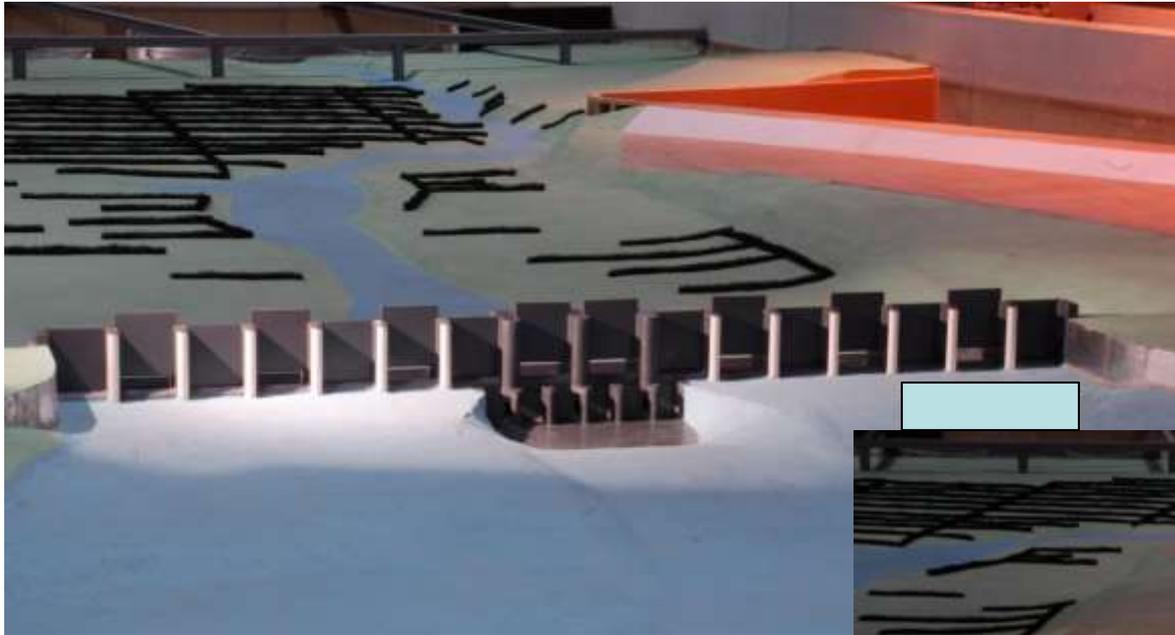
Modèles numérique et physique

Canton Dam Spillway PMF CFD Model
Streamlines and Velocity Magnitude Contours at Isosurface of VOF=0.5



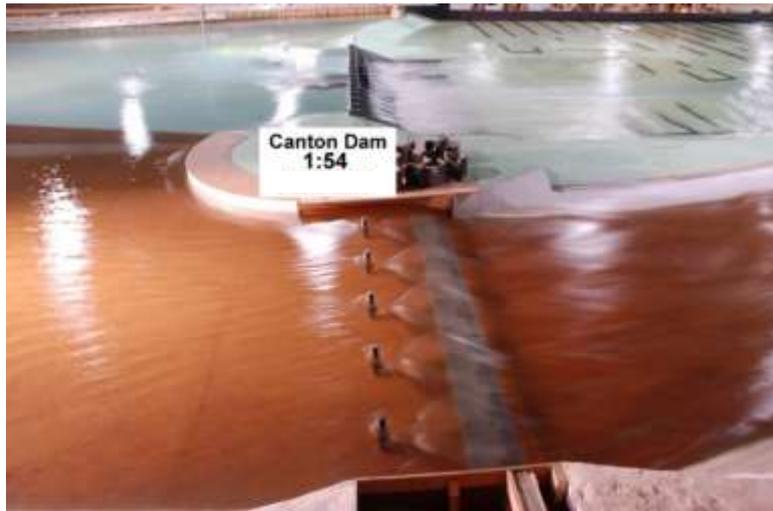
REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Modèles numérique et physique



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Modèles numérique et physique



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Travaux – prise d'eau



Inake Monolith Facts

Intake Opening: 16 ft x 16 ft Square

Intake Elevation: 1616.5

Adjusted Trash Rack to reduce head losses
for hydraulic modeling.

REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Travaux – seuil



Downstream Apron Facts

Filter: 1-1/2 ft Sand, 1-1/2 ft Gravel,
1 ft Open Graded Material

Concrete Slab: 4 ft Thick

982 Anchors in Contract

250 Proof Tested, 4 Failed & Replaced



REHABILITATION DU BARRAGE DE CANTON

Travaux - Fusegates® semi-labyrinthe



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Description du projet



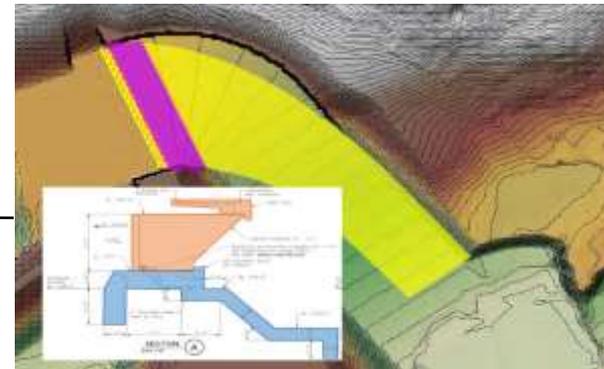
Choix de la solution



Construction



CFD



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Localisation



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Description



Rôle du barrage

- ✓ Alimentation en eau
- ✓ Exploité par PAW

Chiffres clés

- ✓ Barrage en remblais
- ✓ Longueur : 2 155 ft
- ✓ Hauteur : 65 ft



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Description

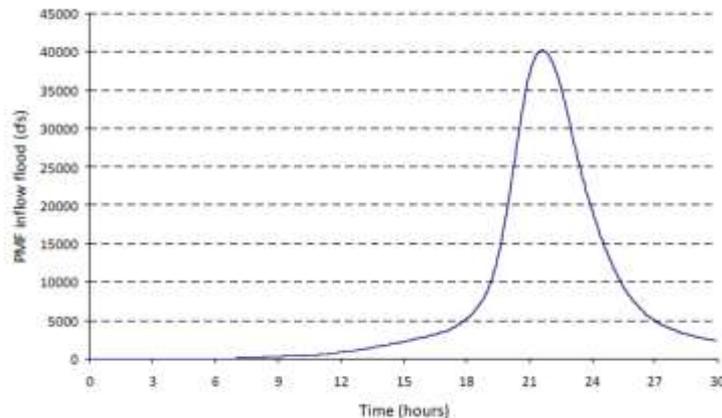


Evacuateur principal :

- ✓ **Largeur : 70 ft**
- ✓ **Côte du seuil : 1059,0 ft**

Evacuateur auxiliaire :

- ✓ **Seuil équipé de "flash board"**
- ✓ **Largeur : 250 ft**
- ✓ **Côte du seuil : 1 061,3 ft**



$Q_{total} = 9\ 246\ cfs\ (260\ m^3/s)$

Hydrologie:

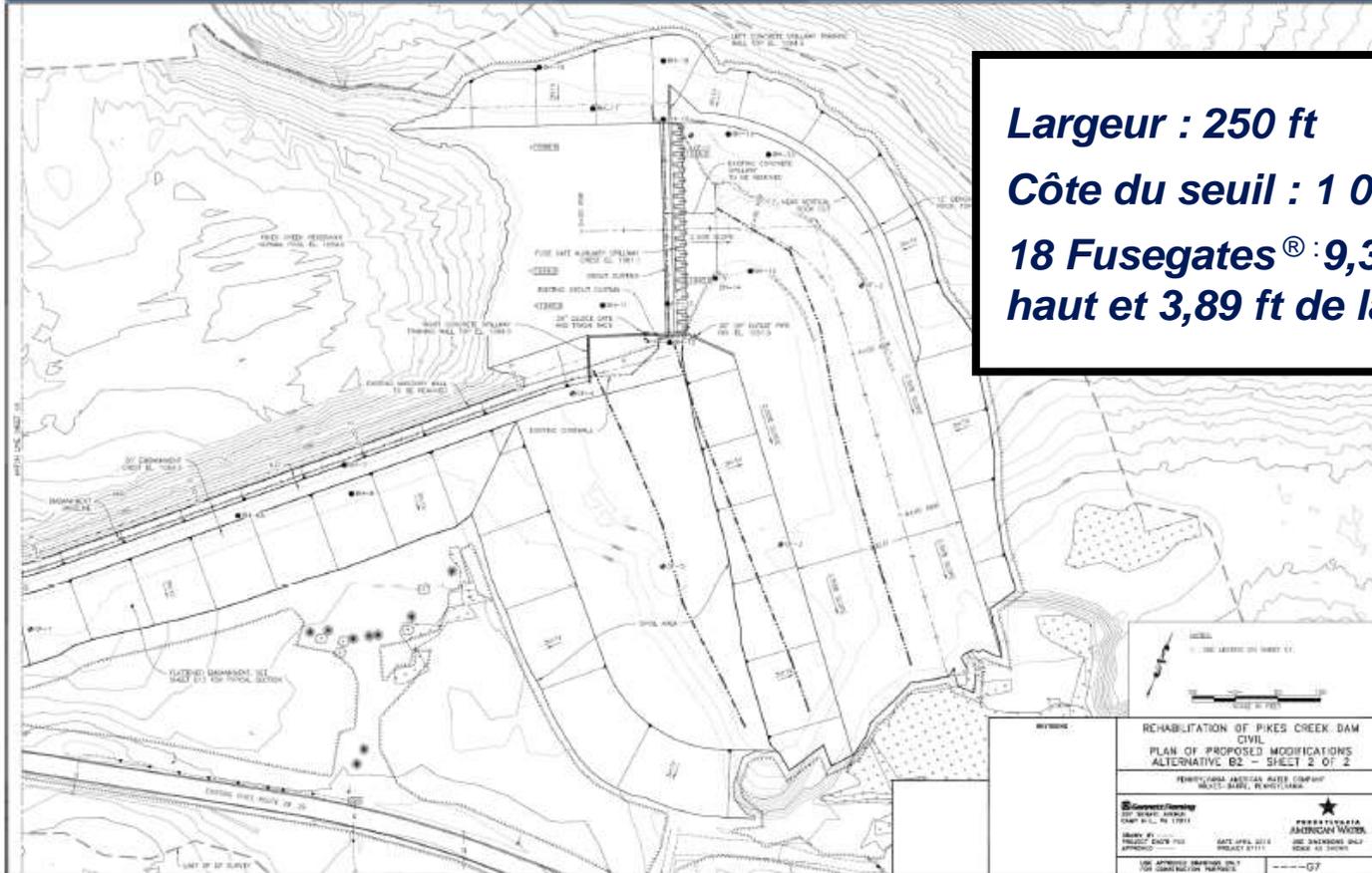
- ✓ **Crue de Projet : PMF**
- ✓ **Débit de pointe : 40 202 cfs
(1 130 m³/s)**

REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Solution retenue



Alternative 3 – Hydroplus Fusegates



Largeur : 250 ft
Côte du seuil : 1 051,70 ft
18 Fusegates® : 9,33 ft de haut et 3,89 ft de large

REHABILITATION OF PIKES CREEK DAM
CIVIL
PLAN OF PROPOSED MODIFICATIONS
ALTERNATIVE 02 – SHEET 2 OF 2

REVISIONS: NONE

DATE: 07/11/2014

PROJECT: 0111

SCALE: AS SHOWN

07

REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Travaux - coffrage



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Travaux - Fusegates®



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Travaux - pesage



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Travaux – pose des Fusegates®



REHABILITATION DU BARRAGE DE PIKES CREEK

Travaux



74 projets de Fusegates® réalisés dans le monde

