



Aménagement de la Péribonka

Excavation de la centrale et des ouvrages connexes

Le 3 novembre 2005
Université Laval



1.0 Introduction

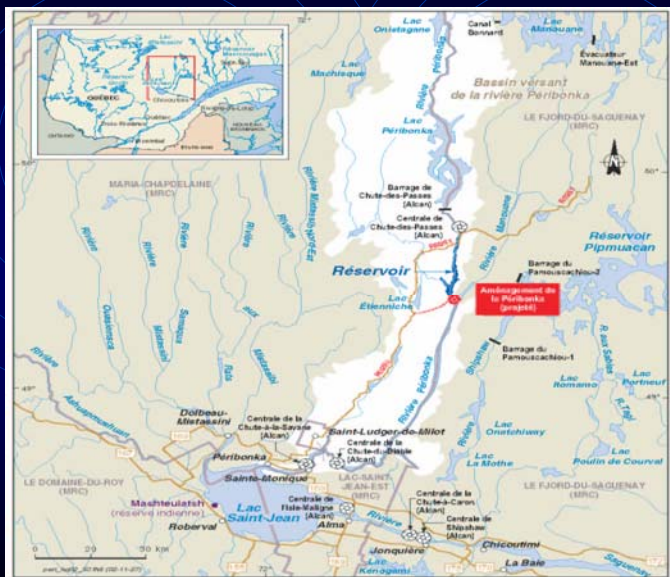
Le but de la présentation est de résumer les travaux d'excavation de roc des structures permanentes, réalisés dans le cadre du complexe Hydro Québec de la centrale Péribonka.



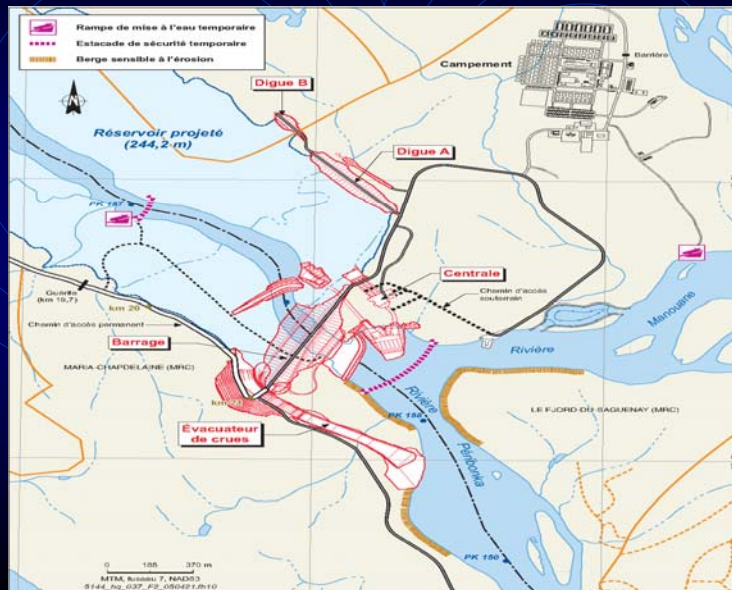
Table des matières

- 2.0 Localisation du projet.
- 3.0 Vue générale du projet.
- 4.0 Critères généraux d'excavation.
- 5.0 Excavation de la galerie de dérivation.
- 6.0 Excavation de la centrale phase 1 (partie non bétonnée).
- 7.0 Excavation de la prise d'eau.
- 8.0 Excavation de la centrale (exc. phase 2).
- 9.0 Excavation de l'évacuateur de crues.

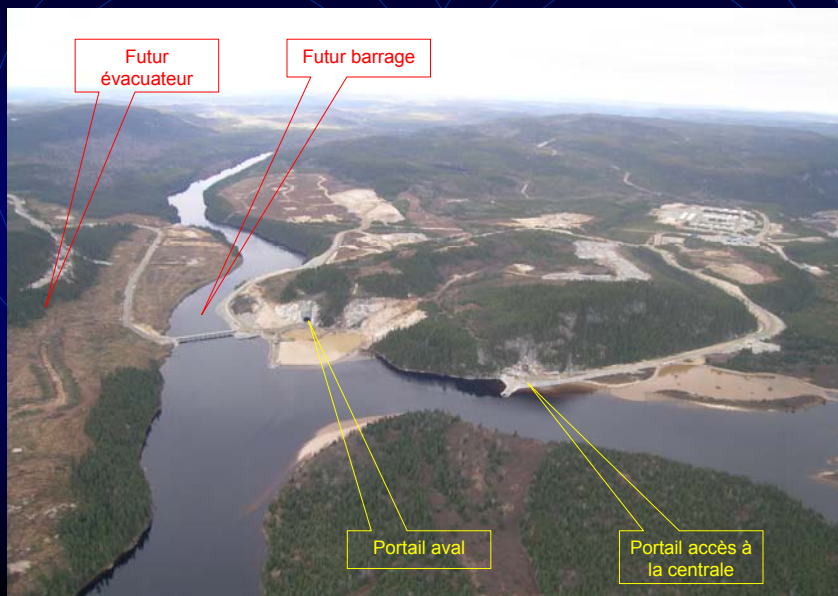
2.0 Localisation du projet



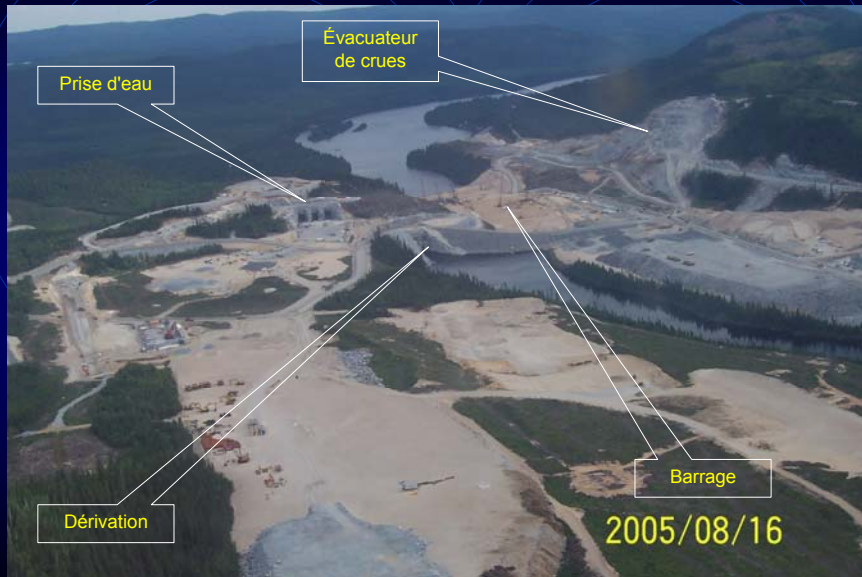
3.0 Vue d'ensemble du projet



3.1 Vue vers l'amont (août 2004)

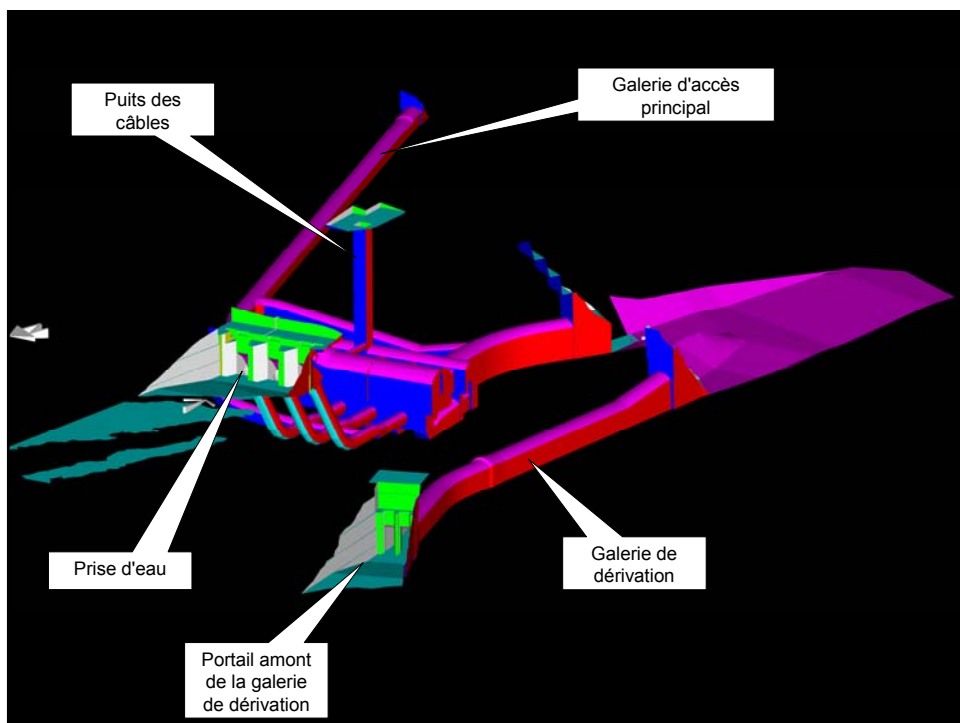
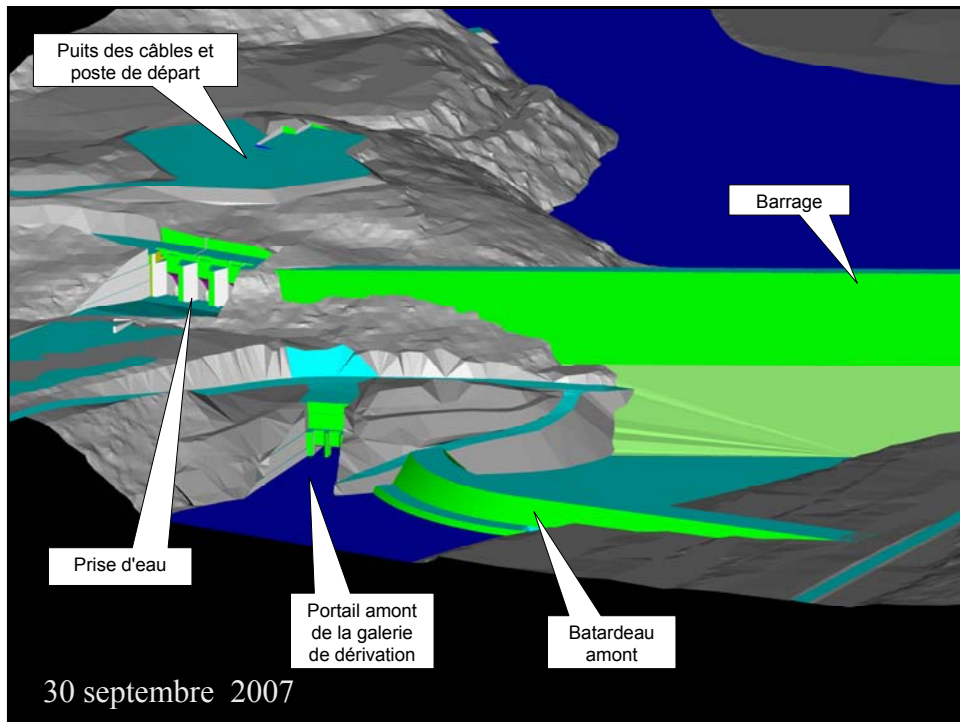


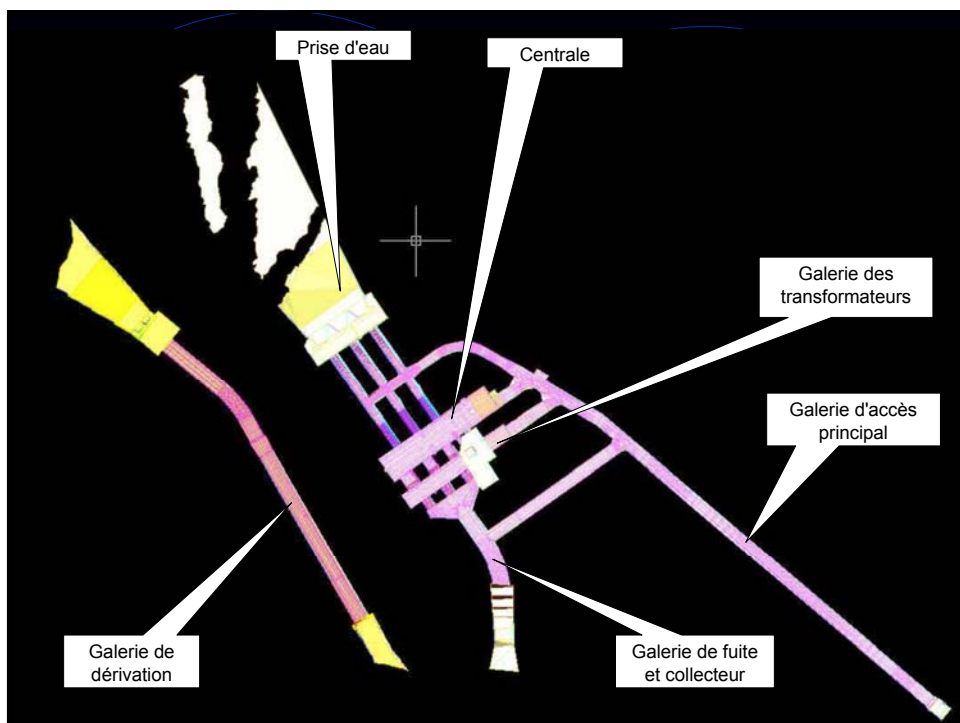
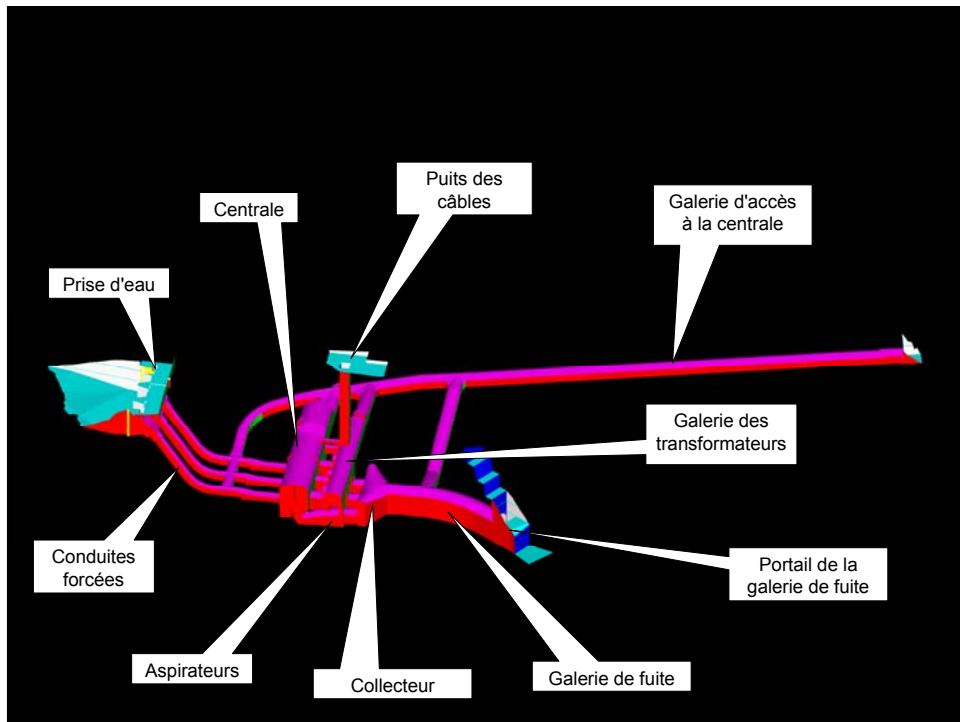
3.2 Vue vers le sud-ouest



3.3 Vue vers l'aval







4.0 Critères généraux d'excavation

- Dynamitage périphérique contrôlé obligatoire contre les parois finales en ciel ouvert et dans toutes les excavations souterraines:
 - Préclivage (espacement nominal de 600mm)
 - Sautage amorti
 - Sautage adouci
 - Forage aligné
- Explosifs "encartouchés" dans les trous périphériques.

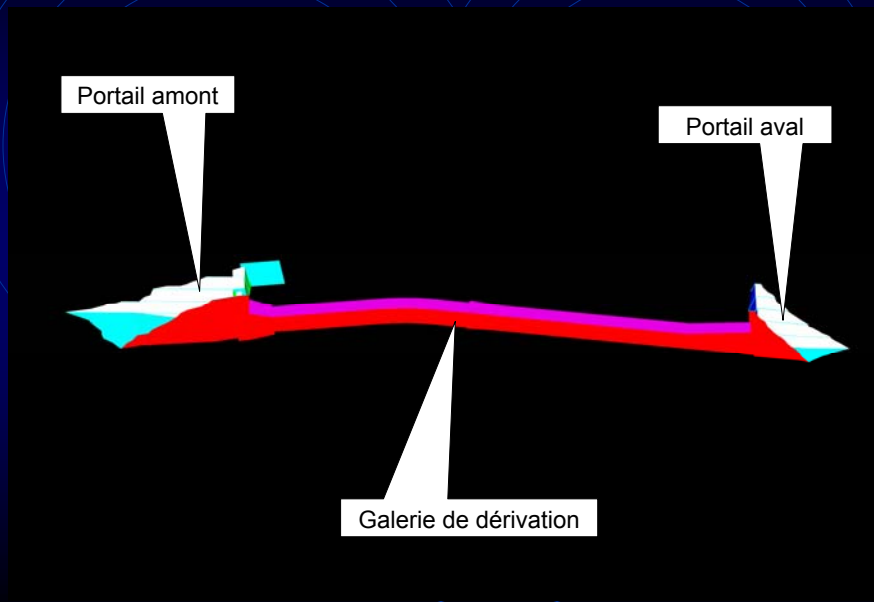
4.0 Critères généraux d'excavation

- Banquettes
 - Hauteur maximale des banquettes: 10m
 - Diamètre de forage: 75 à 114mm
 - Dans les banquettes, le préclivage doit précéder la banquette d'une longueur de banquette.
- Percées frontales
 - Longueur maximale des volées: 5.8m
 - Diamètre de forage: max. 65mm

4.0 Critères généraux d'excavation

- Charge maximale d'explosif par période d'amorce: 150 kg.
- Chargement des trous périphériques: 0.65 kg/m² excluant la charge de fond.
- Vitesse sismique maximale: 150mm/sec à 30m du sautage.
- Vitesse sismique maximale: 80mm/sec au droit des ouvrages en béton.
- Utilisation de 3 séismographes pour tous les sautages.

5.0 Excavation de la galerie de dérivation



5.1 Spécifications

- Largeur: 13.5 m
- Hauteur: 16.0 m
- Longueur: 335 m
- Volume des portails: 103 000 m³
- Total du volume de roc excavé: 175 000 m³
- Excavation débutée mai 2004 et terminée en septembre 2005. Bouchons en février et mars 2005.

5.2 Séquence d'excavation

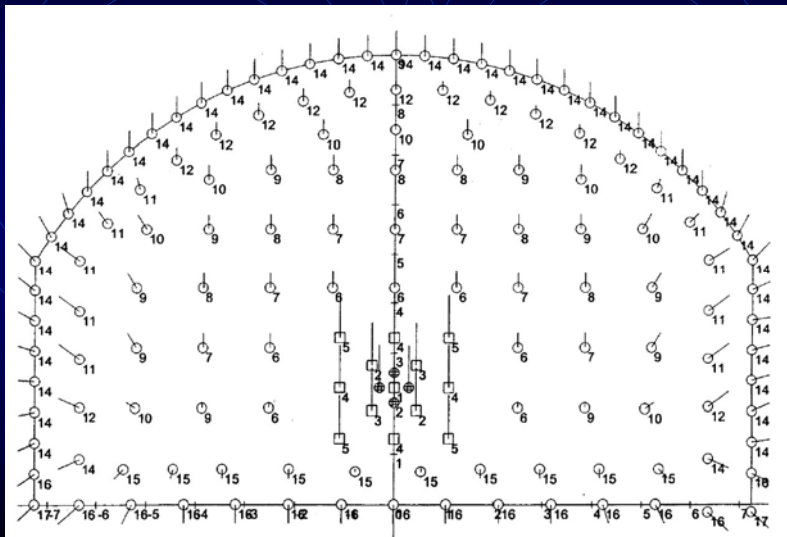
- Excavation des portails par banquettes
- Excavation de la galerie en 2 étapes:
 - Excavation en percée frontale d'une galerie de forage, pleine largeur x 9m de hauteur, à partir des 2 bouts. Longueur des volées: 5.8m forés.
 - Volume par volée: 655 m³
 - Excavation par banquette de 7m de hauteur, pleine largeur x 10 à 15m de longueur à partir des 2 bouts.
- Excavation des bouchons suite au bétonnage du portail amont

5.3 Plans de tir - Percée frontale supérieure

Trous de masse: 57mm

- Patron: 1.2m x 1.35m
- Chargement: DynoMix & Dyno AP 45x400mm
- Trous tampons
 - Patron: 0.7m x 1.0m
 - Chargement: DynoMix & D-15
- Trous périphériques
 - Espacement: 600mm c/c
 - Chargement: Dyno AP Presplit 25mm x 4.8m

Plans de tir Percée frontale



- Trous de masse: 100mm
 - Patron: 2.50m x 3.07m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & Dyno 1.5SBC (90mm) + D-35
- Trous tampons: 100mm à 600mm du prédé.
 - Patron: 0.6m x 2.5m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & Dyno 1.5SBC (90mm) + D-35
- Trous périphériques: 75mm
 - Espacement: 600mm c/c
 - Chargement: Dynosplit D 19 x 600mm & Unimax 50 x 400mm

aire masse = 168.8 m²

Précisage
1142 ms

Précisage
1159 ms
+ 500 ms
+ 25 ms

500 ms
25 ms

12.5

3,07

13,5

5.4 Résultats - Portail aval



5.5 Sautage du bouchon aval

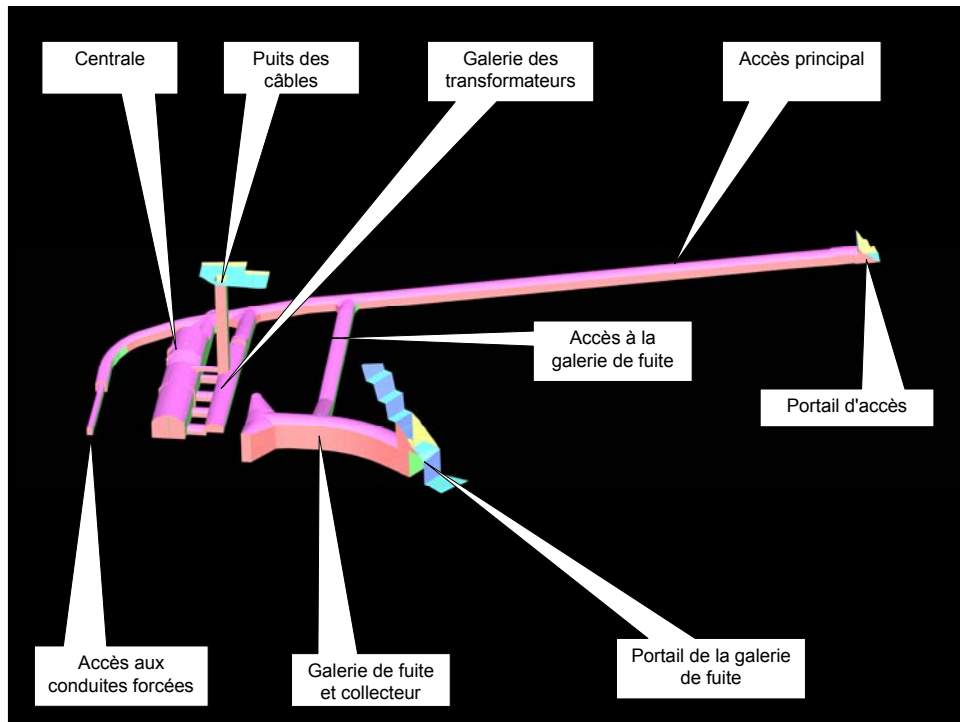


5.5 Sautage du bouchon amont



6.0 Excavation de la centrale (phase 1)

- Excavation de la galerie d'accès principale
- Excavation de la galerie de fuite et du collecteur
- Excavation de la galerie des transformateurs
- Excavation de la centrale, partie non bétonnée
- Excavation de la galerie d'accès aux conduites forcées (prise d'eau)
- Excavation du puits des câbles



6.1.1 Spécifications – Galerie d'accès principal

- Largeur: 11.0 m
- Hauteur: 9.3 m
- Longueur: 485 m
- Volume du portail: 5 500 m³
- Total du volume de roc excavé: 45 650 m³
- Excavation débutée septembre 2004 et terminée en novembre 2004.

6.1.2 Spéc. – Accès temporaire aux conduites forcées

Accès aux conduites forcées

- Largeur: 8.5 m
- Hauteur: 8.5 m
- Longueur: 100 m

Conduites forcées (galerie pilote pour contrat suivant)

- Largeur: 4.5 m
- Hauteur: 6.5 m
- Longueur: 40 m
- Total du volume de roc excavé: 8 600 m³
- Excavation débutée novembre 2004 et terminée en mars 2005.

6.1.3 Spéc. – Galerie de fuite et collecteur

Accès:

- Largeur: 11.0 m
- Hauteur: 9.0 m
- Longueur: 130 m

Galerie de fuite

- Largeur: 15.0 m
- Hauteur: 23.4 m
- Longueur: 103 m
- Volume du collecteur: 20 600 m³
- Total du volume de roc excavé: 71 500 m³
- Excavation débutée novembre 2004 et terminée en avril 2005.

6.1.4 Spéc. – Galerie des transformateurs

- Largeur: 14.0 m
- Hauteur: 8.0 m
- Longueur (incluant l'accès): 162.0 m
- Total du volume de roc excavé: 17 100 m³
- Excavation débutée novembre 2004 et terminée en février 2005.

6.1.5 Spécifications de la centrale

- Largeur: 24.25 m
- Hauteur: 19.4 m
- Longueur (incluant l'accès): 147.5 m
- Total du volume de roc excavé: 55 600 m³
- Excavation débutée novembre 2004 et terminée en avril 2005.

6.1.6 Spécifications puits des câbles

- Dimensions: 8.56m x 9.18 m
- Longueur: 70 m
- Total du volume de roc excavé: 5 500 m³
- Excavation débutée en février 2005 et terminée en mars 2005.

6.2.1 Séquence d'excavation galeries d'accès

- Excavation de la galerie d'accès principale par percée frontale.
- Excavation des travers bancs (accès à la galerie de fuite, accès à la galerie des transformateurs et accès à la centrale) par percée frontale aussitôt les accès disponibles.
- Excavation de la galerie d'accès aux conduites forcées par percée frontale.

6.2.2 Séquence d'excavation galerie de fuite

Excavation de la galerie de fuite et du collecteur en 2 étapes:

- Excavation d'une galerie de forage pleine largeur par percée frontale sur 10m de hauteur.
- Excavation par banquettes de 13m de hauteur.

6.2.3 Séquence d'exc. galerie transformateurs

- Excavation de la galerie des transformateurs en 2 étapes:
 - Excavation d'une galerie pilote de 10 m de largeur, pleine hauteur, par percée frontale.
 - Excavation par abattage de 2 m de largeur, de part et d'autre de la galerie de forage, à la pleine largeur de la galerie des transformateurs.

6.2.4 Séquence d'excavation de la centrale

- Excavation de la centrale en 3 étapes:
 - Excavation d'une galerie pilote de 11 m de largeur et 9 m de hauteur par percée frontale.
 - Excavation par abattage de 6.5 m de largeur, de part et d'autre de la galerie de forage, à la pleine largeur de la centrale.
 - Excavation au niveau final par banquette de 10m de hauteur.

6.2.5 Séquence d'excavation puits des câbles

Excavation du puits des câbles par méthode de la "drop raise".

- Forage de trous de 140mm de diamètre x 70m de profondeur à partir de la surface jusque dans la galerie des transformateurs à l'aide de foreuses de type fond de trou et de tiges de 20 pieds.
- Sautage d'un puits pilote de 4m x 4m par tranche de 2.5m de longueur, suivi d'un abattage aux dimensions finales par tranche de 5m.

Volume de roc excavé: 5 400 m³

6.3.1 Plans de tir – Galeries typiques

Percée frontale (overcut)

- Trous de masse: 57mm
 - Patron: 1.2m x 1.2m
 - Chargement: Dynamix & D-15
- Trous tampons: 57mm
 - Patron: 0.9m x 1.2m
 - Chargement: Dynamix & D-15
- Trous périphériques
 - Patron: 600mm c/c
 - Chargement: Dyno AP 45 x400mm & 25mm x 4.8m en continu.



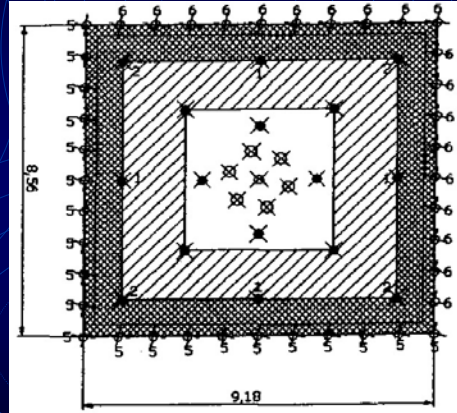
6.3.2 Plans de tir – Banquettes typiques

- Trous de masse: 75mm
 - Patron: 2.1m x 2.7m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & D-35
- Trous tampons: 75mm à 0.75m du prédé.
 - Patron: 0.75m x 2.1m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & D-35
- Trous périphériques: 75mm
 - Patron: 600mm c/c
 - Chargement: Dynosplit D 19 x 600mm

6.3.3 Plans de tir – Puits des câbles

Puits pilote: 140mm

- Patron: 15 trous de masse
- Chargement: Dyno 1.5SB & D-45
- Abattage: 140mm
- Patron: 40 trous périphériques et 8 trous tampons
- Chargement périphérique: Dynosplit E (32mm) & D-45
- Chargement tampon: Dyno 1.5SB & D-45



6.4.1 Résultats galerie d'accès principale



6.4.2 Résultats galerie de fuite et collecteur



6.4.3 Résultats galerie des transformateurs



6.4.4 Résultats centrale



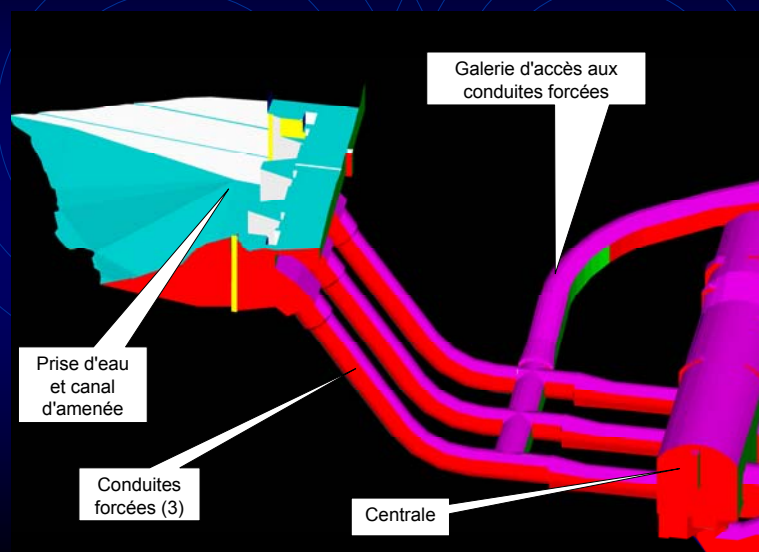
6.4.5 Résultats galerie d'accès aux conduites forcées



6.4.6 Résultats puits des câbles



7.0 Excavation de la prise d'eau et des conduites forcées



7.1.1 Spécifications de la prise d'eau

- Largeur: 62 m
- Longueur: 13 m
- Hauteur: 28 m
- Volume de la prise d'eau: 23 900 m³
- Volume du canal d'amenée: 55 200 m³
- Total du volume de roc excavé: 79 100 m³
- Excavation débutée avril 2005 et terminée en septembre 2005.

7.1.2 Spécifications des conduites forcées

- Nombre: 3
- Diamètre: 8.5 m
- Longueur (chacune): 111 m
 - Transition supérieure: 7 m
 - Partie inclinée: 45 m
 - Coude inférieur: 24 m
 - Partie horizontale: 35 m

Total du volume de roc excavé: 23 700 m³

- Excavation débutée juin 2004 et terminée en décembre 2005.

7.2 Séquence d'excavation

- Excavation du canal d'amenée et de la prise d'eau par banquettes.
- Excavation des conduites forcées en 2 étapes:
 - Horizontales:
 - Excavation d'une galerie pilote 4.5 m x 5.0 m.
 - Abattage des parois.
 - Inclinées:
 - Excavation d'une monterie pilote par Alimak, 2.4m x 2.4m, dans l'éponte supérieure des conduites forcées.
 - Fonçage par banquette de 2.4m de longueur, à la pleine dimension, à partir de la surface.

7.3.1 Plans de tir – banquettes canal d'amenée

- Trous de masse: 90 mm
 - Patron: 3.2 m x 3.65m
 - Chargement: Dyno Gold 7030 & D-35
- Trous tampons: 75 mm à 1.0 m du prédé.
 - Patron: 1.0 m x 2.13 m
 - Chargement: Blastex 65 mm x 400 & D-35
- Trous périphériques: 75 mm
 - Patron: 600 mm c/c
 - Chargement: Primaline 85 & Unimax 50x400mm

7.3.2 Plans de tir – banquettes prise d'eau

- Trous de masse: 75mm
 - Patron: 1.5m x 1.5m
 - Chargements étagés:
 - Fond Dyno Gold Lite 7030 sur 4 m de hauteur & D-35
 - Haut: Blastex 65mm sur 2.6m de hauteur & D-35
- Trous tampons: 75mm à 0.8m du prédé.
 - Patron: 1.5m x 0.8m
 - Chargement: Blastex 50mm & D-35
- Trous périphériques: 75mm
 - Patron: 300mm c/c
 - Chargement: Dynosplit D 19 x 600mm, 1 trou sur 2

7.3.3 Plans de tir – Galeries typiques

Partie horizontale

Galeries pilote et abattage (accès prise d'eau)

- Trous de masse: 45 mm
 - Patron: 1.0 m x 1.0 m
 - Chargement: Dynamix & D-15
- Trous tampons: 45 mm à 600 mm des trous
 - Patron: 0.6 m x 1.0 m
 - Chargement: Dyno AP 40x400
- Trous périphériques: 45 mm
 - Patron: 450 mm c/c
 - Chargement: Primaline 85.

7.3.4 Plans de tir – Abattage conduites forcées Partie inclinée

- Trous de masse (33 trous): 57 mm
 - Patron: 1.0 m x 1.0 m
 - Chargement: Dynamix & Dyno AP 40x300mm
- Trous tampons (15 trous): 57 mm
 - Patron: 0.8 m x 1.0 m
 - Chargement: Dyno AP 40 x 300
- Trous périphériques (54 trous): 57 mm
 - Patron: 450 mm c/c
 - Chargement: Primaline 85, Dyno AP 40x300mm



7.4.1 Résultats prise d'eau



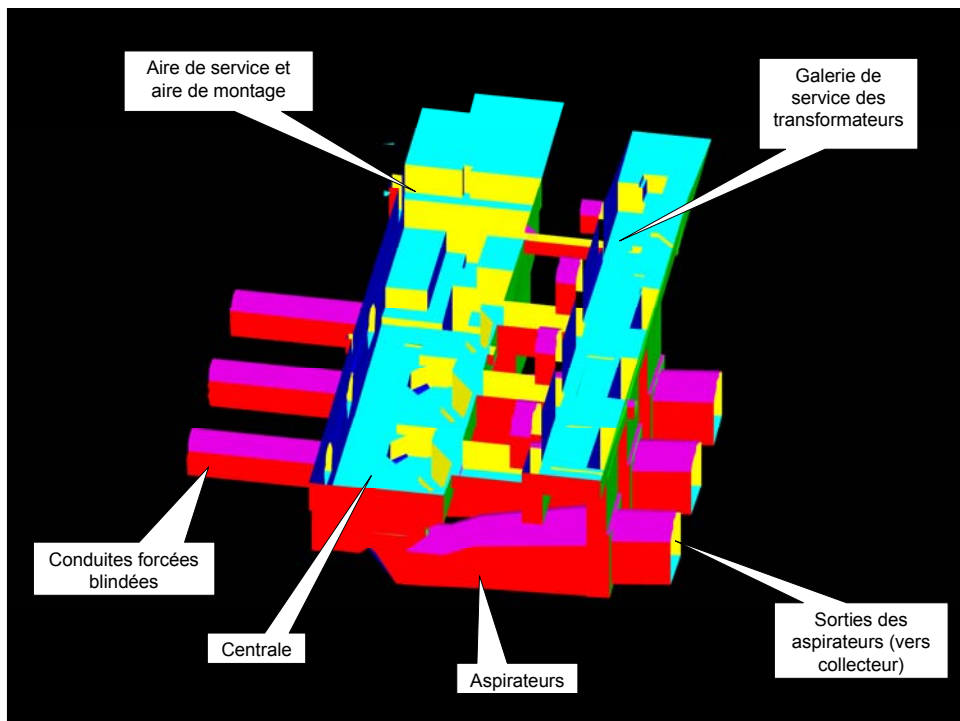
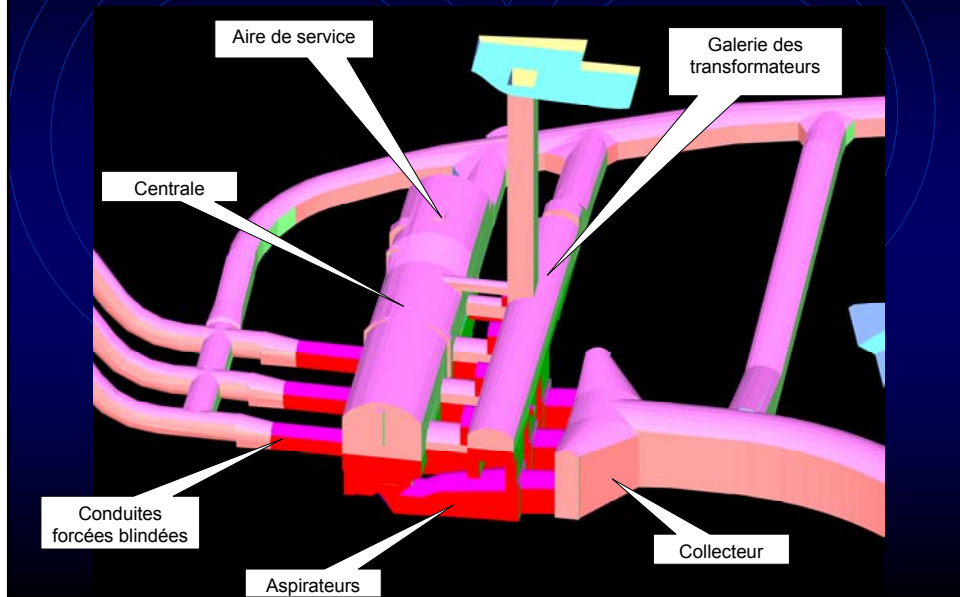
7.4.2 Résultats conduites forcées



8.0 Excavation de la centrale (phase 2)

- Essentiellement, l'excavation des parties bétonnées de la centrale hydro-électrique à partir des accès faits dans la phase 1:
 - Excavation des aspirateurs à partir du collecteur.
 - Excavation de la centrale et de l'aire de service
 - Excavation des galeries des barres blindées et des conduites forcées blindées.
 - Excavation de la galerie des services dans la galerie des transfos.

8.0 Excavation de la centrale (phase 2)



8.1 Spécifications

- Excavation des 3 aspirateurs.
 - Largeur (variable): 9 à 12 m
 - Hauteur (variable): 10 à 15 m
 - Longueur: 50 m
 - Volume excavé: 20 300 m³
- Excavation de la centrale, partie bétonnée, et de l'aire de service.
 - Largeur (variable): 24.25 m
 - Hauteur (variable): 15 à 28 m
 - Longueur: 95 m
 - Volume excavé: 37 950 m³

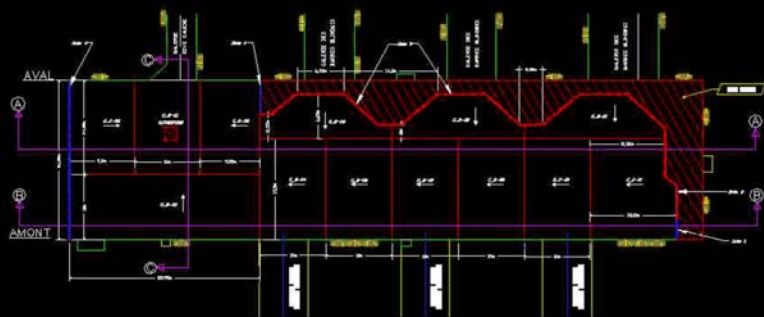
8.1 Spécifications

- Excavation des conduites forcées blindées (3).
 - Diamètre: 7.4 m
 - Longueur: 25 m
 - Volume excavé: 3 400 m³
- Excavation de la galerie des services dans la galerie des transformateurs.
 - Volume excavé: 10 250 m³
- Total de roc excavé (phase 2): 71 900 m³
- Excavation débutée en juillet 2005 et complétée en septembre 2005.

8.2 Séquence d'excavation

- Excavation des 3 aspirateurs par percées frontales à partir du collecteur.
- Excavation de la galerie de service dans la galerie des transformateurs par banquettes (2).
- Excavation de la centrale et de l'aire de service par banquettes. 4 banquettes de profondeur variant de 3 à 10 mètre de hauteur.
- Excavation des galeries des barres blindées et des conduites forcées blindées par percées frontales.

8.2 Séquence d'excavation – vue en plan type



8.3 Plans de tir – banquettes typiques

- Trous de masse: 75mm
 - Patron: 2.1m x 2.7m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & D-35
- Trous tampons: 75mm à 0.75m du prédé.
 - Patron: 0.75m x 2.1m
 - Chargement: Dyno Gold Lite 7030 & D-35
- Trous périphériques: 75mm
 - Patron: 450mm ou 600mm c/c
 - Chargement: Primaline 85 ou Dynosplit D 19 x 600mm

8.3 Plans de tir – percées frontales

- Trous de masse: 57 mm
- Patron: 1.2m x 1.35m
 - Chargement: DynoMix & Dyno AP 45x400mm
- Trous tampons
- Patron: 0.7m x 1.0m
 - Chargement: DynoMix & D-15
- Trous périphériques
- Espacement: 450mm c/c
 - Chargement: Dyno AP Presplit 25mm x 4.8m

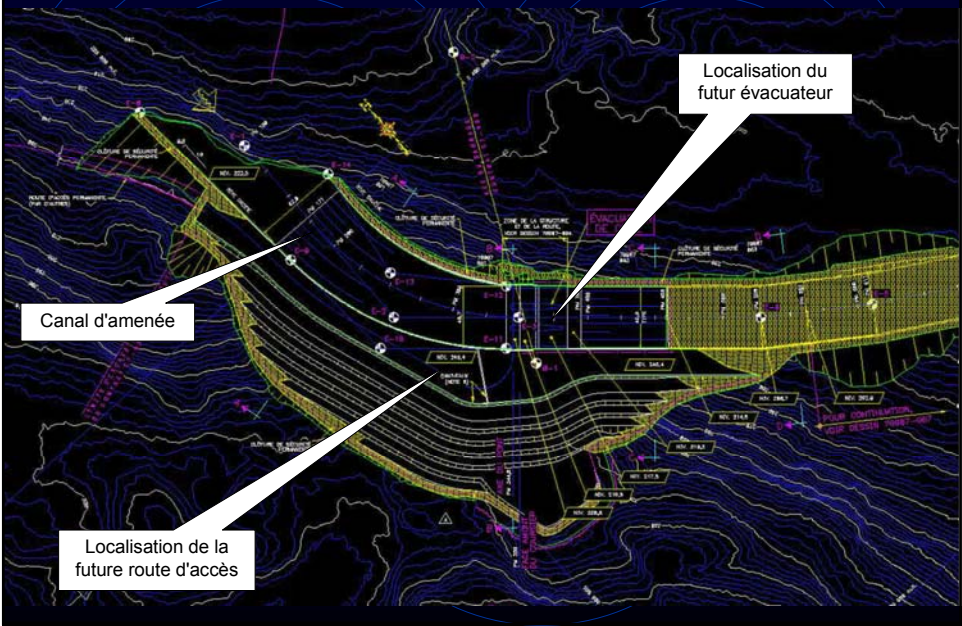
8.4.1 Résultats - Centrale



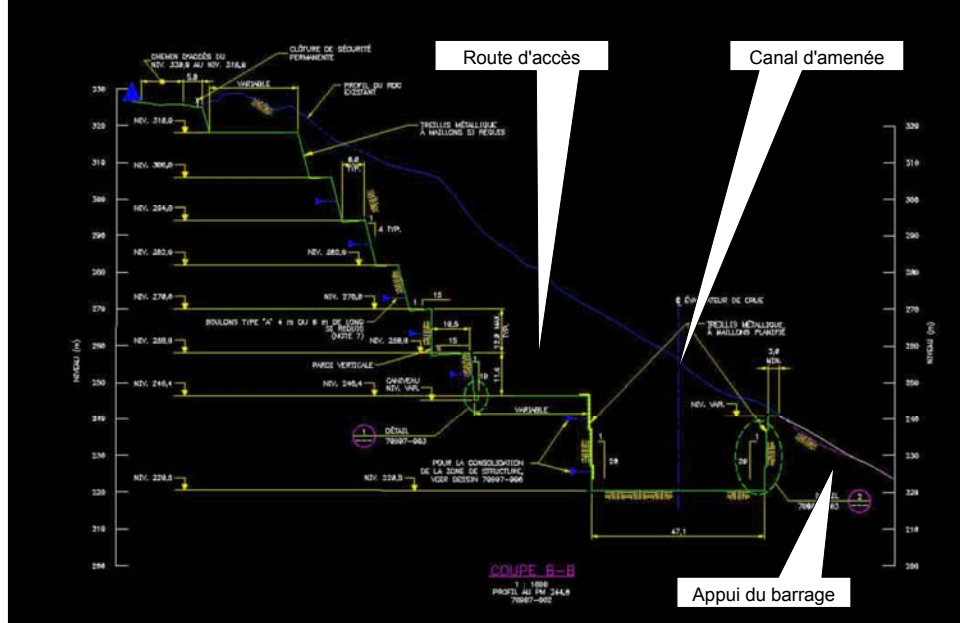
8.4.2 Résultats – Galerie des transformateurs



8.4.3 Résultats – Aspirateurs

[illegible]

9.0 Excavation de l'évacuateur de crue



9.1.1 Spécifications des excavations

- Excavation de la montagne pour permettre la construction de la route permanente et la construction de l'évacuateur de crue, et pour production de remblais pour le barrage.
- Volume dans la montagne: 1 025 000 m³

9.1.2 Spécifications des excavations

- Excavation du canal d'amenée et de l'évacuateur de crues.
 - Largeur (variable): 45 à 62 m
 - Longueur: 350 m
 - Profondeur moyenne: 24 m
- Volume du canal d'amenée: 420 000 m³
- Total du volume de roc excavé: 1 445 000 m³
- Excavation débutée en décembre 2004 et se terminera en décembre 2005.

9.2 Séquence d'excavation

- Excavation de la montagne pour permettre la construction de la route permanente et pour permettre la construction de l'évacuateur de crue.
- Excavation du canal d'amenée et de l'évacuateur de crues pour le contrat suivant (canal de fuite et le bétonnage de l'évacuateur).

9.3.1 Plans de tir – banquettes typiques en montagne

- Trous de masse: 115 mm
 - Patron: 3.85 m x 3.65 m
 - Chargement: Dyno Gold Lite & D-35
- Trous tampons: 90 mm à 1.0 m du prédé.
 - Patron: 1.0 m x 2.13 m
 - Chargement: Blastex 65mm & D-35
- Trous périphériques: 90 mm
 - Patron: 900 mm c/c
 - Chargement: Dynosplit D (19mm) + Primacord 25 gr + 1 Unimax 65mm + 2 Blastex 65mm

9.3.2 Plans de tir – banquettes canal d'amenée

- Trous de masse: 90 mm
 - Patron: 2.6 m x 3.4 m
 - Chargement: Dyno Gold Lite & D-35
- Trous tampons: 75 mm à 0.75 m du prédé.
 - Patron: 0.75 m x 1.8 m
 - Chargement: Blastex 65 mm & D-35
- Trous périphériques: 75 mm
 - Patron: 600 mm c/c
 - Chargement: Primaline 85 + Unimax 50 mm + Blastex 50 mm

9.4.1 Résultats



9.4.2 Résultats canal d'amenée (vue amont)

