

# 47e session sur les techniques de sautage – SEEQ

Le 22 novembre 2024

## Tunnel de Port-Daniel (Gaspésie) Inspection et déminage d'explosifs résiduels

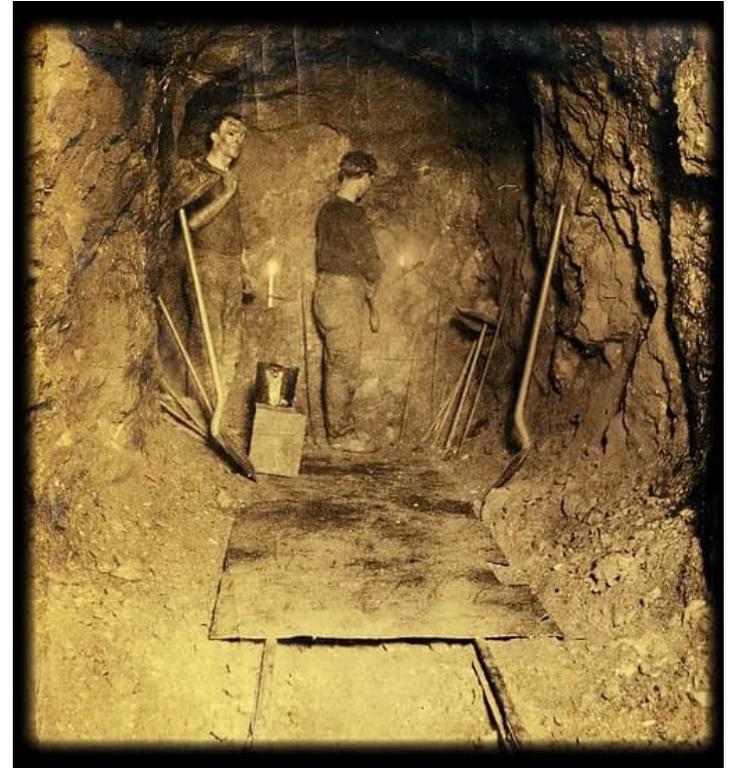
David Pochtier (WSP)

François Martin (WSP)



## Sommaire

- Présentation du projet
- Identification du risque
- Le tunnel du Cap à l'Enfer
- La dynamite de 1900
- Procédure de travaux
- Phase I : Inspection des parois du tunnel
- Phase II : Destruction des explosifs résiduels
- Conclusion



# Présentation du projet

*Réhabilitation du Chemin de Fer de la Gaspésie (325 km)*

Tronçon entre Caplan et Port-Daniel Gascon – ouverture prévue en 2025

Présence d'un tunnel de 190 m creusé au roc au début XXème.

Traffic de marchandise et de voyageurs.

Exploitant :  
La Société du chemin de fer de la Gaspésie

Donneur d'ouvrage :  
MTMD



# Présentation du projet

## *Tunnel de Port-Daniel (190 m)*

- Sécurisation des portails d'entrée
- Écaillage initial du tunnel
- Élargissement (excavation 5 à 50 cm)
- Support de terrain
  - Grillage et boulons
  - Treillis et béton projeté
  - Niches de sécurité
- Remplacement voie et ballast

Conception : Stantec

Travaux attribués à Couillard Construction

Surveillance : WSP



# Identification du risque

## *Présence de fonds de trous*

- ❑ Problématique de résidus d'explosifs dans le roc non identifiée par le concepteur.
- ❑ Plans et devis qui n'incluent pas d'inspection initiale et de gestion de résidus éventuels.
- ❑ Visite de démarrage des travaux par WSP le 30/01/2024 :  
Identification de plusieurs fonds de trous aux portails, suspicion de nombreux fonds de trous dans le reste du tunnel.
- ❑ Décision immédiate : interdiction de procéder à l'écaillage initial du tunnel tant qu'une procédure d'inspection n'est pas validée.



# Le tunnel ferroviaire du Cap à l'Enfer

Longueur : 193 m

Hauteur : 7,5 m / Largeur : 5,2m

Type de roc : calcaire siliceux / argileux

Méthode d'excavation utilisée : Dynamitages en volées pour l'avancement du sommet et gradins (Top heading and Bench)

Fait marquant :

Deux ans de travaux de 1907 à 1909

8 travailleurs décédés dans un accident de dynamitage

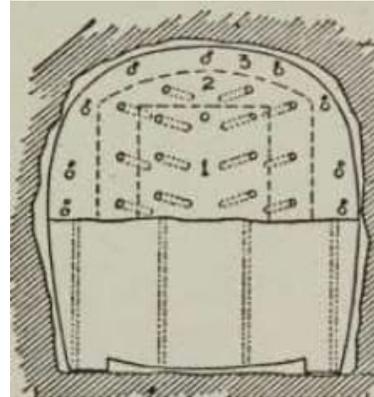
Tunnel Cap à l'Enfer vs Mt Royal

Type de produit explosif

Période de construction

Accessibilité des murs

Conditions de conservation



# La dynamite en 1900

Produit : Forcite

Type de d'explosif : Dynamite gélatineuse

Dimension : 1 x 8 po et/ou 1 ¼ x 8 po

Fabricant : C.I.L. (Canadian Industries Limited)

Composition :

La formule brevetée par M. Lewin en 1880 contenait 49% de NG. Les dynamites plus récentes sont à 29%. La NG se présente sous la forme d'un liquide gluant et incolore. Ce produit est stabilisé dans une fibre de nitro-coton intégré à la cartouche, majoritairement composé d'une substance ammoniacale gélatineuse.

Propriétés:

Il est à noter que la fibre de nitro-coton permet d'absorber et de stabiliser la nitroglycérine. Au fil du temps et selon les conditions externes rencontrés, il est plus que probable que la NG s'échappe de la cartouche par extrusion.

La nitroglycérine extrudée, désormais non-stabilisée par la fibre au nitro-coton, doit alors être manipulée avec une précaution accrue. Par conséquent, en tout temps, il faut éviter tout impact avec ces vieux explosifs.

Les vapeurs et/ou manipulation à mains nues peuvent causer des maux de tête violents à toutes personnes venant en contact avec ces produits.

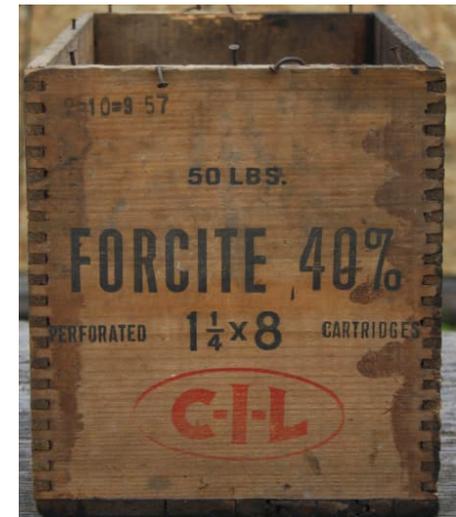
Par conséquent, la récupération des explosifs de type dynamite doit faire l'objet d'une méthodologie particulière

Type d'amorçage: mèche de sureté



## Nitroglycérine

- ✓ 1847 : Découverte par l'Italien SOBRERO
- ✓ 1860 : Fabrication industrielle par Alfred Nobel
- ✓ Interdiction de la NG dans de nombreux pays
- ✓ 1866 : Stabilisation de la NG par A. Nobel avec un sable siliceux



# Procédure d'inspection et sécurisation

## Inspection : Consignes de base

- ❑ *Éviter les impacts avec les explosifs*
- ❑ *Éviter tout contact de matériaux ferreux avec les explosifs*
- ❑ *Éviter toute chaleurs ou pression avec les explosifs*
- ❑ *Éviter tout contact cutané avec les explosifs (port de gants de nitrile )*
- ❑ *Identification des trous selon leur condition avec de la peinture*

## Sécurisation: Destruction des explosifs

- ❑ *Code de sécurité pour les travaux de construction art 4.6.18.*  
*Déchargement et réamorçage: Il est interdit de décharger ou de curer un trou de mine ou un trou raté.*
- ❑ *Réamorçage des charges en place*

# Phase I : Inspection des parois du tunnel

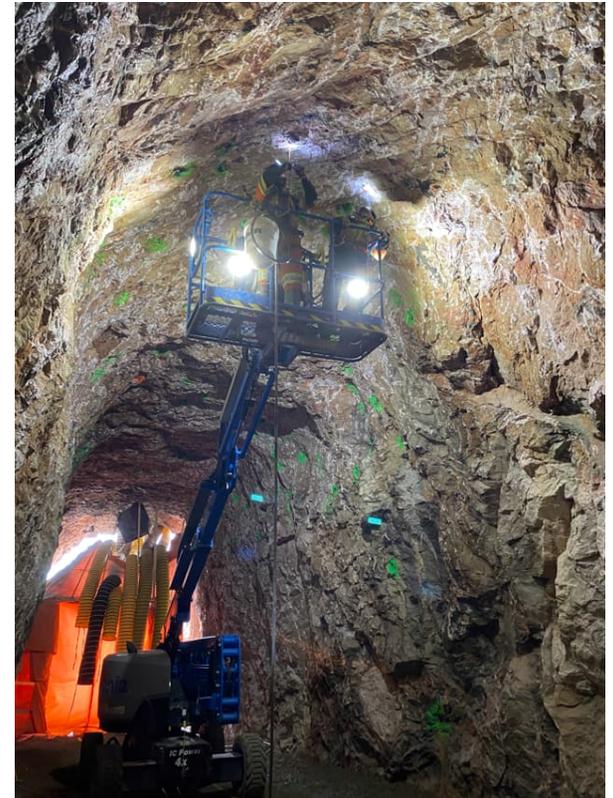
## Équipement :

- ❑ *Nacelle équipée d'un éclairage puissant*
- ❑ *Eau et air sous pression (faible)*
- ❑ *Caméra endoscopique*
- ❑ *Outils d'investigation non ferreux*
- ❑ *Bombes de peintures*

## Identification des trous selon leurs conditions :

- ❑ *Vide (VERT)*
- ❑ *Présence d'explosif vérifiée (ROUGE)*
- ❑ *Fond de trou non accessible (BLEU)*

*Durée inspection : 5 jours*



## Résultats de l'inspection du tunnel

Fonds de trous vides :



## Résultats de l'inspection du tunnel

Explosifs visibles dans  
des trous horizontaux



Résultats de l'inspection du tunnel - Explosifs dans des trous verticaux



## Résultats de l'inspection du tunnel

Fonds de trous non accessibles :



## Tunnel après inspection



## Bilan de l'inspection du tunnel

Type de fond de trou	Qté
Trous inspectés	800
Présence d'explosif	5
Fonds de trous non accessibles	54
Trous vides	741

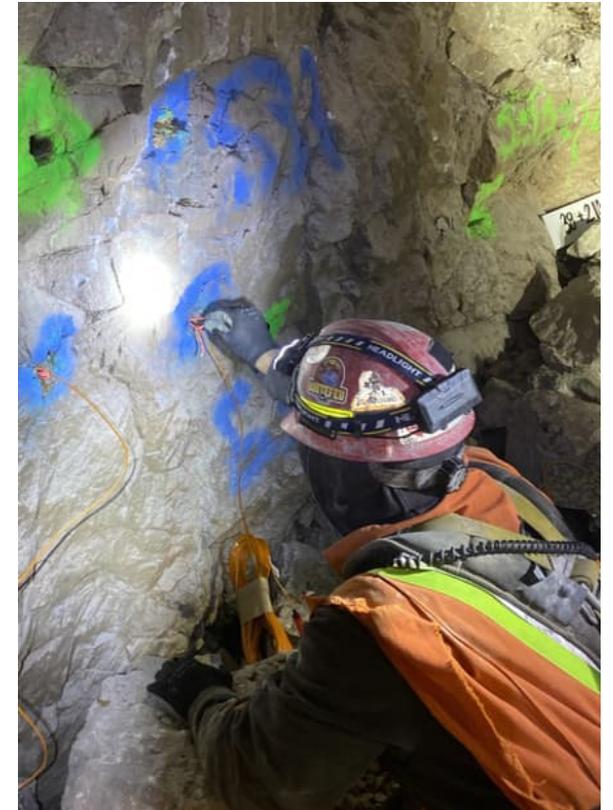
## Phase II : Destruction des explosifs résiduels

- 1- Selon la législation et nos échanges avec la CNESST, il a été convenu de laisser les explosifs en place et de procéder à leur destruction par réamorçage des charges.
- 2- Les trous contenant des explosifs ont été réamorçés avec du cordeau détonant ou de la dynamite de type Powerfrac.
- 3- La plupart des trous non accessibles ont été chargés pour permettre leur investigation et la destruction d'éventuels explosifs.
- 4- Amorçage avec des détonateurs Nonel.

## Chargement des trous à la PowerFrac



## Chargement des trous au cordeau



# Préparation du dynamitage



Amorçage avec Détonateurs Nonel vs Cordeau détonant

- Réduction des nuisances sonores
- Vérification de l'amorçage complet du tir avec crosse témoin
- Simplicité de mise en œuvre
- Durée du tir plus longue



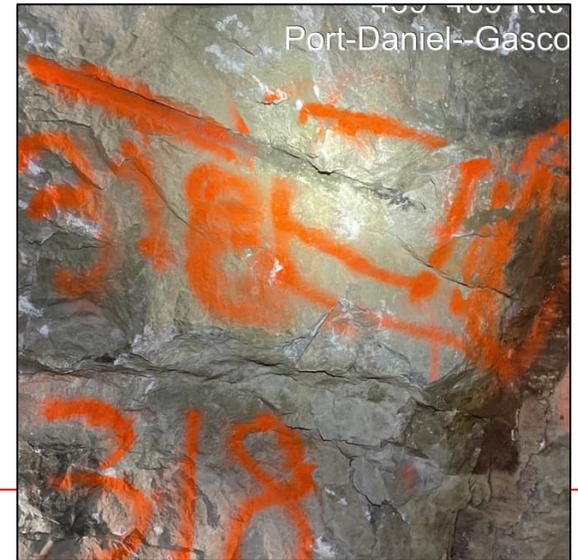
Mise à feu le 7 mai à 11:00



## Bilan post dynamitage

- Retour possible dans le tunnel après vérification de la stabilité des parois par un expert en mécanique des roches
- Inspection par le boutefeu des trous chargés
- Tous les explosifs identifiés ont été détruits
- Il subsiste 6 trous non rendus accessibles après dynamitage  
**-> Reste 6 secteurs à potentiel de contenir des explosifs**

# Bilan post dynamitage



## Conclusion

- Second dynamitage: Les trous non accessibles à la suite du 1<sup>er</sup> dynamitage ont été chargés et mis à feu une deuxième fois.
- Murs et voule: À la suite de cette seconde opération, tous les trous identifiés sur les murs et la voule du tunnel ont été inspectés et sont exempts d'explosif .
- Radier et ballast: Des trous non accessibles ont été identifiés au niveau du radier et de la couche de ballast. Ces trous n'ont pas pu être inspectés.

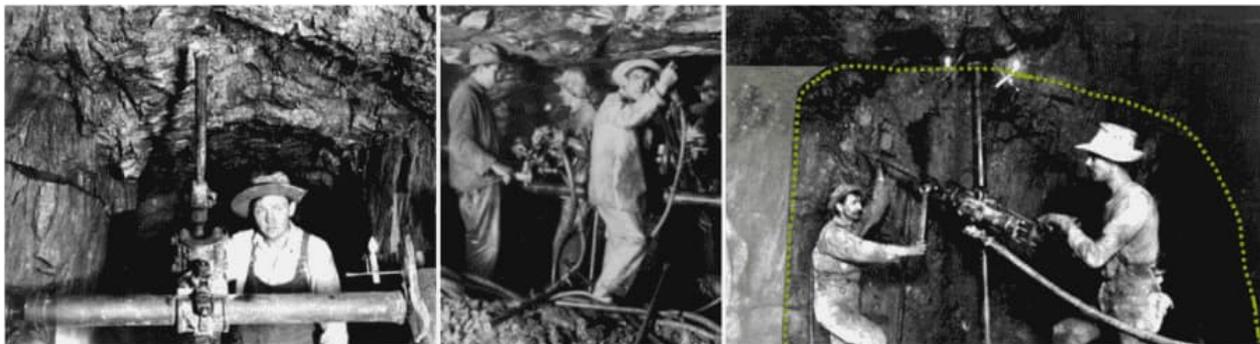
## Conclusion

- ❑ Recommandations ont été faites à l'entrepreneur par rapport au risque de trouver des explosifs à la base des murs et dans le radier. Certains travaux devront être entrepris avec des machines commandées à distance ou de manière mécanique avec l'opérateur installé dans une cabine munie de protection.
- ❑ Retour d'expérience : prendre en compte ce « nouveau » risque dès la conception de projets avec des travaux dans des tunnels existants.

# Retour d'Expérience

## 1. Détonation imprévue d'une charge centenaire :

Cet été, alors que débutait l'excavation à l'intérieur du tunnel du Mont-Royal, une détonation imprévue s'est produite dans le tunnel. Les travaux ont immédiatement été suspendus et aucun ouvrier n'a été blessé. Après analyse et enquête, la cause la plus probable est liée à l'interception par une foreuse d'un ancien trou de forage contenant une charge explosive datant de la période de construction du tunnel en 1912. La chaleur thermique de la pointe de la foreuse aurait mené à la détonation de cette charge résiduelle datant depuis plus de 100 ans.



## Retour d'Expérience



## Retour d'Expérience

- Considérer ce « nouveau » risque dès la conception de projets avec des travaux dans des tunnels existants.

# Remerciements



# Question ?

Francis Trépanier

[francis.trepanier@wsp.com](mailto:francis.trepanier@wsp.com)

T: +1 514-246-4572

David Pochtier

[david.pochtier@wsp.com](mailto:david.pochtier@wsp.com)

T: +1 514 248-7485

François Martin

[francois.martin@wsp.com](mailto:francois.martin@wsp.com)

T: +1 367-321-4411