

# Travaux de dynamitage en milieu urbain Projet L'Avenue à Montréal

Par: Paul P. Kuznik, ing. – Dyno Nobel

Denis Gasparro – Groupe Dynamitek

Luisa Ciaciello, ing. – Consultants Dury

37<sup>e</sup> session d'étude de la SEEQ



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel  
Groundbreaking Performance

## Table des matières

- Présentation du projet
- Localisation du projet
- Étapes du projet
- Inspection des structures
- Exigences et limitations du projet
- Installation des murs de soutènement
- Paramètres des dynamitages
- Produits utilisés
- Étapes d'un dynamitage
- Prise de mesure de vibrations
- Commentaires des méthodes / produits choisis
- Remerciements

2



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel  
Groundbreaking Performance

## Présentation du projet

- Prestigieuse tour résidentielle et à usage mixte
  - 50 étages
  - 185 m
  - 303 condos
- La plus haute tour résidentielle de Montréal
- Au cœur du centre-ville
- Directement en face du Centre Bell, domicile des Canadiens de Montréal
- Investissement total requis: 200 M\$

**L/AVENUE**  
RÉSIDENCES SUR L'AVENUE DES CANADIENS



3

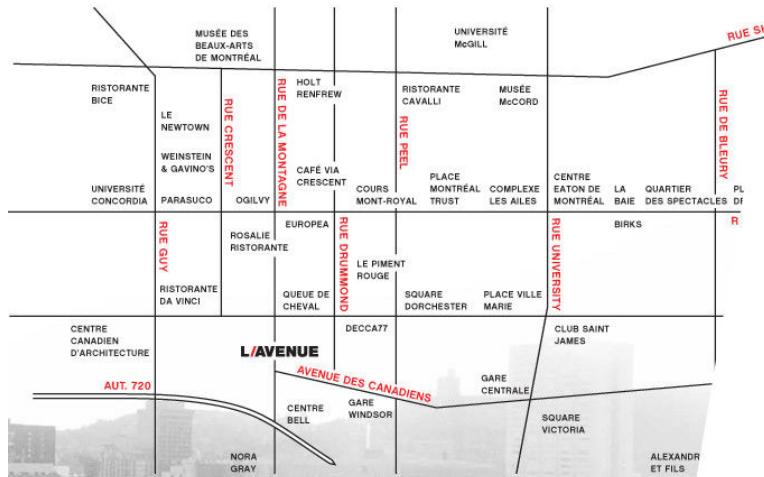


Groupe  
Dynamitek  
Excavation-Forge-Dynamitage  
54 560 3397 [www.dynamitek.com](http://www.dynamitek.com)

**CONSULTANTS**  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel  
Groundbreaking Performance

## Localisation du projet



4



Groupe  
Dynamitek  
Excavation-Forge-Dynamitage  
54 560 3397 [www.dynamitek.com](http://www.dynamitek.com)

**CONSULTANTS**  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel  
Groundbreaking Performance

## Localisation du projet

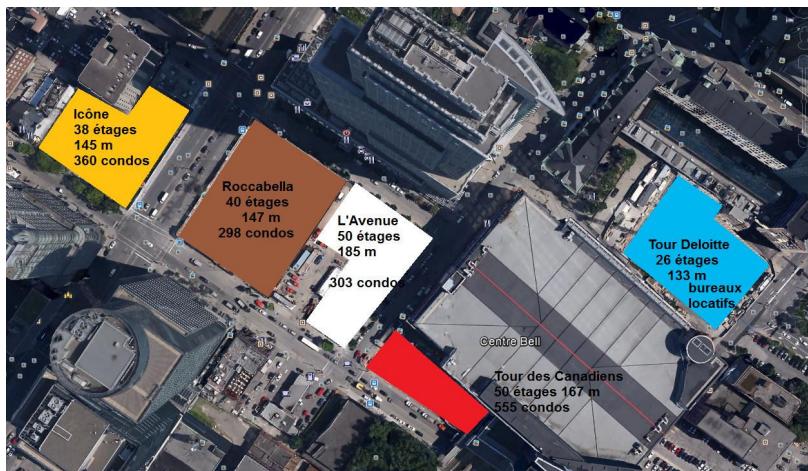


5



Groundbreaking Performance

## Localisation du projet – projets adjacents



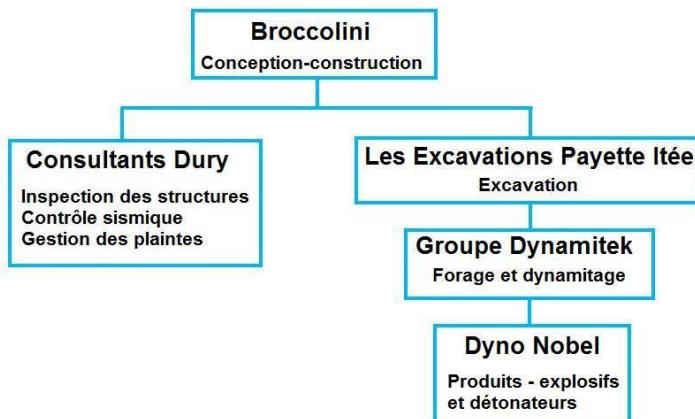
6



Groundbreaking Performance

## Donneur d'ouvrage et intervenants

### Organigramme simplifié



7



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Étapes du projet

- **Inspection des bâtiments et des structures souterraines – STM**
- **Installation des murs de soutènement**
- **Excavation du mort-terrain**
- **Vérification et approbation du patron de forage et dynamitage**
- **Travaux de forage et dynamitage**
- **Mesures de vibrations et suivi des plaintes, si requis**
- **Évacuation du roc dynamité**
- **Construction du bâtiment**

8



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Inspection des structures

### ■ Inspection des bâtiments (à $\pm 15$ -20 m)

- Centre Bell
- Tour IBM
- Tour CGI
- Bâton Rouge
- Station de service ESSO
- Condos Roccabella (en construction)
- Condos Tour des Canadiens (en construction)
- Autres structures (AMT, tracé des rues, etc.)

### ■ Inspection des structures souterraines – STM (à $\pm 70$ m)

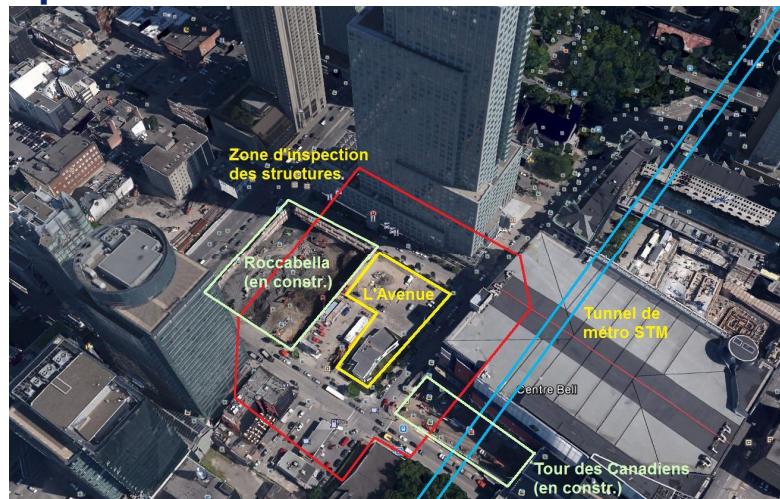
- tunnel de métro
- poste de ventilation

9



Groundbreaking Performance

## Inspection des structures



10



Groundbreaking Performance

## Exigences et limitations du projet

### ■ Vibration maximale permise

- Devis du projet: 25 mm/sec
- Exigences de la Ville de Montréal: 25 mm/sec
- STM (tunnel):
  - 5 mm/sec,  $\leq 4$  Hz
  - 12,7 mm/sec, 4 à 15 Hz
  - 25 mm/sec, 15 à 40 Hz
  - 50 mm/sec,  $\geq 40$  Hz

### ■ Autres exigences – STM (Normes et Critères de Conception du Métro, section 3.4)

- Pré/Post-inspection des infrastructures ( $\pm 110$  m du tunnel)
- Installation d'appareils de mesures (1 séismographe, 2 fissuromètres)
- Rapport d'approbation du diagramme des charges

11



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Installation des murs de soutènement

- Forage jusqu'à la profondeur finale de l'excavation
- Installation des pieux en H, base des pieux (dans le roc) enrobé de béton
- Excavation du mort-terrain (hauteur  $\pm 13$  m)
- Installation du boisage et des tirants (3 rangées)



12



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Installation des murs de soutènement



13



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Paramètres des dynamitages

- Élévation du roc –  $\pm 13$  m sous le niveau de la rue
- Hauteur du roc à dynamiter – 3 à 5 m de profond
- Type de roc – calcaire
- Foncée initiale faite en plusieurs étapes (2 bancs distincts de  $\pm 2$  m pour atteindre la profondeur requise)
- Excavation du roc par banc (1 ou plusieurs)
- Cassage mécanique du roc le long des murs finaux
- Excavation par forage et dynamitage de base de colonnes, base de grue, puits d'eau et d'ascenseurs

14



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Paramètres des dynamitages

### ■ Sautage de masse

- Patron de forage : 1.2 m x 1.4 m (4 pi x 4.5 pi) en quinconce
- Diamètre du forage (masse): 57 mm (2 1/4 po)
- Profondeur de coupe: 2.4 à 4 m (8 à 13 pi)
- Production générale: 400-500 m<sup>3</sup>/jour

### ■ Sautage des trous tampon près du mur

- Patron de forage : 0.9 m x 0.9 m (3 pi x 3 pi) en quinconce
- Diamètre du forage: 32 mm (1 1/4 po)
- Profondeur de coupe: 2.4 m (8 pi)
- Forage aligné: N/A – excavation jusqu'à la paroi extérieure
- Production près des murs (périmètre): ±200 m<sup>3</sup>/jour

15

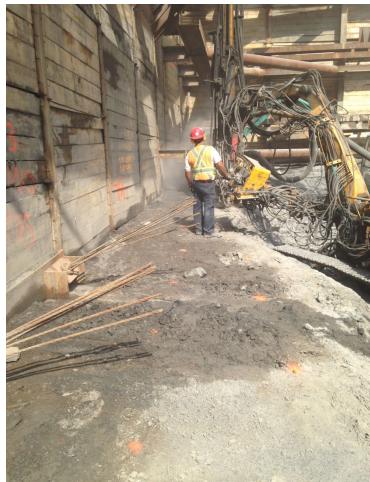


CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Paramètres des dynamitages



16



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Paramètres et produits utilisés

### ■ Sautage de masse

- Détonateurs EZDet: 4.9 m (16 pi), 25/500 ms
- Explosifs encartouchés: ½ bâton d'Unimax 50 x 400 (2 po x 16 po)
- Explosifs en vrac: Dyno ANFO régulier (charge de 0.8 m – 2.5 pi)
- Collet: 1.5 m (5 pi)
- Bourre: pierre concassée  $\frac{1}{4}$ " net (6 mm)
- Dimension du sautage: 12 trous/volée
- Pare éclats: 10 unités de 3.7 m x 4.9 m (12 pi x16 pi)  $\pm$ 5 000 lbs/ch
- Arrosage durant l'excavation
- Facteur poudre: 0,53 kg/m<sup>3</sup>

17



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Produits utilisés

### ■ Sautage des trous tampon près du mur

- Détonateurs EZDet: 4.9 m (16 pi), 25/500 ms
- Explosifs encartouchés: 1 bâton d'Unimax 32 x 200 (1 ¼ po x 8 po)
- Explosifs en vrac: Dyno ANFO régulier (charge de 0.6 m – 2 pi)
- Espaceurs de bois
- Collet: 1.8 m (6 pi)
- Bourre: pierre concassée  $\frac{1}{4}$ " net (6 mm)
- Dimension du sautage: 12 trous/volée
- Pare éclats: 10 unités de 3.7 m x 4.9 m (12 pi x16 pi)  $\pm$ 5 000 lbs/ch
- Arrosage durant l'excavation
- Facteur poudre: 0,32 kg/m<sup>3</sup>

18



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Produits utilisés



19



Groupe  
Dynamitek  
Excavation-Forage-Dynamitage  
54 540-3387 [www.dynamitek.com](http://www.dynamitek.com)

CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Étapes d'un dynamitage

- Arpentage
- Marquage du sautage
- Forage
- Vérification des trous
- Chargement et assemblage du système d'initiation
- Pose des pare-éclats
- Initiation
- Dégagement des pare éclats
- Dégagement de face libre
- Vérification des résultats sismiques
- Suivant

20



Groupe  
Dynamitek  
Excavation-Forage-Dynamitage  
54 540-3387 [www.dynamitek.com](http://www.dynamitek.com)

CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Étapes d'un dynamitage



21



Excavation-Forage-Dynamitage

54 561 3997 [www.dynamitek.com](http://www.dynamitek.com)



DURY

Groundbreaking Performance

**DYNO**  
Dyno Nobel

## Prise de mesures de vibration

- Installation de 5 sismographes pour les premières journées de forage et dynamitage (calcul de constante de terrain – atténuation de la vibration)
- Application de la *Consigne interservices no. 9* (STM)
  - arrêt des trains lors des dynamitages, et si la vitesse  $\geq 10$  mm/sec
- Plage horaire imposée par la STM pour les premiers dynamitages – de 10:30 à 14:00 – levée ensuite en raison des résultats sismiques satisfaisants
- Fourniture immédiate des résultats sismiques au dynamiteur et à la STM – technicien résident

22



Excavation-Forage-Dynamitage

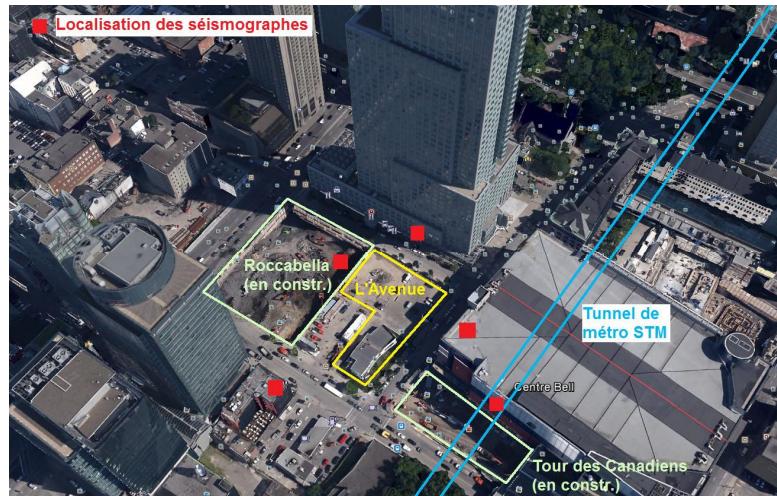


DURY

Groundbreaking Performance

**DYNO**  
Dyno Nobel

## Prise de mesures de vibration



23



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Sautage de masse (vidéo)



24



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Sautage des trous tampon près du mur (vidéo)



25



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Commentaires des méthodes / produits choisis

- **Détonateurs – EZDet**
  - Sécurité
  - Diversité de longueur et de délai
  - Facilité d'assemblage
- **Explosifs encartouchés – Unimax**
  - Bien adapté pour un roc dur
  - VOD élevée
  - Excellente résistance à l'eau
  - Utilisé comme charge principale ou comme amorce (pour ANFO)
  - Faible production des gazes
  - Utilisé dans les trous de face pour un meilleur contrôle du mouvement de la face libre



26



CONSULTANTS  
**DURY**

**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Commentaires des méthodes / produits choisis

- **Explosifs en vrac – Dyno ANFO**
  - Économique
  - Facile d'utilisation
- **Espaceurs de bois**
  - Bonne répartition ou réduction de l'énergie dans la colonne de charge
- **Collet – 1.5 à 1.8 m (5 à 6 pi)**
  - Prévient la projection verticale



27



Groundbreaking Performance

## Commentaires des méthodes / produits choisis

- **Bourrage – pierre concassée 1/4" net**
  - Confine les gazes
  - Dimension de pierre prévient le blocage
- **Dimension du sautage**
  - 12 trous/volée
  - Meilleur contrôle des vibrations
  - Patron: 1.2 m x 1.4 m (4 pi x 4,5 pi) ou 0.9 m x 0.9 m (3 pi x 3 pi) en quinconce



28



Groundbreaking Performance

## Commentaires des méthodes / produits choisis

- **Pare-éclats – 10 unités**
  - 3.7 m x 4.9 m (12 pi x16 pi) de ±5 000 lbs/ch
  - Contrôle de projection des pierres
  - Obligatoire selon la réglementation
- **Arrosage durant l'excavation**
  - Contrôle de la poussière



29



Groundbreaking Performance

## Commentaires des méthodes / produits choisis

- **Dégagement de la face libre**
  - Sur la pleine hauteur et perpendiculairement au front d'abattage
  - Minimise le risque de blocage
  - Confirme si le plancher a bien cassé



30



Groundbreaking Performance

## Remerciements

- **Groupe Dynamitek**
  - Accès au site et partage d'information
- **Consultants Dury**
  - Partage des documents d'inspection, données sismiques et autres documents
- **SEEQ**
  - Possibilité de présenter le projet à cette 37<sup>e</sup> session d'étude

31



## Questions?



32

