

Travaux de dynamitage en milieu urbain

Projet L'Avenue à Montréal

Par: Paul P. Kuznik, ing. – Dyno Nobel
Denis Gasparro – Groupe Dynamitek
Luisa Ciarciello, ing. – Consultants Dury

37^e session d'étude de la SEEQ



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



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
RÉSIDENTS SUR L'AVENUE DES CANADIENS



3



CONSULTANTS
DURY

DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Localisation du projet



4



CONSULTANTS
DURY

DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Localisation du projet



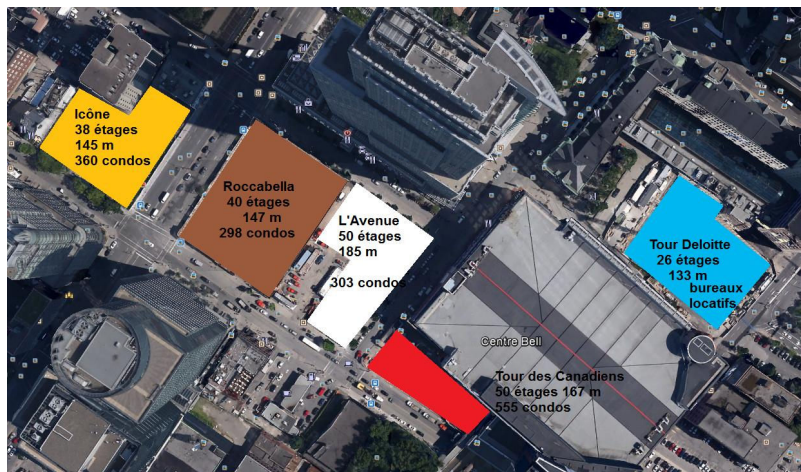
5



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Localisation du projet – projets adjacents



6

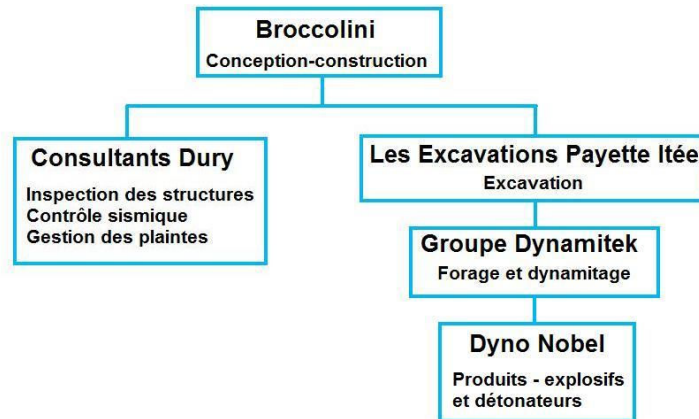


DYNO
Dyno Nobel

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

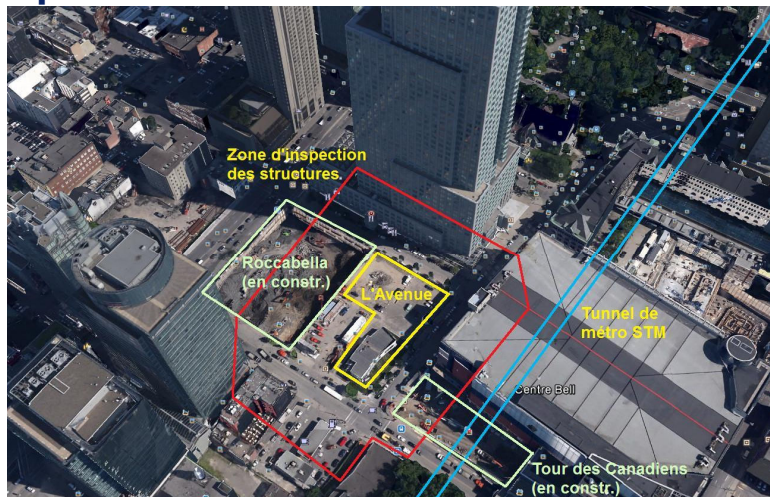
- **Inspection des bâtiments (à $\pm 15-20$ m)**
 - Centre Bell
 - Tour IBM
 - Tour CGI
 - Bâton Rouge
 - Station de service ESSO
 - Condos Roccabella (en construction)
 - Condos Tour des Canadiens (en construction)
 - Autres structures (AMT, tracé des rues, etc.)
- **Inspection des structures souterraines – STM (à ± 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, ≤ 4 Hz
 - 12,7 mm/sec, 4 à 15 Hz
 - 25 mm/sec, 15 à 40 Hz
 - 50 mm/sec, ≥ 40 Hz

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

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

11



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 ± 13 m)
- Installation du boisage et des tirants (3 rangées)



12



Groundbreaking Performance

Installation des murs de soutènement



13



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Paramètres des dynamitages

- Élévation du roc – ± 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 ± 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



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 ¼ po)
- Profondeur de coupe: 2.4 à 4 m (8 à 13 pi)
- Production générale: 400-500 m³/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 ¼ 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 m³/jour

15



Groundbreaking Performance

Paramètres des dynamitages



16



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 ¼" net (6 mm)
- Dimension du sautage: 12 trous/volée
- Pare éclats: 10 unités de 3.7 m x 4.9 m (12 pi x 16 pi) ±5 000 lbs/ch
- Arrosage durant l'excavation
- Facteur poudre: 0,53 kg/m³

17



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 ¼" net (6 mm)
- Dimension du sautage: 12 trous/volée
- Pare éclats: 10 unités de 3.7 m x 4.9 m (12 pi x 16 pi) ±5 000 lbs/ch
- Arrosage durant l'excavation
- Facteur poudre: 0,32 kg/m³

18



Produits utilisés



19



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



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Étapes d'un dynamitage



21



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

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 ≥ 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

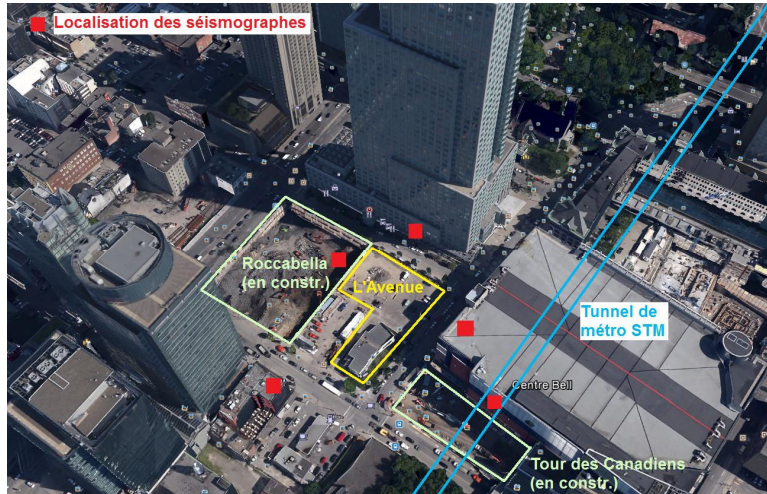
22



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Prise de mesures de vibration



23



Groundbreaking Performance

Sautage de masse (vidéo)



24



Groundbreaking Performance

Sautage des trous tampon près du mur (vidéo)



25



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



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)**

- Préviens 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



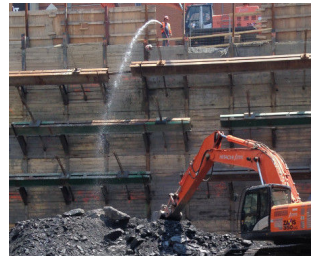
28



Groundbreaking Performance

Commentaires des méthodes / produits choisis

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



29



DYNO
Dyno Nobel

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



DYNO
Dyno Nobel

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^e session d'étude

31



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

Questions?



32



DYNO
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance