



Gestion des  
émanations de gaz  
lors de l'utilisation  
d'explosifs en milieu  
habité, conformité  
BNQ 1809-350



PRÉSENTÉ PAR :

NADYA MICHEL, PDG  
GESTION MONOX INC  
DANIEL GROS-JEAN,  
ING. DYNO NOBEL

FORMATION  
PRÉSENTÉE À LA  
SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE  
EXPLOSIVE DU QUÉBEC

20 NOVEMBRE 2024



**DYNO**  
Dyno Nobel

# Pourquoi cette formation est importante?



Introduction aux préoccupations croissantes concernant les émissions de CO et de NOx dans l'utilisation des explosifs.



Brève mention de la façon dont la non-conformité peut entraîner des risques juridiques, financiers et de sécurité.



Introduction à l'importance de la compréhension de la norme BNQ 1809-350.

# Soumission typique

- Vous êtes un entrepreneur qui applique sur un projet et vous rencontrez la mention : « conforme à la norme BNQ 1809-350 »
  - Qu'est-ce que cela veut dire?
  - L'obligation que cela crée pour l'entrepreneur de mitiger les émissions de monoxyde de carbone produits par ses activités commerciales

# Objectifs de la formation

- À la fin de cette courte présentation, les participants seront en mesure de :
  - Comprendre les implications globales de la norme BNQ 109-350 / 2012
  - Identifier les facteurs critiques lors du choix du type d'explosif
  - Anticiper les méthodes de dissipation des gaz
  - Reconnaître les facteurs qui augmentent la production du CO et favorisent la dispersion dans les sols

# L'entrepreneur doit se conformer à la norme BNQ 1809-350



## Contexte réglementaire de la norme:

CCDG

Intégrée à la norme BNQ 1809-300

Demande de permis



## Responsabilité légale de l'entrepreneur

L'entrepreneur est responsable de l'impact de ses travaux

« L'entrepreneur doit se conformer à la norme BNQ 1809-350 Prévention des intoxications par monoxyde de carbone sur les chantiers de dynamitage »



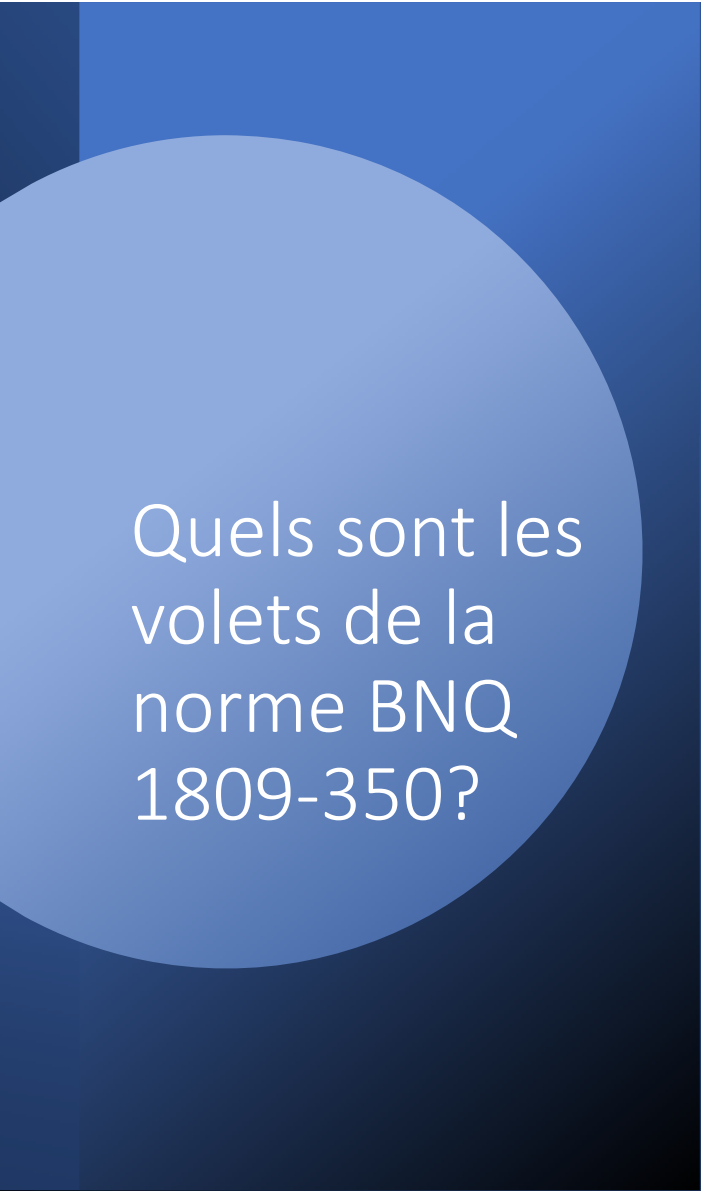
## Contexte réglementaire de la norme:

CCDG  
Intégrée à la norme BNQ 1809-300  
Demande de permis



## Responsabilité légale de l'entrepreneur

Risque de poursuites au criminel



Quels sont les  
volets de la  
norme BNQ  
1809-350?

---

Choix du type d'explosif

---

Excavation immédiate et en amont

---

Protection du travailleur et des travailleurs  
des chantiers avoisinants

---

Protection de la population autour du  
chantier

---

Communications et collaboration avec les  
partenaires en cas d'urgence



## Modification des explosifs

### *Rappel: balance en oxygène*



**Moins la réaction explosive contient la bonne proportion en oxygène, plus grands sont les risques que d'autres produits toxiques soient formés.**



**La quantité de produits formés lors d'une détonation non idéale dépend de nombreux facteurs:**

la composition de l'explosif et son homogénéité,  
la résistance de l'explosif à l'eau,  
la vitesse de détonation,  
le diamètre de la charge,  
la densité de chargement,  
le type d'initiation,  
le type d'emballage de l'explosif,  
tout particulièrement le confinement de l'explosif <sup>35</sup>.

## Explosion idéale chimie de base

Dans des conditions idéales, un explosif qui détonera produira les gaz suivants : vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) et azote ( $\text{N}_2$ ).



# Modification des explosifs

## *Rappel: thermodynamique des explosifs*



EN THÉORIE, LA DÉTONATION IDÉALE D'UN EXPLOSIF COMPOSÉ DES ÉLÉMENTS DE BASE CARBONE, HYDROGÈNE ET AZOTE, ET ÉQUILIBRÉ EN OXYGÈNE, FORMERA SEULEMENT TROIS PRODUITS GAZEUX, SOIT DU DIOXYDE DE CARBONE ( $\text{CO}_2$ ), DE LA VAPEUR D'EAU ( $\text{H}_2\text{O}$ ) ET DE L'AZOTE ( $\text{N}_2$ ).



EN PRATIQUE, D'AUTRES PRODUITS DE RÉACTION SERONT TOUJOURS PRÉSENTS À CAUSE DE LA RÉACTION INCOMPLÈTE DE L'EXPLOSIF ET DES RÉACTIONS SUBSÉQUENTES AVEC LE MILIEU AMBIANT.

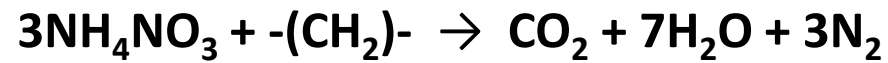


CERTAINS DE CES PRODUITS PEUVENT ÊTRE TOXIQUES LORSQUE LEUR CONCENTRATION ATTEINT DES NIVEAUX ÉLEVÉS.



LES FUMÉES DE TIRS PRIMAIRES AINSI FORMÉES SONT LE MONOXYDE DE CARBONE ( $\text{CO}$ ), L'OXYDE NITRIQUE ( $\text{NO}$ ) ET LE DIOXYDE D'AZOTE ( $\text{NO}_2$ ).

## Nitrate d'ammonium/Fuel Oil (ANFO)



3 mols solides + 1 mol liquide  
3 mols AN  $\equiv$  240 g  $\equiv$  0.32 L

→ 11 mols gaz  
→ 246 L gaz (@ 20 C)



La vitesse de réaction crée une onde de choc qui brise la roche

Les gaz produits déplacent la roche

# CO – MONOXYDE DE CARBONE

- Des fumées nocives, y compris du CO, sont générées lorsque:
  - La portion de carburant est incorrecte
  - De l'eau est introduite dans le produit
  - Les vitesses de détonation optimales ne sont pas obtenues en raison de
    - Amorçage inadéquat
    - Absence de confinement
    - Cristallisation du produit
    - Densité incorrecte
- Des fumées peuvent également être générées par l'exposition de roches carbonatées ou d'autres matières organiques au dynamitage/combustion

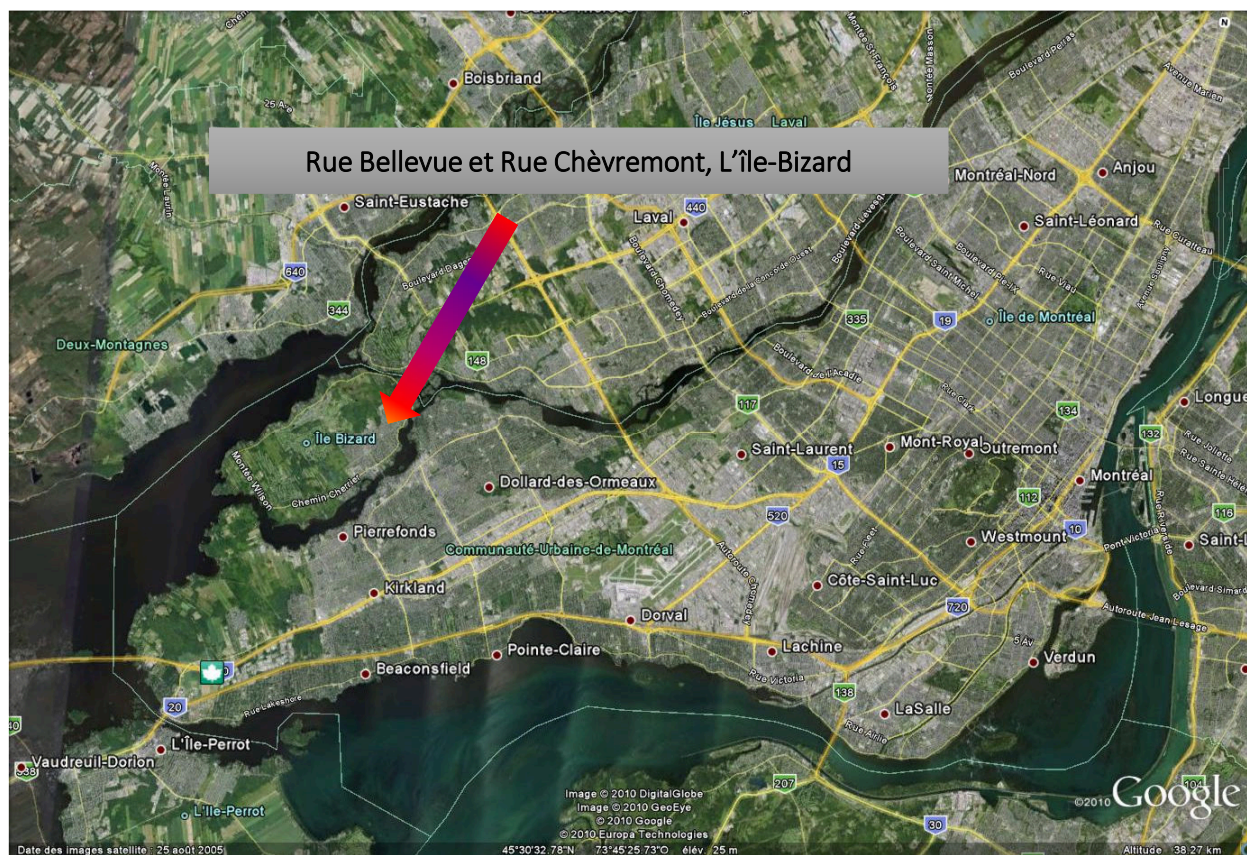
# Description des travaux

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)

- Travaux d'égout et aqueduc (Tranchée dans le roc)
- Période des travaux: 1er au 12 mars 2010
- Largeur de la tranchée dans le roc : 3,6 mètres
- Patrons de forage
  - Trois trous de large
  - Espacement entre les trous : 1,52m à 1,83m
  - Fardeau: 1,52m à 1,83m
- Les travaux n'étaient pas exécutés près de conduites existantes

# Localisation des travaux

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





## Description des travaux (suite)

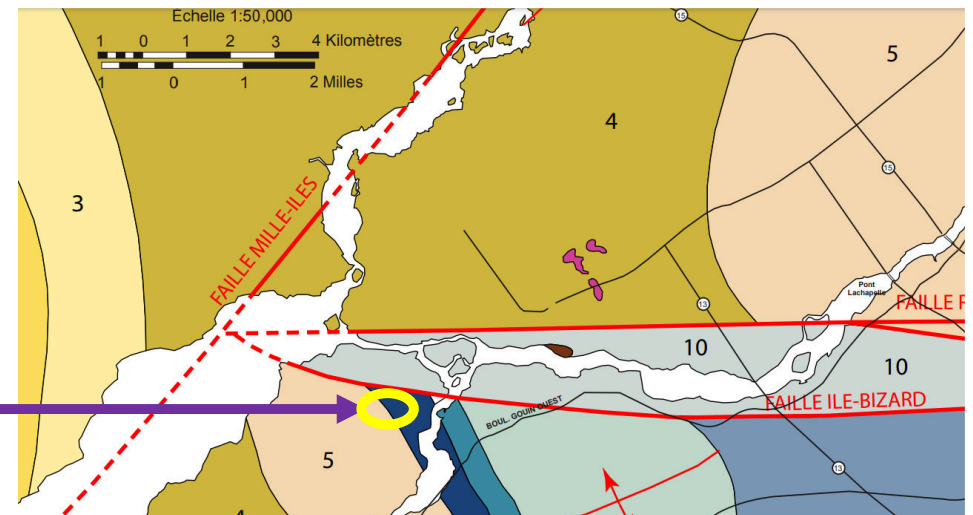
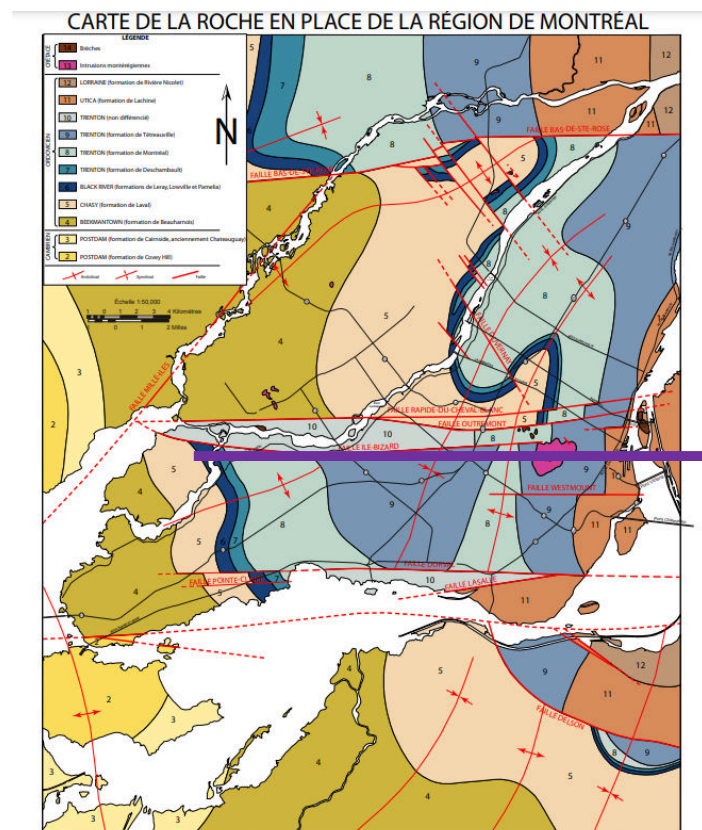
Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





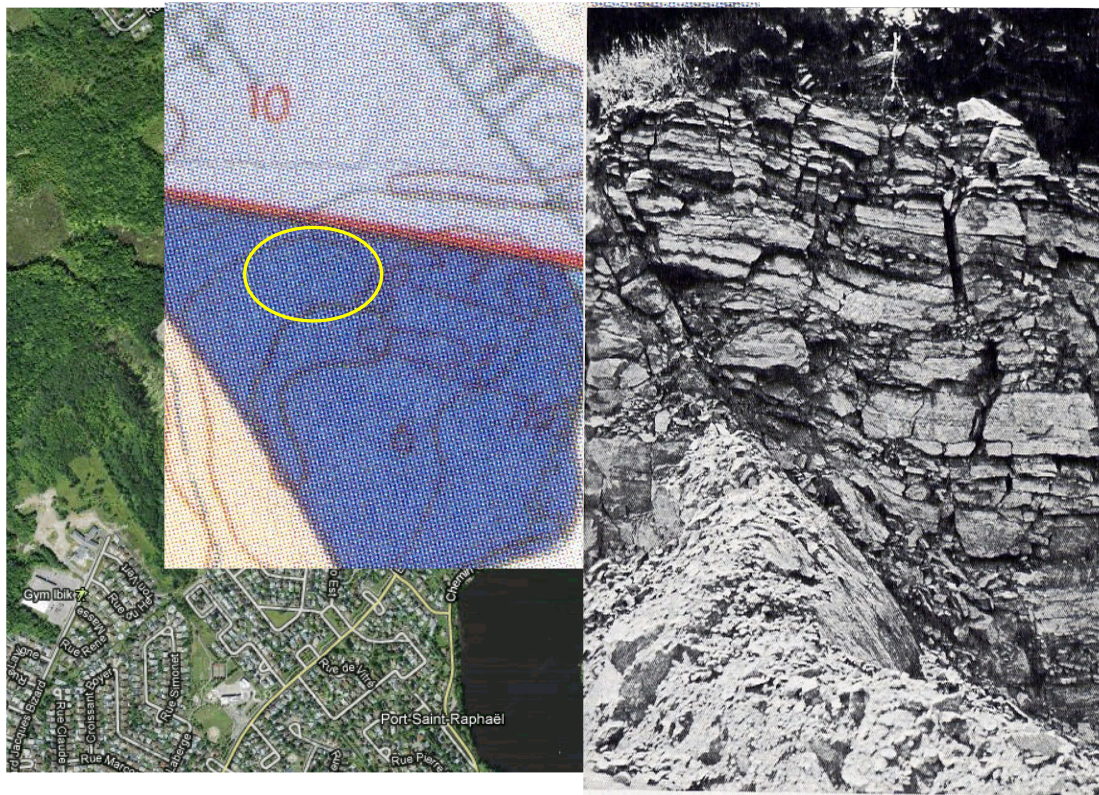
# Géologie général de Île Bizard

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Géologie général de Île Bizard

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





# Géologie caractéristique au site

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Géologie caractéristique au site

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





# Géologie: Photo de l'excavation

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)

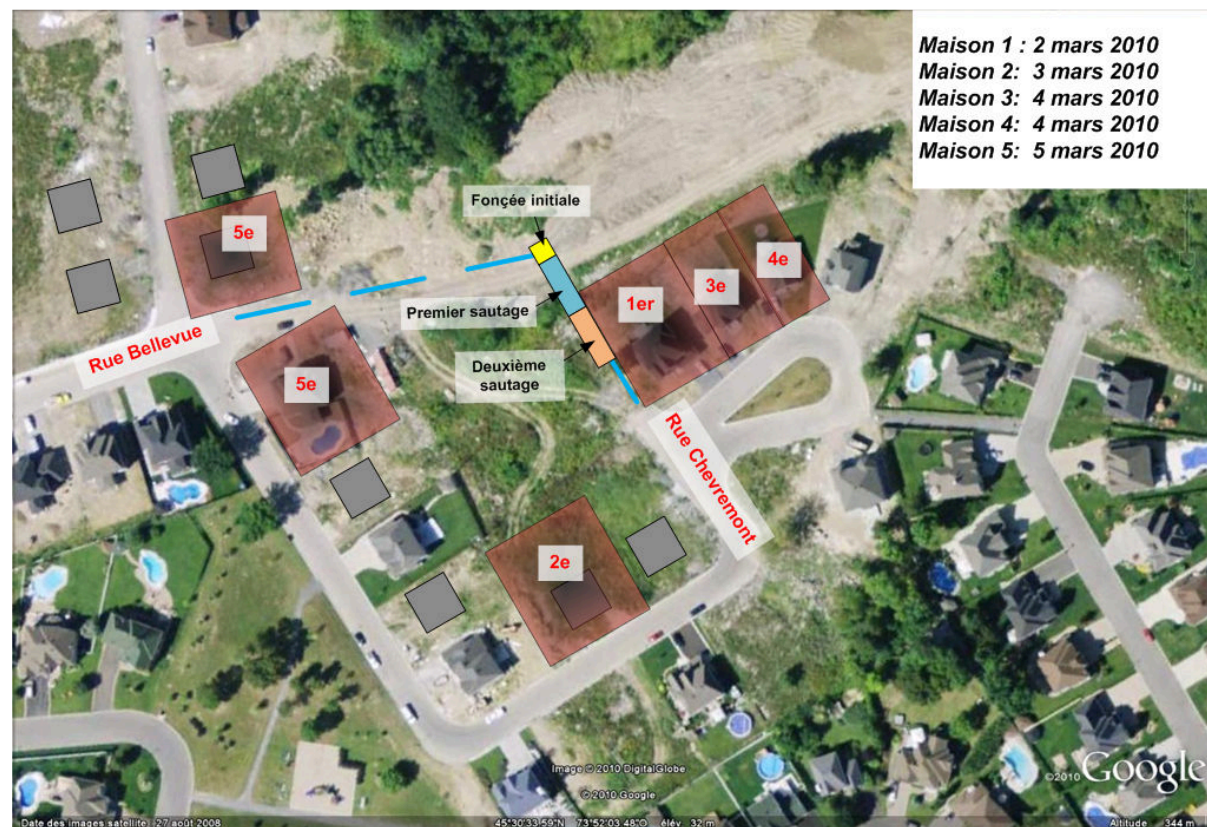
- Formation de Leray composée de Calcaire en lits épais



# Problématiques durant les travaux

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)

- Suite aux travaux du lundi 1<sup>er</sup> mars, des résidences ont été contaminées au monoxyde de carbone.





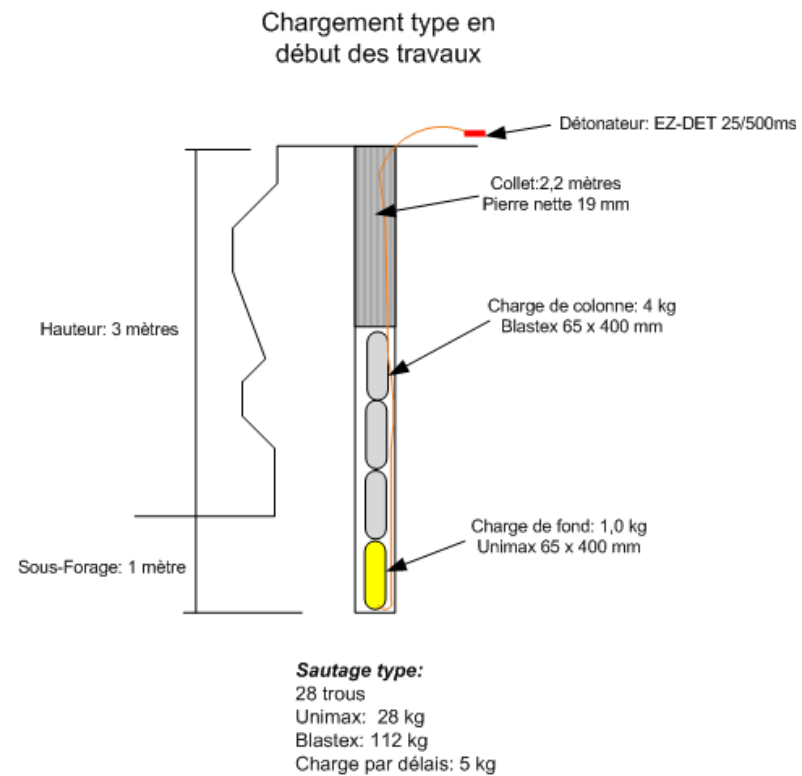
# Problématiques durant les travaux (suite)

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Chargement type entre le 1<sup>er</sup> mars et 4 mars 2010

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





# Malgré les précautions prises avant les travaux

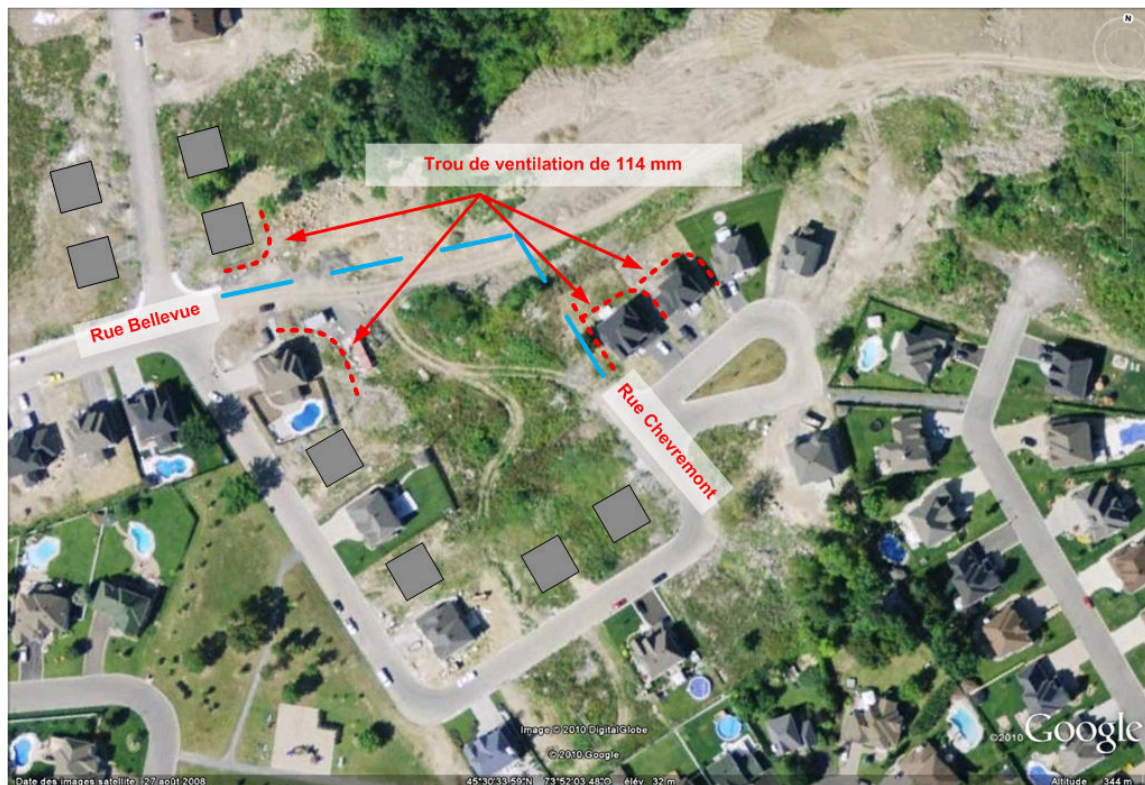
Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)

## Interventions supplémentaires qui ont été réalisées durant les travaux

- Relocaliser des résidents dans des hôtels
- Location et utilisation d'aspirateurs industriels
  - À l'extérieur près de la tranchée
  - À l'intérieur des résidences
- Forage de trous de ventilation
- Modification des produits explosifs utilisés

# Trou de ventilation de 114 mm

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Installation d'une série d'aspirateurs en parallèle avec la tranchée

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)





# Installation d'un aspirateur de 200 mm (8 pouces) au fond de la tranchée suite à l'excavation

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Installation d'un aspirateur sur un drain de sous-sol

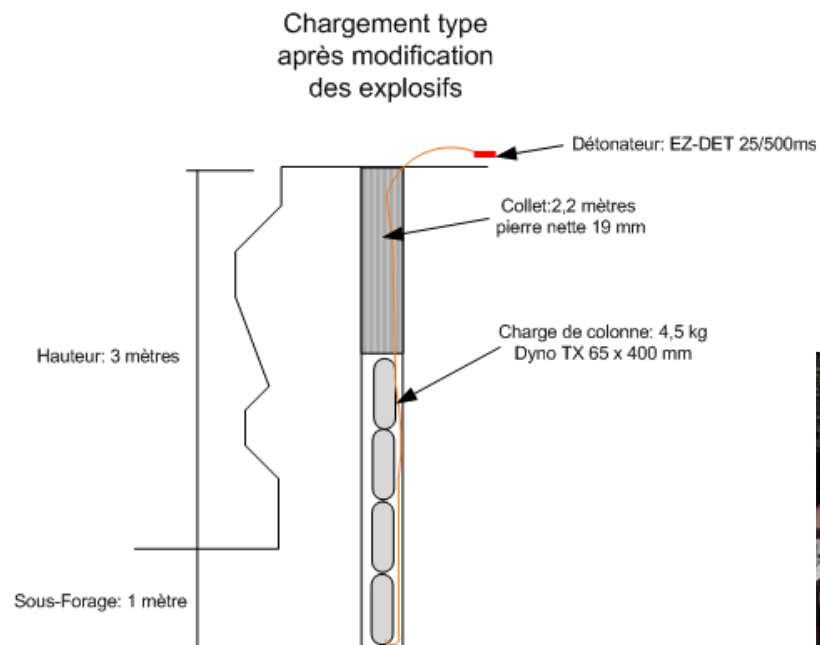
Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



# Chargement modifié sur le terrain

( 8 au 12 mars 2010)

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)



**Sautage type:**  
28 trous  
Dyno TX : 126 Kg  
Charge par délais: 4.5 kg





# Classification des fumées de tir

## Ressources Naturelles Canada

Source: Présentation SEEQ 2010,  
Monoxyde de carbone, L'Île-Bizard.  
(Dyno Nobel/DNX Castonguay)

Classe de fumées	Quantités de CO et NO <sub>x</sub>	
	L/cartouche 32 mm x 200 mm	L/kg d'explosif
1	<4,5	<22
2	4,5 à 9,3	22 à 47
3	9,3 à 19	47 à 95

## Sommaire

Les travaux de dynamitage peuvent produire du monoxyde de carbone qui, s'il n'est pas dissipé à l'air libre, peut traverser le sol et pénétrer dans les bâtiments, les espaces confinés, les tranchées, les puits d'accès aux services publics ou d'autres espaces restreints et mal ventilés à proximité des chantiers et empoisonner leurs occupants.



## Gestion de risque

Le protocole standard de gestion des risques de CO du projet Blast est une méthodologie de travail qui s'intègre dans les meilleures pratiques de dynamitage en milieu habité. Il est divisé en quatre parties : le choix des explosifs à proximité d'habitations de toutes sortes, les méthodes d'excavation visant à libérer les gaz à la source, la prévention des interventions auprès des résidents de la zone d'influence et, enfin, la communication et la coordination avec les parties prenantes.

## Norme BNQ 1809-350/2012

- Les occupants résidant dans un périmètre de 100 m doivent être informés au moins 24 heures avant l'explosion.
- Les détecteurs de monoxyde de carbone doivent être installés et présents au moins 14 jours après l'explosion.
- Le service d'incendie local doit être informé officiellement au moins 24 heures à l'avance.
- Aucun produit en vrac n'est autorisé dans la zone de 100 mètres (328 pieds).
- Une excavation stratégique doit avant et après l'explosion

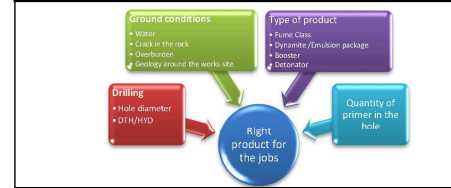
## Évacuation si niveau de CO dépasse 11 ppm



## Processus



## Processus du choix d'explosifs



## Événements impliquant du CO au Québec

Au Québec, seulement dans les statistiques de notre application Monox, il y a un minimum 30 fuites liées au dynamitage chaque année, ce qui a un impact sur des douzaines de familles :

- Granby, Qc, Canada (2017) : 8 familles relocalisées
- Weedon, Qc, Ca. (2017) : famille et enfants en chambre hyperbare
- Montréal, Qc, Ca. (2018) : famille évacuée
- Lukesville, Qc, Ca (2018) : explosion à moins de 30 m (98ft), 2 familles évacuées.
- Windsor, Qc, Ca (2019) : 2 familles évacuées
- Rimouski, Qc, Canada (2019) : 101 citoyens évacués ; interdiction de dynamitage pour le reste de la saison.
- Sherbrooke, Qc, Ca : Chaque année, en moyenne 5 événements par an. (chef du département des incendies)
- Bromont 2021, Qc, Ca : 10 jours d'arrêt de travail

## Effets du CO selon la concentration

Niveau de concentration*	Effets d'intoxication par CO	Commentaires
0-1 PPM	Aucun symptôme	Considéré comme niveau normal
1-9 PPM	Aucun symptôme, surveiller l'air de près	Niveau maximal pour une bonne qualité d'air - pour une courte durée
9-35 PPM	Effets mineurs possibles avec le temps	Limite de 8 heures d'exposition selon l'Administration de la sécurité et de la santé au travail (E-S)
35-100 PPM	Symptômes de la grippe, maux de tête	Exposition moyenne, mais potentiellement dangereuse
100-200 PPM	Étourdissements, somnolence, vomissements	Limite de 10 minutes d'exposition selon l'Administration de la sécurité et de la santé au travail (E-S)
200-400 PPM	Maux de tête frontal, fatigue	Exposition moyenne, occupation dangereuse
400-800 PPM	Perte de conscience, légers convulsions	Exposition extrême, danger de mort après 2 heures
800-1600 PPM	Nausées, convulsions, mort	Risques dangereux, mort dans 1h
12 000 PPM	Mort en 1 à 3 minutes	Environnement extrêmement dangereux

\*La monox de carbone est mesuré en parties par million (PPM).

Source: <https://monox.ca/fr/monox-monox-de-carbone>

## Conclusion

Au-delà des aspects liés à la santé et à la sécurité, d'autres facteurs doivent être pris en compte, notamment le cadre réglementaire, le climat des affaires et les facteurs culturels. En ce qui concerne l'industrie en général, nous pensons que l'approche standard est la meilleure stratégie entre un laissez-faire complet et des réglementations trop strictes ou inadéquates.



# Recommandations - Méthode de travail

**1**

**Plan stratégique de communication entre les différentes parties prenantes :**

- a. Rôle de la municipalité
- b. Rôle de l'entrepreneur général
- c. Rôle des sous-traitants
- d. Rôle des experts externes

**2**

**Communication et rencontres avec les habitants:**

- a. Établissement du rayon d'intervention
- b. Inspection du bâtiment
- c. Planification du plan d'urgence (hôtel, restaurant, annuaire d'urgence 24h/24) - l'objectif est d'éliminer le stress de l'inconnu en cas d'urgence
- d. Intervention du CO auprès des résidents de la zone de sécurité

**3**

**Planification de l'exécution du travail:**

- a. Ventilation avant et après le dynamitage
- b. Choix des explosifs
- c. Choix technique du sablage
- d. Utilisation des matelas
- e. Choix de l'équipement d'excavation

**4**

**Dans le cas d'un événement de CO, les dispositions suivantes s'appliquent :**

- a. Les services d'urgence prennent le contrôle
- b. Arrêt de travail
- c. Visite du site et surveillance de tous les bâtiments de la zone de sécurité
- d. Possibilité d'élargir la zone de sécurité
- e. Excavation spécifique supplémentaire pour évacuer les gaz

Questions supplémentaires, contactez:

**DANIEL GROS-JEAN, Ing**

*MANAGER BULK  
TECHNOLOGIES - CANADA  
EAST & OPERATIONS*

**+1 (514) 592-5861**

**DANIEL.GROS-JEAN@AM.DYNONOBEL.COM**

**DYNO®**  
**Dyno Nobel**



**NADYA MICHEL**

*Présidente fondatrice  
Gestion Monox Inc.*

**+1 (438) 354-8851**

**NADYA.MICHEL@MONOX.CA**

**MONOX**