

Dynamitage de Pilier de niveau

Sans accès direct de la surface



Agata Loboda

17 novembre 2022

Mine Detour Lake

Dynamitage Automne 2021

Présenté au CIM 2022 avec la collaboration de:

Adele Malo, EIT

Simon Gennaro, EIT

Agnico Eagle Mines Limited

Agnico Eagle Mines Limited



À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

Minute SST

Collaboration & Communication

- Plusieurs participants
- Horaire FIFO
- Conditions variables
- Inconnue
- Apprentissage de d'autres opérations

BBA.CA

À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
 - Aménagement du site
 - Méthodologie actuelles (2021)
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

Site de la mine Détour Lake



Exploitation minière autour des mines souterraines historiques

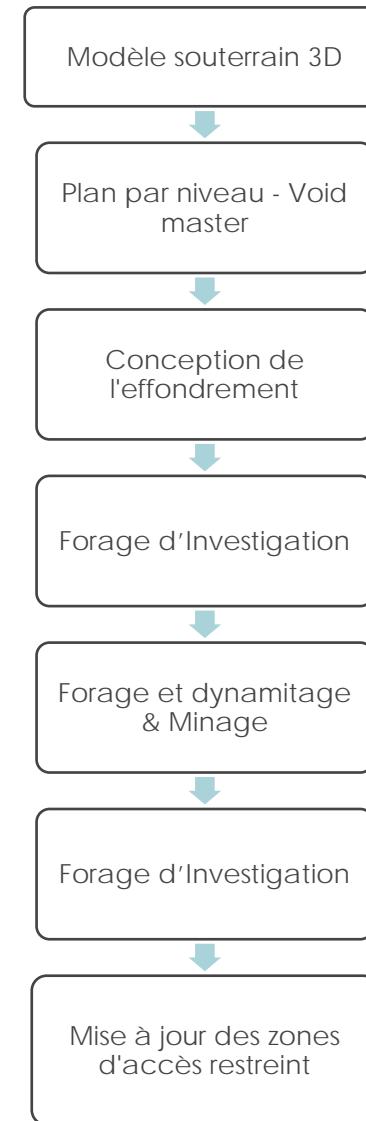
Les mines souterraines représentent des défis et des gains uniques

- Principaux défis
 - Sécurité - accès restreint
 - Une fragmentation souvent imprévisible
 - L'acier d'ancien soutènement
 - Outils / Équipements/ Déchets
 - Une progression minière plus lente
 - L'inconnue
- Gains
 - Des teneurs élevées accompagnées par des réconciliations à teneurs positives
- Emplacement du dynamitage:
 - Phase 2 Niveau 27



Méthodologie actuelle

- Plan complet des vides (void master) avant de développent des bancs
 - Identifier les zones qui nécessitent un effondrement
 - Identifier les zones qui peuvent nécessiter un forage d'investigation
 - Concevoir tous les trous d'effondrement
- Mise à jour des zones réglementées
- Inspections sur le terrain - Inspections après l'explosion
- AQ/CQ Assurance et contrôle de qualité



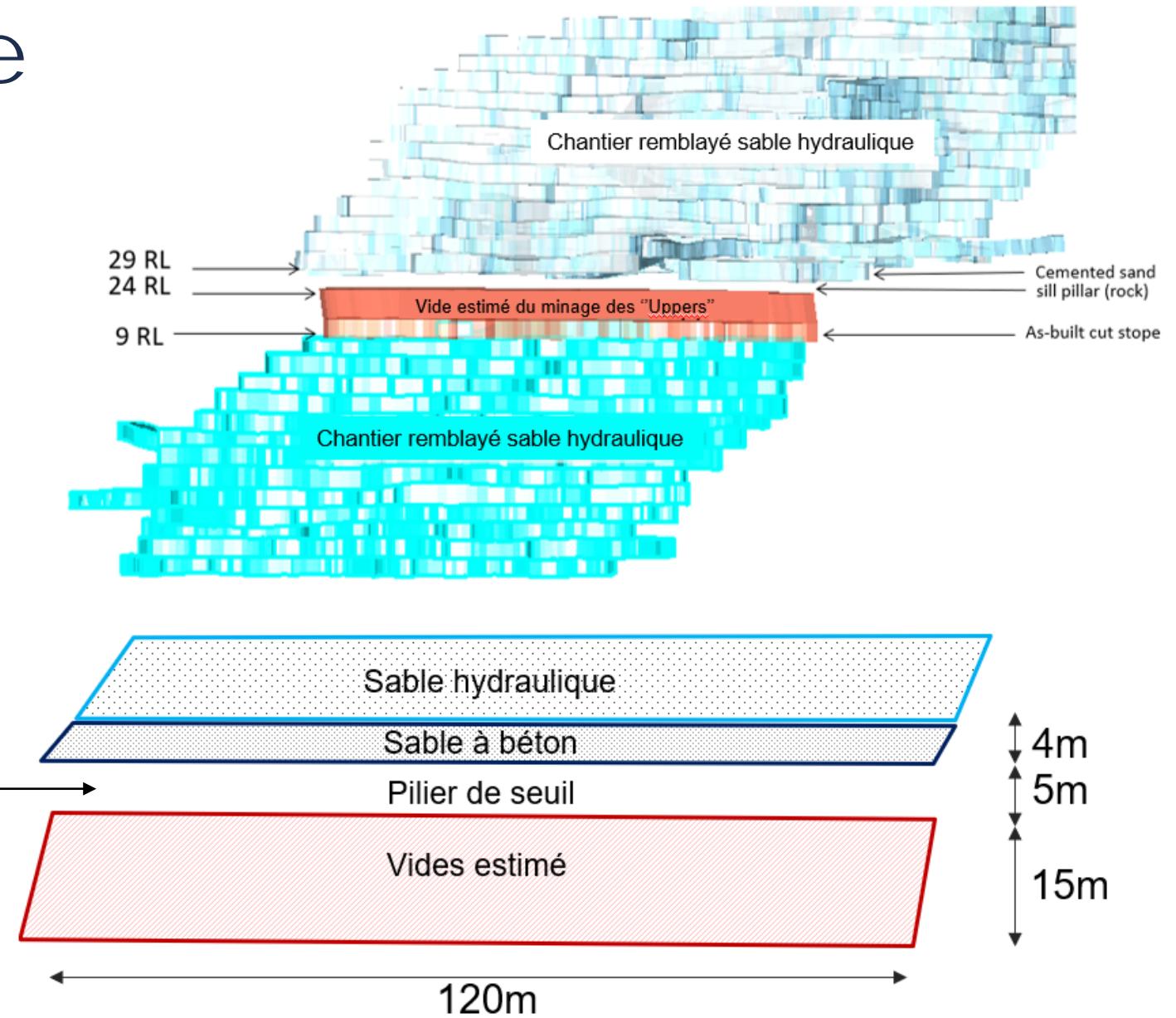
À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
 - Modèle des vides souterrains
 - Optimisation des zones restreintes
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

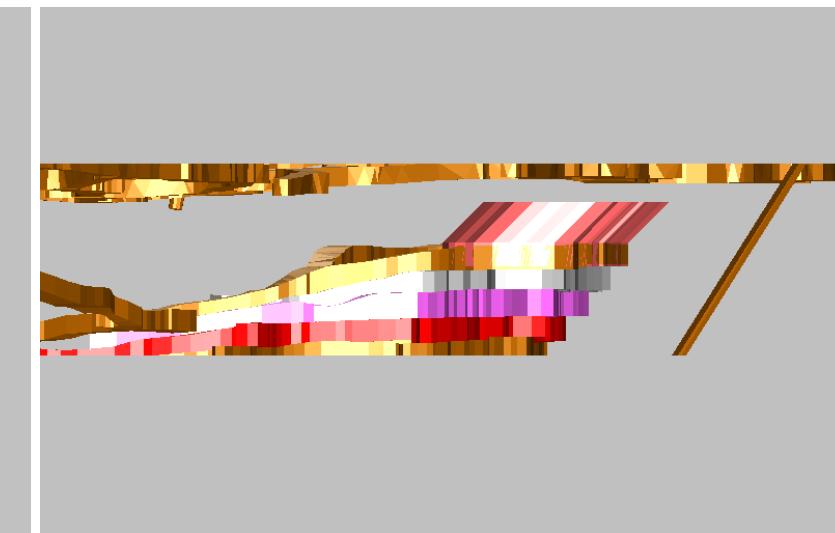
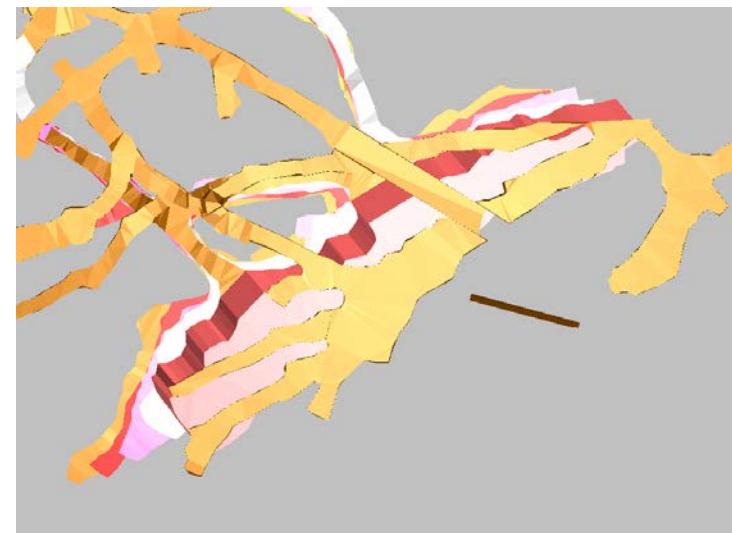
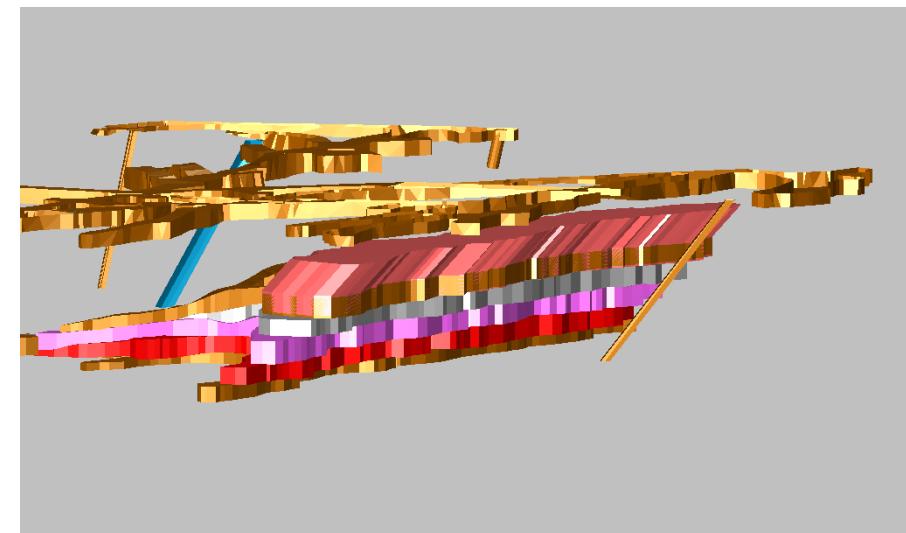
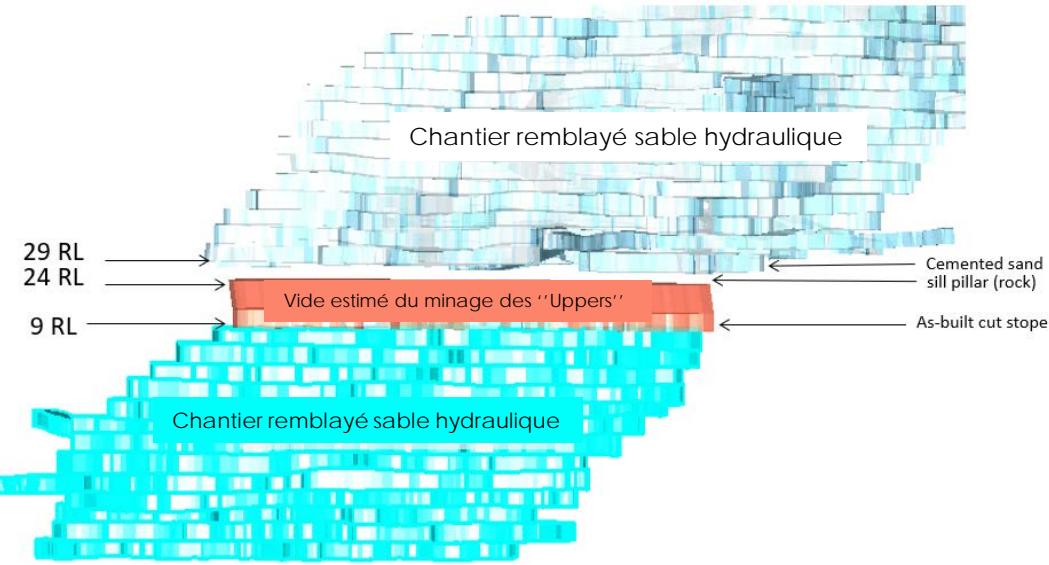
Estimation du Vide

Modèle Souterrain

- Vides non cartographié
- Suggestion de présence de vides à partir de la documentation historique
- Estimation de la taille et de l'emplacement des vides en fonction du processus ST
- Effectuer des sondages pour confirmer la taille et l'emplacement des vides
- L'épaisseur estimée de 5m du pilier était trop peu pour permettre de miner puis d'installer une foreuse au dessus.

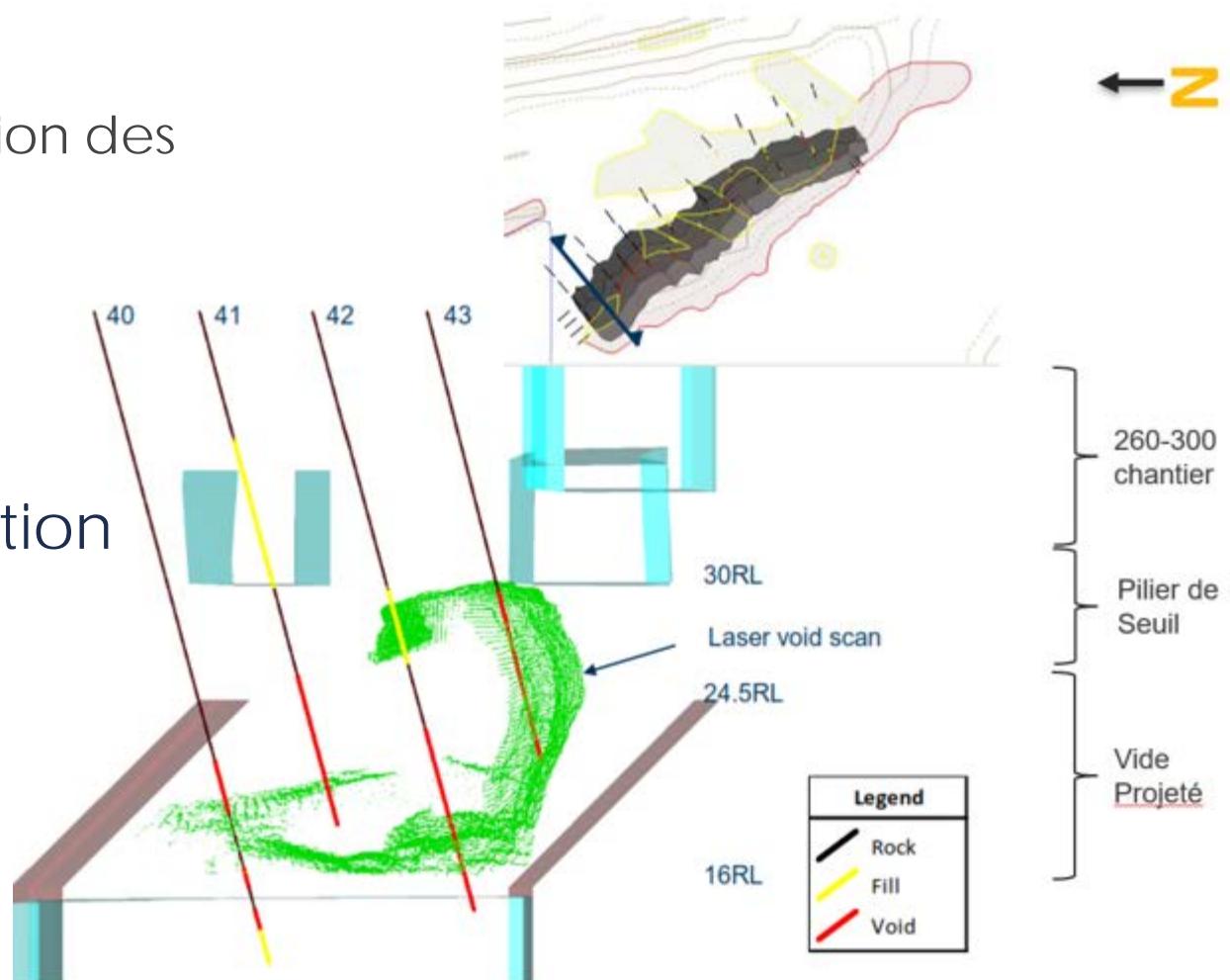


Ancienne mine souterraine



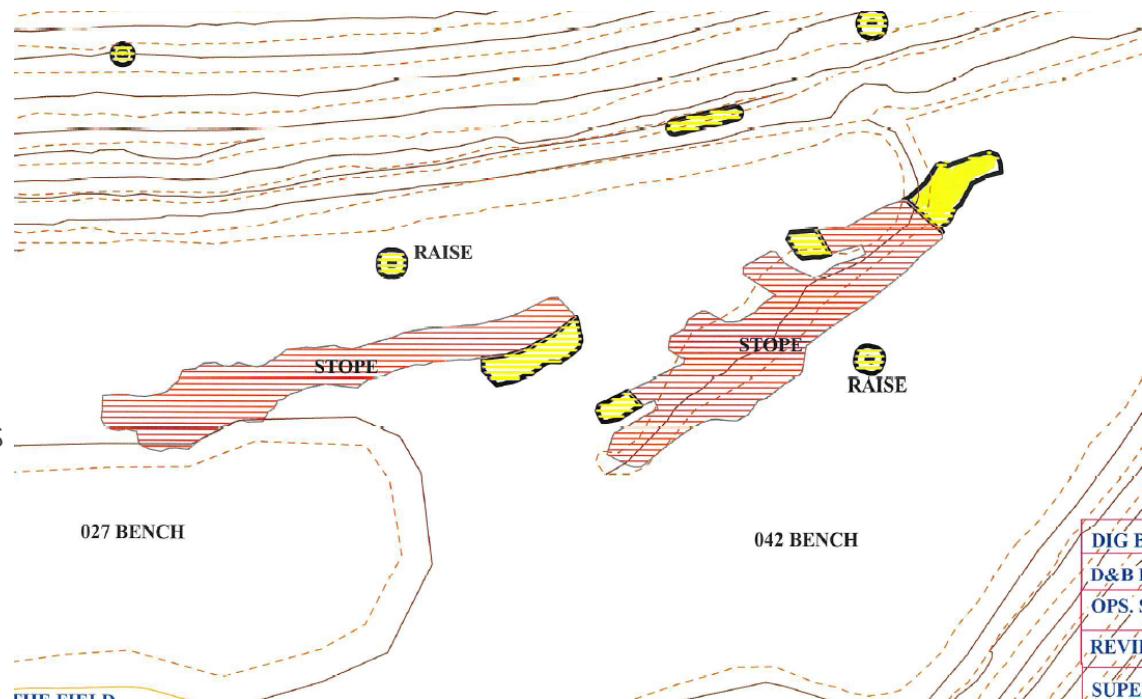
Forage d'Investigation

- Forage d'exploration au diamant
 - RQD permettant de comparer l'estimation des vides.
 - Carottes utilisées pour cartographier les conditions de la roche
- Investigation par forage de production
 - D65; trous de 6.5'' diamètre
 - 30m de long, Inclinaison 0-25°
- Numérisation laser du vide



Norme de sécurité pour les zones restreintes

- Standard de procédures d'exploitation
 - Accès restreint dans une zone dont l'épaisseur verticale est inférieure à 2:1 (zone verticale : largeur excavation souterraine)
 - Ajout 3 m de largeur de toute excavation souterraine sur le sol solide
- Procédures non routinières Dynamitage P2-027-008vc
 - Là où des sondages ont été effectués et ont indiqué la présence de roches compétentes
 - Un ratio de zone verticale de 1:1 a été utilisé.
 - Un décalage du plancher de 2 m a été utilisé.
 - Réalisation d'une évaluation approfondie des risques, en soulignant les contrôles utilisés pour modifier en toute sécurité les procédures opérationnelles standard:
 - Pendants la journée uniquement
 - Exposition réduite
 - Inspection géotechnique quotidienne
 - Zone Jaune:
 - Pelle, Camion, Foreuse;
 - Ø personnel, pick-up, petit équipement
 - Zone Rouge: Ø accès



À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
 - Schéma de forage
 - Instructions de chargement
 - Dynamitage et sécurité
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

Géométrie du Patron de forage

Objectif : Maintenir la stabilité du sol

- La taille du patron de forage a été réduite pour limiter le "temps de veille dans le trou" avant l'explosion
- La forme du patron a été déterminée pour éviter que les explosions d'effondrement de vide adjacentes ne compromettent la stabilité du sol pour les patrons adjacents d'effondrement à venir.
 - Éviter de travailler sur le sommet du pilier de niveau après un effondrement partiel
- L'option 1 est préférée pour limiter le nombre de trous, tout en incluant les trous d'effondrement dans un même patron.

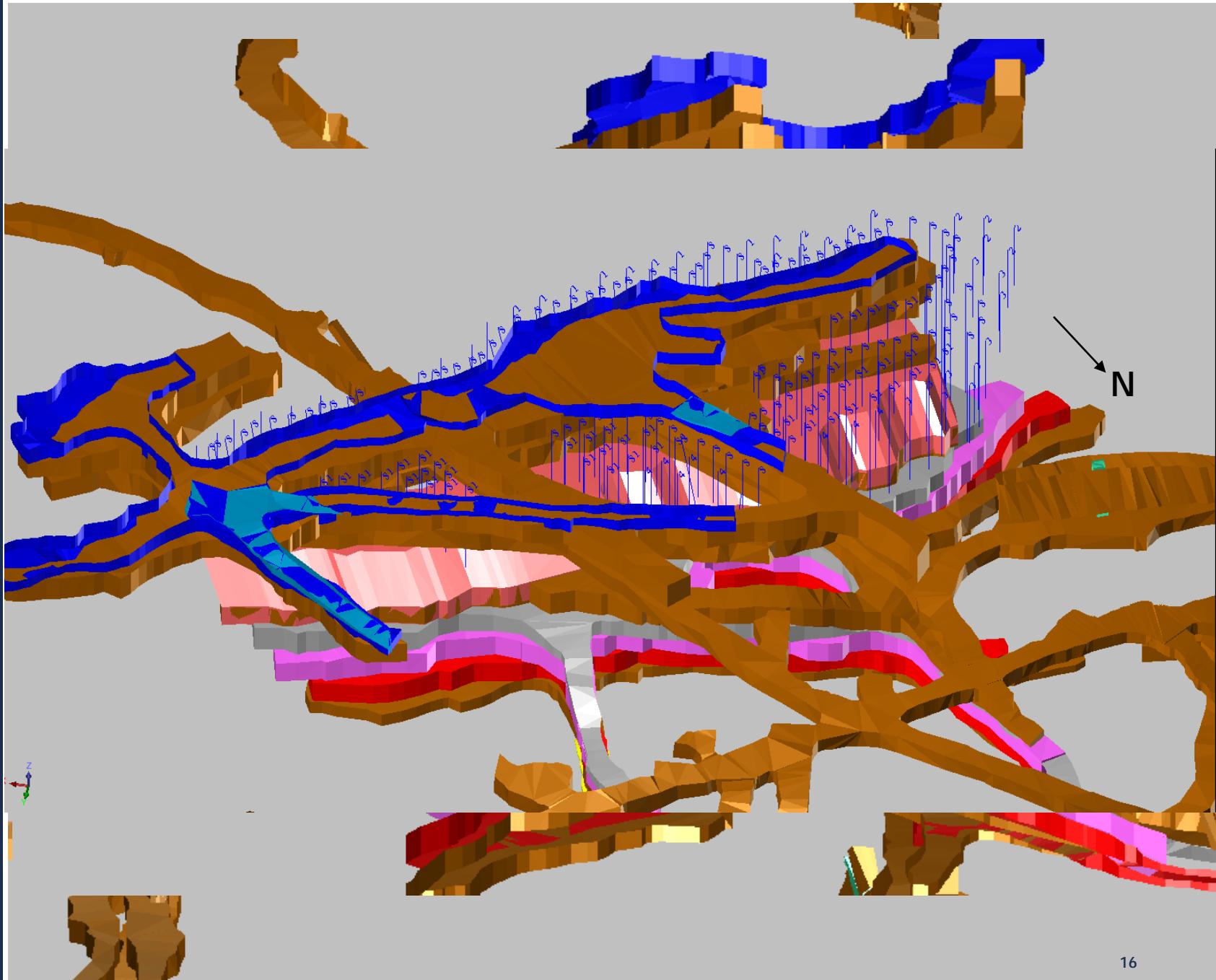


• Trous latéraux pour banc simple 14.5m

• Trous latéraux du banc double 29.0m

• Trous centraux

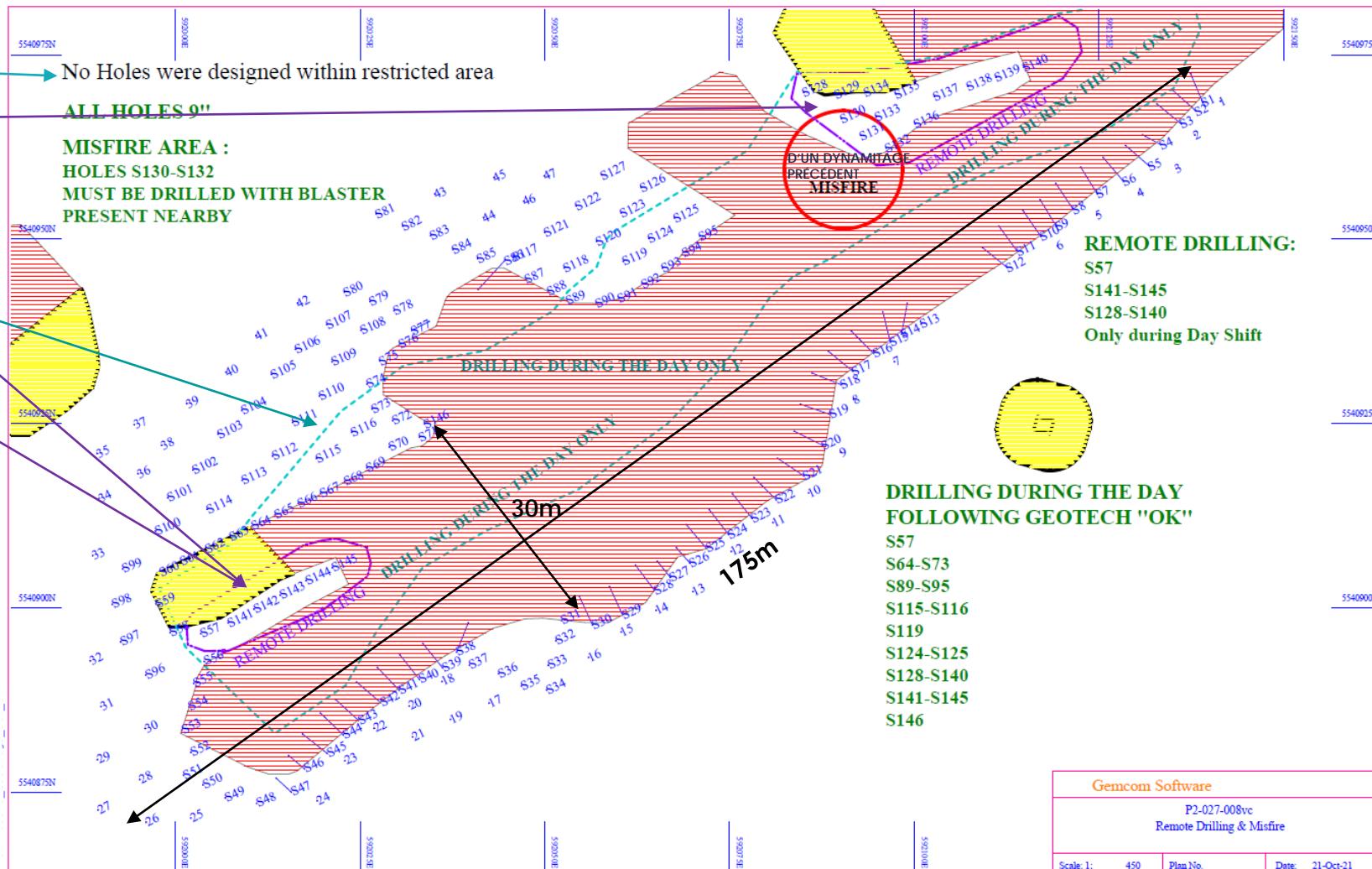
Géométrie du Patron de forage



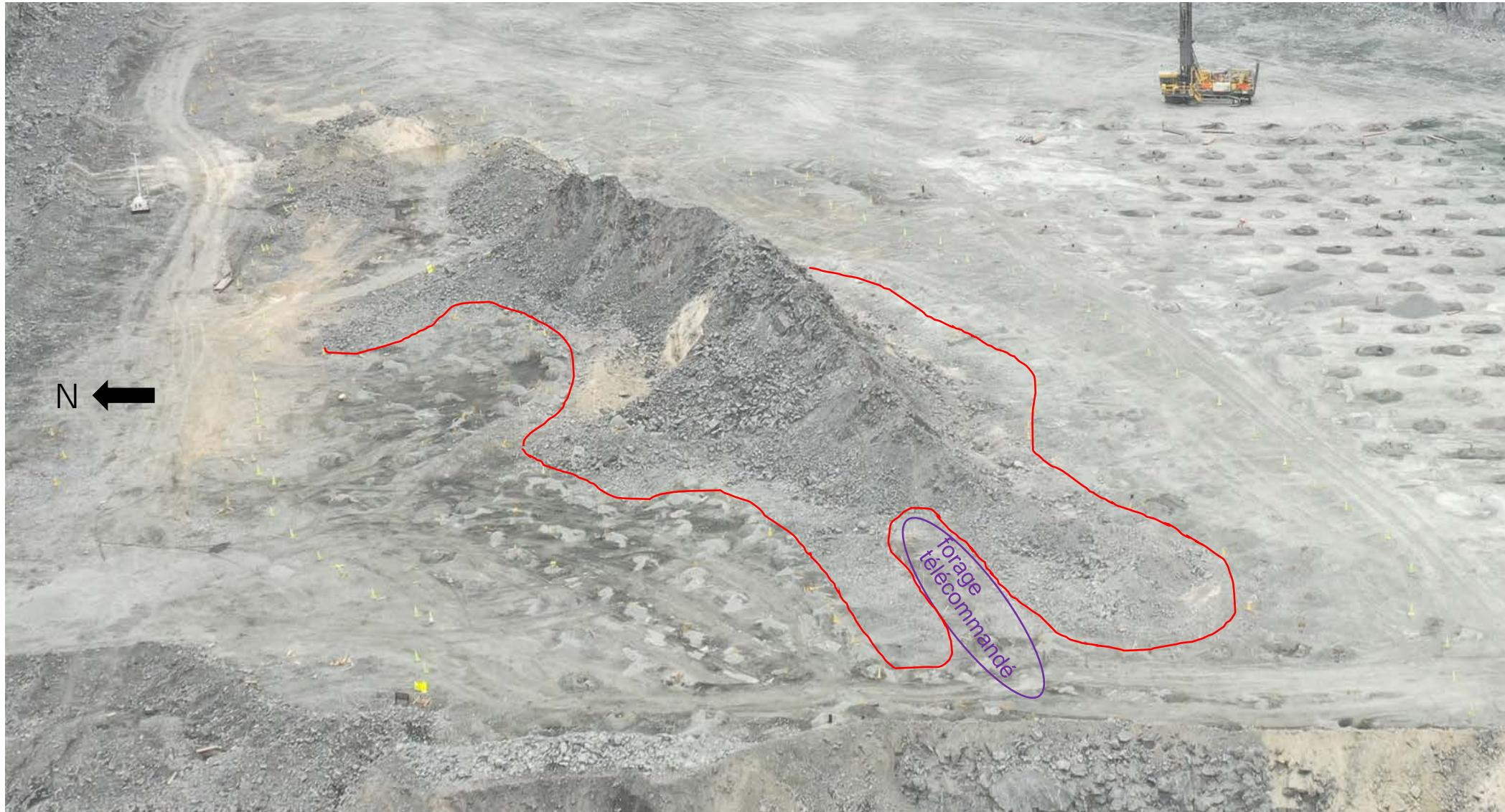
Schémas de forage - Présentation Simplifiée

P2-027-008vc

- Sécurité
- Risques de vibrations
- Forage de Jour
- Trou de 9" de diamètre
- Trous latéraux espacés de 4 m
- Forage à distance de trous de 8" - D65
- Profondeur de 14,5 à 30 m
- Facteur de poudre moyen : 0,30 kg/tonne
- Trou 9'': 3m distance minimale pour empêcher un "dead press"



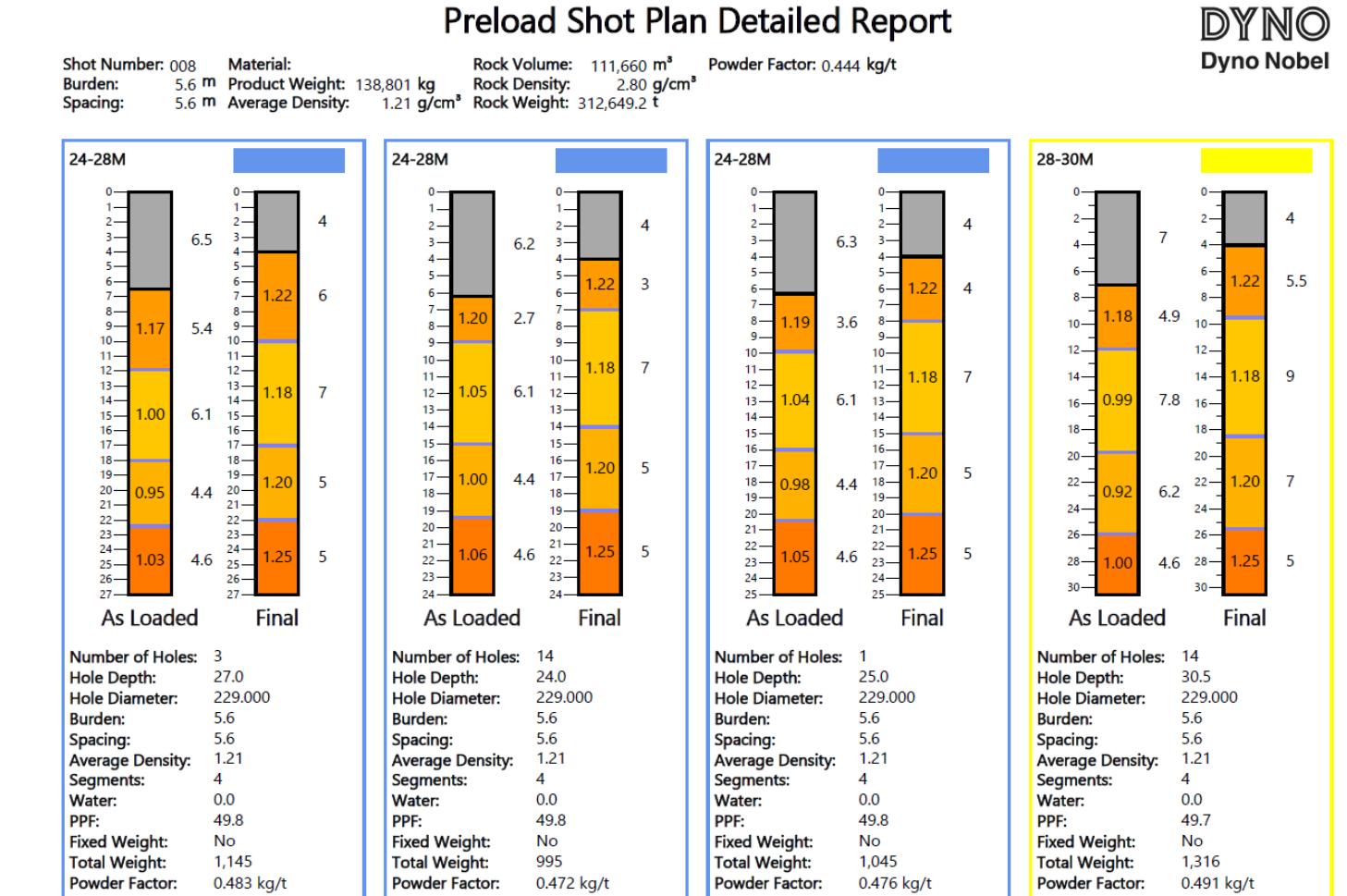
Patron de forage - Sur le terrain



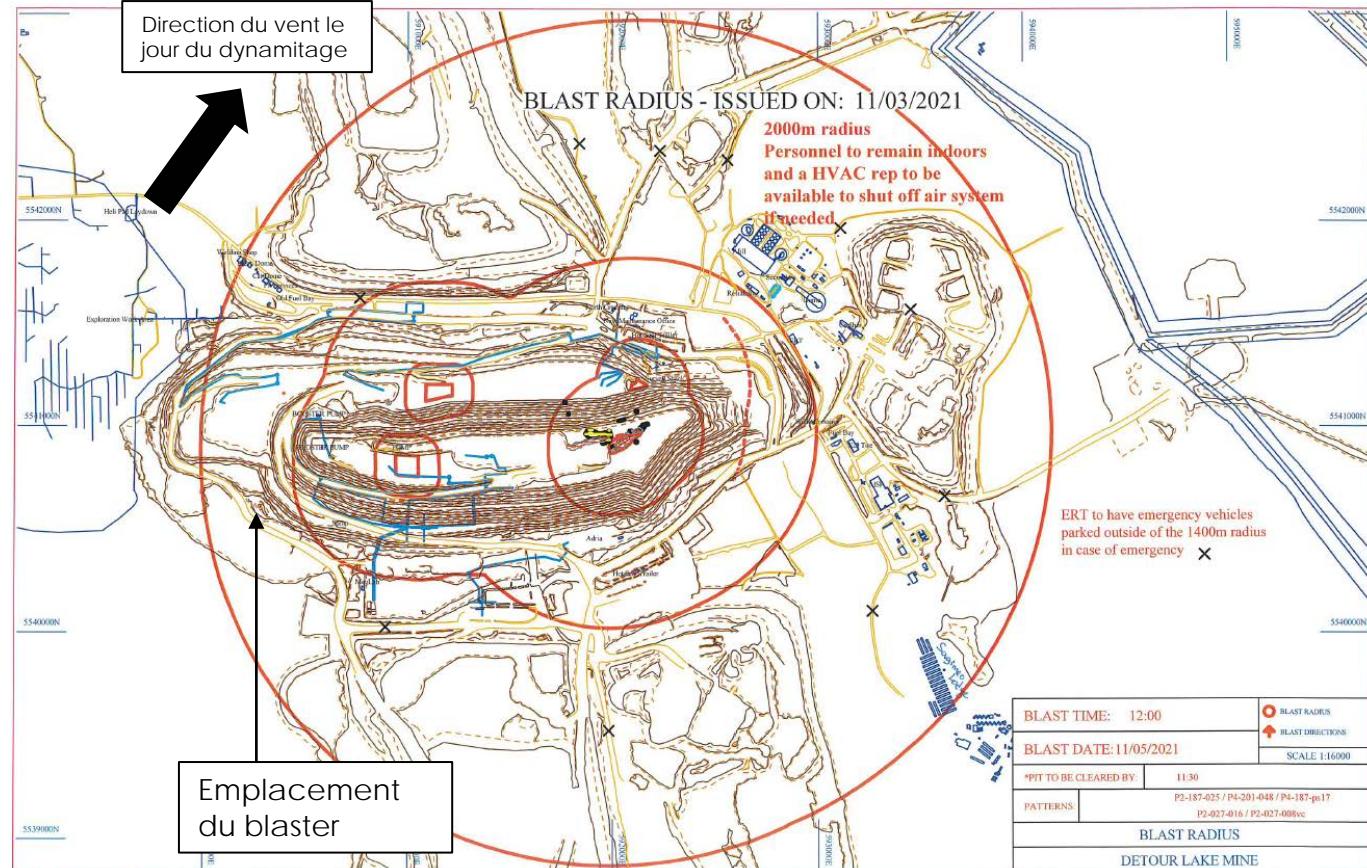
Chargement d'explosifs

Objectif : assurer la détonation des trous

- Travailler avec le fournisseur d'explosifs
 - Trous profonds: ajuster la densité
 - Plan de dynamitage préchargé
 - Ne pas atteindre la densité critique
- Chargement des trous sud avant les trous nord
 - Trous au sud stable
 - Réduction du temps de veille
- Amorçage double ou triple



Dynamitage et sécurité

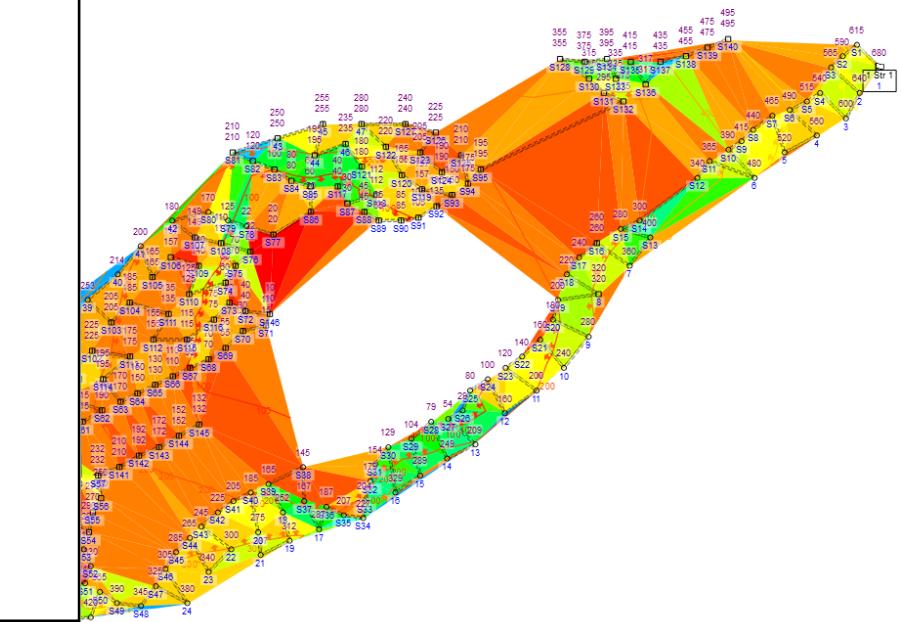


- Rayon de sécurité : étendu
 - Fumées toxiques attendues
 - Jour du dynamitage: vents vers l'usine de traitement
- NRTHA – Procédure interne :
 - Faire participer tout le monde : l'usine, le camp, l'équipe d'urgence, les électriciens impliqués dans la ventilation, etc.
 - Médias sociaux interdits jusqu'à ce que les accès soient libérés
- Réduire les risques d'exposition du personnel aux fumées : drone avec détecteur de gaz
 - Reçu sur place en mars 2022

Explosion d'effondrement des vides

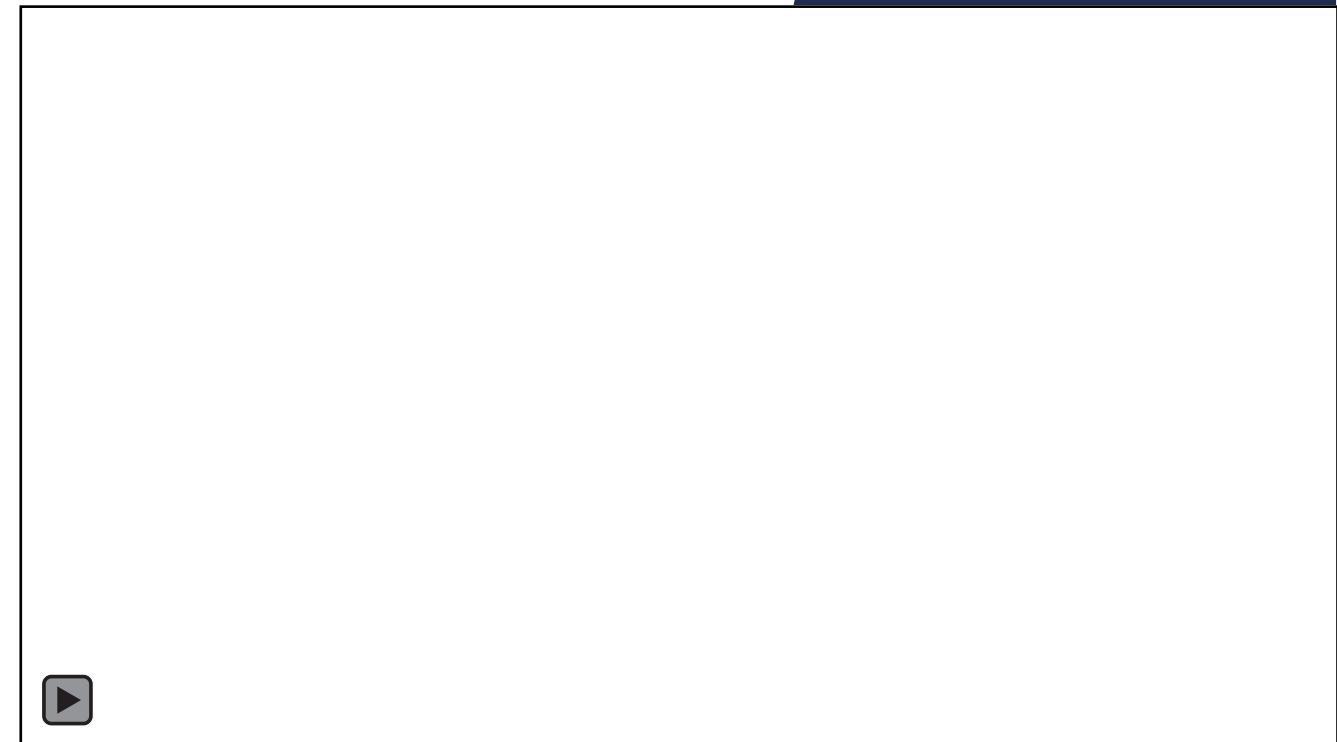
Séquence de mise à feu

- Rapide pour un Patron de Production à Détour Lake
 - Vitesse de dégagement du fardeau 6-8 ms/m
 - Habituellement +12ms/m
- Début Nord-Centre : Le plus proche du vide



Explosion d'effondrement des vides

- Une séquence de tir rapide était préférée:
 - Percées multiples
 - Empêcher le desserrage du bouchon et la perte du trou
 - Présence de Vide : Réduis le risque d'étouffement de dynamitage
- Pas de raté d'initiation (\emptyset misfire)
- Certains gaz NOx visibles



À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
 - Efficacité de chargement dans la zone
 - Planification minière autour des travaux souterrain (ST)
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

Chargement efficace dans la zone

- Dynamitage de pilier de niveau
 - Des temps de chargement nettement plus élevés
 - Block de roc surdimensionnés
 - Être conscient de l'acier de soutènement souterrain
 - Plus de variabilité dans la charge utile par rapport à la cible
 - Temps de placement doublé (spot time)

	Temps de chargement	Charge Utile/Camion
Exploitation manière ST	+371%	+4%

** Comparé a la moyenne annuelle



Planification de minage autour des travaux ST

- Planification
 - Identifier les risques et les retards dans le cadre de la planification mensuelle et trimestrielle
 - Communication interdépartementale
 - Acceptez une baisse de productivité et l'inclure dans la planification
 - Avoir plusieurs fronts ouverts
 - S'assurer que les pelles restantes sont dans des fronts productifs
- Sélection de l'équipement
 - Extraire la majorité des roches avec des équipements plus larges
 - Diminuer progressivement la dimension de l'équipement

À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
 - Séquence de sondage d'investigation
 - Réduction des risques de surdimensionnement
 - Zone restreinte modifiée
- ▶ Conclusion

Élimination des risques

Élévation du banc 013

- Élévation 013: fond du vide
 - Roche restante non dynamitée
 - Zone de remblai de sable
- Prochaine Étape:
 - Prouver qu'il n'y a plus de vide en dessous



Élimination des risques

Équipement sélectionné: Excavatrice CAT 390 de longue portée



Élimination des risques

1.5 jour de délai engendré sur l'avancement



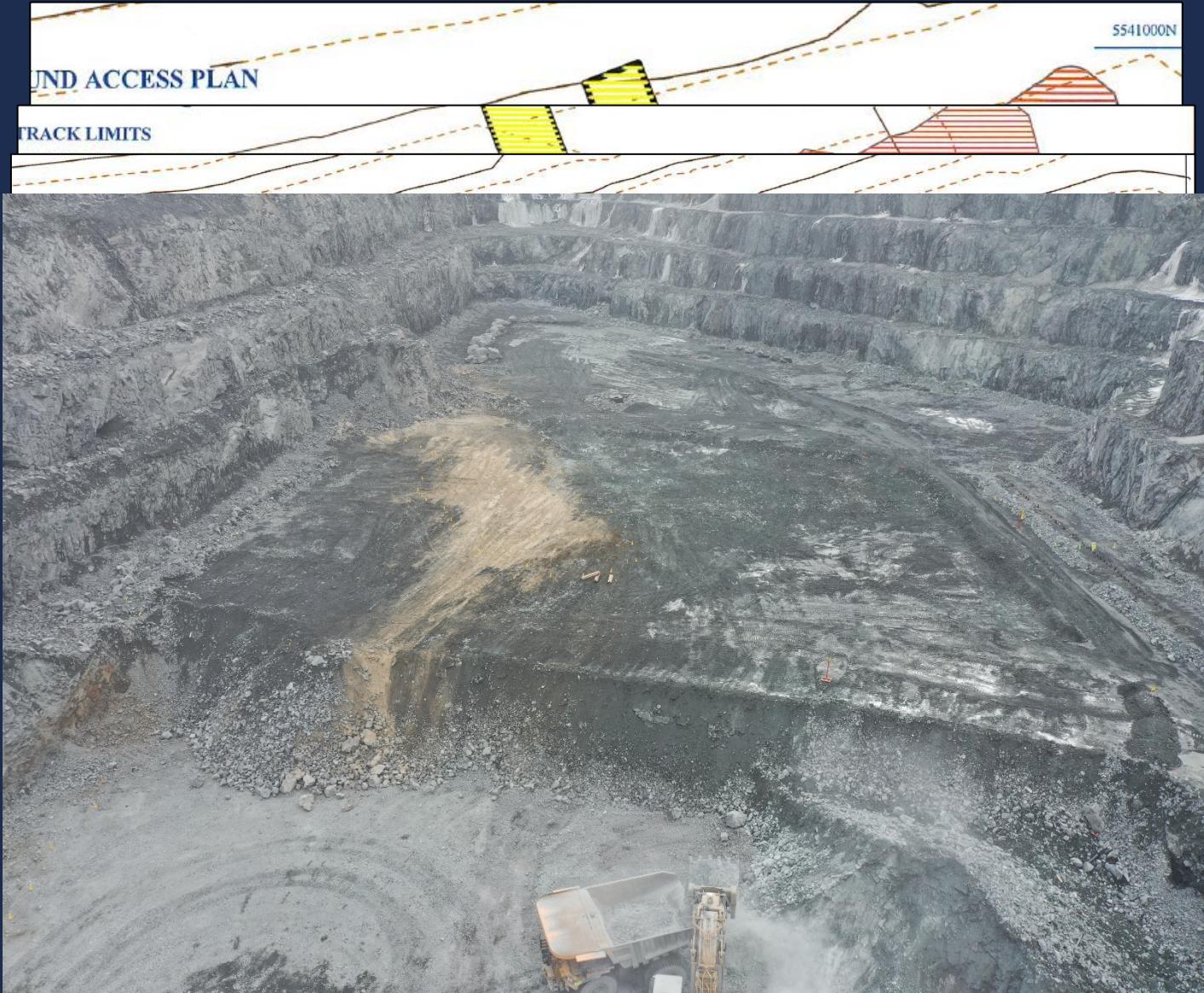
Chargement des trous dans une zone restreinte

- Utilisation d'un équipement permettant d'amener le dynamiteur en toute sécurité dans la zone interdite
- Chargement des trous avec explosif empaquetés.
- Solution par le surintendant de forage-sautage.



Évolution de la Zone Restreinte

1. Zone restreinte initiale
 1. Dynamitage Niveau 027 Fin Octobre 2021
 2. Dynamitage Niveau 013 Mi-Décembre 2021
2. Après investigation, modifiée en jaune-noir
16 Mars
3. Dynamitage de gros rocher (boulder) et investigation
22 Mars
4. Retour au plancher normal
11 Avril



À l'ordre du jour

- ▶ Présentation du site de la mine
- ▶ Considération géotechniques
- ▶ Forage et dynamitage
- ▶ Exploitation minière et KPI
- ▶ Élimination des risques
- ▶ Conclusion

UNE EXPLOITATION MINIÈRE SÛRE ET EFFICACE EST RÉALISABLE QUEL QUE SOIT LE DÉFI

Travail d'équipe: services techniques, experts, fournisseurs

Communication: ingénierie, exploitation minière, experts

La sécurité avant tout: travailleurs, stabilité, fumées

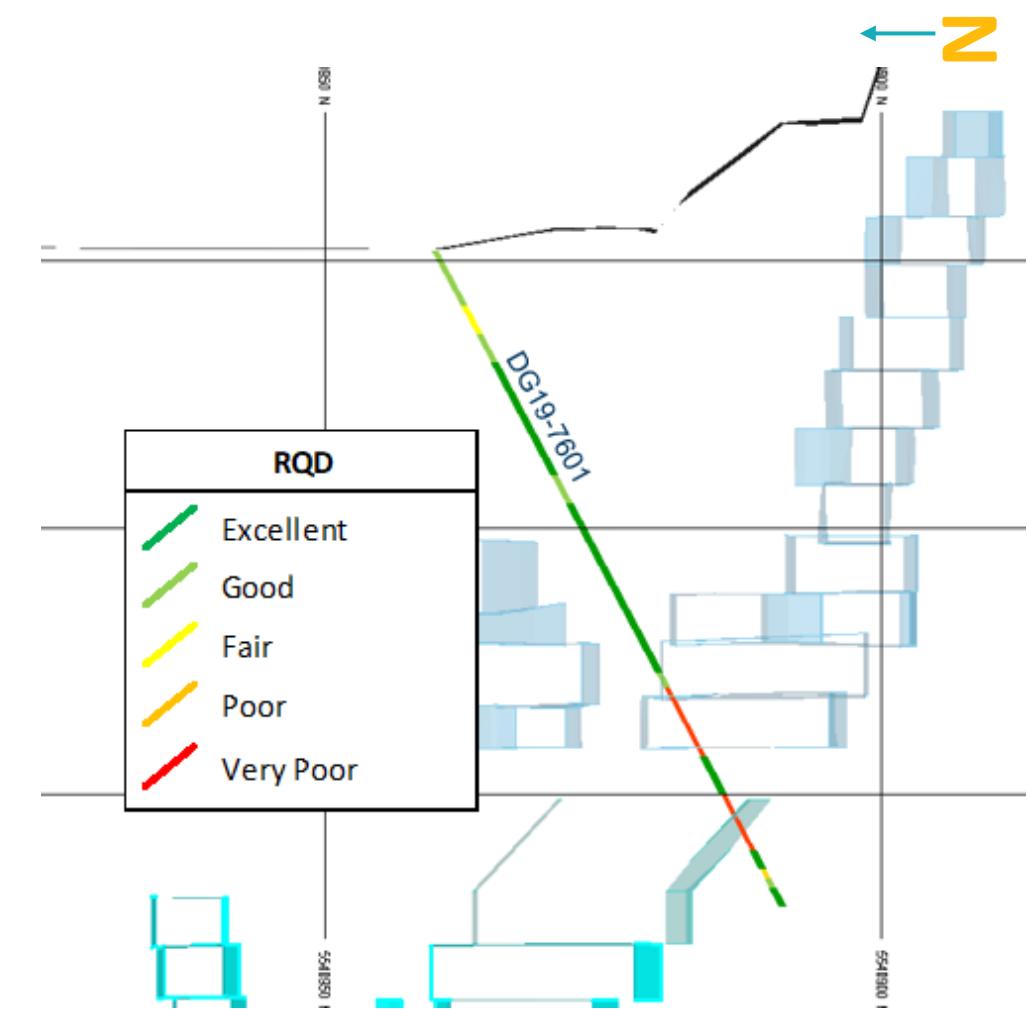
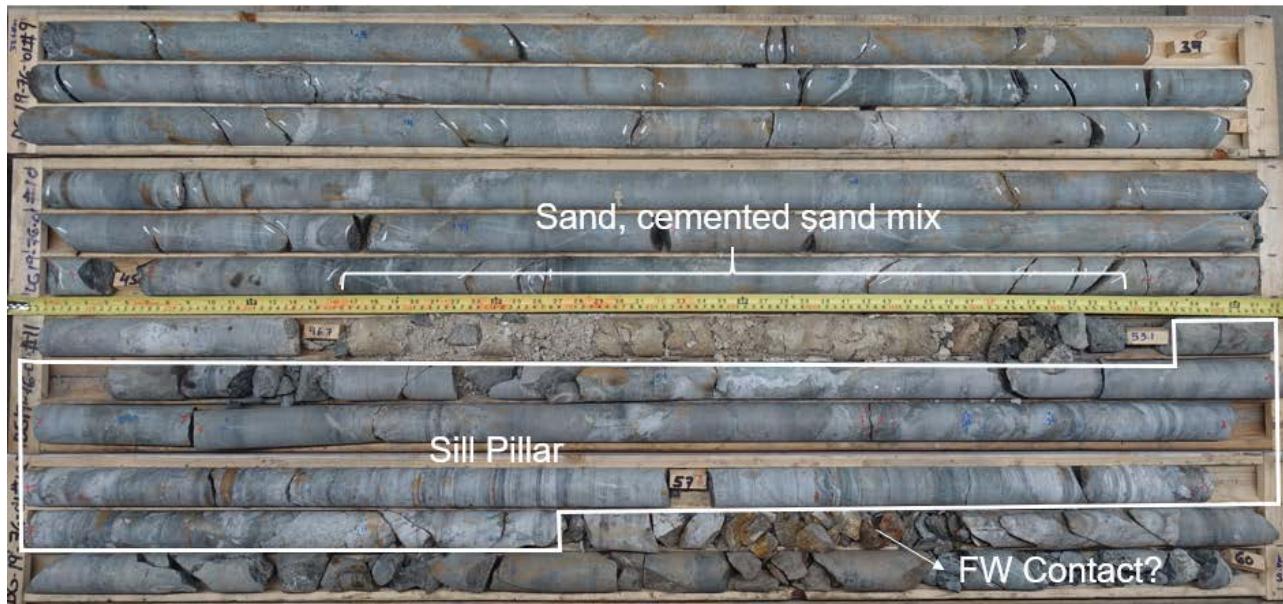


Merci

BBA.CA

Investigation

- Forage d'exploration au diamant
 - RQD permettant de comparer l'estimation des vides.
 - Carotte utilisée pour cartographier les conditions de la roche



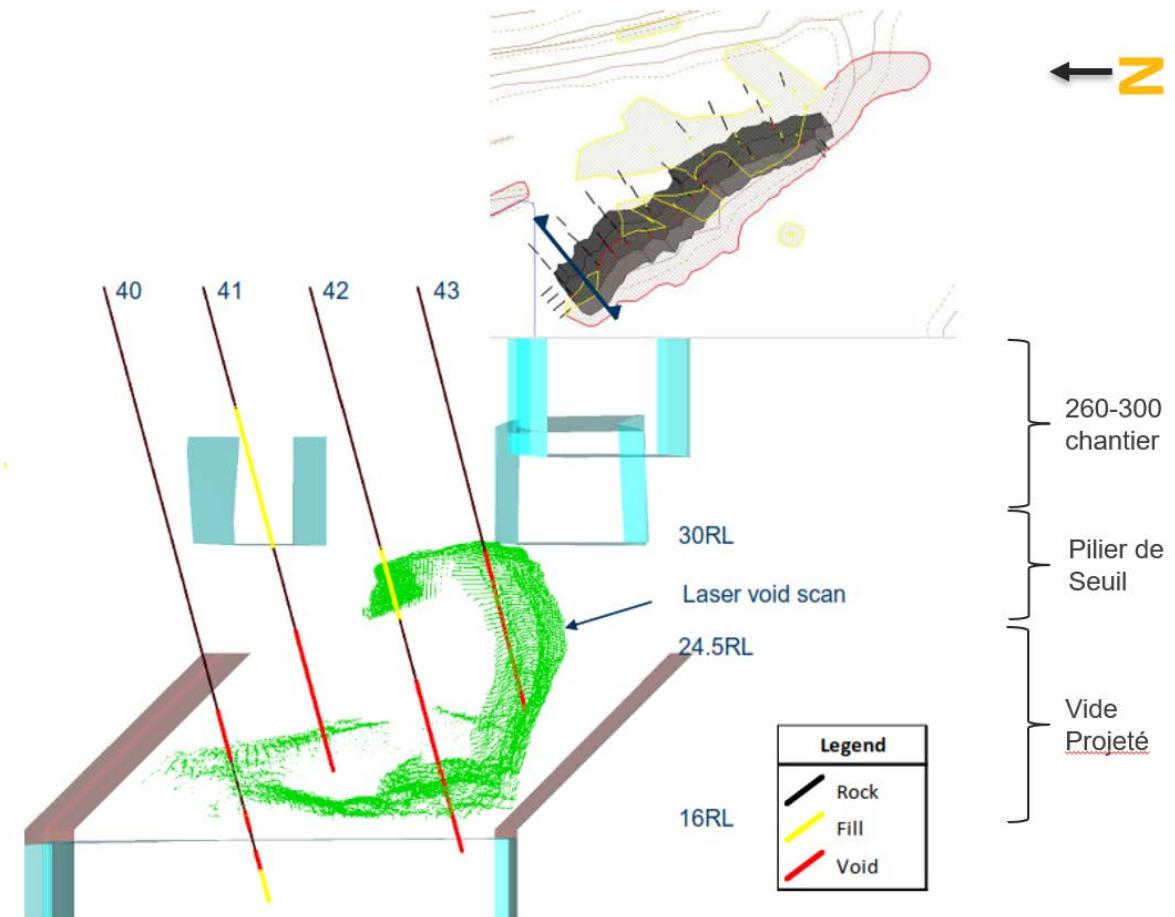
Forage d'investigation

- Investigation par forage de production

- D65; trous de 6.5'' diamètre
- Utilisé à tous les stades du développement pour une définition de plus haute résolution
- Capable de cartographier des conditions changeantes grâce à l'accessibilité et à la fréquence des sondages

- Numérisation laser du vide

- Numérisation laser de fond de trou utilisé pour mieux définir les vides pour la conception du modèle d'effondrement.
- Niveau de l'eau doit être assez bas pour permettre le scan



Forage d'investigation

- Caméra de fond de trous
 - Vidéos des conditions de fond de trou pour mieux définir les résultats des sondages
 - Les investigations peuvent avoir intercepté du roc, mais était-il compétent?
 - Caméra permet de valider

