

**EN004386****RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident ayant causé la mort d'un opérateur de pelle de l'entreprise  
Morin excavation entrepreneur général (9441-0255 Québec inc.),  
survenu le 8 septembre 2022, sur un chantier de construction  
situé au 210-214, chemin Denis, à Cantley.**

**Version dépersonnalisée**

**Service de la prévention-inspection – Outaouais**

**Inspectrice :**

\_\_\_\_\_  
**Geneviève Cadotte**

**Inspecteurs:**

\_\_\_\_\_  
**Michel Croteau,  
BSc géologie**

\_\_\_\_\_  
**Simon Pelletier,  
expert en  
manutention et  
usage des explosifs**

**Date du rapport : 31/03/2023**

**Rapport distribué à :**

- Monsieur A
- Madame B
- Monsieur Jean-Napoléon Drouin, copropriétaire de l'entreprise Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Monsieur Guy Malette, copropriétaire de l'entreprise Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Madame Catherine Girard, copropriétaire de l'entreprise Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Madame C
- Docteure Marie Pinault, coroner
- Docteure Brigitte Pinard, directrice de santé publique par interim, Centre intégré de santé et de services sociaux de l'Outaouais
- Centrale des syndicats démocratiques (CSD Construction)
- Fédération des travailleurs et travailleuses du Québec (FTQ-Construction)
- Confédération des syndicats nationaux (CSN-Construction)
- Syndicat québécois de la construction (SQC)
- Conseil provincial du Québec des métiers de la construction (International) (CPQMCI)

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1</b>	<b>RÉSUMÉ DU RAPPORT</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ORGANISATION DU TRAVAIL</b>	<b>4</b>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DU CHANTIER	4
2.1.1	MAÎTRISE D'ŒUVRE	4
2.1.2	SOUS-TRAITANTS	4
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	5
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	5
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	5
<b>3</b>	<b>DESCRIPTION DU TRAVAIL</b>	<b>6</b>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	6
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	7
<b>4</b>	<b>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</b>	<b>8</b>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	8
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	9
4.2.1	FORMATION ET EXPÉRIENCES PROFESSIONNELLES	9
4.2.1.1	Accidenté	9
4.2.1.2	Boutefeu	9
4.2.2	OBSERVATIONS DE LA SCÈNE D'ACCIDENT	10
4.2.3	ARPENTAGE DU CHANTIER	14
4.2.4	INFORMATIONS CONCERNANT LA PELLE HYDRAULIQUE	14
4.2.5	INFORMATIONS CONCERNANT LA FOREUSE	15
4.2.6	INFORMATIONS CONCERNANT LE VÉHICULE DE TRANSPORT DES EXPLOSIFS	15
4.2.7	INFORMATIONS CONCERNANT LES PARE-ÉCLATS	16
4.2.8	INFORMATION CONCERNANT LE SISMOGRAPHE	17
4.2.9	ÉQUIPEMENTS ET PERMIS DÉTENUS PAR L'ENTREPRISE DYNAMITAGE OUTAOUAIS	17
4.2.10	MÉTHODES DE TRAVAIL UTILISÉES	18
4.2.10.1	Entreposage et transport	18
4.2.10.2	Préparation du sautage	18
4.2.10.3	Mise à feu	19
4.2.11	PARAMÈTRES DES SAUTAGES	19
4.2.12	DÉLIMITATION DE LA ZONE DE TIR	21
4.2.13	ANALYSE DES PARAMÈTRES DU QUATRIÈME SAUTAGE	23
4.2.13.1	Conception du quatrième sautage	24
4.2.13.2	Bourrage insuffisant	26

4.2.13.3	Faiblesse de la structure géologique	26
4.2.13.4	Surcharge d'un trou de mine	26
4.2.13.5	Séquence de mise à feu inappropriée	28
4.2.13.6	Utilisation de pare-éclats	29
4.2.14	LOI ET RÉGLEMENTATION	30
4.2.14.1	Code de sécurité pour les travaux de construction	30
4.2.14.2	Loi sur la santé et la sécurité du travail	32
<b>4.3</b>	<b>ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES</b>	<b>33</b>
4.3.1	LA DIFFUSION DE L'ÉNERGIE ENGENDRÉE PAR LE SAUTAGE N'ÉTANT PAS CONTRÔLÉE ADÉQUATEMENT, L'ACCIDENTÉ EST HAPPÉ PAR LE SOUFFLE DE L'EXPLOSION ET EST PROJETÉ EN BAS DE LA PLATEFORME DE LA TOURELLE DE LA PELLE HYDRAULIQUE OÙ IL SE TROUVE.	33
4.3.2	LA PLANIFICATION DU SAUTAGE EST DANGEREUSE, NOTAMMENT PARCE QUE L'ABSENCE D'ÉMISSION DE DIRECTIVES CONCERNANT L'ENDROIT OÙ SE RÉFUGIER, À L'ABRI, EN PRÉVISION DU SAUTAGE COMBINÉE À L'ABSENCE D'UNE VÉRIFICATION ADÉQUATE DE LA ZONE DE TIR PAR L'EMPLOYEUR SPÉCIALISÉ EN FORAGE ET SAUTAGE FONT EN SORTE QUE L'ACCIDENTÉ SE RETROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DE TIR AU MOMENT DU SAUTAGE.	34
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>37</b>
5.1	CAUSES DE L'ACCIDENT	37
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	37
5.3	SUIVIS DE L'ENQUÊTE	38
 <b><u>ANNEXES</u></b>		
ANNEXE A :	Accidenté	39
ANNEXE B :	Liste des personnes interrogées	40
ANNEXE C :	Lexique	41
ANNEXE D :	Arpentage – Plan illustratif	42
ANNEXE E :	Rapport d'analyse des matériaux	45
ANNEXE F :	Références bibliographiques	46

**SECTION 1****1 RÉSUMÉ DU RAPPORT****Description de l'accident**

Le 8 septembre 2022, des travailleurs sur un chantier de construction s'affairent à l'excavation du terrain situé au 214, chemin Denis, à Cantley. En raison de la présence de roc sur le terrain, des travaux de sautage sont effectués. Quatre sautages ont lieu au cours de la journée. Une fois les préparatifs du quatrième sautage terminés, la pelle hydraulique est déplacée au sud du sautage et les travailleurs s'éloignent du lieu du sautage afin de se mettre à l'abri. Le boutefeu ainsi que les travailleurs de l'entreprise Dynamitage Outaouais trouvent refuge sur le chemin Denis, du côté ouest du sautage, alors que l'opérateur de pelle de l'entreprise Morin excavation entrepreneur général reste à proximité de la pelle hydraulique.

Au moment de l'accident, l'opérateur de pelle est monté sur la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique et filme le sautage à l'aide de son téléphone cellulaire. Lors du sautage, le souffle de l'explosion et des morceaux de roc sont projetés en direction de l'opérateur.



Figure 1 - Photographie de la scène de l'accident à l'arrivée de la CNESST  
Source : CNESST

### **Conséquences**

L'opérateur de pelle est happé par le souffle de l'explosion et est projeté au sol. Il décède des suites de ses blessures.

### **Abrégé des causes**

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes:

- La diffusion de l'énergie engendrée par le sautage n'étant pas contrôlée adéquatement, l'accidenté est happé par le souffle de l'explosion et est projeté en bas de la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique où il se trouve.
- La planification du sautage est dangereuse, notamment parce que l'absence d'émission de directives concernant l'endroit où se réfugier, à l'abri, en prévision du sautage combinée à l'absence d'une vérification adéquate de la zone de tir par l'employeur spécialisé en forage et sautage font en sorte que l'accidenté se retrouve à l'intérieur de la zone de tir au moment du sautage.

### **Mesures correctives**

Le 8 septembre 2022, dans le rapport d'intervention RAP1399257, les inspecteurs de la Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail (CNESST) se rendent au 210-214, chemin Denis, à Cantley. Ils ordonnent l'arrêt de l'ensemble des travaux sur le chantier et interdisent l'accès à la pelle hydraulique se trouvant sur le chantier. Les équipements présents sur le chantier et impliqués dans l'accident sont saisis par les inspecteurs.

Le maître d'œuvre et l'employeur spécialisé en forage et sautage doivent se conformer à la *section IV – Manutention et usage des explosifs* du *Code de sécurité pour les travaux de construction* (CSTC) et soumettre une méthode de travail sécuritaire de transport, d'entreposage et d'usage des explosifs.

Le 9 septembre 2022, dans le rapport d'intervention RAP1399673, la stabilité de la pelle hydraulique est assurée et la CNESST autorise l'accès à la pelle hydraulique.

Le 12 octobre 2022, dans le rapport d'intervention RAP1402064, la CNESST autorise la reprise de tous travaux sur le chantier de construction à l'exception des travaux nécessitant l'usage de tous types d'explosifs. Les conditions de reprises à rencontrer par le maître d'œuvre afin de permettre l'usage d'explosifs sur le chantier demeurent les mêmes.

Le 24 octobre 2022, dans le rapport d'intervention RAP1404227, une méthode de travail, signée et scellée par un ingénieur, faisant état des procédures et mesures de sécurité à prendre au sujet du transport,

de l'entreposage et de l'usage des explosifs sur le chantier est soumise à la CNESST. Le 25 octobre 2022, la CNESST autorise la reprise des travaux nécessitant l'usage d'explosifs sur le chantier.

*Le présent résumé n'a pas de valeur légale et ne tient lieu ni de rapport d'enquête, ni d'avis de correction ou de toute autre décision de l'inspecteur. Il constitue un aide-mémoire identifiant les éléments d'une situation dangereuse et les mesures correctives à apporter pour éviter la répétition de l'accident. Il peut également servir d'outil de diffusion dans votre milieu de travail.*

**SECTION 2****2 ORGANISATION DU TRAVAIL****2.1 Structure générale du chantier****2.1.1 Maîtrise d'œuvre**

Madame B et monsieur A sont respectivement . Ils n'emploient aucun travailleur.

La CNESST détermine que les deux terrains forment un seul et même chantier et que les deux individus représentent le maître d'œuvre du chantier, car ils sont responsables de l'exécution de l'ensemble des travaux.

Madame B et monsieur A sont responsables d'engager les différents sous-traitants nécessaires à la construction des deux bâtiments résidentiels.

Madame B et monsieur A concluent un contrat verbal avec Morin excavation entrepreneur général pour effectuer l'excavation des deux terrains.

L'entreprise Dynamitage Outaouais est engagée, au moyen d'un contrat verbal, pour effectuer les travaux de sautage sur les deux terrains.

Les informations recueillies ne permettent pas de déterminer qui, du maître d'œuvre ou de l'entreprise Morin excavation entrepreneur général, a conclu un contrat verbal avec l'entreprise Dynamitage Outaouais pour effectuer les travaux de sautage sur le chantier.

Le 8 septembre 2022, monsieur A, les entreprises Morin excavation entrepreneur général et Dynamitage Outaouais sont présents sur le chantier.

**2.1.2 Sous-traitants**

L'entreprise Morin excavation entrepreneur général est dans le secteur d'activité *Bâtiment et travaux publics* et se spécialise dans les travaux d'excavation. L'entreprise est située au 687, route 315, à L'Ange-Gardien. Elle emploie travailleurs. Monsieur D (ci-après nommé accidenté) .

L'entreprise Dynamitage Outaouais est dans le secteur d'activité *Bâtiment et travaux publics* et se spécialise dans les travaux de forage et de sautage. L'entreprise est située au 8, chemin des Merisiers, à Thurso. Elle emploie travailleurs. L'entreprise possède également une poudrière située au .

Trois individus sont copropriétaires de l'entreprise Dynamitage Outaouais. Monsieur Guy Malette, qui agit à titre de président de l'entreprise, est responsable de la machinerie et des équipements, soit leur entretien et réparation. Madame Catherine Girard, qui agit à titre de vice-présidente de

l'entreprise, est responsable des tâches administratives de l'entreprise telles que les payes, les soumissions et la facturation. Monsieur Jean-Napoléon Drouin, qui agit à titre de secrétaire, est responsable des opérations ainsi que de la gestion du personnel sur les chantiers.

## 2.2 Organisation de la santé et de la sécurité du travail

Monsieur A et madame B ignorent leur statut de maître d'œuvre. Ils ignorent aussi les obligations découlant de la *Loi sur la santé et la sécurité du travail* (LSST) et des règlements afférents.

### 2.2.1 Mécanismes de participation

Pour un chantier de cette envergure, le CSTC n'exige pas la constitution d'un comité de chantier ni la présence d'un agent de sécurité. Les entreprises Morin excavation entrepreneur général et Dynamitage Outaouais.

Des discussions entre les différents sous-traitants et les travailleurs ont lieu au début de la journée de travail afin de coordonner les travaux.

### 2.2.2 Gestion de la santé et de la sécurité

Aucune des entreprises présentes sur le chantier le jour de l'accident, soit Morin excavation entrepreneur général et Dynamitage Outaouais, ne met en application un programme de prévention spécifique à leurs activités, contrairement à l'article 58 de la LSST, puisqu'un tel programme n'a pas été élaboré au sein de ces entreprises.

Un des travailleurs présents sur le chantier de jour de l'accident n'a pas suivi le cours *Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction*, contrairement à l'article 2.4.2(i) du CSTC.

Le CSTC spécifie les exigences réglementaires en matière d'équipements de protection individuelle (ÉPI). Minimale, les ÉPI requis sur un chantier de construction sont les chaussures de sécurité et le casque de sécurité. D'autres ÉPI sont requis selon les risques présents.

Certaines des personnes qui exécutent le travail sur le chantier, dont l'accidenté, ne portent pas de chaussures de sécurité. Aucun des individus présents sur le chantier ne porte le casque de sécurité.

Les consignes de travail se résument aux directives verbales données par les employeurs avant d'effectuer une tâche.

## SECTION 3

### 3 DESCRIPTION DU TRAVAIL

#### 3.1 Description du lieu de travail

Le chantier de construction se situe sur deux terrains résidentiels contigus situés au 210 et 214, chemin Denis, à Cantley.



*Fig. 2 – Positionnement du lieu de l'accident*  
Source : Google Maps, carte modifiée par la CNESST

Le terrain situé au 210, chemin Denis, soit celui situé au sud du chantier, est d'une superficie de 3 975,7 m<sup>2</sup> alors que celui situé au 214, chemin Denis, soit au nord du chantier, est d'une superficie de 3 946,5 m<sup>2</sup>. Les deux terrains sont des terrains vacants situés du côté est du chemin Denis qui ont été partiellement déboisés. Un chemin d'accès en partance du chemin Denis a été construit sur le terrain sis au 214, chemin Denis.



Fig. 3 – *Vue aérienne du lieu de l'accident*

Source : CNESST

### 3.2 Description du travail à effectuer

Les travaux à effectuer sur le chantier consistent en la construction d'un bâtiment résidentiel unifamilial sur chacun des terrains. Le jour de l'accident, des travaux de sautage sont en cours afin de permettre l'excavation du roc présent sur le terrain situé au 214, chemin Denis. Une fois le sautage terminé, les débris de sautage sont déblayés à l'aide d'une pelle hydraulique.

**SECTION 4****4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE****4.1 Chronologie de l'accident**

Les travaux sur le chantier ont débuté par le déboisement partiel des deux terrains. Le retrait du mort-terrain a été effectué au cours du mois d'août 2022. Des travaux d'excavation, à l'aide d'un marteau piqueur fixé sur une pelle hydraulique, ont également été effectués par l'entreprise Morin excavation entrepreneur général. Il est déterminé que des travaux de sautage sont nécessaires pour poursuivre l'excavation des terrains.

L'entreprise Dynamitage Outaouais se présente sur le chantier le 7 septembre 2022, afin de débiter les travaux de forage des trous de mine du premier sautage.

Le matin du 8 septembre 2022, l'équipe de l'entreprise Dynamitage Outaouais arrive sur le chantier entre 7 h 00 et 7 h 15 alors que l'accidenté arrive sur les lieux entre 8 h 00 et 8 h 30. Des discussions ont lieu entre toutes les personnes présentes sur le chantier afin de coordonner les travaux. Le maître d'œuvre est présent sur le chantier entre 15 h 30 et 15 h 50.

Au cours de la journée, trois sautages sont effectués dans la portion est du terrain sis au 214, chemin Denis. Lors de ces sautages, tous les travailleurs et employeurs se mettent à l'abri du côté ouest du terrain, à proximité du chemin Denis, en présence du boutefeu. Lorsqu'un sautage est terminé, l'accidenté procède à l'excavation des débris de sautage à l'aide de la pelle hydraulique pendant que l'équipe de l'entreprise Dynamitage Outaouais prépare le prochain sautage.

Vers 15 h 00, après le troisième sautage et à la suite de discussions entre eux, les employeurs décident d'effectuer un quatrième sautage afin de faciliter la circulation de la pelle hydraulique dans la voie de circulation située sur le terrain sis au 214, chemin Denis et menant au chemin d'accès de ce terrain. Le sautage cible une saillie rocheuse entravant le déplacement de la pelle à cet endroit.

Le marquage des patrons de forage est effectué par le boutefeu et le forage des trous de mine par **E**. Ces travaux sont d'une durée d'environ une heure. Une fois le forage complété, **E** redescend la foreuse à proximité du chemin Denis. Le chargement des trous de mine est réalisé par le boutefeu, avec l'aide du **F** qui lui apporte les seaux de gravier nécessaires au remplissage des collets des trous de mine. L'accidenté aide **F** à transporter les seaux de gravier jusqu'au lieu du sautage avec sa pelle hydraulique. **F** assiste ensuite l'accidenté en accrochant les pare-éclats à la pelle hydraulique. Le boutefeu indique à l'accidenté à quel endroit positionner les pare-éclats qui sont déplacés et installés sur les trous de mine à l'aide de la pelle hydraulique. Une fois les pare-éclats en position, le boutefeu attache certains des pare-éclats entre eux avec des chaînes.

Une fois l'installation des pare-éclats complétée et pendant que le boutefeu procède au raccordement de la ligne de tir, l'accidenté déplace la pelle hydraulique à 43,60 m au sud du quatrième sautage sur le terrain sis au 210, chemin Denis et éteint le moteur à 16 h 45. Le boutefeu constate le positionnement de la pelle hydraulique et considère qu'elle est à une distance suffisante du sautage. Alors que l'équipe de l'entreprise Dynamitage Outaouais s'éloigne du sautage et se met à l'abri avec le boutefeu sur le chemin Denis à 58,06 m du quatrième sautage, l'accidenté reste

à proximité de la pelle hydraulique. Il s'installe sur la plateforme de la tourelle afin de filmer le sautage à l'aide de son téléphone cellulaire.

La mise à feu du quatrième sautage est effectuée par le boutefeu vers 16 h 50, 7 secondes après que les 12 coups d'avertissement sonore soient signalés par **F**. À ce moment, l'accidenté est projeté en bas de sa pelle hydraulique et atterrit au sol à proximité du godet de la pelle hydraulique, à 5,70 m de sa position initiale.

Une fois le sautage complété, l'équipe de l'entreprise Dynamitage Outaouais retourne sur les lieux du sautage. **E** stationne le camion de transport d'explosifs dans le haut du chemin d'accès du terrain sis au 214, chemin Denis et va rejoindre ses collègues de travail.

Au bout de quelques minutes, constatant que la pelle hydraulique ne redémarre pas, le boutefeu tente de communiquer avec l'accidenté et, n'obtenant pas de réponse, se dirige vers la pelle hydraulique. Il trouve alors l'accidenté gisant au sol à proximité du godet de la pelle hydraulique.

L'appel au 911 est fait à 17 h 01. Les services d'urgence arrivent sur le chantier et l'accidenté est transporté à un centre hospitalier où son décès est constaté.

## 4.2 Constatations et informations recueillies

### 4.2.1 Formation et expériences professionnelles

#### 4.2.1.1 Accidenté

L'accidenté est

L'accidenté possède plusieurs expériences de travail dont conducteur de véhicule lourd, conducteur de débusqueuse et opérateur de pelle hydraulique. Il effectue aussi l'entretien régulier de la machinerie. Il possède également le certificat de compétence du métier d'opérateur de la Commission de la construction du Québec (CCQ).

#### 4.2.1.2 Boutefeu

Monsieur **G**

et obtient un diplôme d'études professionnelles en forage et dynamitage en 2014. Il a également suivi une formation SIMDUT, en 2014, et une formation sur la mise à jour de la réglementation des explosifs du CSTC, en 2015, données par l'Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail du secteur de la Construction. Une formation nécessaire sous le *Règlement sur le transport des matières dangereuses* a été suivie en 2019. Cette dernière est toutefois expirée depuis juin 2022.

Monsieur G obtient son premier certificat de boutefeufeu en 2015. Il est présentement détenteur d'un certificat de boutefeufeu délivré par la CNESST qui est valide jusqu'en février 2024. Il détient également un permis général d'explosifs délivré par la Sûreté du Québec qui est valide jusqu'en février 2024. Un certificat de compétence occupation émis par la CCQ, échu depuis 2021, a été retrouvé à l'intérieur du véhicule de transport d'explosifs.

Monsieur G a huit années d'expérience à titre de boutefeufeu et a environ 5 000 sautages à son actif.

#### 4.2.2 Observations de la scène d'accident

À notre arrivée, une excavation résultant des trois premiers sautages effectués la journée même est présente du côté est du terrain sis au 214, chemin Denis, à la lisière du boisé. Les débris de sautage ont été retirés de l'excavation.

Le quatrième sautage est situé sur le terrain sis au 214, chemin Denis, entre l'excavation résultant des trois premiers sautages et le chemin d'accès au chemin Denis. Ce sautage est bordé, du côté nord-est, par la portion résiduelle de la saillie rocheuse faisant l'objet du sautage et, sur son côté sud-ouest, par un boisé devant être préservé. Des pare-éclats sont disposés au-dessus du sautage.

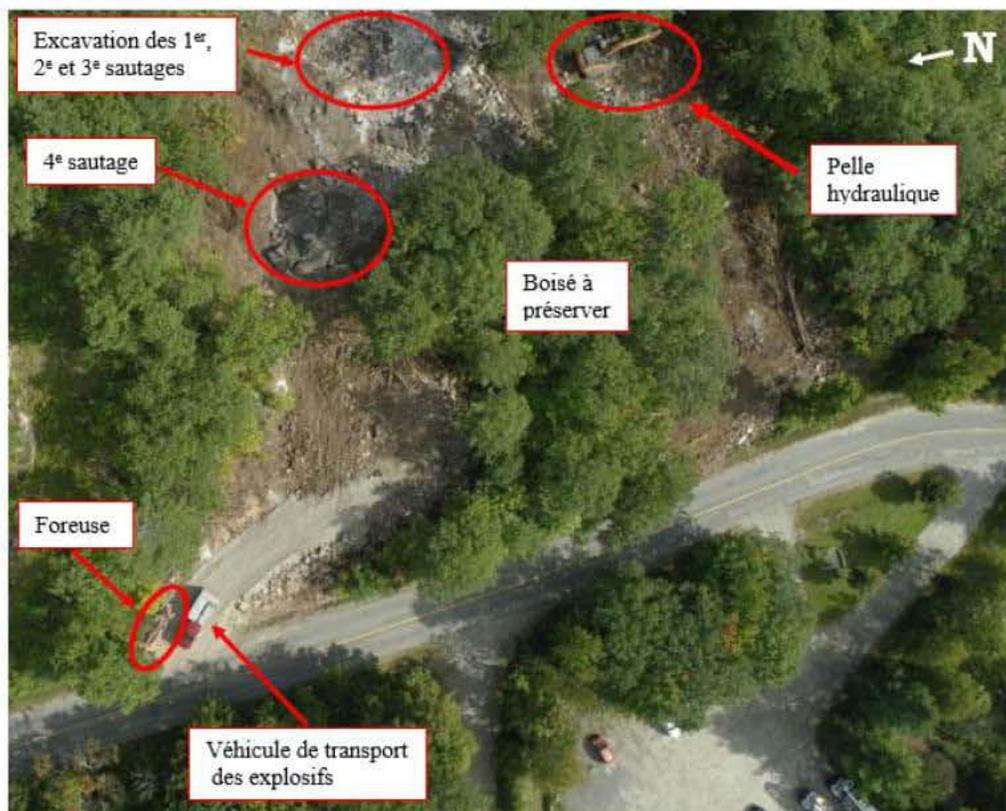


Fig. 4 - Vue aérienne de l'emplacement des sautages et équipements

Source : CNESST

Des pare-éclats supplémentaires, n'ayant pas été utilisés lors du quatrième sautage, sont présents sur le terrain sis au 214, chemin Denis, à proximité de l'excavation résultant des trois premiers sautages.



Fig. 5 - Photographie du quatrième sautage  
Source : CNESST

La pelle hydraulique est stationnée à la lisière du boisé, du côté est du terrain sis au 210, chemin Denis, soit au sud des sautages. La distance entre le centre du quatrième sautage et la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique est de 43,60 m. Le moteur de la pelle hydraulique est arrêté et le godet de la pelle hydraulique est maintenu dans les airs à 1,2 m du sol.

La foreuse est stationnée sur le terrain sis au 214, chemin Denis, à la jonction entre le chemin Denis et son chemin d'accès, du côté nord de ce dernier. La distance entre l'arrière de la foreuse et le centre du quatrième sautage est de 53,19 m.

Le véhicule servant au transport des explosifs est stationné dans le haut du chemin d'accès situé sur le terrain sis au 214, chemin Denis. Le véhicule ayant été déplacé avec l'accord de la CNESST, sa position sur les photos n'est pas représentative de son positionnement à notre arrivée. Le bordereau de transport du 8 septembre 2022 n'est pas disponible.



Fig. 6 - Photographie de la pelle hydraulique  
Source : CNESST



Fig. 7 Photographie de la foreuse et du véhicule servant au transport des explosifs  
Source : CNESST

Du matériel tel que des explosifs, des détonateurs et des amorces est entreposé dans le véhicule, pour un total d'environ 958 kg d'explosifs. Le tableau ci-dessous présente l'inventaire de ce matériel.



Matériel entreposé dans le véhicule de transport d'explosifs	
Quantité	Description
11	poches d'Amex 1,5D de 25 kg
130	Fortel plus 64 mm X 3,6 kg (2,5'' X 8 lbs)
50	Fortel ultra 50 X 400 mm (2'' X 16'')
88	Powerditch 32 X 200 mm (1 1/4'' X 8'')
72	Powerfrac 50 X 400 mm (2'' X 16'')
75	Exel Handidet 7 m
200	Exel Handidet 5 m
46	Exel Handidet 9 m
58	Electric MS 0 de 3,70 m (12')

Fig. 8 - Photographie et tableau du matériel se retrouvant dans le véhicule de transport d'explosifs  
Source : CNESST

Du matériel tel que des explosifs, des détonateurs et des amorces est présent directement au niveau du sol, à découvert, sur le terrain sis au 214, chemin Denis, à proximité de la portion résiduelle de la saillie rocheuse ayant fait l'objet du quatrième sautage. La quantité d'explosifs présente à cet endroit est d'environ 159 kg. Le tableau ci-dessous présente l'inventaire de ce matériel.



<b>Inventaire du matériel se retrouvant à découvert sur le terrain du 214, ch. Denis, à Cantley</b>	
<b>Quantité</b>	<b>Description</b>
4	poches d'Amex 1,5D de 25 kg
4	Fortel plus 64 mm X 3,6 kg (2,5'' X 8 lbs)
22,5	Fortel ultra 50 X 400 mm (2'' X 16'')
1 2/3	Powerfrac 50 X 400 mm (2'' X 16'')
55	Exel Handidet 7 m
37	Exel Handidet de 5 m
47	Exel Connectadet de 6 m

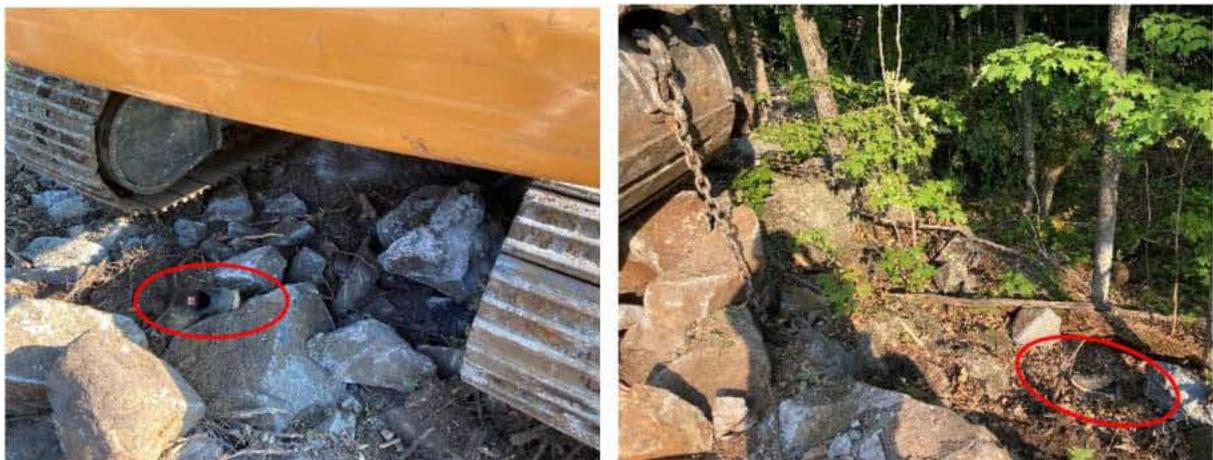
*Fig. 9 - Photographie et tableau du matériel se retrouvant à découvert sur le terrain sis au 214, ch. Denis, à Cantley*

Source : CNESST

Un sismographe a été installé à proximité du bâtiment résidentiel situé au 47, rue des Chênes, à Cantley, soit à environ 106 m du centre du quatrième sautage. Le transducteur du sismographe est piqué directement dans le sol, à environ 0,91 m des fondations de la maison

Au moment de l'accident, l'accidenté est retrouvé allongé au sol à proximité du godet de sa pelle hydraulique. La distance entre la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique où se tenait l'accidenté au moment du sautage et l'endroit où il a été retrouvé est de 5,70 m.

Les souliers de l'accidenté sont retrouvés à deux endroits différents. Le soulier droit est retrouvé au nord de la pelle hydraulique, entre les deux extrémités arrière des chenilles de la pelle. Le soulier gauche est retrouvé à la lisière du boisé, au sud-est du godet de la pelle hydraulique, à environ 5,0 m de l'extrémité avant de la chenille de la pelle hydraulique située du côté de la cabine de l'opérateur. Une distance d'environ 9,85 m sépare les deux souliers. Le soulier gauche a laissé une empreinte dans la poussière présente à l'intérieur du godet de la pelle hydraulique.



*Fig. 10 - Photographies positionnant les souliers de l'accidenté*

Source : CNESST



Fig. 11 - Photographie de la trace du soulèvement gauche dans le godet de la pelle hydraulique

Source : CNESST

#### 4.2.3 Arpentage du chantier

L'arpentage du chantier et des terrains adjacents a été effectué afin de localiser le centre du quatrième sautage. Les éléments suivants ont également été localisés afin de connaître la distance précise les séparant du centre du quatrième sautage:

- plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique;
- position de l'accidenté à la suite du quatrième sautage;
- position du boute-feu lors du quatrième sautage;
- arrière de la maison située au 47, rue des Chênes, à Cantley.

Les distances citées dans le présent rapport proviennent du plan illustratif Projet GA481-1 produit par la compagnie Ecce Terra arpenteurs-géomètres sencrl (annexe D).

#### 4.2.4 Informations concernant la pelle hydraulique

La pelle hydraulique utilisée par l'accidenté pour l'excavation des débris de sautage et l'installation des pare-éclats est de marque Case, modèle CX300D. Elle appartient à l'entreprise Morin excavation entrepreneur général.

Une inspection du fonctionnement des systèmes mécaniques et hydrauliques, effectuée le 12 septembre 2022, n'a révélé aucune défaillance de ces systèmes.



Caractéristiques de la pelle hydraulique	
Marque	Case
Modèle	CX300D
Numéro d'identification du produit	DA0300K7NMS7N1356
Masse	30 514 kg
Hauteur de la plateforme de la tourelle	2,42 m
Longueur des chenilles	4,85 m

Fig. 12 - Photographie et tableau des caractéristiques de la pelle hydraulique de marque Case  
Source : [www.casece.com/northamerica/en-us/products/excavators/full-size-excavators/models/cx300d](http://www.casece.com/northamerica/en-us/products/excavators/full-size-excavators/models/cx300d)

#### 4.2.5 Informations concernant la foreuse

La foreuse utilisée pour effectuer le forage des trous de mine est de marque Tamrock, modèle Scout 700-2. Elle appartient à l'entreprise Dynamitage Outaouais.



Caractéristiques de la foreuse	
Marque	Tamrock
Modèle	Scout 700-2
Numéro d'identification du produit	105T8066-1
Masse	14 400 kg

Fig. 13 - Photographie et tableau des caractéristiques de la foreuse de marque Tamrock  
Source : CNESST

#### 4.2.6 Informations concernant le véhicule de transport des explosifs

Le véhicule utilisé pour effectuer le transport et l'entreposage des explosifs est de marque Inter, modèle CV515 et est muni d'un coffre de transport d'explosifs. Il appartient à l'entreprise Dynamitage Outaouais.

Le véhicule fait l'objet d'un permis de transport d'explosifs valide émis par la Sûreté du Québec.

Le véhicule ne fait pas l'objet d'un permis de dépôt temporaire d'explosifs émis pas la Sûreté du Québec.

Le véhicule est muni de deux extincteurs d'incendie portatifs de classe 6-A : 80-B : C ainsi que d'une sirène d'avertissement de sautage. Des plaques d'indication de danger de *Classe 1, explosifs* sont apposées tout autour du véhicule.



Caractéristiques du véhicule de transport d'explosifs	
Marque	Inter
Modèle	CV515
Numéro d'identification du véhicule	1HTKTSWM4MH674541
Immatriculation	L890745
Masse nette	3 918 kg
Quantité d'explosifs autorisée (transport)	2 000 kg d'explosifs 1 000 détonateurs

Fig. 14 - Photographie et tableau des caractéristiques du véhicule de transport d'explosifs de marque Inter

Source : CNESST

#### 4.2.7 Informations concernant les pare-éclats

Les pare-éclats utilisés sont constitués de pneus sectionnés reliés entre eux par des câbles d'acier. Ils appartiennent à l'entreprise Dynamitage Outaouais.



Caractéristiques des pare-éclats	
Nombre de pare-éclats positionnés sur le sautage	10
Dimension moyenne d'un pare-éclats	3,3 m x 4,6 m
Masse approximative d'un pare-éclats	1 000 kg

Fig. 15 - Photographie et tableau des caractéristiques des pare-éclats

Source : CNESST

Les pare-éclats sont reliés entre eux par des chaînes et forment trois groupes de trois pare-éclats. Un pare-éclat est utilisé seul.

**4.2.8 Information concernant le sismographe**

Le sismographe utilisé sur le terrain situé au 47, rue des Chênes, à Cantley est de marque Nomis. Il appartient à l'entreprise Dynamitage Outaouais.

L'appareil n'a enregistré aucune mesure le jour de l'accident.



Caractéristiques du sismographe	
Marque	Nomis
Modèle	MiniSupergraph
Numéro d'identification du produit	10278
Installation	Le transducteur est piqué directement dans le sol, à environ 0,91 m des fondations de la maison

Fig. 16 - Photographie et tableau des caractéristiques du sismographe de marque Nomis

Source : CNESST

**4.2.9 Équipements et permis détenus par l'entreprise Dynamitage Outaouais**

L'entreprise Dynamitage Outaouais est détentrice d'un permis général d'explosifs valide émis par la Sûreté du Québec.

L'entreprise possède une poudrière située au [redacted]. La poudrière fait l'objet de deux permis d'explosifs valides de dépôt pour lieu fixe émis par la Sûreté du Québec. Ces permis autorisent l'entreposage de 5 000 détonateurs et de 4 995 kg d'explosifs. Un registre des entrées et sorties ainsi que l'inventaire de la poudrière sont disponibles pour la journée du 9 septembre 2022. Toutefois, ces documents ne sont pas disponibles pour la journée du 8 septembre 2022.

L'entreprise possède deux coffres de chantier servant à l'entreposage des explosifs. Ces deux coffres de chantier font l'objet de deux permis d'explosifs valides de dépôt pour lieu variable émis par la Sûreté du Québec. Ces permis autorisent l'entreposage de 227 kg d'explosifs ou de 7 500 détonateurs.

L'entreprise possède deux véhicules de transport d'explosifs. Ces deux véhicules font l'objet de deux permis d'explosifs valides pour le transport d'explosifs sur la voie publique. Ces permis autorisent le transport de 2 000 kg d'explosifs et 1 000 détonateurs.

L'entreprise possède cinq foreuses.

#### 4.2.10 Méthodes de travail utilisées

##### 4.2.10.1 Entreposage et transport

Aucun coffre de chantier ne se retrouvant sur le chantier, les explosifs et les détonateurs sont entreposés dans le véhicule servant au transport des explosifs. Afin d'éviter de retourner à la poudrière au cours de la journée, une quantité d'explosifs supérieure à ce qui est normalement requis pour la journée de travail est entreposée dans le véhicule.

Le chemin d'accès du terrain sis au 214, chemin Denis ne se rendant pas à proximité du lieu des sautages et en prévision de son déchargement, le camion de transport des explosifs est stationné dans le haut du chemin d'accès. Les explosifs et les détonateurs sont alors transportés manuellement à proximité du lieu du sautage.

Afin d'être en mesure de débiter le chargement des trous de mine du prochain sautage plus rapidement, une quantité d'explosifs et de détonateurs supérieure à ce qui est requis pour le sautage en cours de préparation est transporté à proximité du lieu du sautage. Les explosifs et les détonateurs qui ne sont pas utilisés lors du chargement des trous de mine sont laissés sur le sol en attendant de pouvoir être employés lors d'un sautage subséquent.

En prévision du sautage, le camion de transport des explosifs est stationné sur le chemin Denis.

##### 4.2.10.2 Préparation du sautage

L'analyse du terrain est effectuée par le boutefeux qui détermine la nature et la quantité des explosifs ainsi que le patron de forage à utiliser en fonction du travail à effectuer.

Le marquage des patrons de forage est effectué par **E** ou le boutefeux. Lors du quatrième sautage, le marquage du patron de forage et les instructions pour le forage sont donnés au **E** par le boutefeux afin qu'il effectue le forage des trous de mine.

Le chargement des trous de mine est réalisé par le boutefeux. **F** assiste le boutefeux en lui apportant des seaux de gravier afin qu'il puisse faire le remplissage des collets des trous de mine.

Certains des travaux, tels que le chargement des trous de mine d'un sautage et le forage des trous de mine du sautage subséquent, sont parfois effectués simultanément.

L'installation des pare-éclats sur les trous de mine chargés est la responsabilité du boutefeux qui indique à l'accidenté où et comment les positionner à l'aide de sa pelle hydraulique.

Lors du quatrième sautage, dix pare-éclats sont positionnés au-dessus des trous de mine. Ces pare-éclats sont attachés ensemble à l'aide de chaînes par groupe de trois. Un seul des dix pare-éclats utilisés n'est pas attaché. Les pare-éclats ont été reliés entre eux par des chaînes afin qu'ils

demeurent en position lors du sautage et ainsi éviter que la projection d'un des tapis n'endommage le boisé situé au sud-ouest du sautage.

Le raccordement de la ligne de tir est effectué par le boutefeu.

#### 4.2.10.3 Mise à feu

Chacun des membres de l'équipe de travail présent sur le chantier décide où se mettre à l'abri en prévision du sautage. Aucune directive à cet effet ne leur est donnée par le boutefeu, [REDACTED], puisqu'il considère qu'en raison de leur expérience de travail, les personnes présentes sur le chantier savent où se positionner. Selon le boutefeu, les opérateurs de pelle hydraulique se positionnent habituellement entre les chenilles et le godet de leur pelle hydraulique afin de se protéger.

Lors du quatrième sautage, les [REDACTED] travailleurs de l'entreprise Dynamitage Outaouais se mettent à l'abri sur le chemin Denis à proximité du boutefeu alors que l'accidenté reste à proximité de sa pelle hydraulique. Aucune communication entre le boutefeu et l'accidenté concernant le positionnement sécuritaire de ce dernier en prévision de la mise à feu n'a lieu. Au moment de la mise à feu, le boutefeu n'a pas de visuel sur la pelle hydraulique ni sur l'accidenté. Aucune méthode permettant de s'assurer que toutes les personnes sont à l'abri en prévision du sautage n'est utilisée par le boutefeu.

Avant d'effectuer la mise à feu, un signal sonore est émis à l'aide de la sirène d'avertissement de sautage installée dans le camion de transport des explosifs, soit 11 petits coups et 1 grand coup d'avertisseur. Selon le boutefeu, un délai d'environ 15 secondes s'écoule habituellement entre le dernier coup d'avertisseur et le moment de la mise à feu. Lors du quatrième sautage, ce délai est de sept secondes.

Un signal sonore consistant en un grand coup d'avertisseur est habituellement émis une fois le sautage complété. Aucun signal sonore n'a été émis à la suite du quatrième sautage.

Le retrait des pare-éclats et l'excavation des débris de sautage sont effectués par l'accidenté à l'aide de la pelle hydraulique.

#### 4.2.11 Paramètres des sautages

La conception d'un sautage nécessite l'analyse des caractéristiques topographiques et géologiques ainsi que l'analyse des contraintes environnementales du site sur lequel il sera effectué. Cette analyse permet au boutefeu d'établir le patron de forage et le plan de tir du sautage.

Le patron de forage, qui est en fonction de la quantité de roc à excaver, doit tenir compte de plusieurs paramètres tels que le nombre et la disposition des trous de mine, le fardeau et l'espacement, la profondeur et le diamètre des trous de mine, la hauteur du collet ainsi que le taux de chargement.

Le plan de tir, qui est en fonction de la direction du tir et de la projection des débris, doit tenir compte de paramètres tels que le type et la quantité d'explosifs, le type de détonateur, la séquence de mise à feu ainsi que les moyens de réduction et de contrôle des projections.

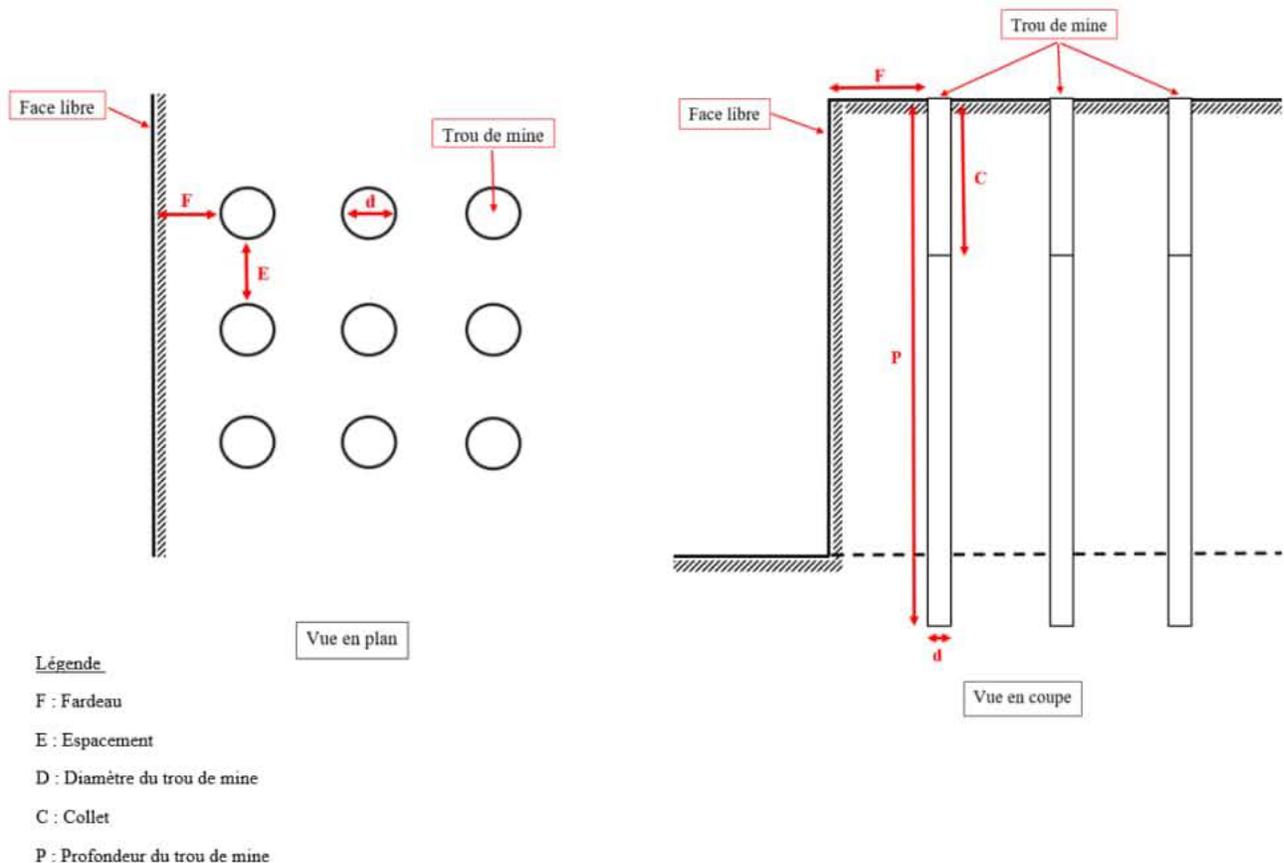


Fig. 17 - Représentations illustrant certains paramètres d'un sautage

Source : CNESST

Les définitions des différents paramètres d'un sautage se retrouvent dans le lexique présenté à l'annexe C.

La conception des sautages effectués le 8 septembre 2022 est identique pour les quatre sautages réalisés au cours de la journée, à l'exception du nombre de trous de mine ainsi que du type et de la quantité d'explosifs qui varient selon le sautage à effectuer. Les paramètres des sautages sont consignés dans le journal de tir du boutefeu.

Les premier et troisième sautages comprennent 18 trous de mine alors que le deuxième sautage comprend 20 trous de mine et que le quatrième comprend 14 trous de mine.

Le tableau ci-dessous présente les éléments du patron de forage, incluant les dimensions des trous de mine, qui sont identiques pour les quatre sautages.

<b>Patron de forage</b>	
<b>Éléments</b>	<b>Mesures</b>
Fardeau	1,52 m
Espacement	1,52 m
Profondeur d'un trou de mine	2,44 m
Diamètre d'un trou de mine	76 mm

Fig. 18 - *Tableau des caractéristiques du patron de forage*

Source : CNESST

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des collets des trous de mine utilisés lors des sautages.

<b>Caractéristiques des collets</b>	
Hauteur du collet du 1er sautage	1,52 m
Hauteur du collet des 2 <sup>e</sup> , 3 <sup>e</sup> et 4 <sup>e</sup> sautages	1,22 m
Composition du collet des quatre sautages	pierre nette de 19 mm

Fig. 19 - *Tableau des caractéristiques des collets*

Source : CNESST

Le tableau ci-dessous présente les types explosifs utilisés lors du chargement des trous de mine du quatrième sautage.

<b>Chargement d'un trou de mine du quatrième sautage</b>			
<b>Composition du chargement</b>	<b>Type</b>	<b>Quantité</b>	<b>Hauteur du chargement</b>
Fortel plus (65 mm de diamètre x 3,6 kg)	Émulsion à haute énergie	1	900 mm
Fortel ultra (51 mm de diamètre)	Émulsion encartouchée	1	300 mm
Powerfrac (50 mm x 200 mm)	Renforteur de type gélatine d'azote	1/3	-

Fig. 20 - *Tableau du chargement des trous de mine du quatrième sautage*

Source : CNESST

Des détonateurs de type non électrique sont utilisés.

#### **4.2.12 Délimitation de la zone de tir**

Le CSTC définit, à l'article 1.1.38, la zone de tir comme étant le *lieu et espace représentant un risque pour une personne, en raison de la projection, du souffle ou autres conséquences résultant d'un sautage.*

Selon les règles de l'art, lors de la mise à feu des explosifs, personne ne doit se retrouver plus près du sautage que le boutefeu. La distance entre le boutefeu et le sautage sert donc de mesure de référence pour déterminer la zone de tir.

Lors du quatrième sautage, le boutefeu est positionné sur le chemin Denis, en face du terrain sis au 214, afin d'avoir un visuel sur le sautage. La distance entre le boutefeu et le centre du sautage au moment de la mise à feu est de 58,06 m.

La zone de tir du quatrième sautage correspond donc à l'espace compris à l'intérieur d'un cercle dont la circonférence est déterminée par un rayon de 58,06 m à partir du centre du sautage.

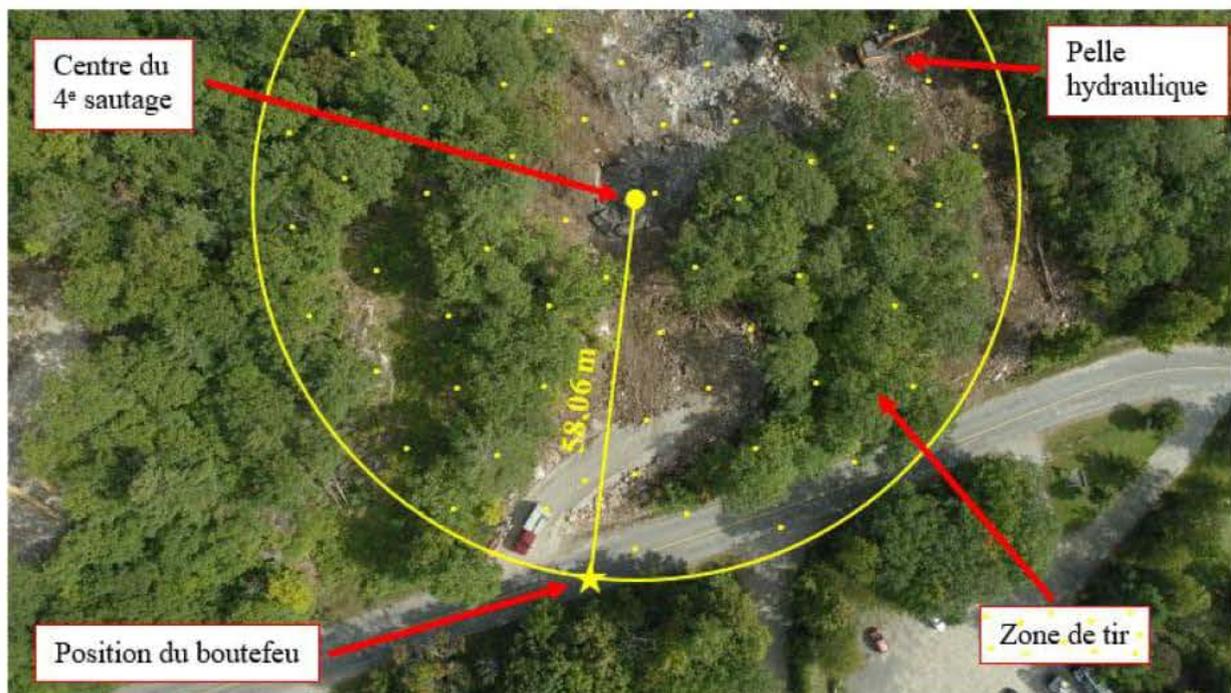


Fig. 21 - Représentation de la zone de tir définie en fonction du positionnement du boutefeu  
Source : CNESST

Au moment du quatrième sautage, l'accidenté, qui est installé sur la plateforme de la tourelle de sa pelle hydraulique, soit à 43,60 m du centre du quatrième sautage, se retrouve donc à l'intérieur de la zone de tir.

Le visionnement de la vidéo, retrouvée dans le téléphone cellulaire de l'accidenté, démontre effectivement qu'à la suite du sautage, des morceaux de roc ont été projetés en direction sud et ont atteint et même dépassé le positionnement de la pelle hydraulique.

De plus, la coroner confirme que le souffle de l'explosion a atteint l'accidenté et causé son décès.



Fig. 22 - Photographie des projections  
lors du quatrième sautage  
Source : vidéo filmée par l'accidenté

#### 4.2.13 Analyse des paramètres du quatrième sautage

L'un des principes de base d'un sautage est d'obtenir une granulométrie optimale afin de diminuer les coûts de concassage, transport, marteau hydraulique, etc. La clé du succès est une énergie suffisante, au bon endroit et au bon moment. Lors des travaux de sautage, les projections de roc et les blocs surdimensionnés sont deux effets indésirables des travaux de sautage. Dans le cas présent, le fait d'obtenir des blocs surdimensionnés n'est pas une problématique pour la CNESST.

Selon les témoignages, les documents, les observations sur le terrain et les diverses informations recueillies, un inspecteur expert en manutention et usage des explosifs de la CNESST a évalué les éléments suivants qui sont souvent les principales causes d'une projection de roc et de gaz lors de travaux de sautage :

- conception du sautage;
- bourrage insuffisant;
- faiblesse de la structure géologique;
- surcharge d'un trou de mine;

- séquence de mise à feu inappropriée;
- utilisation de pare-éclats.

#### 4.2.13.1 Conception du quatrième sautage

Le quatrième sautage du 8 septembre 2022 est composé de 14 trous, avec un patron de tir de 1,52 m par 1,52 m.

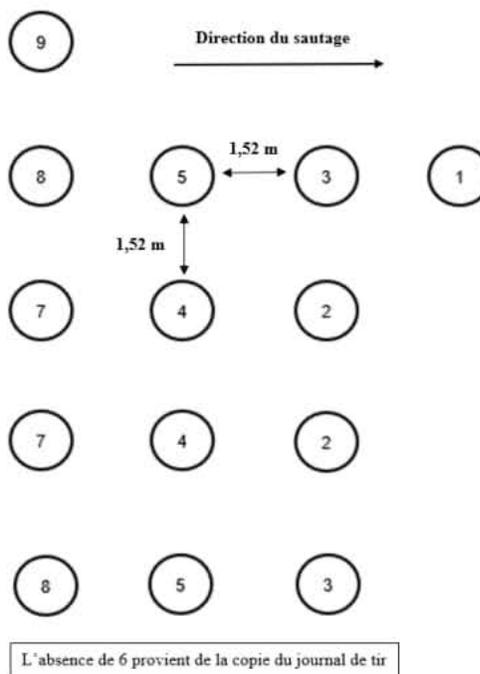


Fig. 23 - Représentation du patron de tir du quatrième sautage (non à l'échelle)  
Source : CNESST

Le diamètre d'un trou de mine est de 76 mm et d'une profondeur de 2,44 m. Le collet est d'une hauteur de 1,22 m et il est composé de pierres nettes de 19 mm.

Le trou est chargé à l'aide d'une émulsion à haute énergie (Fortel plus) de 65 mm de diamètre par 3,6 kg sur une hauteur de 900 mm. Une seconde section est chargée sur 300 mm à l'aide d'émulsion encartouchée (Fortel ultra) de 51 mm de diamètre. Un renforçateur de type gélatine d'azote (Powerfrac) de 50 mm par 200 mm (1/3 d'unité par trou) est utilisé afin d'amorcer la détonation. Un détonateur de type non électrique est utilisé.

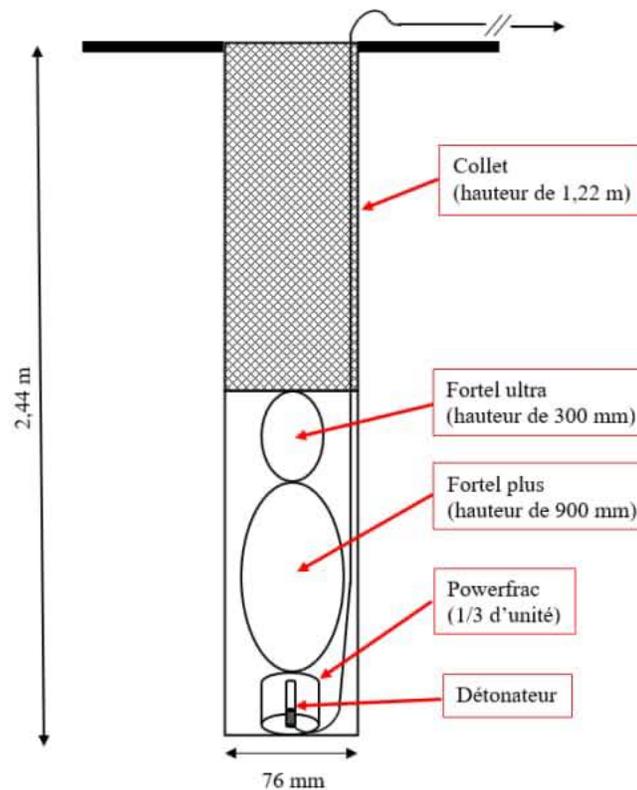


Fig. 24 – Représentation du chargement d'un trou de mine du quatrième sautage (non à l'échelle)  
Source : CNESST

Selon les règles de l'art, le fardeau se calcule selon la formule :

$$B = (25 \text{ à } 35) \times De / 12$$

(B est en pieds et De en pouces)

Légende :

B : Fardeau

De : diamètre de l'explosif

Donc, dans le cas présent, le fardeau minimal devrait être de 5,2 pieds ( $25 \times 2,5/12$ ) ou 1,58 m. Le fardeau utilisé est de 1,52 m, soit un peu moins que le minimum recommandé avec l'explosif utilisé.

En ce qui concerne l'espacement, celui-ci doit être de 1 à 1,8 fois le fardeau. Dans le cas présent, l'espacement est 1 fois le fardeau.

#### 4.2.13.2 Bourrage insuffisant

Le bourrage lors du sautage est fait à l'aide de pierres nettes de 19 mm sur une hauteur de 1,22 m pour une profondeur totale du trou de mine de 2,44 m. Le diamètre du trou de mine est de 76 mm.

Les règles de l'art pour déterminer la hauteur du collet stipulent que celle-ci doit représenter de 20 à 40 fois le diamètre de l'explosif. Par conséquent, le collet minimal devrait être de 1,3 m (65 mm x 20). Or, la hauteur du collet est de 1,22 m, ce qui est moindre que le minimum recommandé.

#### 4.2.13.3 Faiblesse de la structure géologique

Selon les observations faites sur le chantier, le roc est de type granitaire et est de couleur uniforme. Selon l'analyse effectuée par l'entreprise FNX Innov, entreprise spécialisée en ingénierie, incluant les sciences de la terre et la géotechnique, et mandatée par la CNESST, il est d'une densité relative de 2,76 (rapport d'analyse présenté à l'annexe E). Les divers témoins nous affirment que le roc est sain, sans faiblesses, sans faille et sans pourriture apparentes. Les trois premiers sautages ont été faits selon les mêmes paramètres avec des résultats acceptables, d'après les témoins.

À noter que le premier sautage avait une face libre naturelle et que les deuxième et troisième sautages avaient une face libre du sautage précédant. Le quatrième sautage en cause dans l'accident est un sautage sans face libre.

#### 4.2.13.4 Surcharge d'un trou de mine

Selon le journal de tir et les témoignages recueillis, le trou de mine a un diamètre de 76 mm et une profondeur de 2,44 m. Le collet est d'une hauteur de 1,22 m et il est composé de pierres nettes de 19 mm.

Le tableau suivant présente les éléments utilisés lors du chargement des trous de mine du quatrième sautage, ainsi que leurs caractéristiques. Ces informations sont requises pour effectuer le calcul du taux de chargement d'un trou de mine.

Chargement d'un trou de mine du quatrième sautage				
Composition du chargement	Type	Densité	Quantité	Hauteur du chargement
Fortel plus (65 mm de diamètre x 3,6 kg)	Émulsion à haute énergie	1,26 g/cc à 1,30 g/cc	1	900 mm
Fortel ultra (51 mm de diamètre)	Émulsion encartouchée	1,28 g/cc	1	300 mm
Powerfrac (50 mm x 200 mm)	Renforteur de type gélatine d'azote (amorce)	1,37 g/cc	1/3	-
Détonateur	Non électrique	-	-	-

Fig. 25 - Tableau des éléments utilisés lors du chargement des trous de mine du quatrième sautage et leurs caractéristiques

Source : CNESST

La formule suivante est utilisée pour calculer le taux de chargement par mètre d'explosifs :

$$\frac{0,785 \times De^2 \times \text{la densité de l'explosif}}{1000} = \text{kg/m}$$

Fortel plus :  $\frac{0,785 \times (65)^2 \times 1,28}{1000} = 4,25 \text{ kg/m}$

Fortel ultra\* :  $\frac{0,785 \times (76)^2 \times 1,28}{1000} = 5,80 \text{ kg/m}$

Fortel ultra\* : Le diamètre de l'explosif ensaché est de 51 mm. Toutefois, lorsqu'un explosif ensaché est divisé en fraction, le diamètre sera celui du trou de mine étant donné la nature gélatineuse de l'explosif.

Légende :  
De : diamètre de l'explosif

La formule suivante est utilisée pour calculer la quantité d'explosifs par trou de mine :

$X \text{ (kg/m)} \times \text{hauteur de la colonne de charge (m)} = \text{kg d'explosifs par trou de mine}$

Fortel plus :  $4,25 \text{ kg/m} \times 0,9 \text{ m} = 3,83 \text{ kg}$

Fortel ultra\* :  $5,80 \text{ kg/m} \times 0,3 \text{ m} = 1,74 \text{ kg}$

Légende :

X : taux de chargement par mètre d'explosifs

Il y a donc 5,57 kg d'explosifs dans un trou de mine.

Dans le présent cas, le patron de forage est carré, donc la formule suivante est utilisée pour calculer le volume de roc excavé :

$\text{Fardeau (m)} \times \text{espacement (m)} \times \text{hauteur de la colonne (m)} = \text{volume roc (m}^3\text{)}$

$1,52 \text{ m} \times 1,52 \text{ m} \times 2,44 \text{ m} = 5,64 \text{ m}^3$

Le taux de chargement est la quantité d'explosifs utilisée pour extraire un  $\text{m}^3$  de roc. Il se calcule selon la formule suivante :

$\text{Quantité d'explosifs par trou de mine (kg)} / \text{volume de roc excavé (m}^3\text{)} = \text{Taux de chargement (kg/m}^3\text{)}$

$5,57 \text{ kg} / 5,64 \text{ m}^3 = 0,99 \text{ kg/m}^3$

La documentation scientifique suggère des taux de chargement pour un roc de type granite de  $0,60 \text{ kg/m}^3$  à  $0,85 \text{ kg/m}^3$  et plus. Dans le présent cas, un taux de chargement de  $0,99 \text{ kg/m}^3$  est acceptable dans le cas d'un tir de masse. Or, les règles de l'art dans un tel cas sont d'augmenter le collet afin de limiter l'énergie résiduelle en surface pour d'éviter les projections.

#### 4.2.13.5 Séquence de mise à feu inappropriée

La séquence de sautage est, selon les témoignages et le journal de tir, de 50 millisecondes (ms) et 75 ms. Selon les règles de l'art, le délai minimal entre les trous doit être, pour un fardeau de 1,52 m, d'au moins 40 ms. Un délai trop court augmente les risques de projection verticale étant donné que le gaz créé par l'explosion n'aura pas le temps de se déplacer dans le roc. Dans le cas présent, le délai minimal est respecté.

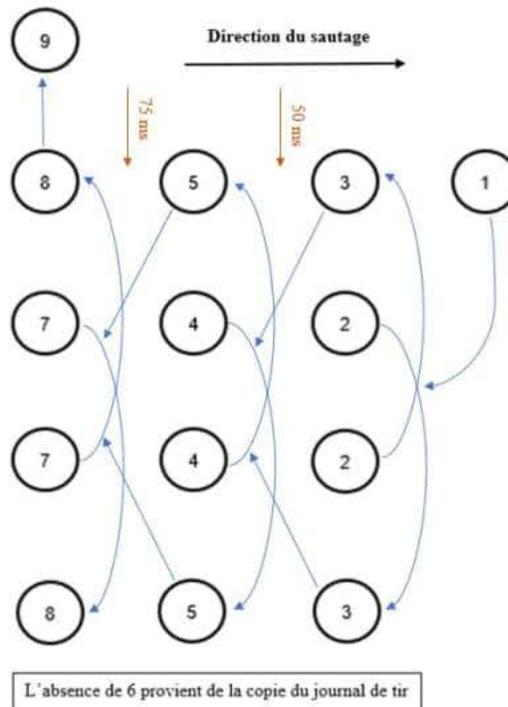


Fig. 26 – Représentation de la séquence de mise à feu du quatrième sautage (non à l'échelle)  
Source : CNESST

#### 4.2.13.6 Utilisation de pare-éclats

Lors du quatrième sautage, 10 pare-éclats de 3,3 m par 4,6 m en moyenne ont été déposés sur le tir. De ces 10 pare-éclats, 3 groupes de pare-éclats sont reliés entre eux par des chaînes, à raison de 3 pare-éclats par groupe. Ainsi, un pare-éclats est utilisé seul sans être lié. On nous informe que l'utilisation de chaînes permet de limiter le déplacement des pare-éclats afin de préserver le boisé adjacent.

Selon la vidéo filmée par l'accidenté, il y a un espace sans pare-éclats du côté sud-est du sautage.



Fig. 27 - Photographie de la zone d'espacement entre les pare-éclats du quatrième sautage

Source : vidéo filmée par l'accidenté (modifiée par la CNESST)

#### 4.2.14 Loi et réglementation

##### 4.2.14.1 Code de sécurité pour les travaux de construction

La *section IV – manutention et usage des explosifs* du CSTC dicte les mesures de sécurité à mettre en place lors des travaux nécessitant la manutention et l'utilisation d'explosifs sur un chantier de construction.

La *sous-section 4.7 mise à feu* dicte les mesures de sécurité à prendre lors de la mise à feu. Plus spécifiquement, les articles 4.7.5.1 et 4.7.6 dictent:

**4.7.5.1.** *Lors d'un sautage, les projections doivent rester dans la zone de tir. Pour ce faire, l'employeur doit prendre les moyens appropriés pour réduire et contrôler les projections, notamment en utilisant des pare-éclats.*

*Lorsque des pare-éclats sont utilisés, ils doivent être déposés, et non glissés, sur les trous de mine chargés d'explosifs.*

**4.7.6.** *Les procédures de mise à feu sont les suivantes:*

- a) *avant de procéder à la mise à feu, le boute-feu doit s'assurer auprès de l'employeur que toutes les personnes sont à l'abri;*
- b) *les signaux sonores doivent être transmis à l'aide d'une sirène d'au moins 120 dB:*
  - i. *immédiatement avant le sautage, signaler 12 petits coups d'avertisseur à une seconde d'intervalle;*
  - ii. *30 secondes doivent s'écouler entre le dernier coup d'avertisseur et le moment de la mise à feu;*
  - iii. *à la suite du sautage, lorsque la zone de tir est sûre, un coup d'avertisseur continu d'une durée de 15 secondes doit annoncer la permission de recommencer le travail dans cette zone;*
- c) *l'employeur doit s'assurer que les travailleurs se réfugient à l'abri à l'extérieur de la zone de tir avant le premier signal et qu'ils y restent jusqu'à ce que le signal d'une durée de 15 secondes soit donné;*
- d) *un code de signaux sonores réservés au sautage doit être écrit en lettres de couleurs contrastantes avec le fond, d'au moins 150 mm de hauteur, sur un panneau d'au moins 1,2 m de haut par 2,4 m de large, placé à tous les accès du chantier.*

De plus, les articles suivants se rapportent aux manquements observés sur le chantier au niveau des mesures de sécurité à mettre en place lors de l'usage d'explosifs :

**4.1.2.** *Les explosifs doivent être:*

- a) *protégés contre les chocs, les frictions, le feu, les flammes et les étincelles;*
- b) *à l'abri de la pluie et de la neige; et*
- c) *placés dans un endroit aéré.*

**4.1.8.** *L'employeur doit s'assurer que:*

- a) *les explosifs sont manipulés et utilisés conformément aux instructions du fabricant;*
- b) *les explosifs qui sont apportés au chantier correspondent aux quantités nécessaires à l'exécution des travaux de sautage pour une journée de travail;*
- c) *les explosifs non utilisés pour un sautage sont entreposés dans un dépôt prévu à cet effet;*

d) *les explosifs ne sont pas transportés manuellement en même temps que des détonateurs ou autres accessoires de sautage.*

4.3.9. *Seul le conducteur et les personnes participant à la manipulation d'explosifs sont autorisés à monter dans un véhicule transportant des explosifs.*

4.4.1.2. *Lorsqu'un camion est utilisé pour entreposer temporairement les explosifs nécessaires à une journée de travail, l'employeur doit s'assurer que ce camion respecte les normes suivantes:*

- a) *la quantité d'explosifs entreposée ne peut excéder 800 kg;*
- b) *le véhicule est visé par un permis de dépôt au sens de l'article 38 du Règlement d'application de la Loi sur les explosifs (chapitre E-22, r. 1);*
- c) *le véhicule est muni d'un système automatique de suppression d'incendie, avec agent chimique sec, conforme à la norme «Fire Protection for Mobile and Transportable Equipment AS 5062-2006», publiée par Standards Australia;*
- d) *lors d'un sautage, le camion doit être en lieu sécuritaire, à l'extérieur de la zone de tir, sous la surveillance continue d'une personne titulaire d'un permis général délivré en vertu de la Loi sur les explosifs (chapitre E-22).*

4.6.1.1. *Une zone de chargement doit être délimitée à l'aide de rubans, de tréteaux ou d'une ligne d'avertissement prévue à l'article 2.9.4.1. Seules les personnes titulaires d'un permis général valide, délivré en vertu de la Loi sur les explosifs (chapitre E-22), peuvent accéder à cette zone.*

#### **4.2.14.2 Loi sur la santé et la sécurité du travail**

La LSST spécifie à l'article 51.3 qu'un employeur a l'obligation de *s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur.* La même loi spécifie à l'article 51.5 qu'un employeur a l'obligation *d'utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur.*

### 4.3 Énoncés et analyse des causes

#### 4.3.1 La diffusion de l'énergie engendrée par le sautage n'étant pas contrôlée adéquatement, l'accidenté est happé par le souffle de l'explosion et est projeté en bas de la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique où il se trouve.

Lors de travaux nécessitant l'usage d'explosifs sur un chantier de construction, le boute-feu est responsable de planifier et d'évaluer les travaux de forage et de sautage. Il doit adapter les paramètres du sautage à toutes les conditions rencontrées sur le terrain et déterminer la zone de tir en conséquence.

Lors de la planification du quatrième sautage du 8 septembre 2022, la conception du plan de sautage est la même que les trois sautages précédents, à l'exception du type et de la quantité d'explosifs utilisés et ce, même si l'environnement du sautage est modifié notamment par l'absence de face libre. Bien que cette conception ait fonctionné pour les premiers sautages, des projections de roc et de gaz ont eu lieu lors du quatrième sautage.

L'analyse des paramètres du quatrième sautage fait ressortir les éléments suivants :

- La hauteur du collet est moindre que le minimum recommandé;
- Le taux de chargement est à la limite supérieure pour un tel sautage sans que la hauteur du collet n'ait été ajustée;
- L'installation des pare-éclats ne couvre pas entièrement le sautage et laisse une ouverture entre eux du côté sud-est du sautage.

Selon les règles de l'art, la hauteur du collet doit être ajustée en fonction du taux de chargement afin de limiter l'énergie résiduelle en surface. Un collet insuffisant limite donc la hauteur du roc qui absorbe l'énergie à la suite du sautage, ce qui peut entraîner des projections de roc et de gaz.

Le dernier rempart qui contrôle la diffusion de l'énergie et limite normalement les projections est l'utilisation de pare-éclats. Des pare-éclats ont été installés sur le sautage, mais ces derniers ne le couvrent pas entièrement puisqu'un espace est présent entre eux du côté sud-est du sautage, ce qui peut favoriser l'émission de projections de roc et de gaz.

Les explosifs dégagent rapidement leur énergie dans la direction offrant la plus faible résistance, l'ajustement des paramètres du sautage et la disposition adéquate des pare-éclats sont donc essentiels dans le cas d'un sautage sans face libre afin de contrôler la diffusion de l'énergie et de diminuer le risque de projections.

Au moment du quatrième sautage, l'accidenté est monté sur la plateforme de la tourelle de sa pelle hydraulique qui est stationnée au sud du sautage. La vidéo filmée par l'accidenté montre que des morceaux de roc sont projetés en direction de la pelle hydraulique et dépassent son positionnement.

Les éléments suivants démontrent que l'accidenté a été happé par le souffle de l'explosion, ce qui a provoqué sa chute au sol.

La coroner confirme que le souffle de l'explosion a atteint l'accidenté et causé son décès.

De plus, à la suite du sautage, l'accidenté est retrouvé au sol, à 5,70 m au sud de sa position initiale, soit dans la direction des projections. Pour que l'accidenté se retrouve au sol à une telle distance de sa position initiale, une force suffisante doit être dirigée vers ce dernier afin de le projeter en bas de la pelle hydraulique. En l'absence d'une telle force et à la suite d'une chute à partir de sa position initiale, l'accidenté aurait été retrouvé au pied de la pelle hydraulique.

Les souliers de l'accidenté sont retrouvés de part et d'autre de la pelle hydraulique, à environ 9,85 m l'un de l'autre. L'un des souliers a également laissé une empreinte nette dans le godet de la pelle hydraulique au moment de sa chute. La force avec laquelle l'accidenté est projeté par le souffle de l'explosion pourrait expliquer le retrait involontaire des souliers ainsi que la distance les séparant l'un de l'autre à la suite du sautage.

Au moment de l'accident, le souffle de l'explosion, qui provoque un déplacement brutal de l'air et qui se dirige en direction de l'accidenté, a une force suffisante pour lui causer des lésions et le projeter à 5,70 m de sa position initiale. L'absence d'ajustements des paramètres du sautage combinée à l'installation inadéquate des pare-éclats empêchent le contrôle adéquat de la diffusion de cette énergie qui atteint alors l'accidenté.

**Cette cause est retenue.**

**4.3.2 La planification du sautage est dangereuse, notamment parce que l'absence d'émission de directives concernant l'endroit où se réfugier, à l'abri, en prévision du sautage combinée à l'absence d'une vérification adéquate de la zone de tir par l'employeur spécialisé en forage et sautage font en sorte que l'accidenté se retrouve à l'intérieur de la zone de tir au moment du sautage.**

Les travaux de sautage nécessitant la manutention ainsi que l'utilisation d'explosifs et entraînant inévitablement une explosion, une planification rigoureuse du sautage est essentielle à la réalisation sécuritaire des travaux. La planification du sautage comprend notamment les paramètres du sautage et les mesures de sécurité à mettre en place afin d'assurer la sécurité de toutes les personnes présentes à proximité du lieu du sautage.

À cet effet, le boutefeu est responsable de la délimitation de la zone de tir. De plus, selon le CSTC, il doit, en collaboration avec l'employeur, s'assurer que les personnes présentes se réfugient, à l'abri, à l'extérieur de la zone de tir avant que le signal d'avertissement sonore ne soit émis et qu'elles y demeurent jusqu'à ce que la zone de tir soit déclarée sûre.

Au moment de l'accident, l'accidenté, qui est monté sur la plateforme de la tourelle de sa pelle hydraulique, se retrouve à l'intérieur de la zone de tir, soit à 43,60 m du centre du quatrième sautage alors que le boutefeu se positionne à 58,06 m du centre de ce sautage. La vidéo filmée

par l'accidenté confirme que ce dernier se retrouve à l'intérieur de la zone de tir en ce sens où elle démontre que des projections de roc ont atteint et même dépassé le positionnement de la pelle hydraulique lors du sautage.

Selon les témoignages recueillis, la responsabilité de se mettre à l'abri en prévision du sautage incombe à chacune des personnes s'y trouvant. Aucune directive n'est donnée à ces personnes par le boutefeu, [REDACTED] afin de leur indiquer où se positionner pour se protéger. Ce dernier considère l'expérience de chacun suffisante pour savoir où se réfugier.

Au moment d'effectuer la mise à feu, le boutefeu, de sa position, ne voit pas l'ensemble de la zone de tir et ne voit pas que l'accidenté est monté sur la plateforme de la tourelle de sa pelle hydraulique. Le boutefeu croit que l'accidenté est positionné entre les chenilles et le godet de sa pelle hydraulique.

Aucune communication entre le boutefeu et l'accidenté n'a lieu et aucun autre moyen de vérification de la zone de tir n'est utilisé avant la mise à feu.

L'entièreté de la pelle hydraulique se retrouvant à l'intérieur de la zone de tir, l'accidenté aurait été positionné à l'intérieur de cette dernière même s'il s'était réfugié entre les chenilles et le godet de sa pelle.

La planification des sautages fait également l'objet de plusieurs autres non-conformités relatives aux mesures de sécurité à mettre en place lors des travaux de sautage, qui sont prescrites dans le CSTC, soit :

- La zone de chargement des trous de mine n'est pas délimitée.
- Le code de signaux sonores réservés au sautage n'est pas affiché aux accès du chantier.
- Le signal sonore émis avant la mise à feu du quatrième sautage n'est pas conforme à la réglementation.
- Le délai entre le dernier coup d'avertisseur et la mise à feu est trop court.
- L'entreposage des explosifs est effectué dans le véhicule de transport des explosifs alors que ce dernier n'est pas muni d'un système automatique de suppression d'incendie et qu'il ne fait pas l'objet d'un permis de dépôt temporaire d'explosifs émis par la Sûreté du Québec.
- La quantité d'explosifs entreposée dans le véhicule de transport des explosifs, à la fin de la journée, dépasse la quantité d'explosifs autorisée par règlement ainsi que la quantité d'explosifs requise pour une journée de travail.
- Le véhicule est parfois déplacé par un travailleur n'ayant pas son permis général d'explosifs.

- Les explosifs ayant été transportés jusqu'à la zone de chargement et n'ayant pas servi au chargement des trous de mine sont laissés sur le sol, à découvert, à proximité du lieu du sautage pendant le quatrième sautage.

Bien que ces éléments n'aient pas eu d'incidence dans la survenue de cet accident, ils auraient pu entraîner un autre type d'accident.

Les nombreux manquements aux règles de sécurité entourant les travaux de sautage combinés à l'utilisation d'une même conception d'un sautage à l'autre sans ajustement des paramètres en fonction de la réalité du terrain, tel que décrit dans la section précédente, démontrent que la planification des travaux de sautage est déficiente, voire dangereuse.

L'employeur a l'obligation de s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur. Il a également l'obligation d'utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur.

Le CSTC remet, quant à lui, la responsabilité de la sécurité lors de la mise à feu tant au boutefeu qu'à l'employeur spécialisé en forage et sautage. Cette responsabilité s'applique non seulement aux travailleurs, mais à toutes les personnes présentes lors du sautage.

En ne donnant pas de directives sur l'endroit où se mettre à l'abri en prévision du sautage et en ne s'assurant pas que toutes les personnes présentes sont à l'abri à l'extérieur de la zone de tir, le boutefeu, [REDACTED] ne respecte pas les mesures de sécurités prescrites dans le CSTC. L'accidenté étant ainsi libre de se positionner où il le veut, il se retrouve à l'intérieur de la zone de tir au moment du sautage.

**Cette cause est retenue.**

## SECTION 5

### 5 CONCLUSION

#### 5.1 Causes de l'accident

L'enquête a permis de retenir les causes suivantes pour expliquer l'accident :

- La diffusion de l'énergie engendrée par le sautage n'étant pas contrôlée adéquatement, l'accidenté est happé par le souffle de l'explosion et est projeté en bas de la plateforme de la tourelle de la pelle hydraulique où il se trouve.
- La planification du sautage est dangereuse, notamment parce que l'absence d'émission de directives concernant l'endroit où se réfugier, à l'abri, en prévision du sautage combinée à l'absence d'une vérification adéquate de la zone de tir par l'employeur spécialisé en forage et sautage font en sorte que l'accidenté se retrouve à l'intérieur de la zone de tir au moment du sautage.

#### 5.2 Autres documents émis lors de l'enquête

Le rapport d'intervention RAP1399257, émis le 20 septembre 2022, comporte une interdiction d'effectuer tous travaux sur le chantier ainsi qu'une interdiction d'accès à la pelle hydraulique et à la zone située entre les chenilles et le godet de la pelle hydraulique. Des décisions de saisie des équipements présents sur le chantier, soit la pelle hydraulique, la foreuse, le véhicule de transport des explosifs, les pare-éclats et du sismographe, sont également émises dans ce rapport.

Le rapport d'intervention RAP1399673, émis le 22 septembre 2022, comporte une décision d'autorisation d'accès à la pelle hydraulique.

Le rapport d'intervention RAP1399699, émis le 22 septembre 2022, comporte des décisions mettant fin à la saisie de la pelle hydraulique, de la foreuse et du véhicule de transport des explosifs et permettant l'accès et l'utilisation de ces derniers.

Le rapport d'intervention RAP1402064, émis le 12 octobre 2022, comporte une décision autorisant la reprise de tous travaux, excluant l'usage de tous types d'explosifs, sur le chantier.

Le rapport d'intervention RAP1402066, émis le 12 octobre 2022, comporte une décision mettant fin à la saisie des pare-éclats ainsi que du sismographe et permettant l'accès ainsi que l'utilisation de ces derniers.

Le rapport d'intervention RAP1404227, émis le 31 octobre 2022, comporte une décision autorisant l'usage d'explosifs sur le chantier.

Le rapport d'intervention RAP1405034, émis le 7 novembre 2022, accuse réception de la preuve de formation du cours de *Santé et sécurité générale sur les chantiers de construction* pour M. H

### 5.3 Suivis de l'enquête

Pour éviter qu'un accident similaire se reproduise, la CNESST transmettra les conclusions de son enquête aux organisations suivantes afin qu'elles sensibilisent leurs membres :

- Les associations sectorielles paritaires;
- Les mutuelles de prévention;
- Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec (APCHQ);
- Association de la construction du Québec (ACQ);
- Association québécoise des entrepreneurs en infrastructure (AQEI);
- Association patronale des entreprises en construction du Québec (APECQ);
- Association des entrepreneurs en construction du Québec (AECQ);
- Association des constructeurs de routes et grands travaux du Québec (ACRGTTQ).

Enfin, la CNESST, dans le cadre de son partenariat avec le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur visant l'intégration de la santé et la sécurité dans la formation professionnelle et technique, diffusera son rapport d'enquête dans les établissements de formation offrant, dans leurs programmes d'études, les activités de perfectionnement et les formations ayant trait à l'utilisation d'explosifs sur les chantiers de construction afin de sensibiliser les futurs travailleurs.

**ANNEXE A****Accidenté**

**Nom, prénom** : D [REDACTED]

**Sexe** : [REDACTED]

**Âge** : [REDACTED]

**Fonction habituelle** : [REDACTED]

**Fonction lors de l'accident** : opérateur de la pelle hydraulique

**Expérience dans cette fonction** : [REDACTED]

**ANNEXE B****Liste des témoins et autres personnes rencontrées**

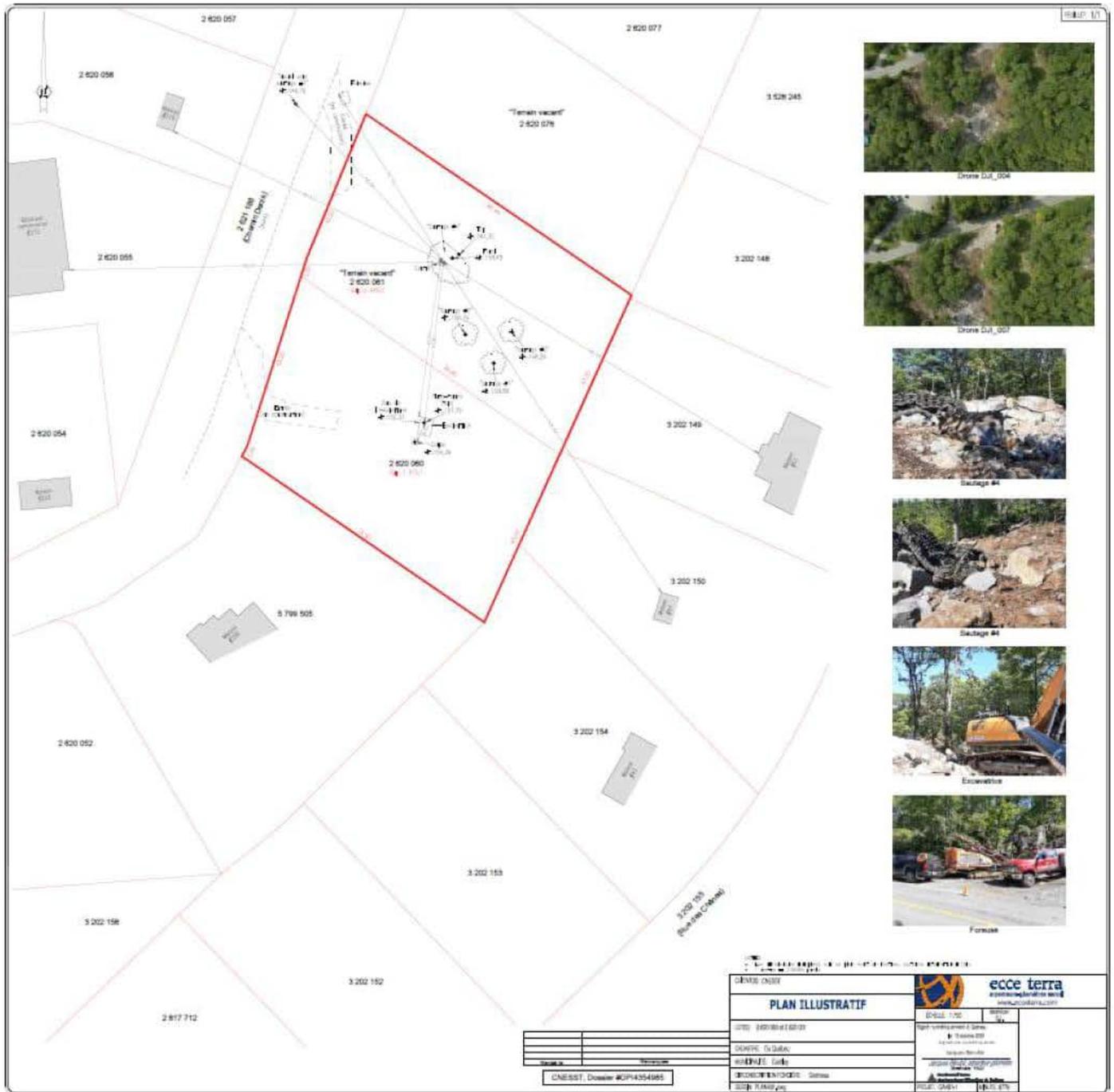
- Monsieur Jean-Napoléon Drouin, [REDACTED], employeur et copropriétaire, Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Monsieur Guy Malette, employeur et copropriétaire, Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Madame Catherine Girard, employeur et copropriétaire, Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Monsieur H [REDACTED], Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Monsieur I [REDACTED], Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Monsieur J [REDACTED], Dynamitage Outaouais (9336-1012 Québec inc.)
- Madame C [REDACTED]
- Monsieur K [REDACTED]
- Monsieur A [REDACTED]
- Madame B [REDACTED]
- Monsieur L [REDACTED]
- Agent Simonneau, policier, Sécurité publique MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Agent Gagné, policier, Sécurité publique MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Agent Bastien, policier, Sécurité publique MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Madame Célyane Couture, sergente-détective, Sécurité publique MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Monsieur Sylvain Gauthier, enquêteur, Sécurité publique MRC des Collines-de-l'Outaouais
- Sergent Christian Lefebvre, inspecteur d'explosifs, Sûreté du Québec
- Agent Mathieu Deguise, technicien en explosifs, Sûreté du Québec
- Agent Alain Lemieux, technicien en explosifs, Sûreté du Québec
- Docteur Marie Pinault, coroner
- Monsieur Francis Clément, mécanicien, J.R. Brisson équipement
- Monsieur Poirier, stagiaire mécanicien, J.R. Brisson équipement
- Monsieur Jacques Bérubé, arpenteur-géomètre, Ecce terra arpenteurs-géomètres SENCRL
- Monsieur Stéphane Martineau, pilote de drone autonome

**ANNEXE C****Lexique**

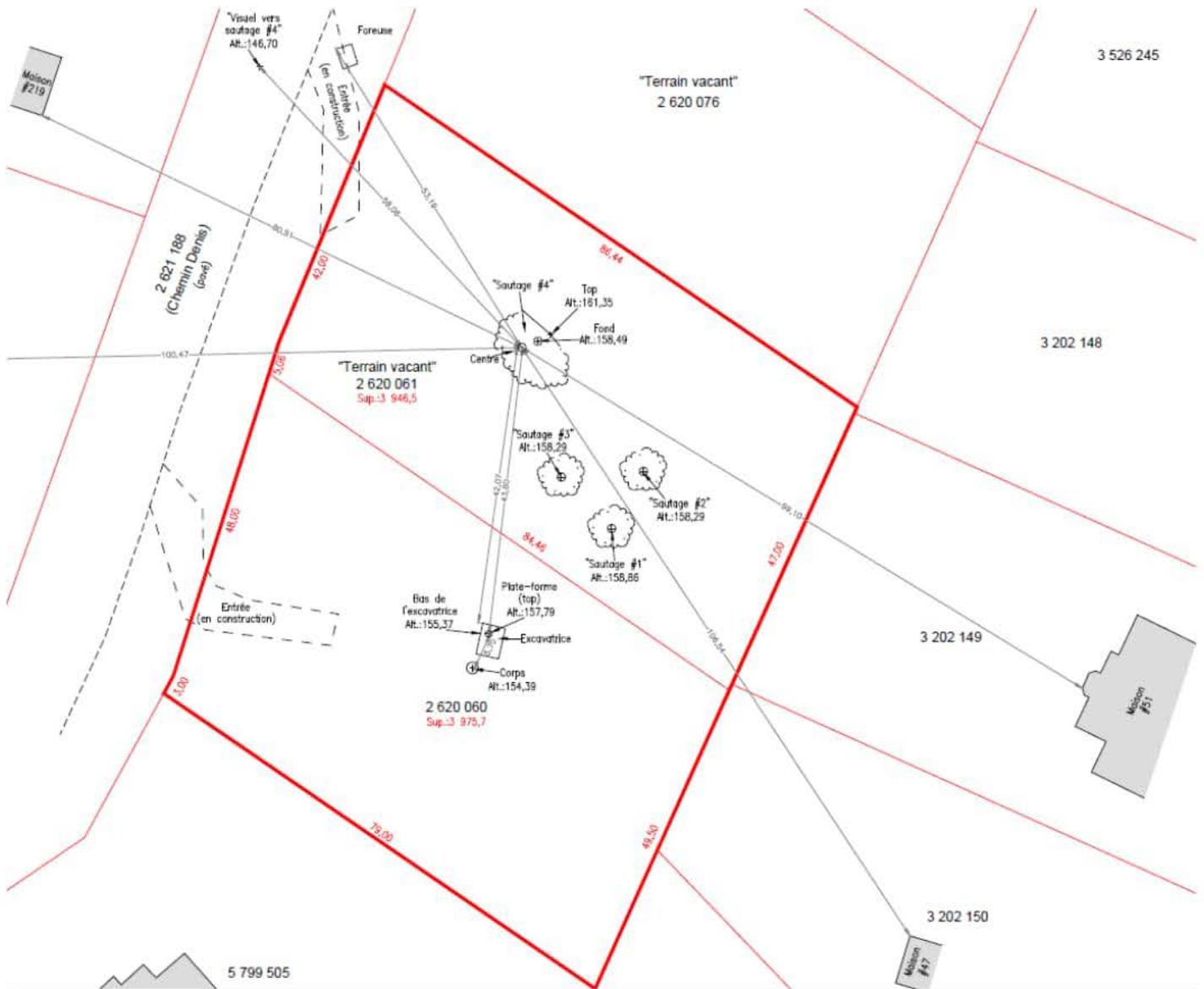
<b>Amorce</b>	Petite masse d'un explosif sensible au choc, à la flamme ou à l'étincelle électrique, destinée à provoquer l'explosion d'une charge de poudre ou d'explosifs
<b>Bourrage</b>	Action d'obturer un trou de mine. Note : se dit également du dispositif, des matières ou des matériaux d'obturation
<b>Collet</b>	Partie supérieure du trou de mine qui ne contient pas d'explosifs
<b>Colonne de charge</b>	Partie du trou de mine où sont distribués les explosifs
<b>Détonateur</b>	Dispositif destiné à entraîner la détonation d'un explosif
<b>Espacement</b>	Distance entre les rangées de trous de mine, parallèle à la face libre
<b>Face libre</b>	Limite entre le roc destiné à être brisé par l'explosion et l'espace vers lequel sera dirigé le roc brisé
<b>Fardeau</b>	Distance entre la face libre et le trou de forage chargé d'explosif
<b>Mort-terrain</b>	Tout sol se retrouvant au-dessus de la roche
<b>Sautage</b>	Action de faire sauter, de disloquer un terrain, une roche sous l'action d'un explosif
<b>Taux de chargement</b>	Relation entre le poids des explosifs et une quantité de roche à déplacer
<b>Trou de mine</b>	Trou foré en vue d'y placer de l'explosif

**ANNEXE D**

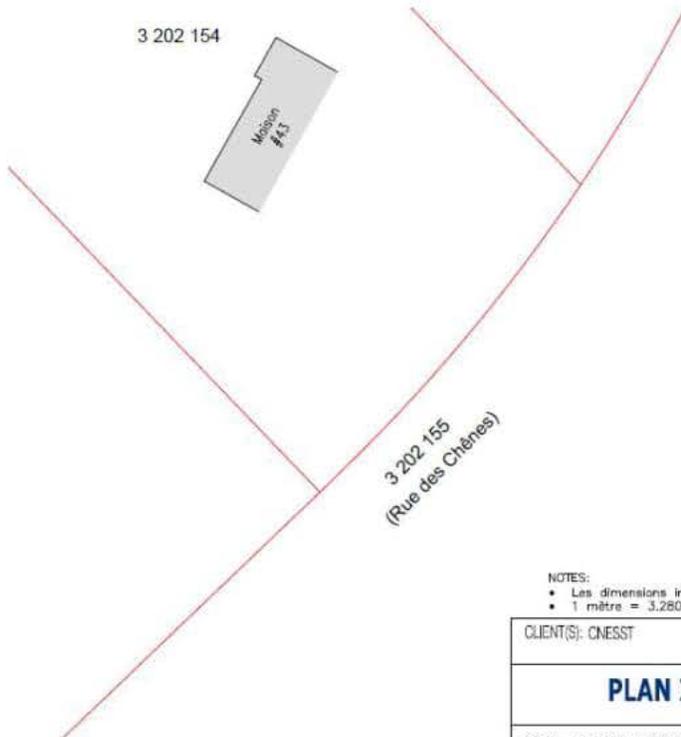
**Arpentage - Plan illustratif**



Agrandissement du plan illustratif Mesures



Agrandissement du plan illustratif Identification du plan



Excavatrice



Foreuse

NOTES:  
 • Les dimensions indiquées sur ce plan sont en mètres, système international (SI).  
 • 1 mètre = 3,2808 pieds

Revisé le	Remarques

CNESST, Dossier #DPI4354985

CLIENT(S): CNESST	 <b>ecce terra</b> arpenteurs-géomètres sencri www.ecceterra.com	
<b>PLAN ILLUSTRATIF</b>		
LOT(S): 2 620 060 et 2 620 061	ÉCHELLE: 1:750	dessiné par: S.L.
CADASTRE: Du Québec	Signé numériquement à Gatineau le 13 octobre 2022 Signature numérique de <b>Jacques Bérubé</b> <i>Jacques Bérubé, arpenteur-géomètre</i> Matricule: 1822 <small>Membre du R.C.T.R. des Arpentiers-Géomètres du Québec</small>	
MUNICIPALITÉ: Cantley	PROJET: GA481-1	MINUTE: 8779
CIRCONSCRIPTION FONCIÈRE: Gatineau		
DESSIN: PLAN481.dwg		

## ANNEXE E

### Rapport d'analyse des matériaux

No rapport: **2205176**  
Version: **1**

Montréal  
Longueuil  
Tél. : (819) 566-8855

Sherbrooke  
Tél. : (819) 566-8855  
Québec  
Tél. : (418) 871-9330

Trois-Rivières  
Tél. : (819) 375-4401  
Laval  
Tél. : (450) 686-6008



#### RAPPORT D'ANALYSE DES MATÉRIAUX

No dossier: <b>F2201984001</b>	Type matériau: Pierre concassée
No échantillon: <b>22-58430</b> # réf:	Calibre:
Client: <b>CNESST</b>	Usage:
Adresse: 15, rue Gamelin, 2e étage	Prélevé par: Client le : 2022-10-10
Ville: Gatineau	Reçu le: 2022-10-17
Code postal: J8Y 6N5	Provenance: Voir remarques
Projet: CQ_CNESST	Localisation: à
Site: Analyse de roches	Essai(s) complété(s) le: 2022-10-27

#### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Analyses	Norme	Résultats	Exigences
Densité, absorptivité	LC 21-067		
Densité relative brute		2,757	
Densité relative S.S.S.		2,761	
Densité apparente		2,769	
Absorptivité (%)		0,16	

Remarques : L'essai n'est pas conforme selon les poids minimaux d'essai de la LC 21-067 et de la CSA A23.2-12A.  
Provenance: Gatineau/Outaouais

Préparé par: *Marc André Simard*  
Marc-André Simard, Chef de Laboratoire 2022-10-27

Vérifié par: *Nadia Girard*  
Nadia Girard, ing.



**ANNEXE F****Références bibliographiques**

QUÉBEC. *Loi sur la santé et la sécurité du travail*, à jour au 1 septembre 2022, « En ligne », 2022, <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/lc/S-2.1> (consulté le 9 février 2022)

QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction*, à jour au 1<sup>er</sup> août 2022, « En ligne », 2022, <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/s-2.1,%20r.%204> (consulté le 9 février 2022)

CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE 24-JUIN. *Lecture de plan et établissement de patrons de forage, compétence 5, Volet 1, travaux de masse.*

CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE 24-JUIN. *Lecture de plan et établissement de patrons de forage, compétence 5, Volet 2, travaux de tranchée.*

CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE 24-JUIN. *Notion des explosifs, compétence 4*, édition septembre 2014.

CENTRE DE FORMATION PROFESSIONNELLE DE LA BAIE-JAMES. *Cadre d'évaluation des apprentissage*, DEP forage dynamitage, décembre 2019.

ORGANISME PROFESSIONNEL DE PREVENTION DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS (France). *Travaux à l'explosif*, 2013

ORICA CANADA. *Fiche technique Excel Handidet, version 6,2*, 15 juillet 2020

ORICA CANADA. *Fiche technique Fortel Plus, version 10*, 19 mars 2020

ORICA CANADA. *Fiche technique Fortel Ultra, version 1*, 7 septembre 2017

ORICA CANADA. *Fiche technique Powerfrac, version 9*, 6 février 2017

QUÉBEC. Office québécois de la langue française, *Vitrine linguistique*, Grand dictionnaire terminologique, « En ligne », 2023, <https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca> (consulté le 9 février 2022)

FRANCE, Larousse, « En ligne », 2023, <https://www.larousse.fr/> (consulté le 9 février 2022)