

**EN004152**

## **RAPPORT D'ENQUÊTE**

**Accident mortel survenu à un travailleur  
de l'entreprise La ferme Pittet inc.,  
située au 261, rang du Haut-du-Lac Sud (route 159)  
à Saint-Tite, le 22 février 2017**

**Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec**

**VERSION DÉPERSONNALISÉE**

**Inspecteurs :**

\_\_\_\_\_

**Mathieu Vermot**

\_\_\_\_\_

**Lisanne Côté**

**Date du rapport : 7 septembre 2017**



**Rapport distribué à :**

- Monsieur [ A ], [ ... ], La ferme Pittet inc.
- Monsieur [ B ], [ ... ], La ferme Pittet inc.
- Madame [ C ], [ ... ], La ferme Pittet inc.
- Monsieur Yvon Garneau, coroner
- Dr Horacio Arruda, Directeur de la santé publique par intérim (Mauricie)
- Copie pour affichage aux travailleurs



**TABLE DES MATIÈRES**

<b><u>1</u></b>	<b><u>RÉSUMÉ DU RAPPORT</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>ORGANISATION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>3</u></b>
2.1	STRUCTURE GÉNÉRALE DE L'ÉTABLISSEMENT	3
2.2	ORGANISATION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL	3
2.2.1	MÉCANISMES DE PARTICIPATION	3
2.2.2	GESTION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ	3
<b><u>3</u></b>	<b><u>DESCRIPTION DU TRAVAIL</u></b>	<b><u>4</u></b>
3.1	DESCRIPTION DU LIEU DE TRAVAIL	4
3.2	DESCRIPTION DU TRAVAIL À EFFECTUER	5
3.2.1	COMPOSANTES PRINCIPALES DU BÂTIMENT DE FERME	5
<b><u>4</u></b>	<b><u>ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE</u></b>	<b><u>8</u></b>
4.1	CHRONOLOGIE DE L'ACCIDENT	8
4.2	CONSTATATIONS ET INFORMATIONS RECUEILLIES	8
4.3	ÉNONCÉS ET ANALYSE DES CAUSES	12
4.3.1	LES FONDATIONS DU BÂTIMENT DE FERME N'OFFRENT PAS LA RETENUE LATÉRALE SUFFISANTE POUR SUPPORTER LE POIDS DE LA CHARPENTE D'ACIER ET DE LA NEIGE QUI S'Y TROUVE.	12
4.3.2	LA CHARGE DE NEIGE PRÉSENTE SUR LE TOIT DU BÂTIMENT DE FERME EXCÈDE LA CAPACITÉ DE SA CHARPENTE D'ACIER.	12
<b><u>5</u></b>	<b><u>CONCLUSION</u></b>	<b><u>14</u></b>
5.1	CAUSE DE L'ACCIDENT	14
5.2	AUTRES DOCUMENTS ÉMIS LORS DE L'ENQUÊTE	14
5.3	RECOMMANDATIONS	14
<b><u>ANNEXES</u></b>		
ANNEXE A :	Accidenté	15
ANNEXE B :	Liste des témoins et des autres personnes rencontrées	17
ANNEXE C :	Rapport d'expertise	19



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

Le 22 février 2017, vers 13 h 35, alors que des travaux ont lieu dans un bâtiment agricole de La ferme Pittet inc., à Saint-Tite, le bâtiment s'effondre.

**Conséquences**

Un travailleur décède, écrasé sous le poids des décombres.



Photo 1 : Vue du bâtiment agricole, après l'effondrement.  
(Source : CNESST)

**Abrégé des causes retenues**

Les fondations du bâtiment de ferme n'offrent pas la retenue latérale suffisante pour supporter le poids de la charpente d'acier et de la neige qui s'y trouve.

**Mesures correctives**

Le rapport RAP1171664 confirme une décision émise le 22 février 2017, interdisant l'accès aux bâtiments de ferme situés à proximité du bâtiment qui s'est effondré et demandant à l'employeur le déneigement des toits des bâtiments avoisinants. L'employeur s'est conformé aux demandes et aux décisions des inspecteurs.

Le rapport RAP1171683 confirme, en date du 24 février 2017, la levée des décisions émises dans le rapport RAP1171664, autorisant l'accès aux bâtiments sous certaines conditions à la suite de l'avis des ingénieurs présents sur le site.

*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 de l'établissement

La ferme Pittet inc. est une entreprise qui se spécialise dans la production laitière.

L'établissement compte une douzaine de travailleurs à temps plein et à temps partiel.

Le travailleur accidenté, monsieur [ D ], agit à titre d'ouvrier agricole depuis environ [ ... ] à La ferme Pittet inc. Il s'agit de son [ ... ] contrat et le cumul de son service en continu pour l'employeur est de [ ... ].

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

##### 2.2.1 Mécanismes de participation

Il n'existe pas de comité de santé et de sécurité paritaire (CSS) au sein de l'entreprise.

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

[ ... ]

Des sessions de formation et d'information sont offertes aux travailleurs selon la nature de leur travail. De plus, une rencontre annuelle a lieu au printemps pour rappeler les consignes de sécurité et inviter les travailleurs à communiquer toute anomalie à leur employeur.

**SECTION 3****3 DESCRIPTION DU TRAVAIL****3.1 Description du lieu de travail**

L'accident survient au site de production numéro 2 (voir photo 2) qui comprend deux sections. Un premier bâtiment, d'une superficie d'environ 5850 m<sup>2</sup>, a été construit en 1995-1996. En 2002, un autre bâtiment est venu s'ajouter à l'extrémité nord de celui-ci. Ce dernier est d'une superficie d'environ 5270 m<sup>2</sup>. Les deux bâtiments abritent une centaine de vaches tarées et de vaches sur le point de vêler, qui ne produisent donc pas de lait.

L'effondrement survient dans la première section du site de production numéro 2 qui est le bâtiment construit en 1995-1996, comme illustré sur l'encadré de la photo 2. La photo 3 illustre l'intérieur du bâtiment avant l'effondrement.



Photo 2 : Vue aérienne des bâtiments de La ferme Pittet inc.  
(Source : Google Maps)



Photo 3 : Vue de l'intérieur du bâtiment avant son effondrement  
(Source : La ferme Pittet inc., modifiée par la CNESST)

### 3.2 Description du travail à effectuer

Jusqu'en début d'année 2017, le site de production numéro 2 abrite les vaches qui produisent du lait. Le site de production numéro 1 ayant été construit en 2016, toutes les opérations pour produire le lait sont transférées à ce site situé du côté sud de la route 159, à environ 500 mètres du site de production numéro 2. Ainsi, des travaux de réaménagement du site de production numéro 2 sont entrepris en début d'année 2017 pour mieux répondre aux nouvelles activités et agrémenter le confort des vaches qui vont vêler.

Pendant quelques jours, des ouvriers de la ferme procèdent au retrait de certains équipements. Une partie du plancher de béton est cassée à l'aide d'une pelle mécanique et d'un marteau-piqueur fixé à celle-ci. L'effondrement survient alors que les travailleurs s'appêtent à ramasser le béton cassé.

#### 3.2.1 Composantes principales du bâtiment de ferme

Le bâtiment qui s'est effondré est essentiellement composé de chevrons en acier d'une portée de 24,4 m. Ces chevrons sont retenus ensemble par un tirant qui se situe approximativement au tiers de la hauteur du toit. Ces chevrons sont supportés par des colonnes qui reposent sur les murs de fondation du bâtiment. (voir figure 1)

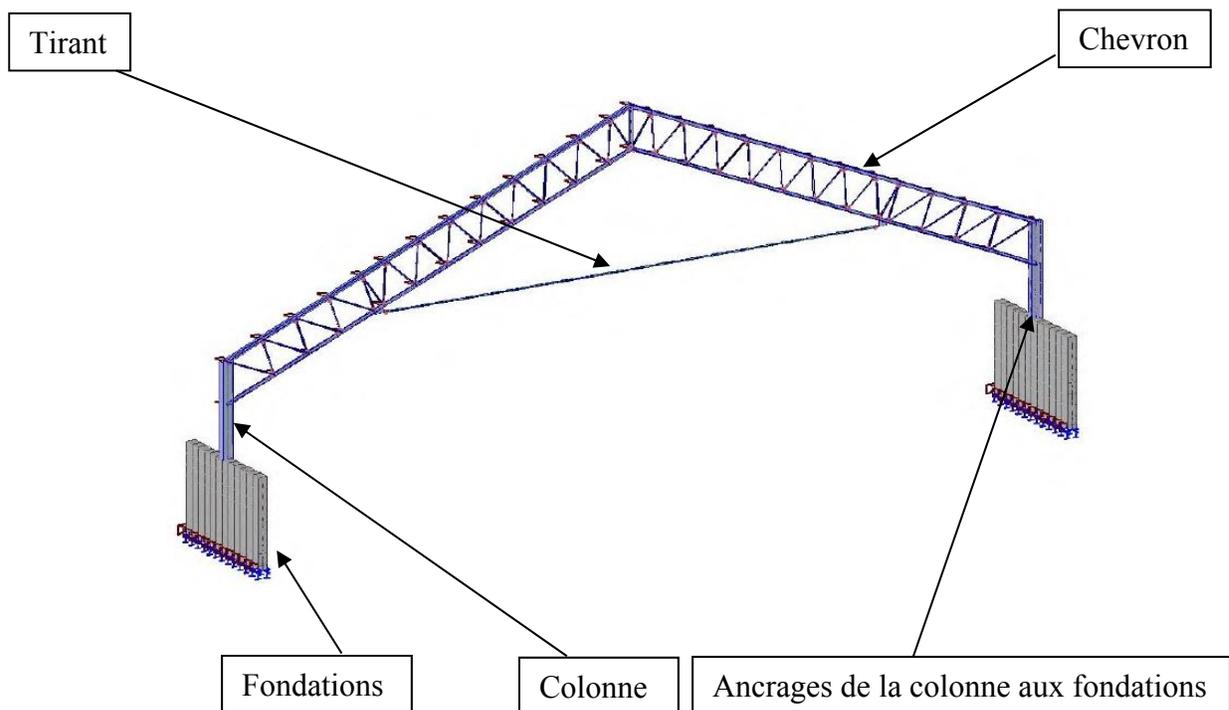


Figure 1 : Structure du bâtiment  
(Source : CNESST)

Les tirants sont fixés à la structure du toit du bâtiment par des sabots d'ancrage, tels qu'illustrés à la photo 4.

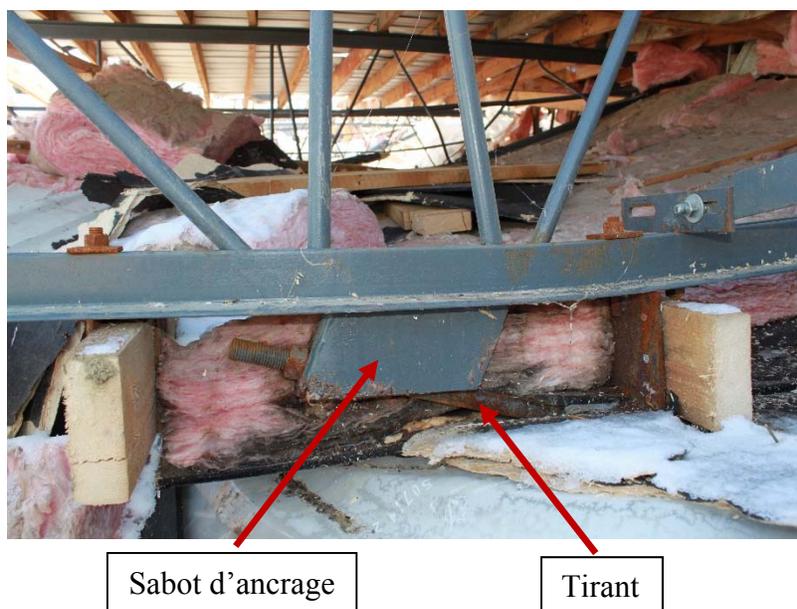


Photo 4 : Tirant et sabot d'ancrage  
(Source : CNESST)

Le modèle présenté à la figure 1 se répète 21 fois, soit tous les 3,65 mètres, pour ainsi former l'ensemble du bâtiment, tel qu'illustré à la figure 2 ci-dessous.

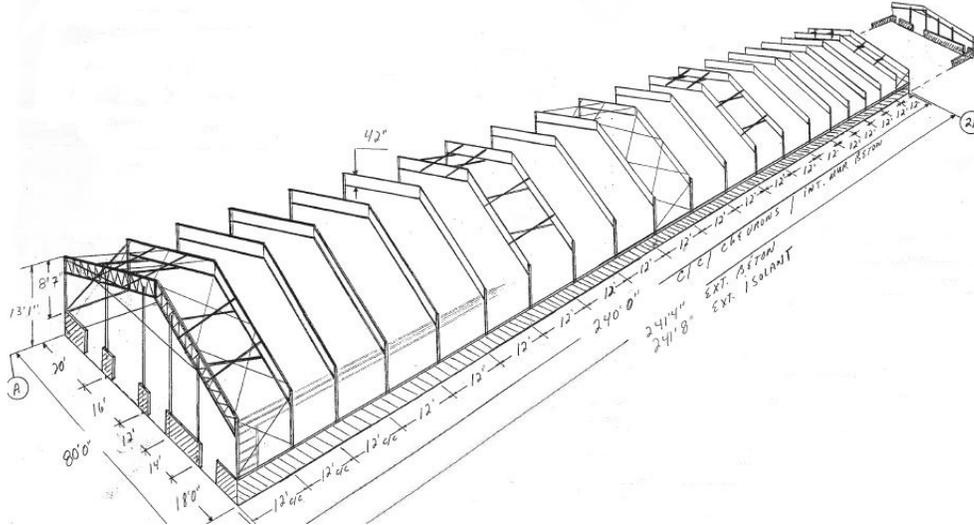


Figure 2 : Plan du bâtiment sud  
(Source : La ferme Pittet inc., modifié par la CNESST)

## SECTION 4

### 4 ACCIDENT : FAITS ET ANALYSE

#### 4.1 Chronologie de l'accident

Au mois de janvier 2017, des travaux de réaménagement de l'espace intérieur du bâtiment de ferme sont en cours dans le but principal de remettre le plancher à niveau et sans obstacle pour le confort des vaches.

Dans la semaine du 20 février, des opérations de cassage de béton au niveau du plancher se terminent. Plusieurs travailleurs s'affairent à effectuer divers travaux relativement à ces opérations et à prendre soin des animaux.

Le 22 février, [ ... ] travailleurs se trouvent à l'intérieur du bâtiment pour y effectuer certaines tâches de soins aux animaux, de nettoyage et de ramassage du béton. Ils effectuent également l'entretien mécanique sur la pelle mécanique servant au cassage du béton. Parmi ces travailleurs, [ E ] de l'entreprise Jovanex s'affaire à la réparation hydraulique de la pelle.

Vers 12 h 50, [ E ] de l'entreprise Jovanex entend un ventilateur de plafond tomber au sol et remarque que le tirant horizontal qui le supportait s'est décroché. Vers 13 h, les autres travailleurs reviennent de dîner et constatent la situation. Ils communiquent avec M. [ B ], leur employeur, pour lui faire part de la situation. Ils se mettent ensuite à tenter de réparer le bris après avoir constaté que le tirant présent dans le comble « entretoit » s'était arraché de son sabot. Pendant ce temps, M. [ D ] s'affaire à d'autres tâches à l'intérieur du bâtiment.

Vers 13 h 35, les travailleurs sortent du bâtiment et se dirigent vers le garage pour effectuer la réparation du tirant. M. [ D ] poursuit ses activités à l'intérieur. À ce moment, le bâtiment s'effondre.

M. [ D ] manque à l'appel et plusieurs vaches sont coincées sous les décombres. Les secours sont appelés et une importante équipe spécialisée en recherche et sauvetage est déployée sur les lieux. Le travailleur est retrouvé le 23 février, vers 15 h 40. Son décès est constaté sur place.

#### 4.2 Constatations et informations recueillies

Pour aider à comprendre les circonstances et les causes expliquant cet événement, la CNESST a mandaté la firme de génie-conseil Mesar. Le rapport technique présenté et les témoignages recueillis au cours de l'enquête permettent de retenir les éléments suivants :

##### **Construction des bâtiments**

En 1995, [ F ] fait ériger le bâtiment à l'origine de l'événement. La compagnie Coffrages MB est alors retenue pour couler les fondations et le plancher de béton. La conception et l'érection de la structure sont confiées au concessionnaire Bodco de l'époque. L'isolation et la pose du platelage

métallique qui forme le toit sont confiées à un tiers. La construction de ce bâtiment se termine en 1996.

En 2002, au moment de l'érection du bâtiment nord rattaché au vieux bâtiment, une importante partie du nouveau bâtiment est plus élevée que l'ancien, à l'origine de l'accident. Sur son plan, le concepteur du nouveau bâtiment, J. Houle et Fils inc., indique la note suivante :

*STRUCTURES EXISTANTES  
VÉRIFICATION ET RENFORCEMENT  
(HORS MANDAT)*

*J. Houle et Fils Inc. n'a fait aucune vérification des accumulations de neige sur la structure existante plus basse ou adjacente.*

*L'entrepreneur et/ou le propriétaire doivent faire analyser la structure existante par un ingénieur qualifié, membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec, et ils doivent procéder au renforcement de la structure existante, au besoin, et ce, dans les plus brefs délais.*

*Entre temps, l'entrepreneur et/ou le propriétaire doivent établir un programme temporaire d'enlèvement de la neige afin d'éviter des bris considérables à la structure existante.*

Relativement à cette information, les témoins rencontrés nous indiquent que, du fait que la toiture était faite de platelage métallique (tôle d'acier), elle s'est toujours déchargée de neige d'elle-même. Une accumulation de neige plus importante pouvait cependant survenir à la jonction des bâtiments, compte tenu de la différence de hauteur entre ceux-ci. L'employeur nous mentionne qu'une attention particulière était portée à cette section et qu'elle était déneigée trois à quatre fois par hiver. Le toit du bâtiment à l'origine de l'accident a d'ailleurs été partiellement déneigé les deux journées précédant l'effondrement.

### **Accumulation de neige et conditions météorologiques**

L'hiver 2016-2017, tant dans la région de la Mauricie que partout ailleurs au Québec, a été une saison où les accumulations de neige ont été importantes et où les variations climatiques étaient marquées. Les relevés météorologiques d'Hérouxville, municipalité voisine de Saint-Tite, indiquent, en date du 16 février 2017, des accumulations de neige au sol de 108 centimètres. Des précipitations de pluie dans les jours suivants ont fait baisser cette mesure à 95 centimètres en date du 22 février 2017, jour de l'accident.

Sur le toit effondré du bâtiment de ferme, une mesure de 69 cm de neige a été prise deux jours après l'effondrement. Il est important de rappeler que des précipitations de pluie durant ces deux jours ont entraîné une perte d'accumulation au cours de cette période.

Les témoignages recueillis relatent une accumulation, sur le toit du bâtiment qui s'est effondré, d'environ 75 cm sur une couche de glace de plus ou moins 15 cm (6 pouces), le jour de l'accident.

Certains témoins nous mentionnent avoir constaté une plus grande quantité de neige sur les toits métalliques cette année en raison d'une accumulation de glace accrochée sur le revêtement, empêchant la neige de glisser sur le métal et, ainsi, permettre aux toits de se décharger d'eux-mêmes.

### **Résultats d'expertise**

Le rapport d'expertise technique nous indique notamment, à la suite de mesures prises et des essais effectués en laboratoire, les résultats suivants :

- La charge de neige mesurée sur le toit après l'effondrement est de 2,46 kilopascals (kPa). Une pression d'un pascal (Pa) est une contrainte uniforme qui, agissant sur une surface plane de 1 mètre carré, exerce perpendiculairement à cette surface une force totale de 1 newton ; 1 kPa correspond donc à 1000 Pa.
- La charge de neige de conception pondérée, telle que définie par l'édition du Code national du bâtiment du Canada (CNBC), applicable à l'époque de la construction du bâtiment à l'origine de l'événement, est de 2,78 kPa.
- En modélisant la structure d'acier et en y ajoutant la charge de neige, tous les éléments qui composent la structure d'acier (membrures inférieures et supérieures des chevrons, tirants, colonnes et ancrages des colonnes) sont sollicités à des valeurs qui respectent leur résistance.
- En ajoutant à la modélisation la fondation du bâtiment dans les conditions théoriques les plus fidèles possibles, la charge de neige qui cause la rupture des sabots des tirants et des ancrages des colonnes s'élève à environ 1,94 kPa.
- Les travaux de démolition effectués avant l'effondrement n'ont pas joué de rôle dans l'effondrement de la structure. Il en est de même pour la présence des ventilateurs qui ont été accrochés aux tirants.
- Les conclusions principales de l'étude se lisent comme suit :
  - 1- La charpente d'acier du bâtiment était adéquate pour supporter la charge de neige du CNBC 1990, à condition que les bases de colonnes soient retenues latéralement de façon rigide par les fondations.
  - 2- Les fondations ne semblent pas avoir été conçues pour offrir la retenue latérale requise pour la charpente d'acier, comme en témoigne l'absence d'armatures de flexion dans les murs et/ou la faible hauteur du remblai de part et d'autre du bâtiment.
  - 3- L'absence de retenue adéquate pour les bases de colonnes a fait en sorte que le poids propre du bâtiment et la charge de neige ont entraîné des efforts beaucoup plus élevés que prévu dans les tirants et dans les boulons d'ancrage des colonnes aux fondations.

- 4- La charge de neige présente sur le toit dans les jours précédant le 22 février 2017 a causé des poussées latérales pour lesquelles les murs de fondation n'étaient pas conçus. Leur mouvement vers l'extérieur a entraîné des efforts supérieurs à la résistance ultime des sabots d'ancrage des tirants et des ancrages des colonnes, ce qui a provoqué l'effondrement. Les murs de fondation renversés vers l'extérieur, les tirants arrachés de leurs sabots, et les boulons d'ancrage rompus ou sortis du béton confirment que c'est ce mode de rupture qui s'est produit (voir photo 5).



Mur de fondation versé vers l'extérieur

Photo 5 : Mur de fondation ouest, versé vers l'extérieur  
(Source : CNESST)

### 4.3 Énoncés et analyse des causes

#### 4.3.1 Les fondations du bâtiment de ferme n'offrent pas la retenue latérale suffisante pour supporter le poids de la charpente d'acier et de la neige qui s'y trouve.

Le 22 février 2017, des travaux de modification au plancher d'un bâtiment de ferme ont lieu à la ferme Pittet inc. Alors que les travailleurs sont partis dîner, [ E ] de l'entreprise Jovanex qui s'affaire à réparer une pelle mécanique à l'intérieur du bâtiment est témoin de la chute d'un ventilateur qui était retenu par un tirant. Au retour du dîner, les travailleurs sur les lieux constatent que le tirant a été arraché de son sabot d'ancrage. Après avoir parlé au téléphone avec leur employeur, ils entreprennent de réparer l'élément structural. Alors que les travailleurs viennent de sortir du bâtiment de ferme, monsieur [ D ] poursuit ses tâches à l'intérieur de ce même bâtiment. À 13 h 35, le bâtiment s'effondre, écrasant mortellement le travailleur.

Le bâtiment à l'origine de l'accident a été construit en 1995. [ F ] confie alors à la compagnie Coffrages MB les travaux relatifs aux fondations et au plancher de béton. La conception et l'érection de la structure sont confiées au concessionnaire Bodco de l'époque.

Une étude commandée à une firme de génie-conseil démontre qu'un bâtiment doit pouvoir résister, selon l'édition applicable du CNBC à l'époque de sa conception, à 2,78 kPa. En modélisant la structure d'acier qui composait le bâtiment de ferme et en y ajoutant la charge de neige de 2,46 kPa, tous les éléments qui composent la structure d'acier sont sollicités en deçà de leur limite.

En modélisant la fondation du bâtiment dans les conditions théoriques les plus fidèles possibles, la charge de neige qui cause la rupture des sabots des tirants et des ancrages des colonnes s'élève à environ 1,94 kPa.

Ces mesures viennent démontrer que les fondations n'ont pas été conçues pour offrir la retenue latérale requise par la charpente d'acier. Les éléments structuraux comme les sabots d'ancrage des tirants et les boulons d'ancrage des colonnes aux fondations n'ont pas pu reprendre les efforts qui n'étaient pas assurés par les fondations. Une conception des fondations tenant compte des charges latérales qu'elles auraient dû supporter aurait permis d'éviter qu'un tel événement se produise.

Cette cause est retenue.

#### 4.3.2 La charge de neige présente sur le toit du bâtiment de ferme excède la capacité de sa charpente d'acier.

En 2002, au moment de l'érection du bâtiment nord rattaché au vieux bâtiment, une importante partie du nouveau bâtiment est plus élevée que l'ancien, à l'origine de l'accident. Malgré les mises en garde sur les plans rappelant l'importance de faire analyser la structure existante par un ingénieur qualifié, membre en règle de l'Ordre des ingénieurs du Québec, et de procéder au renforcement de la structure existante au besoin, aucune action de cette nature n'est prise au fil des années. Il est cependant déterminé par l'expertise effectuée que cette lacune n'est pas en cause dans l'accident du 22 février 2017. La section plus à risque d'accumulations importantes de neige, située à la jonction des deux bâtiments, avait d'ailleurs été déneigée la veille de l'effondrement.

L'hiver 2016-2017 a été une période où les précipitations de neige ont été abondantes et où les variations de température ont été notables. Le jour de l'effondrement, il a été déterminé qu'il y avait au moins 69 cm de neige sur le toit. La charge de neige mesurée sur le toit après l'effondrement est de 2,46 kPa. L'étude commandée à une firme de génie-conseil démontre qu'à cette charge, tous les éléments qui composent la structure d'acier du bâtiment sont sollicités en deçà de leur limite. Cette étude démontre que la structure d'acier, à elle seule, répond aux standards de résistance de l'époque et que la charge de neige présente sur le toit n'excède pas sa capacité.

Cette cause est rejetée.

**SECTION 5****5 CONCLUSION****5.1 Cause de l'accident**

Les fondations du bâtiment de ferme n'offrent pas la retenue latérale suffisante pour supporter le poids de la charpente d'acier et de la neige qui s'y trouve.

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

Le rapport RAP1171664 confirme une décision émise le 22 février 2017, interdisant l'accès aux bâtiments de ferme situés à proximité du bâtiment qui s'est effondré et demande à l'employeur le déneigement des toits des bâtiments avoisinants. L'employeur s'est conformé aux demandes et aux décisions des inspecteurs.

Le rapport RAP1171683 confirme, en date du 24 février 2017, la levée des décisions émises dans le rapport RAP1171664, autorisant l'accès aux bâtiments sous certaines conditions à la suite de l'avis des ingénieurs présents sur le site.

**5.3 Recommandations**

Afin d'éviter qu'un tel accident ne se reproduise, la CNESST communiquera à l'Union des producteurs agricoles les conclusions de cette enquête dans le but qu'elle en informe ses membres.

**ANNEXE A**

## Accidenté

**ACCIDENTÉ**

**Nom, prénom** : [ D ]  
Sexe : Masculin  
Âge : [ ... ]  
Fonction habituelle : [ ... ]  
Fonction lors de l'accident : Ouvrier agricole  
Expérience dans cette fonction : [ ... ]  
Ancienneté chez l'employeur : [ ... ]  
Syndicat : [ ... ]



**ANNEXE B**

## Liste des personnes et des témoins rencontrés

**La ferme Pittet inc.**

Monsieur [ A ], [ ... ]

Monsieur [ B ], [ ... ]

Madame [ C ], [ ... ]

Monsieur [ G ], [ ... ]

Monsieur [ H ], [ ... ]

**Les excavations Jovanex inc.**

[ E ], [ ... ]

[ I ], [ ... ]

**Déneigement**

[ J ], [ ... ]

**Membres des équipes de sauvetage, policiers et pompiers présents sur les lieux.**



**ANNEXE C**

Rapport d'expertise



**CNESST**



**MESAR**  
INGÉNIEURS-CONSEILS

**FERME PITTET, SAINT-TITE**  
**EXPERTISE SUITE À L'EFFONDREMENT**  
RAPPORT TECHNIQUE  
RÉVISION 1

Réf. : 17168  
12 JUIN 2017

**CNESST**



**FERME PITTET, SAINT-TITE  
EXPERTISE SUITE À L'EFFONDREMENT**

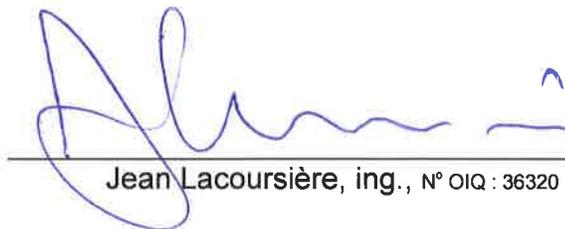
**RAPPORT TECHNIQUE  
RÉVISION 1**

DATE : 12 JUIN 2017

PRÉPARÉ PAR :

  
Yannick Boucher, ing., N° OIQ : 5044296

ET :

  
Jean Lacoursière, ing., N° OIQ : 36320

VÉRIFIÉ PAR :

APPROUVÉ PAR :



RÉFÉRENCES

V/N° PROJET :

N/N° PROJET : 17168

<b>1.0</b>	<b>SOMMAIRE DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>1</b>
<b>2.0</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>2</b>
<b>3.0</b>	<b>MANDAT DE CONSULTANTS MESAR INC.....</b>	<b>2</b>
<b>4.0</b>	<b>DONNÉES DE BASE.....</b>	<b>2</b>
<b>5.0</b>	<b>DESCRIPTION DU BÂTIMENT .....</b>	<b>4</b>
<b>6.0</b>	<b>DESCRIPTION DES DOMMAGES CONSTATÉS .....</b>	<b>5</b>
<b>7.0</b>	<b>ESSAIS .....</b>	<b>5</b>
<b>8.0</b>	<b>CRITÈRES DE CONCEPTION .....</b>	<b>6</b>
<b>9.0</b>	<b>ANALYSES STRUCTURALES .....</b>	<b>7</b>
9.1	ANALYSE AVEC CONDITIONS THÉORIQUES .....	7
	9.1.1 Cadre intérieur type .....	7
	9.1.2 Cadres de l'extrémité nord .....	9
9.2	ANALYSE AVEC CONDITIONS RÉELLES .....	10
<b>10.0</b>	<b>PRÉSENCE DE VENTILATEURS ACCROCHÉS AUX TIRANTS .....</b>	<b>11</b>
<b>11.0</b>	<b>TRAVAUX DE DÉMOLITION AVANT L'EFFONDREMENT .....</b>	<b>12</b>
<b>12.0</b>	<b>DISCUSSION ET CONCLUSIONS .....</b>	<b>12</b>
<b>13.0</b>	<b>COMMENTAIRES.....</b>	<b>13</b>

## ANNEXES

<b>I</b>	<b>PHOTOS DU SITE</b>
<b>II</b>	<b>PLANS DU BÂTIMENT</b>
<b>III</b>	<b>PLAN DU BÂTIMENT ADJACENT</b>
<b>IV</b>	<b>RAPPORT D'ÉTUDE DE LA NEIGE</b>
<b>V</b>	<b>COMPTE RENDU DES TÉMOIGNAGES RECUEILLIS PAR LA CNESST</b>
<b>VI</b>	<b>PHOTOS DES ESSAIS SUR SABOT D'ANCRAGE</b>

### 1.0 SOMMAIRE DE L'ÉTUDE

La présente étude avait pour but de trouver les causes de l'effondrement du bâtiment.

Les principales conclusions sont comme suit :

- .1 La charpente d'acier du bâtiment était adéquate pour supporter la charge de neige du CNBC 1990 à condition que les bases de colonnes soient retenues latéralement de façon rigide par les fondations.
- .2 Les fondations ne semblent pas avoir été conçues pour offrir la retenue latérale requise pour la charpente d'acier, comme en témoigne l'absence d'armatures de flexion dans les murs et/ou la faible hauteur du remblai de part et d'autre du bâtiment.
- .3 L'absence de retenue adéquate pour les bases de colonnes a fait en sorte que le poids propre du bâtiment et la charge de neige ont entraîné des efforts beaucoup plus élevés que prévu dans les tirants et dans les boulons d'ancrage des colonnes aux fondations.
- .4 La charge de neige présente sur le toit dans les jours précédant le 22 février 2017 a causé des poussées latérales pour lesquelles les murs de fondation n'étaient pas conçus, leur mouvement vers l'extérieur a entraîné des efforts supérieurs à la résistance ultime des sabots d'ancrage des tirants et des ancrages des colonnes, ce qui a provoqué l'effondrement. Les murs de fondation renversés vers l'extérieur, les tirants arrachés de leurs sabots, et les boulons d'ancrage rompus ou sortis du béton confirment que c'est ce mode de rupture qui s'est produit.

## 2.0 INTRODUCTION

Le 22 février 2017, un des bâtiments de la ferme Pittet à Saint-Tite s'est effondré presque en totalité, vraisemblablement sous le poids de la neige. Étant donné qu'un travailleur a perdu la vie dans cet effondrement, la CNESST a été chargée de faire enquête, et c'est dans le cadre de cette enquête que les services de Consultants MESAR inc. ont été retenus afin d'étudier les causes de la défaillance structurale du bâtiment.

## 3.0 MANDAT DE CONSULTANTS MESAR INC.

Le mandat de Consultants MESAR inc. consiste essentiellement en la réalisation d'une expertise structurale dont le but est d'établir les causes de l'effondrement de ce bâtiment.

## 4.0 DONNÉES DE BASE

Pour les fins de l'expertise, les données suivantes ont été recueillies :

### .1 Photographies

Des photographies prises avant et après l'effondrement ont été fournies par la CNESST (Les photos les plus représentatives sont jointes à l'annexe I).

### .2 Plans de référence

#### - Bâtiment effondré

Des plans de référence du bâtiment effondré ont été fournis par la CNESST. Ces plans montrent de façon schématique la charpente du bâtiment et les fondations. Il n'y apparaît pas de dimensions d'éléments d'acier ni d'armatures pour le béton. Il est à noter qu'aucun de ces plans ne porte le sceau d'un ingénieur. (Une copie de ces plans est jointe à l'annexe II).

#### - Bâtiment adjacent au nord

Un plan montrant une coupe du bâtiment adjacent au nord a été fourni par la CNESST. On y voit également en coupe le bâtiment effondré avec la différence de niveau du côté est entre les deux toits. (Une copie de ce plan est jointe à l'annexe III).

### .3 Informations recueillies sur place par Consultants MESAR

Trois visites ont été faites sur place lors desquelles ont été constatés les dommages et ont été relevés des dimensions des éléments de la charpente d'acier ainsi que des murs de fondation.

### .4 Échantillons d'éléments de structure

Lors des visites, les échantillons suivants ont été recueillis :

- Une portion de ferme de toit qui inclut des membrures supérieure et inférieure composées de cornières en acier, et des membrures intérieures composées de barres rondes en acier.
- Des portions de fermes où se fixent les tirants.
- Des portions de tirants.

### .5 Charge de neige lors de l'effondrement

Un rapport d'étude de la neige sur le bâtiment a été préparé par M. Alexandre Provencher, ing. de la firme CEP. La conclusion du rapport est que la neige présente lorsque mesurée deux jours après l'effondrement représentait une charge de 51.4 lb/pi<sup>2</sup> (2,46 kPa). (Une copie de cette étude est incluse à l'annexe IV). Il faut mentionner que la température était au-dessus du point de congélation et qu'il a plu entre le moment de l'effondrement et l'échantillonnage, ce qui peut avoir faussé les valeurs.

Aussi, les témoignages recueillis par la CNESST (voir copie du compte rendu à l'annexe V) sont à l'effet qu'avant l'effondrement, à la jonction du bâtiment effondré et de celui adjacent à l'extrémité nord, l'accumulation de neige débutait à environ 10 pieds (3,05 m) de la jonction et allait rejoindre le niveau de la neige sur le bâtiment qui est plus élevé d'environ 6'-9" (2,06 m). Basés sur la densité donnée au rapport de la firme CEP, les calculs permettent de conclure que l'accumulation de neige constituait une surcharge d'environ 167 lb/pi<sup>2</sup> (8,0 kPa) dans sa partie la plus haute. Nous avons cependant été informés que cette accumulation a été enlevée environ deux jours avant l'effondrement.

### 5.0 DESCRIPTION DU BÂTIMENT

Suivant les informations obtenues, le bâtiment aurait été construit en 1995, et mesurait 80 pieds (24,38 m) de largeur par 240 pieds (73,15 m) de longueur (voir les plans de référence en annexe). La hauteur du bâtiment était d'environ 13 pieds (3,96 m) en rive pour atteindre près de 30 pieds (9,14 m) au centre avec la pente de toit de 5 : 12. Le bâtiment était constitué essentiellement de chevrons en acier d'une portée de 80 pieds (24,38 m), retenus ensemble par un tirant situé environ au tiers de la hauteur. De chaque côté du bâtiment, les chevrons sont supportés par des colonnes qui reposent sur les murs de fondation longitudinaux. Ces murs ont environ 7'-8" (2,38 m) (de hauteur au-dessus des empattements qui sont situés pratiquement juste en dessous du niveau du sol à l'extérieur du bâtiment du côté est, et à environ 3 pieds (914 mm) sous le niveau du sol du côté ouest.

À l'extrémité sud, du côté ouest se trouve un bâtiment adjacent plus bas (indiqué A sur la photo ci-dessous) qui semble avoir été endommagé et deux autres bâtiments un peu plus loin (indiqués B et C sur la photo ci-dessous), mais qui semblent intacts. À l'extrémité nord se trouve un bâtiment plus large et plus haut du côté est qui ne semble pas avoir été endommagé structurellement à l'exception d'une porte de garage qui a été "soufflée" lors de l'effondrement. Ces quatre bâtiments ne sont pas couverts par la présente étude.



Source : CNESST

### 6.0 DESCRIPTION DES DOMMAGES CONSTATÉS

À la demande de la CNESST, comme première intervention, Jean Lacoursière, ing. s'est rendu sur les lieux afin de constater les dommages et de débiter l'expertise. Lors de l'arrivée sur place, une bonne partie des débris avaient déjà été déplacés dans le cadre des opérations de recherche de la victime. Il restait tout de même la portion nord du bâtiment qui n'avait pas été touchée par ces opérations, permettant de voir comment était le bâtiment effondré. Les dommages, dont des photos sont incluses en annexe, se résument comme suit :

- Les murs de fondation longitudinaux étaient renversés vers l'extérieur du bâtiment. Fait à noter, aucune armature de flexion n'était présente entre les empattements et les murs.
- Les chevrons étaient effondrés vers le centre du bâtiment.
- Les colonnes étaient encore fixées aux extrémités des chevrons et penchées vers l'intérieur. Les bases des colonnes étaient généralement situées près du sommet des murs renversés, les ancrages de ces colonnes étaient soit sortis du béton, soit cassés. Il a aussi été remarqué qu'à certains endroits les ancrages des colonnes étaient de type "cheville à expansion", qui semblaient avoir été utilisés en remplacement d'ancrages mal positionnés qui avaient dû être coupés.
- Les tirants qui ont pu être observés étaient toujours arrachés de leur sabot d'ancrage soit à un bout, soit à l'autre.
- Les chevrons étaient très pliés ou tordus, cependant ces dommages semblaient avoir été causés lors du contact avec le sol ou avec des clôtures à l'intérieur du bâtiment, suite à l'effondrement.
- Il a été remarqué qu'à l'assemblage du centre des chevrons et aux extrémités où ceux-ci sont assemblés aux colonnes, les membrures étaient généralement intactes, i.e. sans signe de flambement, de torsion ou autre dommage qui aurait causé un effondrement.

### 7.0 ESSAIS

- Limite élastique des éléments d'acier

Un mandat a été confié au Centre de Métallurgie du Québec afin de faire les essais requis sur les échantillons d'acier prélevés sur la structure du bâtiment. Le rapport, qui est inclus en annexe, conclut que les spécimens testés ont tous une limite élastique d'au moins 300 Mpa (44 ksi), qui correspond à une valeur normalement utilisée pour des constructions durant les années 1990.

- Capacité des sabots d'ancrage des tirants

Les tirants qui relient les chevrons sont ancrés dans des "sabots" composés de plaques de 1/4 de pouce (6,4 mm) d'épaisseur placées en forme de U et soudées sous la membrure inférieure des chevrons. Un banc d'essai en acier, dont des photos sont incluses à l'annexe VI, a été conçu et fabriqué pour reproduire fidèlement la charge subie par les tirants et les sabots. Ces essais ont été faits sur des sabots qui sont demeurés fonctionnels suite à l'effondrement, i.e. desquels le tirant ne s'était pas arraché. L'essai consistait en la mise en charge, à l'aide d'un vérin hydraulique creux, d'une tige 1 pouce (25,4 mm) de diamètre ancrée dans le sabot à l'aide d'un écrou jusqu'à ce qu'à la rupture du sabot. La charge maximale atteinte dans chacun des cinq essais varie d'environ 27 800 lb (124 kN) à 31 200 lb (139 kN), ce qui correspond approximativement à la valeur théorique qui avait été calculée au préalable. Ceci étant une valeur ultime, il faut la multiplier par 0.9 pour avoir la capacité de conception ce qui donne environ 25 000 lb (111 kN). Ceci est inférieur à la capacité théorique du tirant lui-même, qui est de 30 600 lb (136 kN).

## 8.0 CRITÈRES DE CONCEPTION

Le bâtiment ayant été construit en 1995, la conception devait normalement être faite conformément au Code National du Bâtiment du Canada, édition 1990 ainsi qu'au Code National de Construction des Bâtiments Agricoles, édition 1990. Suivant les exigences de ces deux codes, la charge de neige de conception pour ce type de bâtiment est  $37.5 \text{ lb/pi}^2$  (1,79 kPa). Cette charge est calculée en considérant que le toit est de type glissant et qu'il est exposé au vent. Deux cas sont étudiés, soit un premier avec la neige sur toute la surface de la toiture, et un second cas avec 125 % de la charge de conception sur un versant seulement. Les autres charges à prendre en compte dans les calculs sont le poids propre du bâtiment,  $8.0 \text{ lb/pi}^2$  (0,38 kPa) et la pression de référence de vent  $4.0 \text{ lb/pi}^2$  (0,19 kPa). À l'extrémité nord, le versant est du bâtiment est plus élevé de 6'-9" (2,06 m) ce qui nécessite, selon le code, de considérer une accumulation triangulaire de neige d'une longueur de 21'-5" (6,53 m) à partir du toit haut et qui augmente jusqu'à atteindre  $88.3 \text{ lb/pi}^2$  (4,23 kPa) à la jonction des deux bâtiments.

Il est à noter que si le bâtiment était construit en 2017, la charge de neige de conception serait légèrement supérieure, soit  $40.6 \text{ lb/pi}^2$  (1,94 kPa), et la surcharge à l'extrémité est serait inchangée, à  $88.3 \text{ lb/pi}^2$  (4,23 kPa), ces nouvelles charges auraient donc peu d'impact sur le produit final.

Ceci est donné à titre informatif parce que l'étude d'un bâtiment existant est normalement faite en commençant par vérifier s'il est conforme aux critères de conception d'origine.

## 9.0 ANALYSES STRUCTURALES

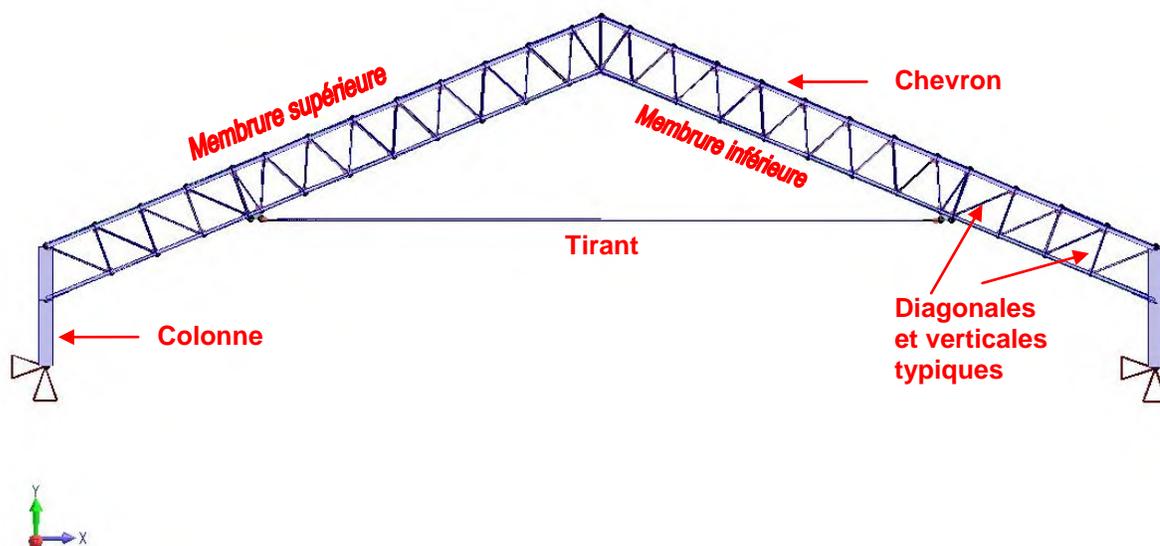
Les analyses faites dans le cadre de la présente étude l'ont été avec le logiciel SAFI, version 9.0.5. Une des premières données à considérer est que ce type de bâtiment est particulier en ce sens que, sous l'effet du poids propre et des charges de neige, les colonnes exercent une poussée vers l'extérieur. Normalement cette poussée est résistée par les fondations. Étant donné l'absence de détails quant à la façon dont les fondations ont été construites, une première série d'analyses a été faite sur un cadre type, en considérant les bases de colonnes retenues latéralement de façon rigide par les murs de fondation.

### 9.1 ANALYSE AVEC CONDITIONS THÉORIQUES

#### 9.1.1 Cadre intérieur type

Un cadre intérieur type a été analysé sous les charges prévues à l'origine, sans considérer l'accumulation à l'extrémité nord.

Modèle SAFI avec appui simple à la base des colonnes



Les résultats, présentés en termes de pourcentages d'utilisation, i.e. charge pondérée divisée par résistance pondérée, se résument comme suit :

- Membrures supérieures des chevrons : 90.7 % en compression, et 12.1 % en traction.
- Membrures inférieures des chevrons : 12.0 % en traction, et 81.5 % en compression.
- Membrures intérieures des chevrons (diagonales et verticales) : variable de 10 % à 94 %.
- Tirant : 25.6 % en traction (31.4 % pour le sabot).
- Colonnes : 98 % en compression – flexion.
- Ancrages des colonnes : 95 % en cisaillement.

Ces résultats proviennent de l'enveloppe, soit les efforts maximum causés par tous les cas de chargement étudiés. En ce qui concerne le tirant, le cas le plus critique est celui avec neige sur les deux versants, sans vent.

Il est important de mentionner que selon cette analyse, les colonnes exercent sur les fondations une poussée pondérée de l'ordre de 24 000 lb (107 kN) vers l'extérieur.

Cette première analyse permet de conclure que si les fondations offrent la retenue requise à la base des colonnes, la charpente du bâtiment a la capacité suffisante pour supporter la neige spécifiée par le code en vigueur lors de la construction. Il faut mentionner que les trois diagonales en compression de chaque côté du centre ont été trouvées en dépassement si leur capacité est calculée suivant la méthode conventionnelle. Or, il a été constaté sur place que ces membrures n'étaient pas flambées dans la structure effondrée et que par conséquent l'effondrement n'a pas été initié par ces membrures. Un calcul a donc été fait par éléments finis en considérant la rigidité des assemblages, ce calcul a confirmé que la capacité est suffisante.

À la lecture de ces résultats, on constate que le tirant n'est sollicité qu'à environ le quart de sa capacité et le sabot à environ le tiers, alors que plusieurs des membrures des chevrons ainsi que les colonnes sont sollicitées à des pourcentages très élevés, ce qui démontre que ce seraient ces membrures qui céderaient en cas de surcharge de neige si les colonnes sont retenues adéquatement par les fondations. Ces résultats étant obtenus avec des charges pondérées, i.e. :

Charge permanente x 1.25, 8.0 lb/pi<sup>2</sup> (0,38 kPa) x 1.25 = 10.0 lb/pi<sup>2</sup> (0,48 kPa)  
Charge de neige x 1.5, 37.5 lb/pi<sup>2</sup> (1,79 kPa) x 1.5 = 56.25 lb/pi<sup>2</sup> (2,69 kPa)

On peut donc conclure qu'avec la charge de neige de  $51.4 \text{ lb}/\pi^2$  (2,46 kPa) présente lors de l'effondrement, qui est inférieure à la valeur d'analyse ci-dessus, le bâtiment aurait dû résister puisque cette charge cause des efforts en deçà des capacités pondérées de la charpente d'acier.

### 9.1.2 Cadres de l'extrémité nord

Les trois cadres de l'extrémité nord ont également été analysés avec les mêmes conditions de retenue, mais en considérant les charges dues à l'accumulation de neige à cet endroit. Les sollicitations ne sont pas proportionnelles parce que le chargement est différent des deux côtés, cependant ceci permet de conclure que l'accumulation spécifiée par le code cause des efforts largement supérieurs à ceux prévus originalement sur les premier et second cadres puisque la conception a été faite avant la construction de ce bâtiment plus élevé et qu'à notre connaissance il n'y a pas eu de travaux de renforcement suite à l'ajout de ce nouveau bâtiment. Une vérification a aussi été faite en considérant les charges calculées à partir du rapport de la firme CEP et des témoignages recueillis par la CNESST, les efforts obtenus sont encore plus élevés. Il est probable que les cadres étaient sollicités à la limite de leur capacité, cependant l'excédent de neige a été enlevé deux jours avant le sinistre ce qui permet de conclure que ce n'est pas cette accumulation qui en a été la cause. De plus, les témoignages recueillis sont à l'effet qu'un tirant était tombé vis-à-vis le 6<sup>e</sup> ou 7<sup>e</sup> cadre à partir du nord juste avant l'effondrement ce qui démontre que c'est à cet endroit que l'effondrement a été initié.

Cette première série d'analyse nous permet de conclure ce qui suit :

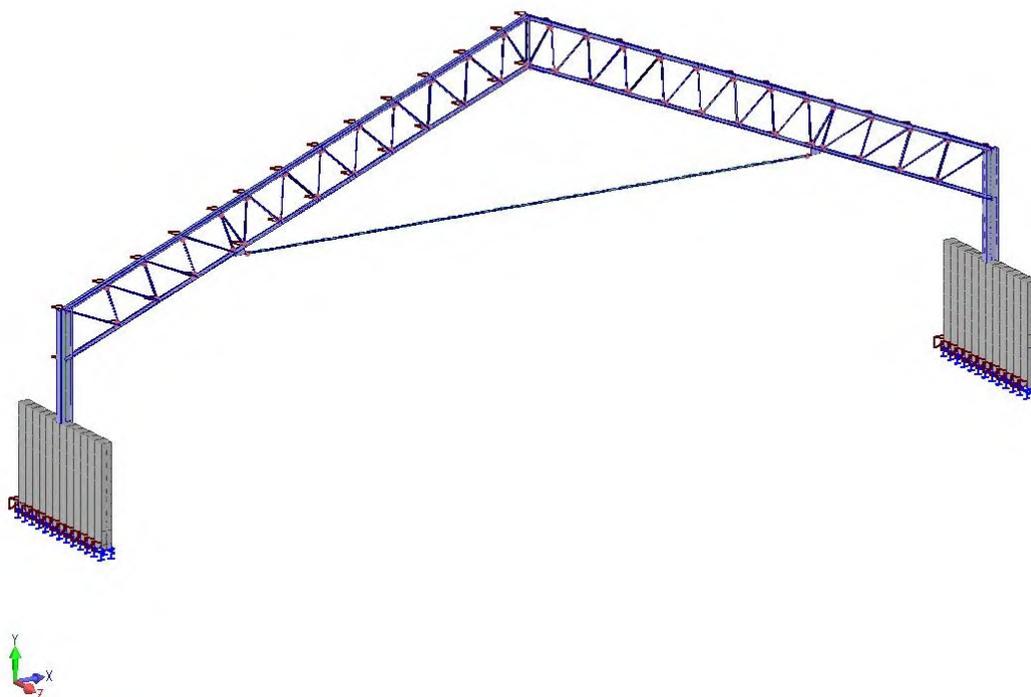
- La charpente d'acier du bâtiment avait la capacité suffisante pour supporter les charges spécifiées par le CNBC 1990, et elle avait assez de réserve pour supporter les charges présentes avant le sinistre, supérieures à celles du CNBC 1990, à condition que les fondations retiennent les colonnes latéralement de façon rigide.
- L'accumulation de neige à l'extrémité nord du bâtiment n'a pas causé d'effondrement ni de fléchissement excessif avant d'être enlevée, cette accumulation peut donc être exclue des causes de l'effondrement qui s'est produit deux jours après son enlèvement.

## 9.2 ANALYSE AVEC CONDITIONS RÉELLES

Étant donné qu'il a été constaté sur place que les murs de fondation ont versé vers l'extérieur, que les tirants se sont arrachés des sabots, et que les ancrages étaient brisés en traction ou arrachés du béton, mais que les colonnes étaient généralement droites comme il apparaît sur les photos, il nous a semblé probable que les murs de fondation n'aient pas fourni une retenue suffisante. Nous avons donc refait notre modèle pour refléter les conditions qui étaient réellement présentes et voir le comportement de la structure dans ces conditions.

Dans ce nouveau modèle, nous avons inclus les murs de fondation d'une hauteur de 7'-8" (2,34 m). Le sommet des murs a été modélisé avec un encastrement pour les colonnes en acier, et la base des murs a été modélisée avec un support sur chaque coin. Ces deux supports sont des appuis qui ne reprennent que de la compression, pour simuler le fait qu'il n'y a pas d'armatures de flexion entre les murs et les empattements. Par contre, également pour simuler les conditions existantes, des forces équivalentes à celles exercées par un remblai ont été ajoutées à la base des murs, soit pour un remblai de trois pieds (914 mm) de hauteur du côté ouest, et de un pied (305 mm) de hauteur du côté est.

Modèle SAFI avec mur de fondation



Avec ce modèle, on constate que la résistance de l'ensemble est gouvernée par la capacité des sabots d'ancrage des tirants et de celle des boulons d'ancrage des colonnes qui servent à leur encastrement à la base. Une première analyse avec seulement les charges permanentes a démontré que la tension dans le tirant était beaucoup plus élevée qu'avec le premier modèle, et que la tension dans les boulons d'ancrage des colonnes était également très élevée dû à l'effet d'encastrement à la base des colonnes. Il est à noter que l'arrangement existant à la base des colonnes n'est pas normalement utilisé pour un encastrement, ce qui fait en sorte que les efforts dans les boulons augmentent très rapidement dû au moment qui se développe à cet endroit. L'analyse a donc été faite avec ce modèle en faisant augmenter la charge de neige jusqu'à l'atteinte de la charge de rupture des sabots d'ancrage des tirants et des ancrages des colonnes. Il faut mentionner ici que nous avons considéré une tension initiale dans le tirant.

En effet, les dessins de référence n'en font pas mention, cependant il va de soi qu'une tension initiale soit appliquée dans un tirant d'une telle longueur afin d'en diminuer le fléchissement sous son poids propre. La tension initiale incluse dans l'analyse est d'environ 15 000 lb (67 kN). Suivant ces analyses, la charge de neige qui cause la rupture des sabots des tirants et des ancrages des colonnes s'élève à environ 40 lb/pi<sup>2</sup> (1,91 kPa).

Cette valeur est inférieure à l'estimation de 51.4 lb/pi<sup>2</sup> (2,46 kPa) donnée au rapport de l'ingénieur Provencher, cependant il se peut aussi que les conditions météorologiques aient fait en sorte que cette valeur ait changé entre l'effondrement et la prise d'échantillons. Il faut aussi garder à l'esprit que le modèle théorique ne peut simuler exactement toutes les conditions réelles. Il se peut que les boulons d'ancrages aient eu une résistance plus élevée que celle qui a été calculée, que le remblai ait offert une retenue plus importante, et/ou que différents éléments non structuraux tels le revêtement et autres aient également contribué à donner à l'ensemble une capacité ultime plus élevée.

### **10.0 PRÉSENCE DE VENTILATEURS ACCROCHÉS AUX TIRANTS**

Il a été constaté que des ventilateurs pesant 70 kg (0,7 kN) étaient accrochés aux tirants à différents endroits dans le bâtiment. D'après les témoignages recueillis, juste avant l'effondrement il y avait un de ces ventilateurs qui était tombé et le tirant auquel il était accroché était arraché de son sabot d'ancrage. Nous avons examiné l'effet d'un tel ventilateur accroché à un tirant en faisant le calcul comme si c'était un câble.

La conclusion est que cette charge augmente la flèche dans le tirant, en augmente la tension initiale et contribue à ramener légèrement les murs vers l'intérieur et réduire la tension sur les boulons d'ancrage des colonnes. Nous n'avons pas fait une analyse exacte de l'effet de ces charges sur les tirants parce que leur présence ne nous semble pas un facteur déterminant dans les causes de l'effondrement.

### **11.0 TRAVAUX DE DÉMOLITION AVANT L'EFFONDREMENT**

Nous avons été informés que dans les jours précédant l'effondrement, des travaux de démolition ont été effectués dans le bâtiment. Il s'agit de démolition de murs de béton à l'aide d'une mini-pelle munie d'un marteau hydraulique. Il n'est pas possible de conclure si ces travaux peuvent avoir joué un rôle dans l'effondrement, cependant il est exclu qu'ils en soient la cause directe parce que le tout était terminé lors du sinistre.

### **12.0 DISCUSSION ET CONCLUSIONS**

La présente étude avait pour but de trouver les causes de l'effondrement du bâtiment.

Parmi les constatations qui ont été faites suite à l'effondrement, il y a les murs de fondation renversés vers l'extérieur, l'absence d'armature de flexion à la base des murs, les tirants arrachés de leurs sabots et les boulons d'ancrage brisés ou arrachés des murs de fondation.

Une première analyse a été faite en considérant la structure retenue de façon rigide par les fondations, et la conclusion est que le bâtiment n'aurait pas dû s'effondrer.

Une seconde analyse a été faite en modélisant l'ensemble bâtiment-fondation de façon à reproduire le plus fidèlement possible les conditions existantes. Cette analyse a été faite en faisant varier la charge de neige de façon à obtenir dans les tirants une tension égale à la capacité ultime réelle des sabots, telle que mesurée lors des essais, et dans les boulons d'ancrage une tension égale à leur capacité ultime théorique. La conclusion est que la charge de neige qui cause l'effondrement est environ 40 lb/pi<sup>2</sup> (1,91 kPa). Bien que ceci soit inférieur à ce qui a été mesuré dans les jours suivant l'effondrement, 51.4 lb/pi<sup>2</sup> (2,46 kPa), le mode de rupture observé par analyse est identique à ce qui s'est produit en réalité. La différence est probablement attribuable à des éléments non structuraux dont le modèle ne tient pas compte.

La présence de ventilateurs de 70 kg (0,7 kN) suspendus aux tirants ainsi que l'exécution de travaux de démolition durant les jours précédant l'effondrement ne sont pas à notre avis des causes directes de l'effondrement.

En résumé, les conclusions principales de l'étude sont comme suit :

- .1 La charpente d'acier du bâtiment était adéquate pour supporter la charge de neige du CNBC 1990 à condition que les bases de colonnes soient retenues latéralement de façon rigide par les fondations.
- .2 Les fondations ne semblent pas avoir été conçues pour offrir la retenue latérale requise pour la charpente d'acier, comme en témoigne l'absence d'armatures de flexion dans les murs et/ou la faible hauteur du remblai de part et d'autre du bâtiment.
- .3 L'absence de retenue adéquate pour les bases de colonnes a fait en sorte que le poids propre du bâtiment et la charge de neige ont entraîné des efforts beaucoup plus élevés que prévu dans les tirants et dans les boulons d'ancrage des colonnes aux fondations.
- .4 La charge de neige présente sur le toit dans les jours précédant le 22 février 2017 a causé des poussées latérales pour lesquelles les murs de fondation n'étaient pas conçus, leur mouvement vers l'extérieur a entraîné des efforts supérieurs à la résistance ultime des sabots d'ancrage des tirants et des ancrages des colonnes, ce qui a provoqué l'effondrement. Les murs de fondation renversés vers l'extérieur, les tirants arrachés de leurs sabots, et les boulons d'ancrage rompus ou sortis du béton confirment que c'est ce mode de rupture qui s'est produit.

### 13.0 COMMENTAIRES

Comme mentionné dans les conclusions ci-dessus, l'effondrement du bâtiment s'est produit en raison du fait que les fondations n'ont pas été conçues et construites de façon à pouvoir offrir la retenue suffisante pour que la structure d'acier se comporte comme prévu par le concepteur. Or, et plus particulièrement dans le domaine agricole, il existe un grand nombre de bâtiments du même type, i.e. avec cadres rigides en acier composés chacun de deux colonnes, deux chevrons en pente et d'un tirant horizontal, et il est probable que le cas du bâtiment de la ferme Pittet ne soit pas un cas isolé et que d'autres bâtiments semblables constituent un risque potentiel pour les occupants.

**ANNEXE I**

**PHOTOS DU SITE**



Source : CNESST



Source : CNESST



**Colonne avec ancrage à expansion sorti du béton**

**Semelle filante**

**Mur de fondation  
incliné vers l'extérieur**

Source : MESAR



Mur de fondation  
complètement couché

2017.04.06 15:11

Source : MESAR

Source : MESAR



**Ancrage arraché du mur de fondation**

Source : MESAR



**Ancrage arraché du mur de fondation**

Source : MESAR



**Ancrage à expansion sorti du béton**

Source : MESAR



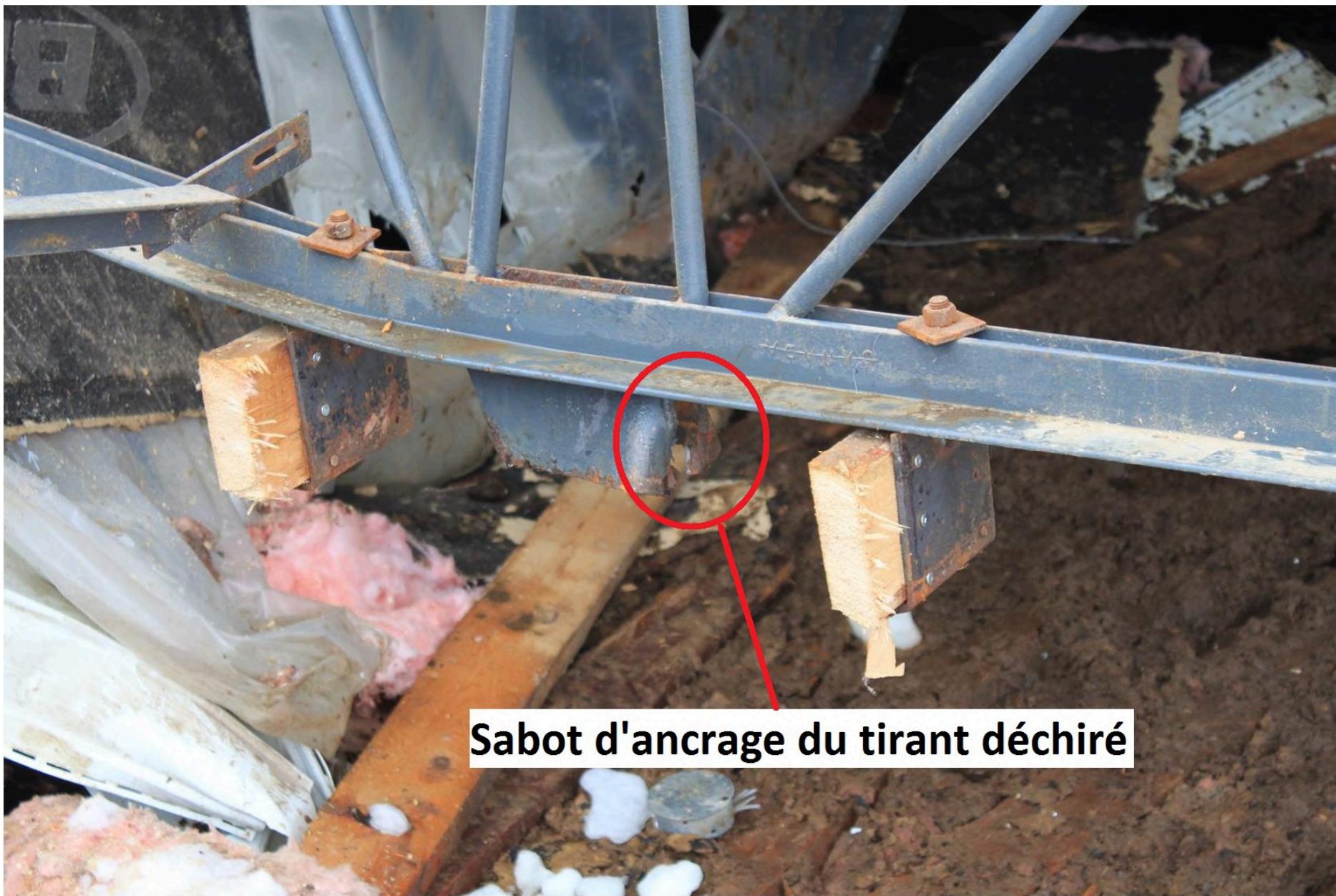
**Ancrages cassés et mur de fondation incliné**

Source : MESAR



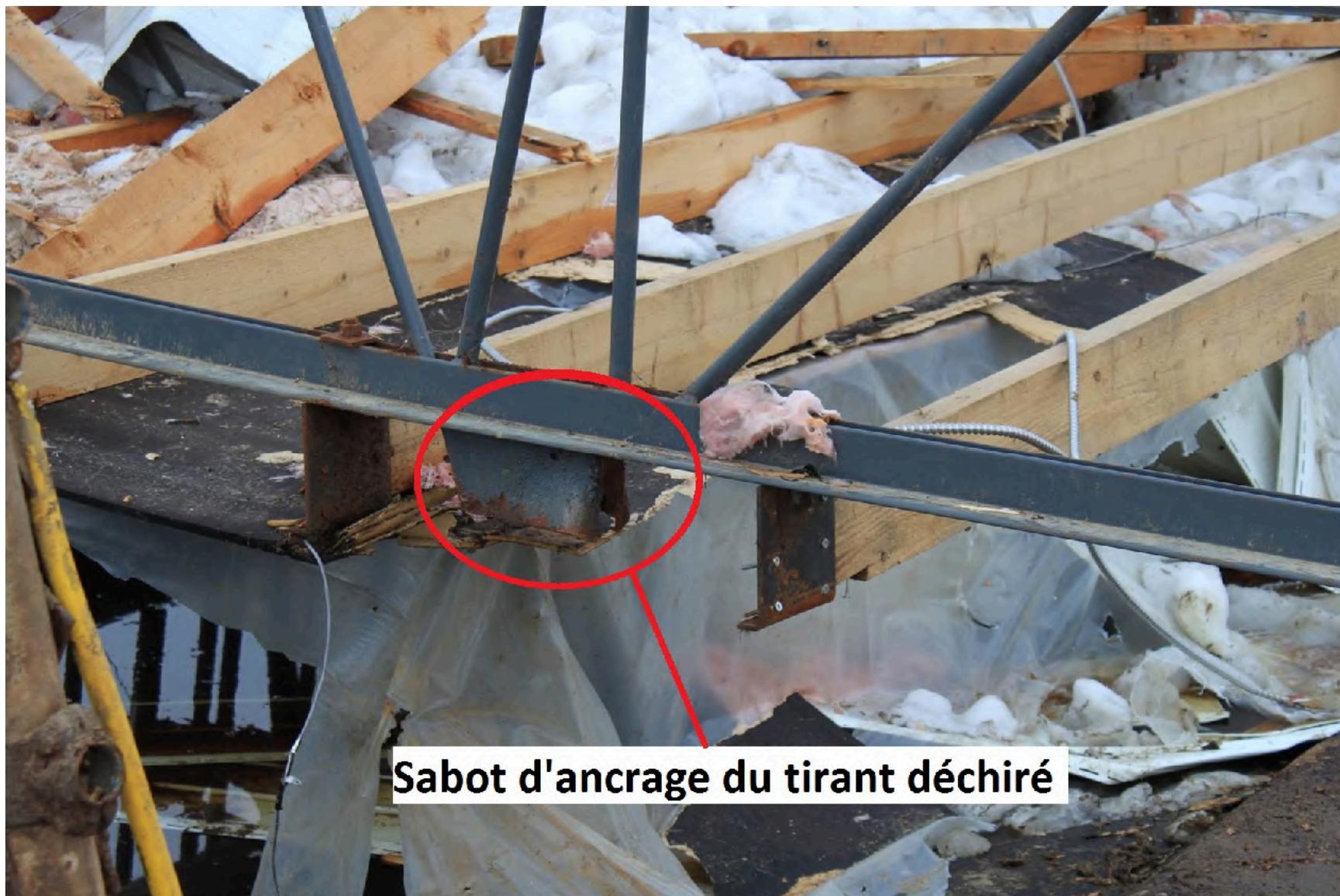
Plaque de base déformée  
par les ancrages en tension

2017.04.06 15:12



**Sabot d'ancrage du tirant déchiré**

Source : CNESST



**Sabot d'ancrage du tirant déchiré**

Source : CNESST



Sabot d'ancrage de  
tirant déchiré

2017.04.06 15:15

**ANNEXE II**

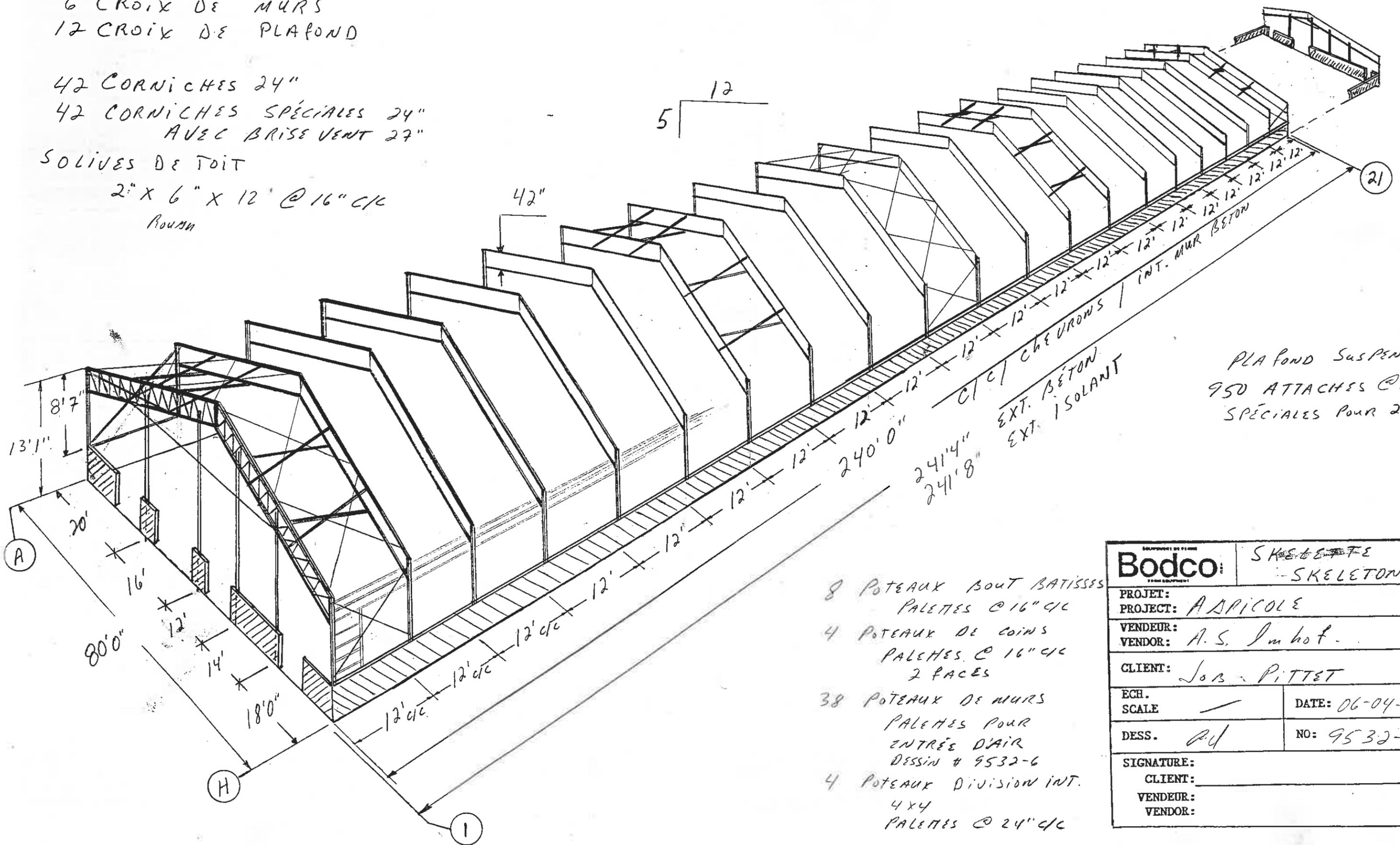
**PLANS DU BÂTIMENT**

Contr. 25 Juin 3 Sem.

16 CROIX DE ST-ANDRÉ + RACCORDS  
 6 CROIX DE MURS  
 12 CROIX DE PLAFOND

42 CORNICHES 24"  
 42 CORNICHES SPÉCIALES 24"  
 AVEC BRISE VENT 27"

SOLIVES DE TOIT  
 2" X 6" X 12" @ 16" C/C  
 Rouan

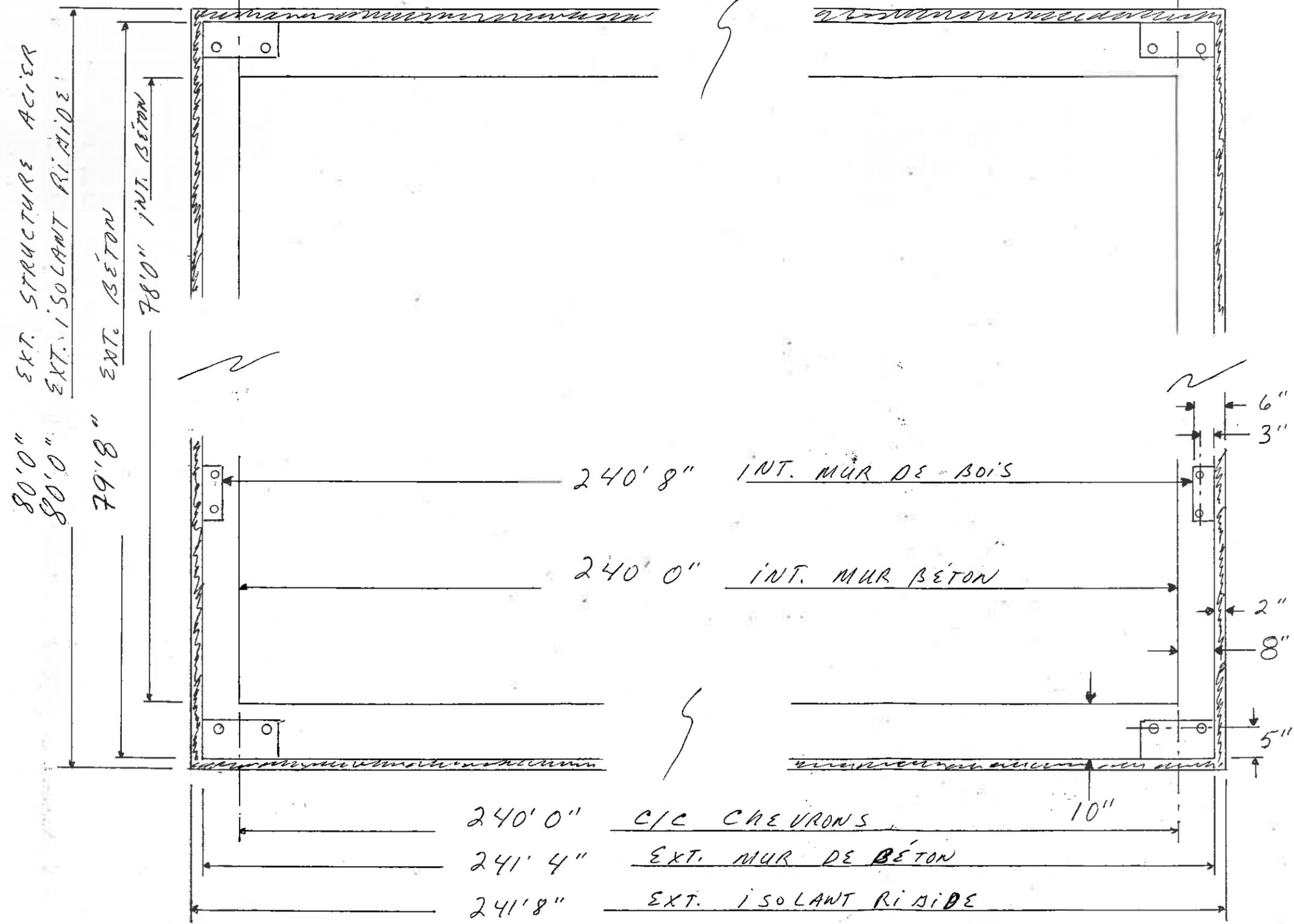


C/C / CHEURONS / INT. MUR BÉTON  
 EXT. BÉTON  
 EXT. ISOLANT

PLAFOND SUSPENDU  
 950 ATTACHES @ 24"  
 SPÉCIALES POUR 2" X 6"

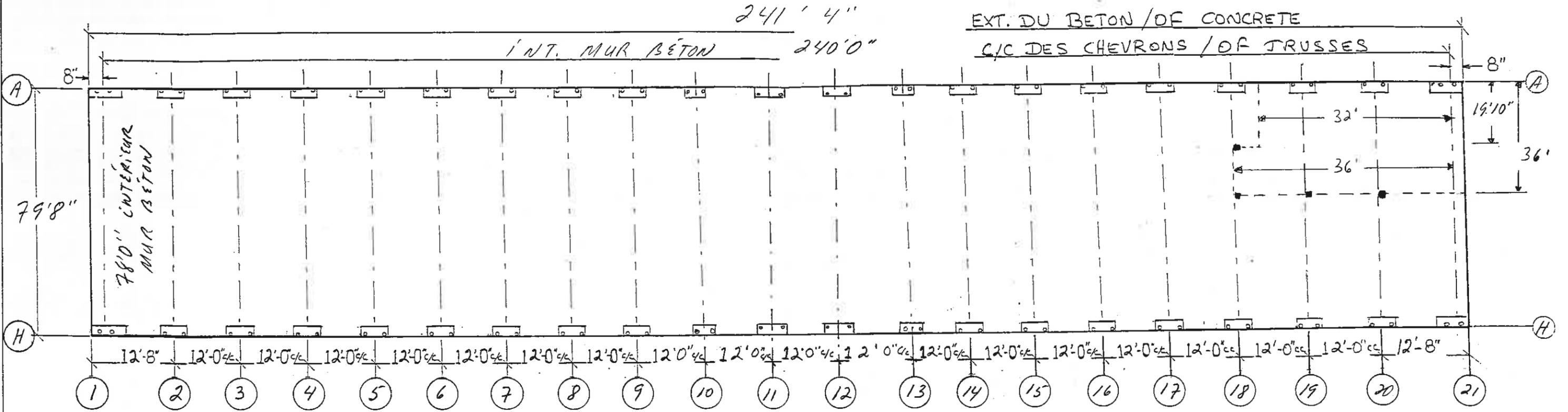
- 8 POTEAUX BOUT BATISSES  
PALETES @ 16" C/C
- 4 POTEAUX DE COINS  
PALETES @ 16" C/C  
2 FACES
- 38 POTEAUX DE MURS  
PALETES POUR  
ENTRÉE D'AIR  
DESSIN # 9532-6
- 4 POTEAUX DIVISION INT.  
4 X 4  
PALETES @ 24" C/C

Bodco: <del>SKEL</del> SKELETON	
PROJET: AGRICOLE	
VENDEUR: A. S. Imhof.	
CLIENT: J. B. PITTET	
ECH. SCALE: /	DATE: 06-04-95
DESS. <i>pd</i>	NO: 9532-1
SIGNATURE:	
CLIENT:	
VENDEUR:	
VENDOR:	



DÉPARTEMENT DE PLAN <b>Bodco</b> <small>LES ÉQUIPEMENTS</small>		BÉTON + ANCRAGES DETAILS
PROJET: AGRICOLE		
VENDEUR: A. S. Luhot		
CLIENT: Lon PITTET		
ECH. SCALE ✓	DATE: 13-04-95	
DESS. <i>pld</i>	NO: 9532-2	
SIGNATURE:		
CLIENT:		
VENDEUR:		
VENDOR:		

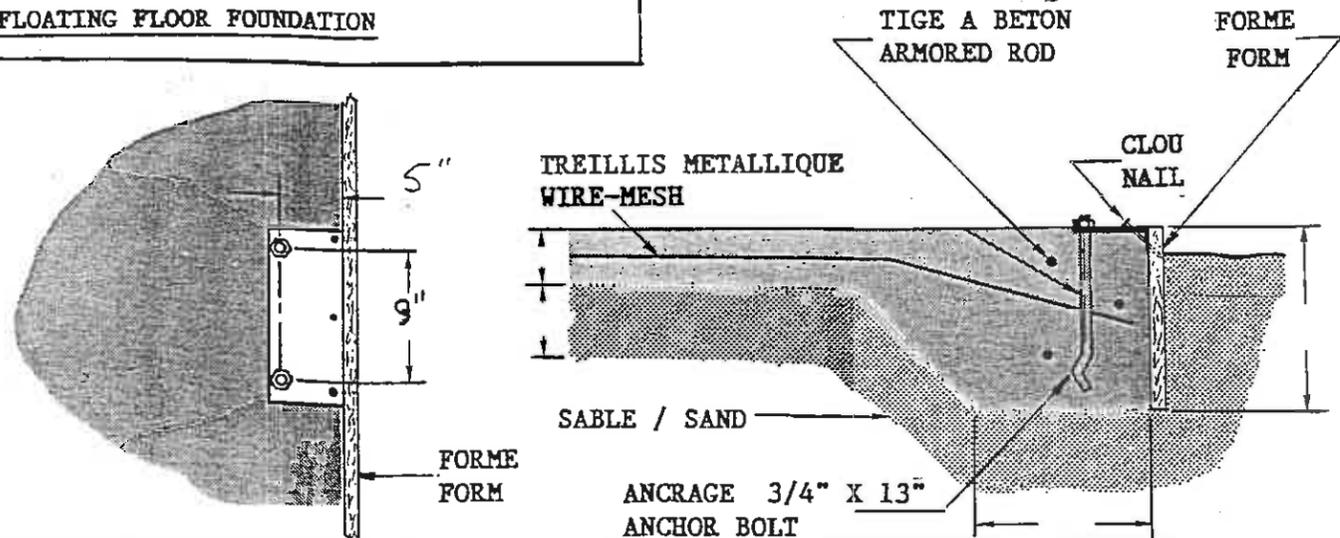
- 4- ROUES SPÉCIALES (COINS)
- 38- ARIS SPÉCIALES (MUR)
- 8- NOIRS SPÉCIALES (BOUT BATISSE)



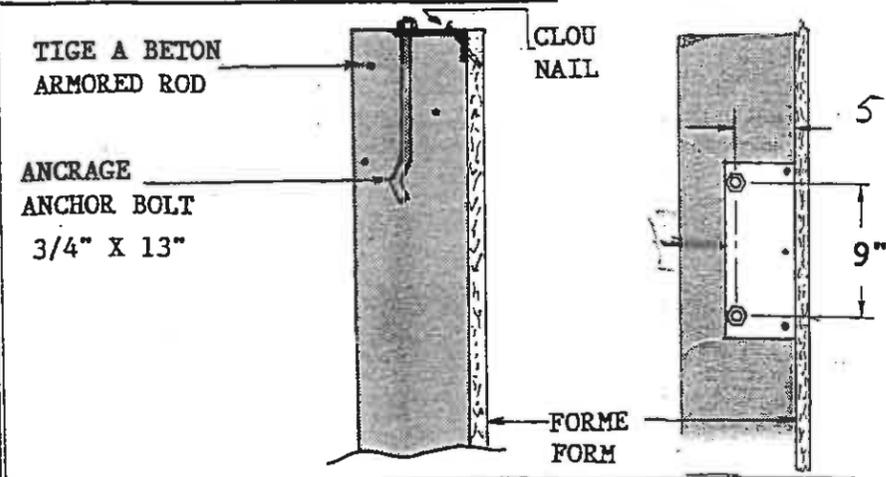
■ = 4 POTEAUX 4"X4" A FIXER SUR LES MURETS DE LA MANÈGEoire

Bouts de Batisse Voir Plan # 9532-4

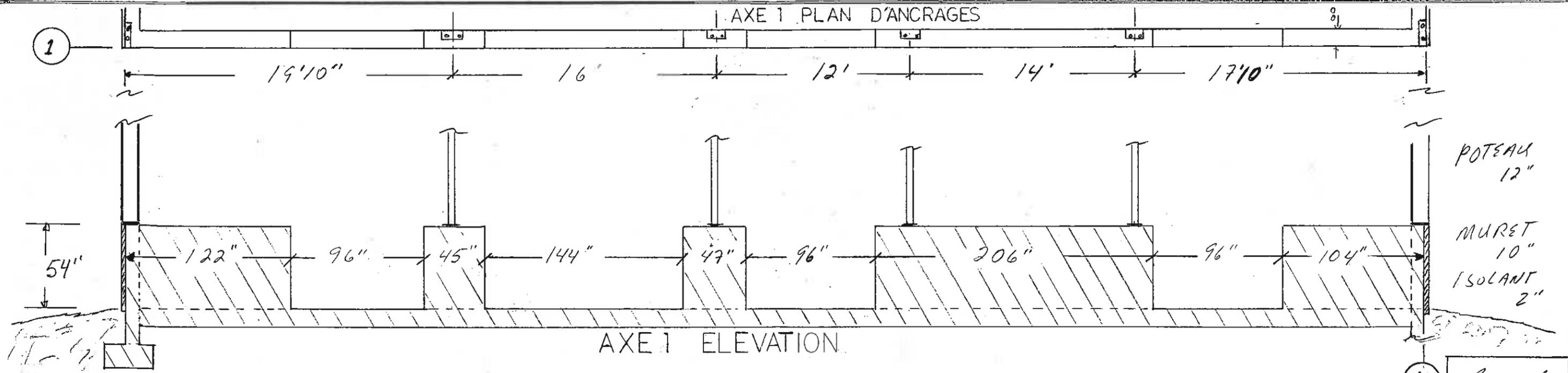
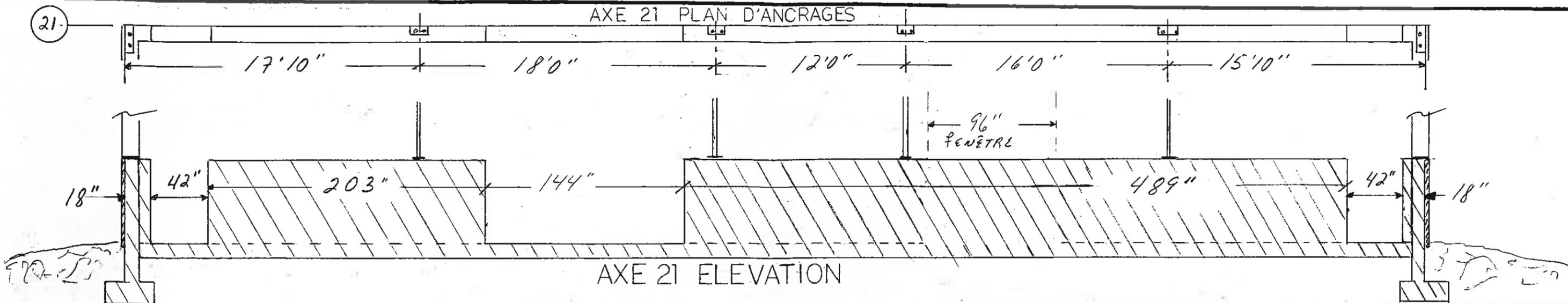
**ASSISE DE STRUCTURE SUR PLANCHER FLOTTANT**  
FLOATING FLOOR FOUNDATION



**ASSISE DE STRUCTURE SUR MURET**  
CEMENT WALL FOUNDATION



<b>Bodco</b> EQUIPEMENT DE FERME FARM EQUIPMENT		<b>PLAN D'ANCRAGE</b> ANCHOR PAD LAYOUT	
PROJET: <i>AARICOLE</i>			
VENDEUR: <i>A.S. Dubof</i>			
CLIENT: <i>Les PITTET</i>			
ECH. SCALE: <i>/</i>		DATE: <i>20-04-95</i>	
DESS: <i>Jul</i>		NO: <i>9532-3</i>	
SIGNATURE: _____			
CLIENT: _____			
VENDEUR: _____			
VENDOR: _____			



A

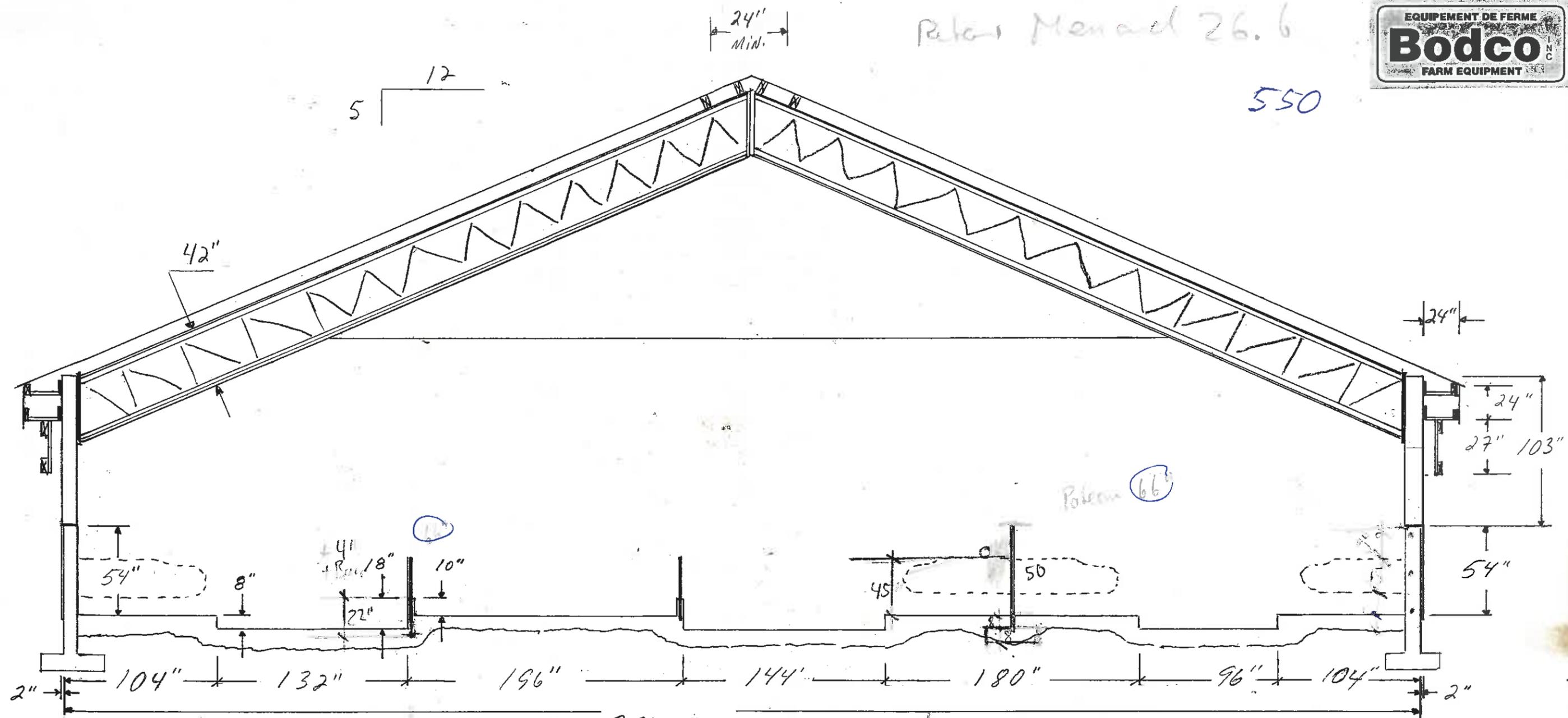
4 Coins : ANCRAGES ROUBES  
 8 Pot. Bouy. BATISSES : ANCRAGES NOIRS

PROJET: <i>BETON, Bouy. BATISSES ELEVATION</i>	
VENDEUR: <i>A. S. Jankof.</i>	
CLIENT: <i>Job PITTET</i>	
ECH. SCALE: <i>✓</i>	DATE: <i>13-04-95</i>
DESS. <i>pd</i>	NO: <i>9532-4</i>
SIGNATURE: _____	
CLIENT: _____	
VENDEUR: _____	
VENDOR: _____	

(H) BOCCO Inc.

Palais Menard 26.6

550



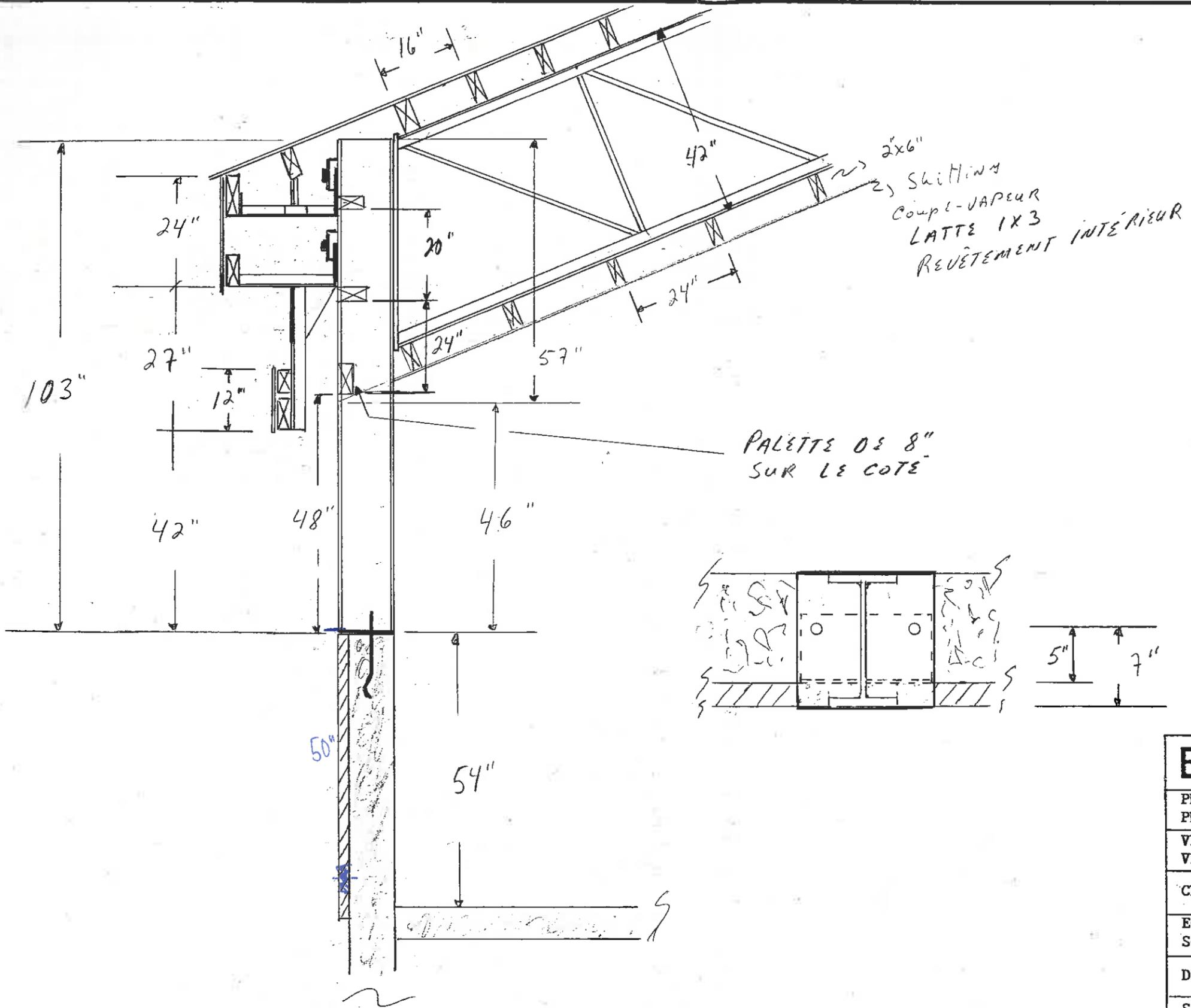
Distance

79' 8"  
 956"

Poleau 66

PROJET: AGRICOLE	
VENDEUR: A. S. Dubof	
CLIENT: Srs PITTET	
ECH. SCALE: /	DATE: 11-04-95
DESS. AD	NO: 9532-5
SIGNATURE:	
CLIENT:	
VENDEUR:	
VENDOR:	

Coupe de plancher



EQUIPEMENT DE PERME		ENTRÉE D'AIR	
<b>Bodco</b>		BRISE-VENT.	
PROJET: AGRICOLE			
VENDEUR: A.S. Imhof			
CLIENT: JON PITTET			
ECH. SCALE		DATE: 11-04-95	
DESS. <i>pid</i>		NO: 9532-6	
SIGNATURE:			
CLIENT:			
VENDEUR:			
VENDOR:			

**ANNEXE III**

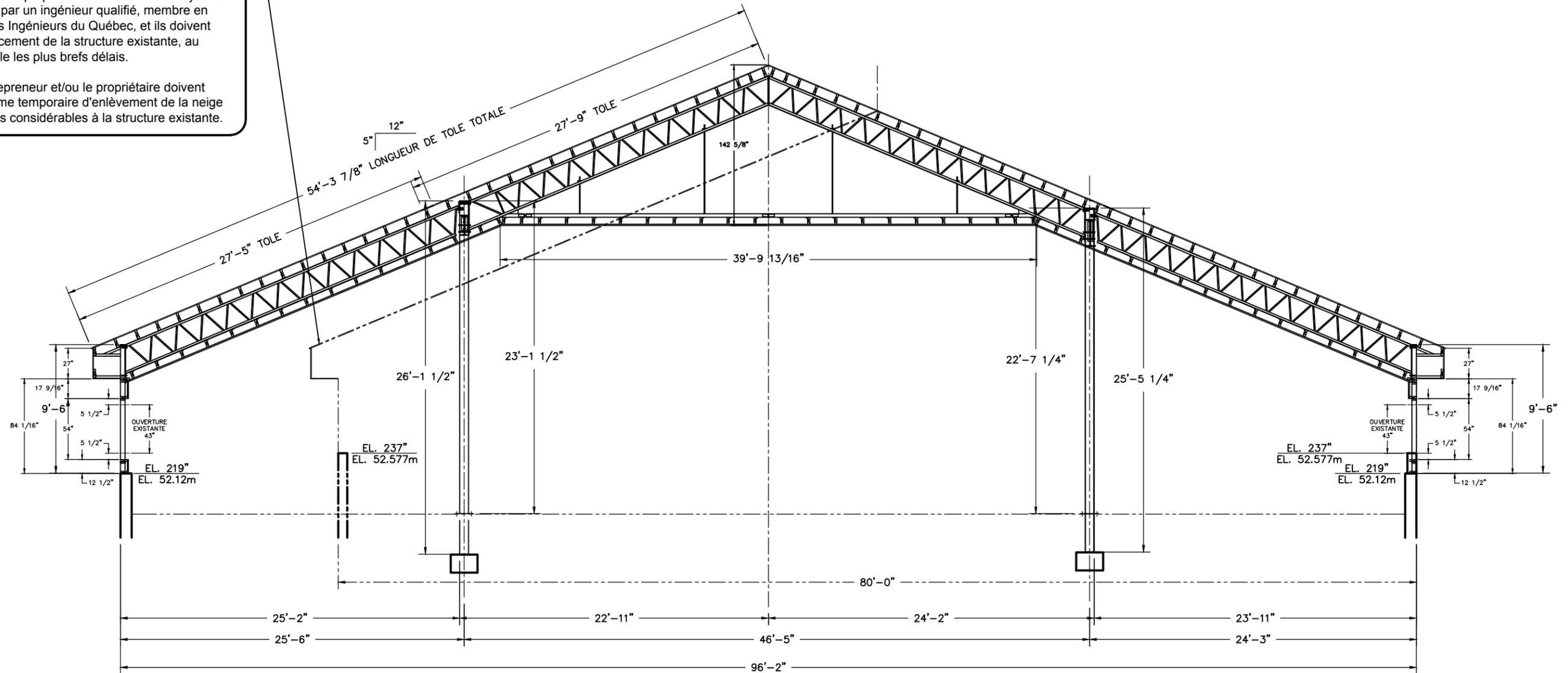
**PLAN DU BÂTIMENT ADJACENT**

STRUCTURES EXISTANTES  
VÉRIFICATION ET RENFORCEMENT  
(HORS MANDAT)

J. Houle & Fils Inc. n'a fait aucune vérification des accumulations de neige sur la structure existante dues à la différence de niveau entre la toiture neuve et la toiture existante plus basse ou adjacente.

L'entrepreneur et/ou le propriétaire doivent faire analyser la structure existante par un ingénieur qualifié, membre en règle de l'Ordre des Ingénieurs du Québec, et ils doivent procéder au renforcement de la structure existante, au besoin, et ce dans les plus brefs délais.

Entre-temps, l'entrepreneur et/ou le propriétaire doivent établir un programme temporaire d'enlèvement de la neige afin d'éviter des bris considérables à la structure existante.



NOTES GÉNÉRALES

1. CONDITIONS LIMITATIVES:  
LES PRÉSENTS PLANS ET DESSINS SONT ÉLÉMENTS AUX CONDITIONS SUIVANTES:  
- AUCUNE RESPONSABILITÉ NE PEUT ÊTRE ASSUMÉE RELATIVEMENT À LEUR EXACTITUDE, À LA QUALITÉ ET À LA QUANTITÉ DES MATÉRIELS FOURNIS POUR COMPLETER L'ŒUVRE. LA RESPONSABILITÉ DE LA HOULE & FILS INC. SE LIMITE AUX PRÉSENTS DESSINS, PROJETS, SOUS DES STRUCTURES EXISTANTES POUR BÂTIMENTS AGRICOLES ET COMMERCIAUX.
2. FONDATIONS ET ANCRAGES:  
TOUTES LES DIMENSIONS SUR CE PLAN SONT DONNÉES À TITRE DE LOCALISATION DES PLANCHES D'ANCHORAGE ET DES POUTRES BÉTONNÉES.  
J. HOULE & FILS INC. SE RÉSERVE DE TOUTE RESPONSABILITÉ EN CE QUI CONCERNE LA QUALITÉ DU BÉTON ET L'ÉPAISSEUR MÉCANIQUE UTILISÉE DANS LA FABRICATION DES FONDATIONS.  
LES DIMENSIONS DES ARMES DOIVENT ÊTRE PRISES EN COMPTE DE LA DIMENSION DE LA BOUTE ET DE LA COUPE PORTÉE DU SOL.

3. SOUDURES:  
IL EST SÉRIEUSEMENT INTERDIT DE SOUDER SUR LES BOLLONS D'ANCRAGE. LE MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES FERRURES DE TRAVAIL DOIT ÊTRE DE QUALITÉ SUPÉRIEURE. CEST-À-DIRE POURQUOI SE GARANTIR LORS DE L'ÉRECTION DE LA STRUCTURE.
4. STRUCTURE D'ACIER:  
TOUTE RESPONSABILITÉ (CIVILE ET PROFESSIONNELLE) DE J. HOULE & FILS INC. SE LIMITE À LA STRUCTURE D'ACIER SÉLECTIONNÉE ET NON À L'ÉTAT DE LA STRUCTURE EXISTANTE. POUR VALIDER CETTE RESPONSABILITÉ, LA STRUCTURE EXISTANTE DOIT ÊTRE PRÉCISÉMENT DÉTAILLÉE SUR CE PLAN.

LONGUEUR DE TOILE

CLIENT: FERME PITTET ST-TITE	
<b>HOULE</b> J. HOULE ET FILS INC. 4501, RUE 143, CP-270 ST-TITE, QUÉBEC, QUÉBEC H0A 2Z8, CANADA TEL: (418) 477-7444 FAX: (418) 477-3489	
TITRE: VUE EN COUPE APP. AGRIC. 65 LBS 5/12	
CONCÈS: ÉQUIP. GERMAIN INC.	
DEC.: .0: .00: .000:	REPRE.: DANIEL CLERMONT DESS.: B.R. EDH.: 1/4"=12" FRACTION: ±1/16" ANGLES: ±1°
NO: 02-1189S	DATE: 04/11/02 PAGE: 1/1

REV.	DESCRIPTION	DATE	PAR

**ANNEXE IV**

**RAPPORT D'ÉTUDE DE LA NEIGE**

PAR COURRIEL SEULEMENT

richard.proulx@scm.ca

Laval, le 10 mars 2017

Monsieur Richard Proulx  
IndemniPro inc.  
580, rue Barkoff, bureau 410  
Trois-Rivières (Québec) G8T 9T7

V/Réf. : 22610-200438 RPX  
N/Réf. : 2017-02-0215 (Ferme Pittet inc.)

---

MONTRÉAL  
450 686-0240

---

QUÉBEC  
418 622-4480

---

OTTAWA  
613 234-1668

---

TORONTO  
905 404-0237

---

MONCTON  
506 801-8869

**Objet : Relevé d'accumulation et de densité de neige**

Monsieur Proulx,

Tel que convenu, nous vous soumettons les résultats de notre relevé d'accumulation et de densité de neige, pris sur les lieux lors de notre visite du 24 février 2017. Ces relevés ont été prélevés dans le cadre de notre investigation sur la cause de l'effondrement d'un bâtiment de ferme sis au 261, chemin Haut du Lac Sud, à Saint-Tite, survenu le 22 février 2017.

D'abord, il est nécessaire de souligner que nous avons obtenu accès au site le 24 février 2017, soit deux jours après l'effondrement, puisque la scène du sinistre était contrôlée par la Sûreté du Québec et la CNESST, qui effectuaient des opérations de recherche et de sauvetage. Entretemps, la région à l'étude a connu un temps doux et a reçu des précipitations le 23 et le 24 février, soit avant notre prise de mesures. En effet, les relevés météorologiques consultés indiquent des précipitations de l'ordre de 11,6 à 17,4 millimètres ainsi qu'une perte d'accumulation de neige au sol de l'ordre de 9 à 10 centimètres durant cette période. Ces conditions ont eu pour effet de réduire l'accumulation et de densifier la neige, ce qui doit être considéré lors de l'interprétation des données présentées ici-bas.

Notre relevé a été effectué sur le versant ouest de l'extrémité nord de la toiture, soit une partie du toit n'ayant pas été touchée par les opérations de sauvetage (photographie 1). À cet endroit, nous avons relevé une accumulation de 69 centimètres de neige (27 pouces) (photographie 2). La densité moyenne de la neige, calculée sur place et obtenue par la pesée de deux échantillons correspondant aux moitiés inférieure et supérieure de l'accumulation, représente 3,6 kN/m<sup>3</sup> (22,9 lbs/pi<sup>3</sup>). Ceci correspond à un chargement de 2,46 kPa (51,4 lbs/pi<sup>2</sup>) sur la toiture au moment de notre relevé,

soit 86 % de la charge de neige de conception pondérée de 2,78 kPa (59,9 lbs/pi<sup>2</sup>), telle que définie par l'édition 1990 du Code national du bâtiment du Canada, applicable à l'époque de la construction du bâtiment à l'étude.

Nous rappelons que ce calcul est basé sur l'accumulation de neige mesurée le 24 février 2017, et non sur les conditions réelles qui prévalaient au moment de l'effondrement, deux jours plus tôt.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, nous vous prions de recevoir, Monsieur Proulx, l'expression de nos sentiments distingués.

**CEP Forensique inc.**



Alexandre Provencher, ing.  
O.I.Q. no. 5020963

/nc

- c. c. Monsieur Mathieu Vermot et Madame Lianne Côte, CNESST
- p. j. Photographies (2)  
Rapports de données quotidiennes pour février 2017  
Sommaire de données climatiques



**Photographie 1**



**Photographie 2**



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

[Accueil](#) → [Environnement et ressources naturelles](#) → [Météo, climat et catastrophes naturelles](#)

→ [Conditions météorologiques et climatiques passées](#) → [Données historiques](#)

## Rapport de données quotidiennes pour février 2017

### SHAWINIGAN QUEBEC

**Latitude :** 46°33'48,000" N

**Longitude :** 72°44'00,000" O

**Altitude :** 110,00 m

**Identification Climat :** 7018001

**Identification OMM :** 71370

**Identification TC :** XSH

<b>JOUR</b>	<b>Temp. max. °C</b> 	<b>Temp. min. °C</b> 	<b>Temp. moy. °C</b> 	<b>DJC</b> 	<b>DJR</b> 	<b>Pluie tot. mm</b> 	<b>Neige tot. cm</b> 	<b>Précip. tot. mm</b> 	<b>Neige au sol cm</b> 	<b>Dir. raf. max. 10's deg</b>	<b>Vit. raf. max. km/h</b> 
<u>01</u> ±	-7,4	-20,7	-14,1	32,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>02</u> ±	-7,2	-16,0	-11,6	29,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		29	35
<u>03</u> ±	-7,7	-19,4	-13,6	31,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>04</u> ±	-8,5	-21,8	-15,2	33,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>05</u> ±	-3,2	-13,4	-8,3	26,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		33	52
<u>06</u> ±	-10,2	-16,3	-13,3	31,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		30	32
<u>07</u> ±	-11,7	-19,4	-15,6	33,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		8	56
<u>08</u> ±	-0,9	-14,8	-7,9	25,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		10	44
<u>09</u> ±	-12,8	-21,7	-17,3	35,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>10</u> ±	-13,1	-21,9	-17,5	35,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>		34	37

	<b>Temp. max. °C</b> 	<b>Temp. min. °C</b> 	<b>Temp. moy. °C</b> 	<b>DJC</b> 	<b>DJR</b> 	<b>Pluie tot. mm</b> 	<b>Neige tot. cm</b> 	<b>Précip. tot. mm</b> 	<b>Neige au sol cm</b> 	<b>Dir. raf. max. 10's deg</b>	<b>Vit. raf. max. km/h</b> 
<u>11</u> ±	-11,4	-18,7	-15,1	33,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>12</u> ±	-7,4	-21,1	-14,3	32,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	7		39
<u>13</u> ±	-2,4	-12,9	-7,7	25,7	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	5		41
<u>14</u> ±	-4,9	-14,9	-9,9	27,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>15</u> ±	-4,3	-8,6	-6,5	24,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	7		32
<u>16</u> ±	-1,8	-5,4	-3,6	21,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	1		35
<u>17</u> ±	0,2	-9,6	-4,7	22,7	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	30		32
<u>18</u> ±	1,7	-9,4	-3,9	21,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>19</u> ±	6,5	-0,9	2,8	15,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	34		35
<u>20</u> ±	1,8	-9,6	-3,9	21,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	34		32
<u>21</u> ±	-0,5	-14,4	-7,5	25,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>22</u> ±	3,9	-2,1	0,9	17,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>23</u> ±	5,3	0,5	2,9	15,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0			<31
<u>24</u> ±	3,5	-2,1	0,7	17,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>25</u> ±	2,0	-1,6	0,2	17,8	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<u>26</u> ±	0,6	-7,5	-3,5	21,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	31		43
<u>27</u> ±	3,8	-6,6	-1,4	19,4	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	28		44
<u>28</u> ±	4,6	-9,7	-2,6	20,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			<31
<b>Somme</b>				715,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>			
<b>Moy.</b>	-2,9	-12,1	-7,6								
<b>Ext.</b>	6,5	-21,9							8		56

**Les valeurs sommaires, moyennes et extrêmes sont fondées sur les données ci-dessus.**

## Légende

- A = Valeur accumulée
- C = Précipitation, quantité incertaine
- E = Valeur estimatif
- F = Valeur accumulée et estimatif
- L = Des précipitations peuvent avoir eu lieu

- M = Données manquantes
- N = Température manquante, mais > 0
  
- S = Plus d'une occurrence
- T = Trace
- Y = Température manquante, mais < 0
- [vide] = Aucune donnée disponible
- ^ = La valeur affichée est basée sur des données incomplètes
- † = Données fournies par un partenaire, non assujetties à une révision par les Archives climatiques nationales du Canada
- ‡ = Ces données journalières n'ont subi qu'un contrôle de qualité préliminaire

**Date de modification :**

2016-08-09



Gouvernement  
du Canada

Government  
of Canada

[Accueil](#) → [Environnement et ressources naturelles](#) → [Météo, climat et catastrophes naturelles](#)

→ [Conditions météorologiques et climatiques passées](#) → [Données historiques](#)

## Rapport de données quotidiennes pour février 2017

### TROIS-RIVIERES QUEBEC

<b>Latitude :</b>	46°22'00,000" N
<b>Longitude :</b>	72°41'00,000" O
<b>Altitude :</b>	62,20 m
<b>Identification Climat :</b>	7018563
<b>Identification OMM :</b>	71729
<b>Identification TC :</b>	GRQ

	<u>Temp.</u> <u>max.</u> °C 	<u>Temp.</u> <u>min.</u> °C 	<u>Temp.</u> <u>moy.</u> °C 	<u>DJC</u> 	<u>DJR</u> 	<u>Pluie</u> <u>tot.</u> mm 	<u>Neige</u> <u>tot.</u> cm 	<u>Précip.</u> <u>tot.</u> mm 	<u>Neige au</u> <u>sol</u> cm 	<u>Dir. raf.</u> <u>max.</u> 10's deg	<u>Vit. raf.</u> <u>max.</u> km/h 
<b>JOUR</b>											
<u>01</u> ±	-7,5	-18,1	-12,8	30,8	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,4	61		<31
<u>02</u> ±	-8,4	-16,4	-12,4	30,4	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	60	20	35
<u>03</u> ±	-8,4	-23,4	-15,9	33,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,2	60		<31
<u>04</u> ±	-6,9 <u>E</u>	-23,4 <u>E</u>	-15,2 <u>E</u>	33,2 <u>E</u>	0,0 <u>E</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	60		<31
<u>05</u> ±	-1,7	-11,9	-6,8	24,8	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,7	60	31	46
<u>06</u> ±	<u>M</u>	-15,5 <u>E</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	<u>M</u>	60	29	33
<u>07</u> ±	-10,8	-18,1	-14,5	32,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	5,1	59	6	56
<u>08</u> ±	-0,1	-14,2	-7,2	25,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	4,7	65	5	46
<u>09</u> ±	-12,6	-26,1	-19,4	37,4	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	65		<31
<u>10</u> ±	-12,4	-28,1	-20,3	38,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	64	31	39

	<b>Temp. max.</b> °C 	<b>Temp. min.</b> °C 	<b>Temp. moy.</b> °C 	<b>DJC</b> 	<b>DJR</b> 	<b>Pluie tot.</b> mm 	<b>Neige tot.</b> cm 	<b>Précip. tot.</b> mm 	<b>Neige au sol</b> cm 	<b>Dir. raf. max.</b> 10's deg	<b>Vit. raf. max.</b> km/h 
<u>11</u> ±	-11,4	-18,6	-15,0	33,0	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	64	4	32
<u>12</u> ±	-7,2	-19,0	-13,1	31,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	3,8	64	5	43
<u>13</u> ±	-2,2	-18,8	-10,5	28,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,2	81	6	50
<u>14</u> ±	-5,4	-18,4	-11,9	29,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	77		<31
<u>15</u> ±	-4,4	-8,5	-6,5	24,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	2,7	79	6	39
<u>16</u> ±	-1,4	-5,6	-3,5	21,5	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,9	83	3	32
<u>17</u> ±	-3,4	-12,9	-8,2	26,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	81	21	32
<u>18</u> ±	3,2	-11,9	-4,4	22,4	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,5	81		<31
<u>19</u> ±	7,7	-0,3	3,7	14,3	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,2	79	32	33
<u>20</u> ±	2,2	-12,5	-5,2	23,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	75	33	35
<u>21</u> ±	-0,2	-16,2	-8,2	26,2	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,2	74		<31
<u>22</u> ±	3,3	-3,2	0,1	17,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	74		<31
<u>23</u> ±	6,5	0,3	3,4	14,6	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	4,8	72		<31
<u>24</u> ±	4,2	-0,5	1,9	16,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	7,6	65	5	46
<u>25</u> ±	3,5	-1,2	1,2	16,8	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	16,3	61	5	43
<u>26</u> ±	0,8	-8,9	-4,1	22,1	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	1,7	60	27	48
<u>27</u> ±	5,1	-8,9	-1,9	19,9	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	59	23	52
<u>28</u> ±	4,8	-10,1	-2,7	20,7	0,0	<u>M</u>	<u>M</u>	0,0	57		<31
<b>Somme</b>				695,4 <sup>△</sup>	0,0 <sup>△</sup>	<u>M</u>	<u>M</u>	50,0 <sup>△</sup>			
<b>Moy.</b>	-2,3 <sup>△</sup>	-13,2	-7,8 <sup>△</sup>								
<b>Ext.</b>	7,7 <sup>△</sup>	-28,1								6	56

Les valeurs sommaires, moyennes et extrêmes sont fondées sur les données ci-dessus.

## Légende

- A = Valeur accumulée
- C = Précipitation, quantité incertaine
- E = Valeur estimatif
- F = Valeur accumulée et estimatif
- L = Des précipitations peuvent avoir eu lieu

- M = Données manquantes
- N = Température manquante, mais > 0
  
- S = Plus d'une occurrence
- T = Trace
- Y = Température manquante, mais < 0
- [vide] = Aucune donnée disponible
- ^ = La valeur affichée est basée sur des données incomplètes
- † = Données fournies par un partenaire, non assujetties à une révision par les Archives climatiques nationales du Canada
- ‡ = Ces données journalières n'ont subi qu'un contrôle de qualité préliminaire

**Date de modification :**

2016-08-09

## Données climatiques

### Sommaire de données climatiques

Station : Hérouxville  
No. station : 7013100  
Période : février 2017

Latitude : 46° 40' 54"  
Longitude : 72° 37' 31"  
Altitude : 143 m

Jour	Température			Précipitation			Neige au sol (cm)	Phénomènes divers*							
	Max. (°C)	Moy. (°C)	Min. (°C)	Pluie (mm)	Neige (cm)	Total (mm)		BB	GI	GR	OT	PO	VV	VE	VI
01	-7,6	-17,8	-28,0	0,0	1,0	1,0	94	-	-	-	-	-	-	-	-
02	-6,7 I	-14,0 I	-21,3	0,0	0,0	0,0	94	-	-	-	-	-	-	-	-
03	-	-	-20,2 I	0,0	0,0	0,0	94	-	-	-	-	-	-	-	-
04	-8,1 I	-11,4 I	-14,6 I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05	-4,0	-10,1	-16,1	0,0	1,0	1,0	96					1			
06	-11,3	-14,4	-17,5	0,0	13,0	-	105					1	1	1	1
07	-8,3	-17,2	-26,1	0,0 I	0,0 I	0,0 I	105	-	-	-	-	-	-	-	-
08	-1,9	-7,4	-12,8	0,0 I	0,0 I	0,0 I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	-13,1	-15,9	-18,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-13,2	-21,6	-30,0	0,0 I	1,0 I	1,0 I	95	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-11,0	-16,8	-22,6	0,0	0,0	0,0	90	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-8,0	-18,6	-29,2	0,0	12,0	-	96	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-1,9	-5,6	-9,2	0,0	3,0	-	100								
14	-5,4	-12,6	-19,7	0,0	3,0	3,0	102								
15	-4,7	-8,5	-12,3	0,0 I	5,0 I	5,0 I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-2,4	-4,5	-6,6	0,0	0,0 T	0,0 T	108	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-0,2	-5,4	-10,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	2,9	-6,0	-14,9	0,0	0,0	0,0	104	-	-	-	-	-	-	-	-
19	5,1	-0,8	-6,6	4,0	0,0	4,0	100	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1,7	-2,1	-5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-0,7	-11,4	-22,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	4,2	0,8	-2,6	0,0 I	0,0 I	0,0 I	95	-	-	-	-	-	-	-	-
23	5,6	1,3	-3,0	9,8	0,0	9,8	90	-	-	-	-	-	-	-	-
24	3,8	-0,6	-4,9	7,6	0,0	7,6	85								
25	1,4	-0,1	-1,6	2,8 I	0,0 I	2,8 I	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-2,0	-4,7	-7,4	0,0 I	0,0 I	0,0 I	85	-	-	-	-	-	-	-	-

Jour	Température				Précipitation			Neige au sol (cm)	Phénomènes divers*							
	Max. (°C)	Moy. (°C)	Min. (°C)		Pluie (mm)	Neige (cm)	Total (mm)		BB	GI	GR	OT	PO	VV	VE	VI
27	4,0	-5,2	-14,4		3,4	0,0	3,4	80	-	-	-	-	-	-	-	-
28	4,4	-5,4	-15,2		18,2	0,0	18,2	75	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Moyenne</b> :	-2,9	-8,7 I	-14,8 I	<b>Total :</b>	45,8 I	39,0 I	56,8 I	---					1	2	1	1

La journée climatologique commence à 08h01 HNE et se termine à 08h00 HNE le lendemain (Temp Min de 18h01 HNE la veille à 18h00 HNE)

* Phénomènes divers	BB Brouillard-brume PO Poudrerie	GI Giboulée VE Verglas	GR Grêle VI Visibilité (< 400 m)	OT Orage-tonnerre VV Vent violent (62 km/h et +)
Statut des données	C Cumulé D Douteux	E Estimé F Forcé	I Incomplet K Estimé (krigeage)	Q Quantité Inconnue T Trace

Les données présentées ne sont pas officielles. Pour obtenir des données historiques, des documents officiels ou de plus amples renseignements, contactez [Info-Climat](#).



Québec

[© Gouvernement du Québec, 2017](#)

**ANNEXE V**

**COMPTE RENDU DES TÉMOIGNAGES RECUEILLIS PAR LA CNESST**

---

**De :** Mathieu Vermot [<mailto:mathieu.vermot@cnesst.gouv.qc.ca>]

**Envoyé :** 10 mars 2017 11:01

**À :** LACOURSIERE JEAN

**Cc :** Lianne Côté

**Objet :** Tr : Relevé d'accumulation et de densité de neige - Réf. SCM 22610-200438 RPX, Réf. Promutuel 38785249-22, Réf. CEP 2017-02-0215 (Ferme Pittet inc.)

Bonjour M. Lacoursière,

Ci-joint, les mesures de densité de neige prises 2 jours après l'effondrement.

À ce document, j'ajouterais l'information obtenue lors des témoignages recueillis dans les derniers jours. Bien que non scientifique, ces éléments viennent établir la quantité de neige qui pouvait se retrouver sur la toiture:

On nous soulève une quantité de neige relativement uniforme sur la totalité des toitures des 2 bâtiments, le vieux et le nouveau, soit environ 3 pieds.

Également, une quantité importante de glace (environ 6 pouces), également uniforme sur la surface du toit.

Finalement, la congère située à la jonction des 2 bâtiments commencer à augmenter progressivement à environ 10 pieds du nouveau bâtiment pour aller rejoindre le niveau de neige du toit le plus haut (nouveau bâtiment).

En espérant que ces données pourront vous aider, nous demeurons disponible au besoin.

Bonne journée!



**Mathieu VERMOT**

**Chef d'équipe**

Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec

Commission des normes, de l'équité, de la santé et de la sécurité du travail

1055, boulevard des Forges, bureau 200, Rez-de-chaussé

Trois-Rivières (Québec) G8Z 4J9

Tél.: 819 372-3400, 3486

Sans frais: 1 800 668-6210, 3486

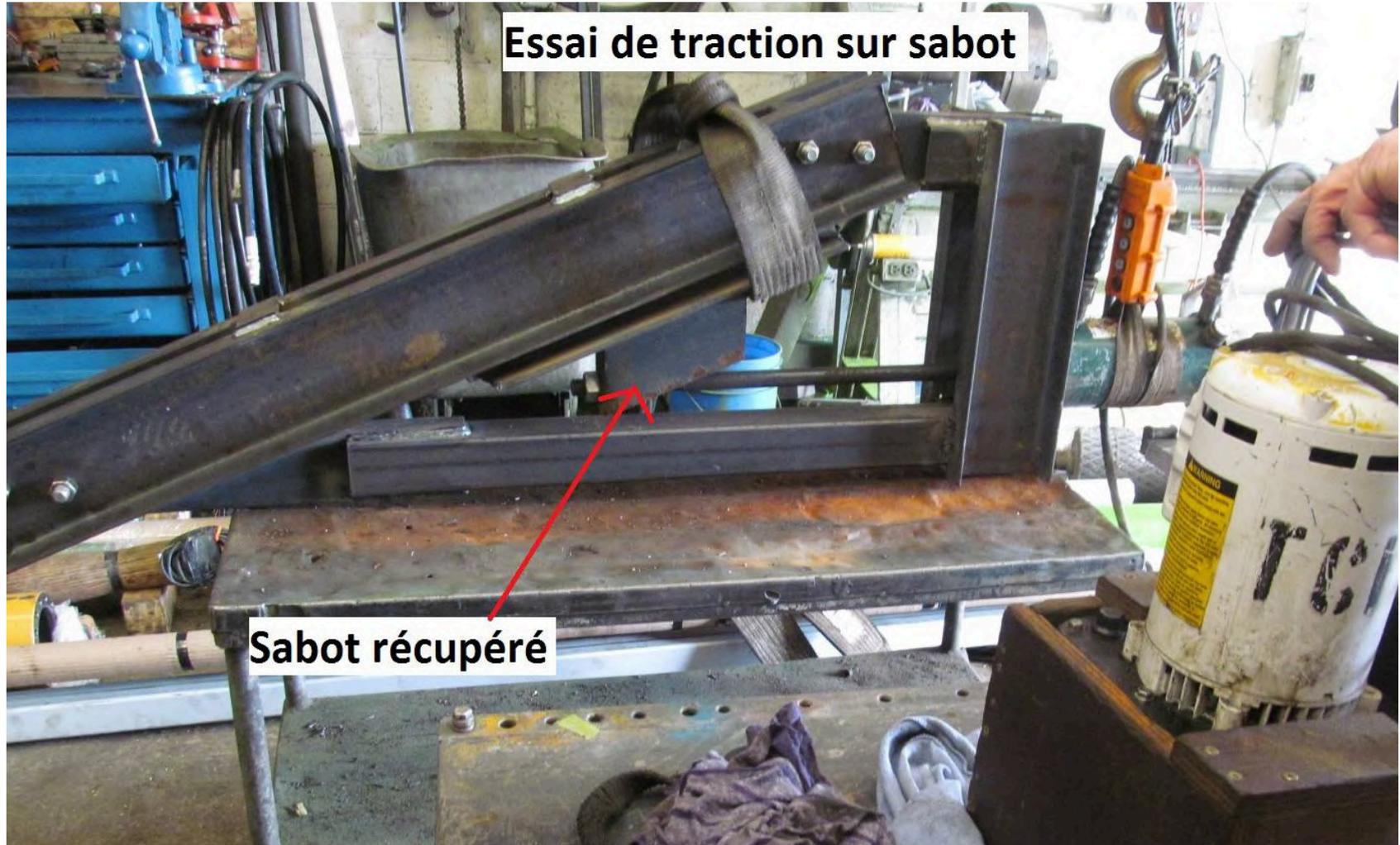
Fax: 819 372-3264

**Votre porte d'entrée unique pour les services en matière de travail**

[cnesst.gouv.qc.ca](http://cnesst.gouv.qc.ca)

**ANNEXE VI**

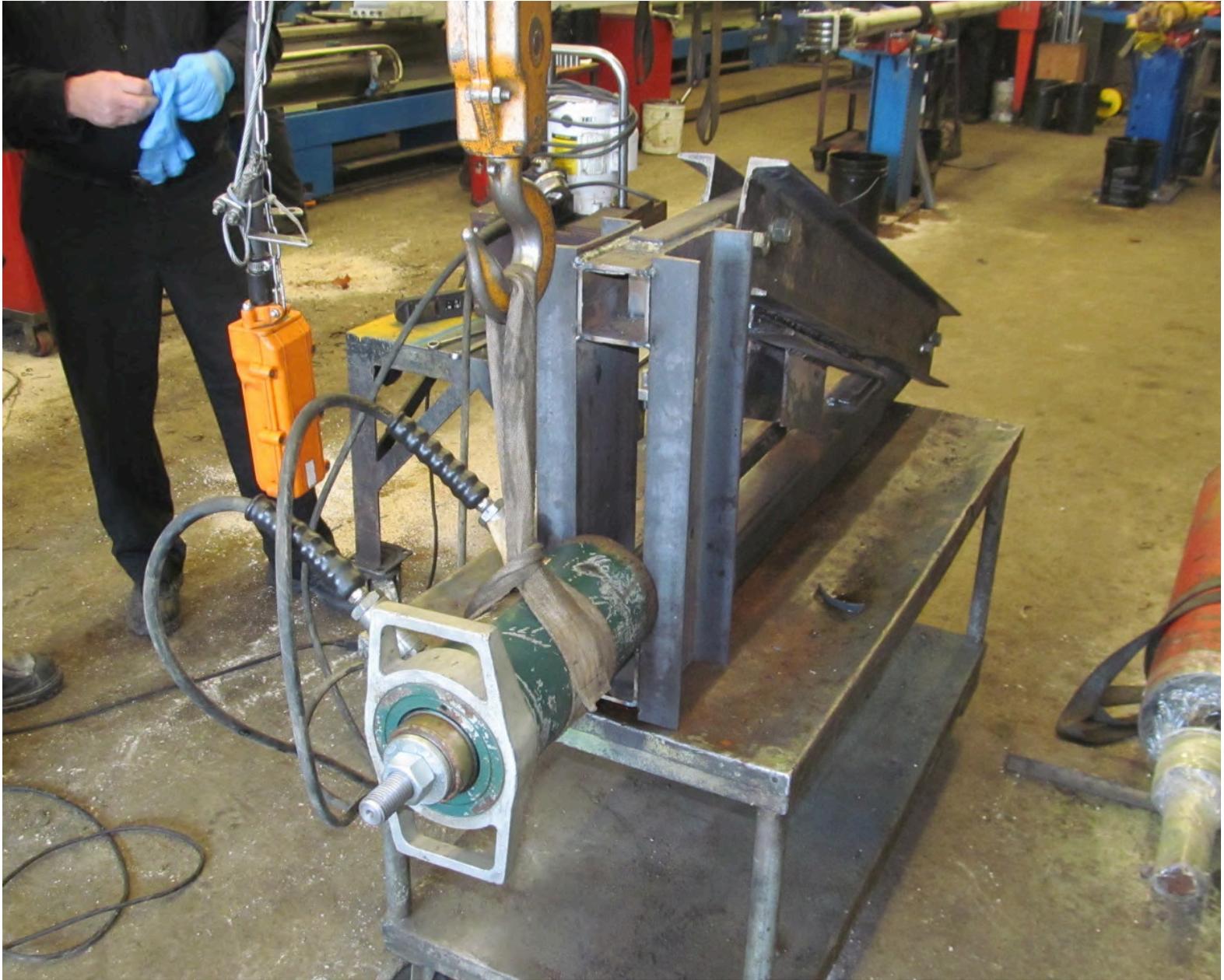
**PHOTOS DES ESSAIS SUR SABOT D'ANCRAGE**



**Essai de traction sur sabot**

**Sabot récupéré**

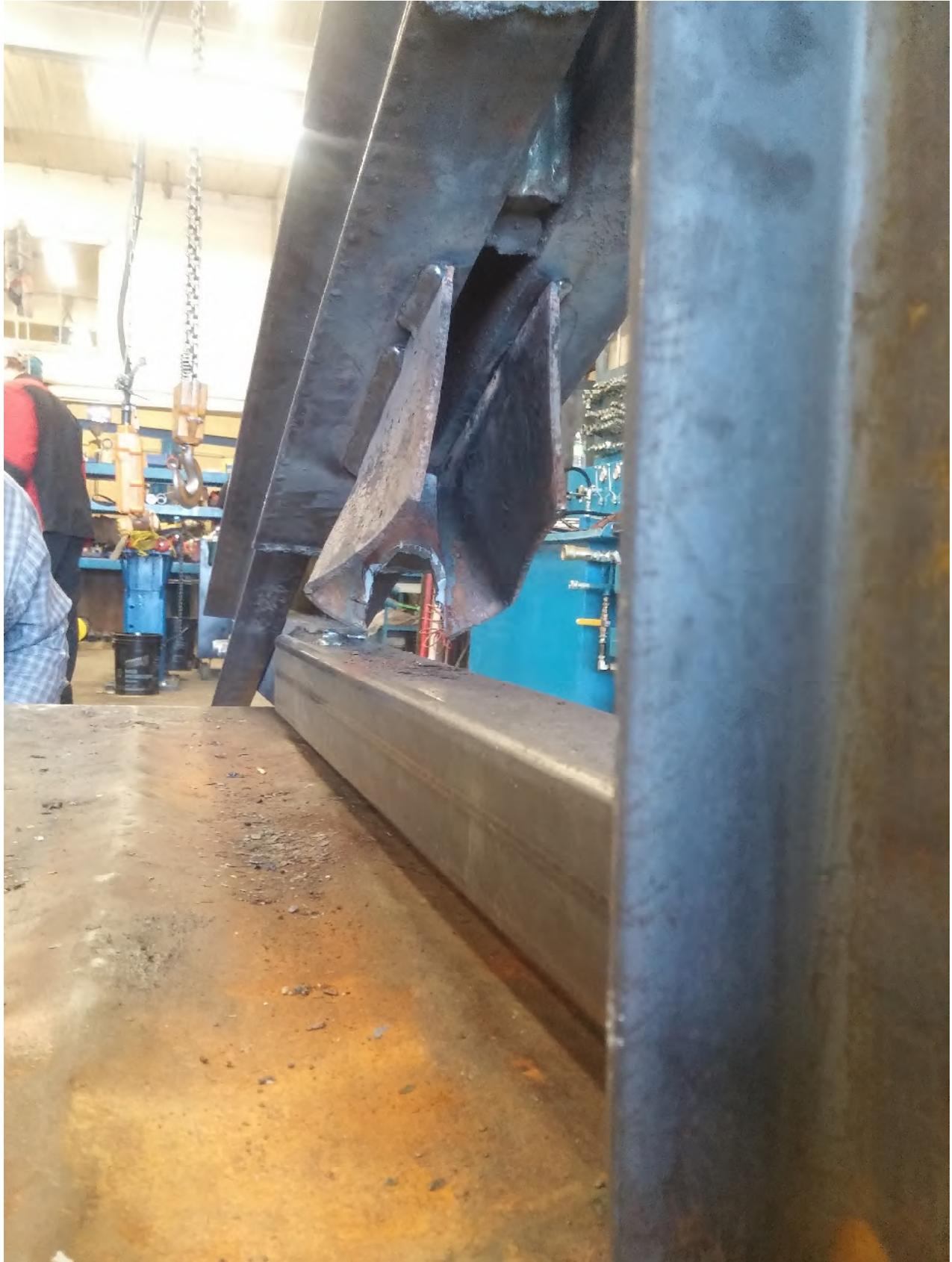
Source : MESAR



Source : MESAR



Source : MESAR



Source : MESAR



Source : MESAR



Source : MESAR