

**Conception
d'un étançonnement
adapté au milieu urbain
Phase 1**

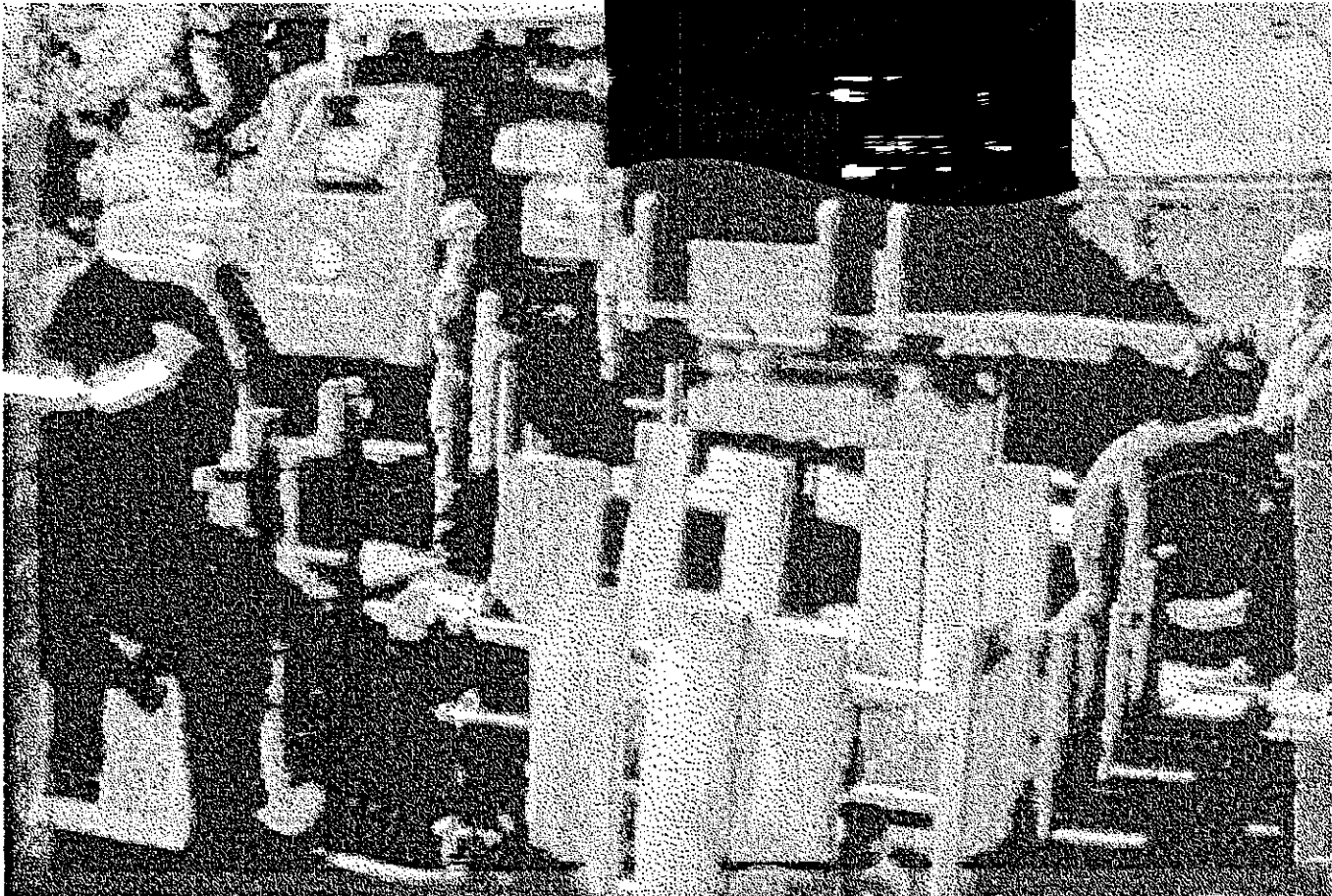
André Lan

**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Mars 1997

R-156

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Conception d'un étançonnement adapté au milieu urbain Phase 1



André Lan et Jean Arteau
Programme sécurité-ingénierie, IRSST

Martin Tremblay et Serge Gamelin
Ville de Montréal

Jean-Marc Dugré, consultant

RAPPORT

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	PROBLÉMATIQUE 1
2	EXCAVATIONS EN MILIEU URBAIN 1
3	ORIGINE DE LA DEMANDE 2
4	OBJECTIF DE L'ÉTUDE 2
5	CONTRIBUTION DES PARTENAIRES 2
6	DÉMARCHES SUIVIES 3
7	ANALYSE STRUCTURALE 3
7.1	Hypothèses de calcul 3
7.2	Poussée des terres sur le blindage 4
7.2.1	Poussée des terres avant réduction - Chargement de conception 4
7.2.2	Poussée des terres réduite après rupture du sol (chargement retenu) 5
7.3	Critères de conception 7
7.4	Description du prototype VM2 7
7.5	Charges sollicitant les moises 10
7.6	Moises du VM2 11
7.6.1	Modélisation des moises 13
7.7	Calcul des sollicitations dans les moises 13
7.7.1	Choix de profilés pour la moise du bas 14
7.7.2	Choix de profilés pour la moise du haut 14
8	ESSAI DU PROTOTYPE VM2 15

TABLE DES MATIÈRES

	Page
9 MODIFICATIONS APPORTÉES AU PROTOTYPE VM2 - NOUVEAU	
SYSTÈME D'ÉTANÇONNEMENT	15
9.1 Essais des moises	18
9.2 Friction dans les poutres télescopiques	20
9.3 Cadre	20
9.4 Blindage	22
10 PROCÉDURE D'INSTALLATION DE VM2	23
11 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	23
12 REMERCIEMENTS	24
RÉFÉRENCES	25
ANNEXE 1 - CALCUL DE LA POUSSÉE DES TERRES SUR L'ÉTANÇONNEMENT PAR MARTIN TREMBLAY	A1.1
ANNEXE 2 - ESSAIS DE CHARGEMENT D'UNE MOISE AU LABORATOIRE DE LA VILLE DE MONTRÉAL	A2.1
ANNEXE 3 - PLAN DU VM2	A3.1
ANNEXE 4 - DESSINS DES PROCÉDURES D'INSTALLATION DU VM2	A4.1

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
Figure 1 - Poussée des terres	5
Figure 2 - Poussée des terres réduite sur le blindage après la rupture du sol	6
Figure 3 - Prototype VM2 retenu - Disposition des moises	8
Figure 4 - Charges sollicitant les moises	10
Figure 5 - Modèle de calcul de la moise	13
Figure 6 - Installation des roues pour résoudre la friction dans les moises	20
Figure 7 - Pontage métallique	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
Tableau I - Choix de profilés pour le système VM2	17
Tableau II - Caractéristiques des alliages d'Aluminium	20

LISTE DES PHOTOS

Photos	Page
Photo 1 - Installation du prototype de la Ville de Montréal dans une excavation	9
Photo 2 - Pose des madriers verticaux du haut de l'excavation	9
Photo 3 - Moises télescopiques du bas et du haut	12
Photo 4 - Assemblage d'une moise du bas dans le cadre d'Aluminium	12
Photo 5 - Banc d'essai du laboratoire de la Ville de Montréal	19
Photo 6 - Mise en charge de la moise du bas	19
Photo 7 - Cadres d'Aluminium	21
Photo 8 - Cadre déployé	21

1 PROBLÉMATIQUE

L'ensevelissement de travailleurs au fond des tranchées lors de l'effondrement des parois cause au minimum 1,2 mort par an au Québec, soit environ 1 % des décès dus aux accidents du travail¹. Ces données sont corroborées par une étude américaine². De plus, cette étude montre que pour chaque décès on compte 1,4 cas d'incapacité permanente et 37 cas de blessures.

L'examen de plusieurs cas d'effondrement montre une absence d'utilisation d'étaçonnement et la présence de pentes très fortes sinon verticales¹. La combinaison de ces deux facteurs ne peut que résulter dans des effondrements. Compte tenu des contraintes opérationnelles, l'utilisation de blindage pour étaçonner les parois est obligatoire.

2 EXCAVATIONS EN MILIEU URBAIN

En milieu urbain, l'excavation de tranchées de faible profondeur (4 mètres et moins) est une opération routinière dans les travaux de pose de conduites d'aqueduc, d'égout et de gaz; elle le devient de plus en plus dans la pose de lignes électriques de distribution et de câbles de communications. Les parois de ces tranchées sont excavées verticalement ou presque afin de minimiser les volumes de déblais et l'encombrement général. Ces contraintes opérationnelles sont intrinsèques à une activité en milieu urbain ou au milieu d'une chaussée. La présence de parois verticales ou à très forte pente dans un sol est une certitude d'effondrement de cette paroi à court, moyen ou long terme selon les conditions^{3, 4}.

De plus, les travaux d'excavation en milieu urbain présentent des difficultés spécifiques, principalement liées à la nature du sol présent ainsi qu'à l'environnement physique rencontré. Au centre-ville, les interventions de raccordement sur le réseau d'aqueduc croisent très souvent les réseaux de gaz et d'électricité puisque ces derniers sont moins profonds. Dans ces situations, les principaux systèmes de blindages commerciaux, composés de panneaux rigides s'y prêtent mal parce qu'ils sont bloqués par les conduites de gaz et d'électricité ou leur mise en place présentent des sérieux risques d'accident. D'autre part, monter sur place un étaçonnement sur mesure, fait de membrures de bois est laborieux; un tel étaçonnement implique la présence des travailleurs dans l'excavation alors qu'ils ne sont pas protégés contre les éboulements des parois d'excavation. Ce type d'étaçonnement ne conviendrait surtout pas dans les sables et silts lâches. Dans ces conditions, il s'avère nécessaire de concevoir un système d'étaçonnement capable de résister aux poussées des sols et suffisamment flexible pour s'adapter à des excavations en milieu urbain.

3 ORIGINE DE LA DEMANDE

Les employés de la Ville de Montréal effectuent en moyenne plus de 4 000 interventions pour entretenir ou effectuer des branchements aux réseaux souterrains d'égout et d'aqueduc⁵. La Ville a mis au point plusieurs systèmes de soutènement dont la profondeur n'excède pas 2,5 mètres. Un de ces systèmes est le VM1 qui convient à un très grand nombre de tranchées⁶. Dernièrement, la Ville de Montréal a construit un prototype d'étaçonnement s'inspirant du VM1. Ce prototype permet d'atteindre 3,7 m (12') de profondeur. Il est constitué de quatre cadres en aluminium et de huit poutres télescopiques servant de guide à des madriers verticaux; il permet de contourner les obstacles et a ainsi l'avantage de satisfaire plusieurs des contraintes rencontrées lors des excavations en milieu urbain. Toutefois, le prototype n'avait pas été validé par une analyse structurale et il devait être modifié pour répondre sécuritairement aux besoins des utilisateurs. À ce titre, la Ville de Montréal a demandé à l'IRSST de valider structurellement son prototype d'étaçonnement pour qu'elle puisse l'utiliser sécuritairement sur l'ensemble de son territoire. De plus, ce système d'étaçonnement apparaît très intéressant et très prometteur et une fois validé, il pourrait être utilisé par plusieurs autres municipalités du Québec.

4 OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude vise à mettre au point par conception et expérimentation, un nouveau système d'étaçonnement particulièrement adapté aux excavations en milieu urbain, permettant d'atteindre une profondeur de 3,7 m (12 pieds). Ce système d'étaçonnement sera fonctionnel et facile d'utilisation. Il s'articulera autour de quatre cadres en aluminium et de huit poutres télescopiques, ajustables aux dimensions variées de l'excavation, avec des madriers verticaux en bois comme parois de blindage. Les poutres télescopiques servent de guide aux madriers verticaux. La mise en place du système se fait entièrement à partir du haut de l'excavation.

5 CONTRIBUTION DES PARTENAIRES

L'IRSST, responsable de la validation structurale du système d'étaçonnement, a mandaté monsieur Jean-Marc Dugré, ingénieur-conseil, pour réaliser l'étude. Messieurs Martin Tremblay du Laboratoire de la Ville de Montréal et Serge Gamelin du Service des travaux publics, ont participé à l'élaboration et au suivi du mandat confié à l'ingénieur-conseil. Monsieur Serge Gamelin a piloté la mise en oeuvre du système d'étaçonnement sur les chantiers de la Ville de Montréal.

6 DÉMARCHES SUIVIES

L'étude comportera deux phases. Lors de la première phase, monsieur Jean-Marc Dugré, ingénieur-conseil, a réalisé une analyse structurale du système d'étañonnement afin que ce dernier puisse résister sécuritairement à la poussée des terres correspondant aux sols les plus fréquemment rencontrés sur le territoire de la Ville de Montréal et aux autres efforts auxquels il pourrait être soumis. Les données techniques sur les poussées des terres ont été fournies par monsieur Martin Tremblay, ingénieur au Laboratoire de la Ville. L'analyse structurale a permis de préciser les dimensions respectives des membrures à utiliser et les limites d'utilisation du système, telles les profondeurs maximales à ne pas dépasser en fonction des différents types de sols rencontrés. Les résultats de l'analyse structurale ont confirmé la nécessité de renforcer certains éléments pour résister aux poussées de terres. Les modifications à apporter aux membrures du premier prototype existant à la Ville ont été si nombreuses qu'il a été jugé plus avantageux de fabriquer un nouveau prototype appelé VM2.

Il était prévu de tester le prototype VM2 in situ, suivant le cas de charge le plus critique afin d'étudier sa fonctionnalité, et sa maniabilité lors de sa mise en place dans l'excavation. Sa capacité de résister aux poussées des sols devait aussi être vérifiée lors d'un éboulement simulé d'une paroi d'excavation. Cet essai in situ a été abandonné au profit des essais en laboratoire, puisque lors d'une pratique par les travailleurs de la Ville de Montréal avec le prototype VM2 dans un entrepôt, il a paru évident que ce prototype posait quelques problèmes de mise en place à cause de son poids et qu'il fallait le modifier pour améliorer sa maniabilité. Par la suite, la fabrication en série du VM2 a été faite à partir du dessin d'atelier modifié de l'ingénieur-conseil. Les essais sur le terrain du VM2 ont été par la suite réalisés par le Service des travaux publics de la Ville de Montréal.

7 ANALYSE STRUCTURALE

7.1 Hypothèses de calcul

Monsieur Martin Tremblay a réalisé une étude sur les diagrammes de poussée des sols les plus fréquemment rencontrés sur le territoire de la Ville de Montréal. Cette étude, colligée à l'annexe 1, a été retenue par monsieur Jean-Marc Dugré, ingénieur-conseil, pour calculer les pressions de terres s'exerçant sur le blindage. Pour l'étañonnement, il a été convenu de retenir les hypothèses suivantes :

- La profondeur maximale de la tranchée pour le système d'étañonnement VM2 est de 3,7 m (12 pieds), mais l'ingénieur-conseil considère qu'au moment de la rupture des sols, il n'y aura pas plus de 3,35 m (11 pieds) de sol qui s'appuieront sur le blindage en considérant l'espace vide entre le sol et le blindage à combler lors de la rupture (voir annexe 1);

- L'angle de frottement du sol est pris égal à $\phi = 30^{\circ}$;
- Le coefficient de poussée active du sol est $K_a = 0,33$;
- La poussée de Coulomb a été réduite de 15 % pour tenir compte des facteurs décrits à l'annexe 1, dont l'effet de cohésion à court terme. Les besoins en termes de sécurité sont à court terme car les travailleurs seront évacués immédiatement après la rupture du sol;
- La masse volumique du sol est prise égale à $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ (115 lb/pi³);
- La distribution de pression sur l'étalement est triangulaire.

7.2 Poussée des terres sur le blindage

7.2.1 Poussée des terres avant réduction - Chargement de conception

En prenant une valeur moyenne de $K_a \gamma = 6,0 \text{ kN/m}^3$ (38 lb/pi³), la pression au bas du blindage, à 3,7 m (12') de profondeur, est :

$$w = K_a \gamma h = 6,0 \text{ kN/m}^3 \times 3,66 \text{ m} = 22,0 \text{ kN/m}^2 \text{ (455 lb/pi}^2\text{)}$$

La figure 1 illustre le chargement correspondant à cette hypothèse, qui a été utilisée pour la conception du premier prototype du VM2.

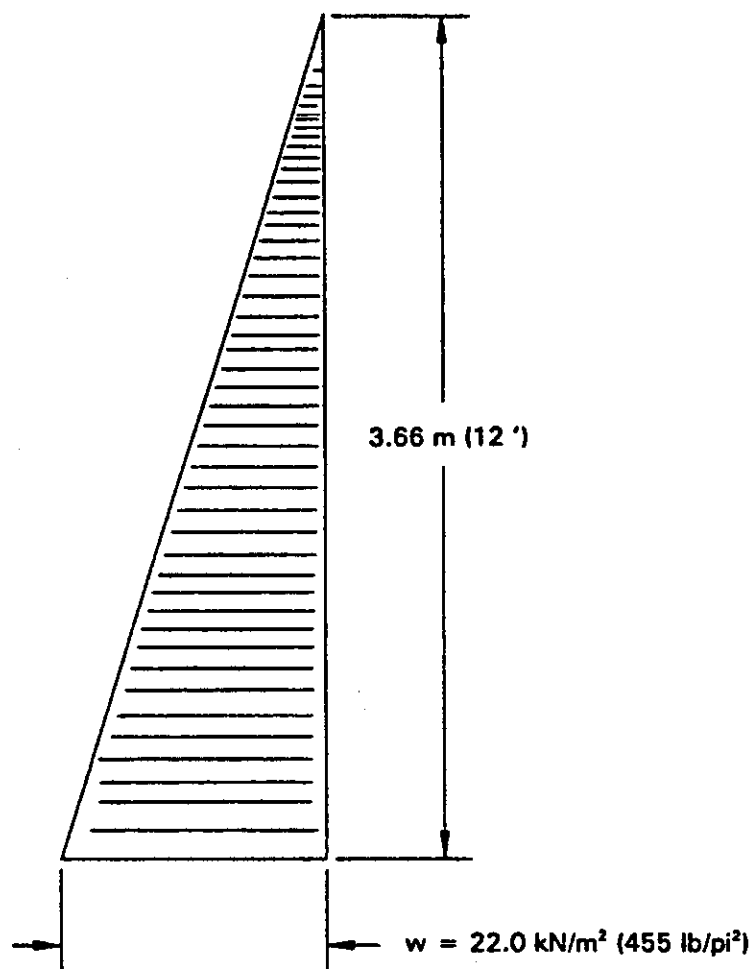


Figure 1 - Poussée des terres

7.2.2 Poussée des terres réduite après rupture du sol (chargement retenu)

Avec les hypothèses colligées au paragraphe 7.1, l'ingénieur-conseil considère qu'au moment de la rupture des sols, il n'y aura pas plus de 3,35 m (11 pieds) de sol qui s'appuieront sur le blindage. En réduisant la poussée de Coulomb de 15 % pour tenir compte des facteurs de réduction expliqués en détail à l'annexe 1, la pression au bas du blindage est :

$$w = K_a \gamma h \times 85\% = 0,33 \times 18 \times 3,35 \times 0,85 = 16,91 \text{ kN/m}^2 \text{ (355 lb/pi}^2\text{)}$$

La figure 2 illustre le chargement agissant sur le blindage après la rupture du sol. C'est ce diagramme de poussée qui a été finalement retenu lors de l'optimisation du prototype VM2. Il a permis une diminution du poids des moises, tout en étant jugé représentatif de l'état des sols rencontrés à Montréal.

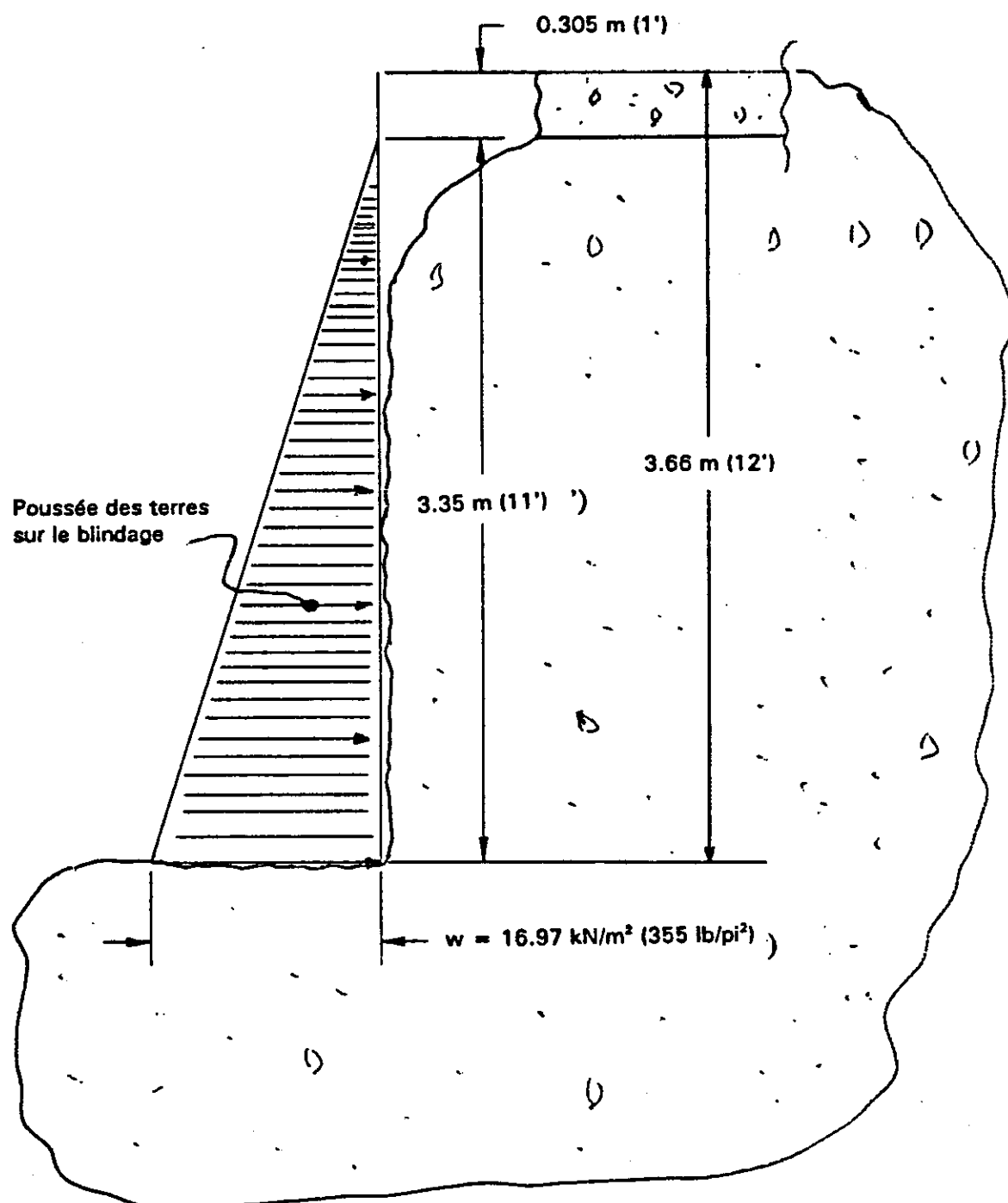


Figure 2 - Poussée des terres réduite sur le blindage après la rupture du sol

7.3 Critères de conception

Les principaux critères de conception, retenus lors de l'analyse structurale du prototype VM2, sont les suivants :

- mise en place de l'étaçonnement dans l'excavation à partir du haut de l'excavation, sans qu'aucun travailleur ne soit obligé de descendre dans l'excavation;
- étaçonnement le plus léger possible pour qu'il soit plus facile à transporter et à manipuler manuellement par les travailleurs;
- étaçonnement facilement ajustable aux dimensions de l'excavation;
- étaçonnement permettant de s'ajuster aux obstacles rencontrés, par exemple le tuyau au fond de l'excavation, d'autres tuyaux à mi-hauteur (parallèle ou perpendiculaire au tuyau du fond).

7.4 Description du prototype VM2

Le prototype VM2 est constitué de quatre cadres en aluminium, dans lesquels on vient insérer verticalement des madriers (le blindage), qui protègent contre l'éboulement des parois de l'excavation. Le blindage est lui-même retenu par des poutrelles horizontales en acier (les moises), qui sont attachées au cadre au moyen d'étriers.

Pour le prototype VM2, les dimensions horizontales pouvaient atteindre 3,05 m x 3,05 m (10' x 10') par 3,7 m (12') de profondeur. Plusieurs configurations de prototype VM2 ont été analysées pour déterminer la position et le nombre de moises supérieure et inférieure optimales à utiliser. La figure 3 illustre le prototype VM2 qui a été retenu. Ce prototype VM2 s'articule autour d'une moise inférieure située à 0,76 m (2'6") du bas du blindage et d'une moise supérieure située à environ 0,305 m à 0,61 m (1 à 2') du haut du blindage. Celui-ci est fait de madriers 64 mm x 184 mm (3"x8"). La photo 1 montre l'installation du prototype de la Ville dans une excavation. La photo 2 illustre la pose des madriers verticaux du haut de l'excavation.

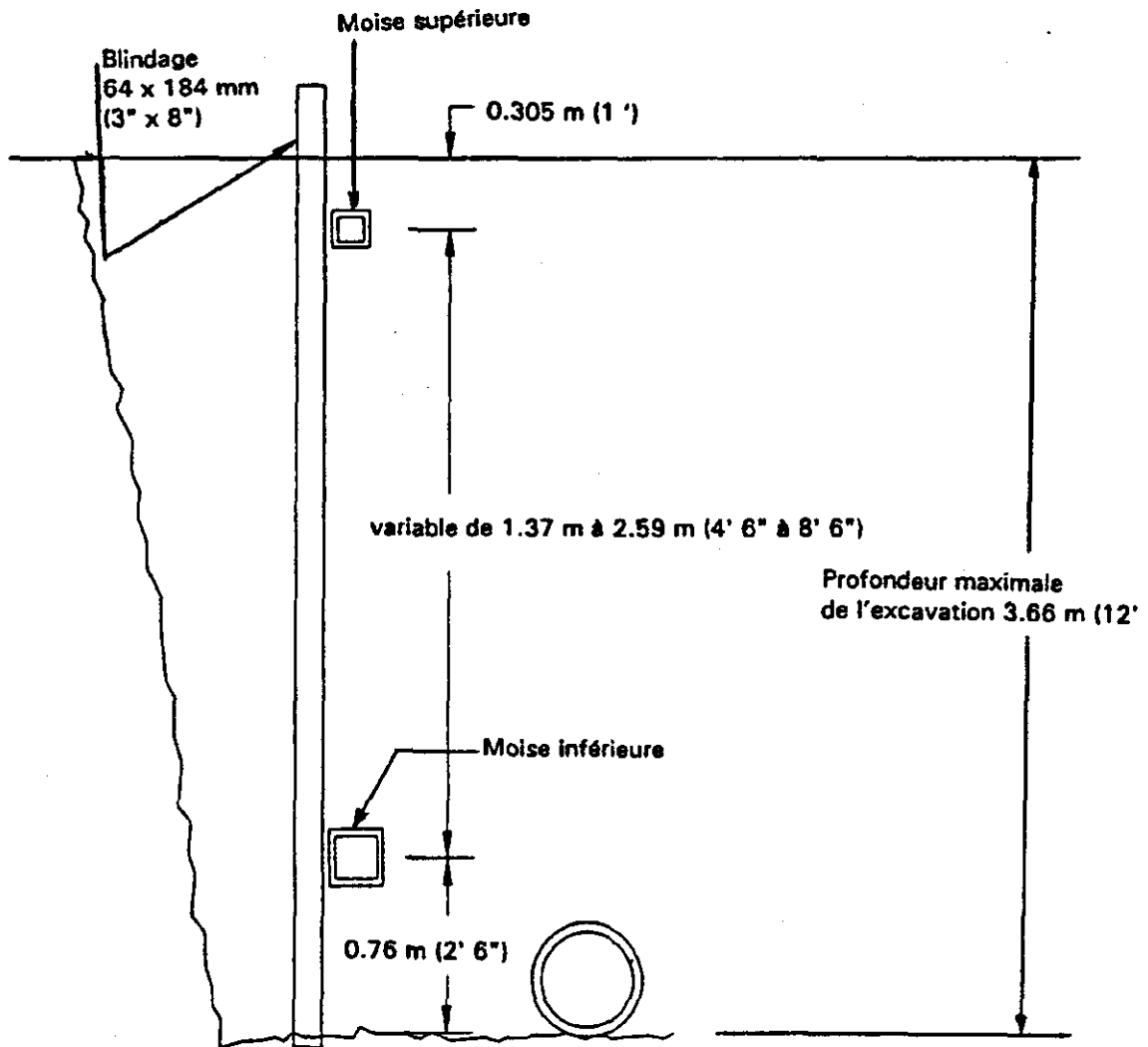


Figure 3 - Prototype VM2 retenu - Disposition des moises

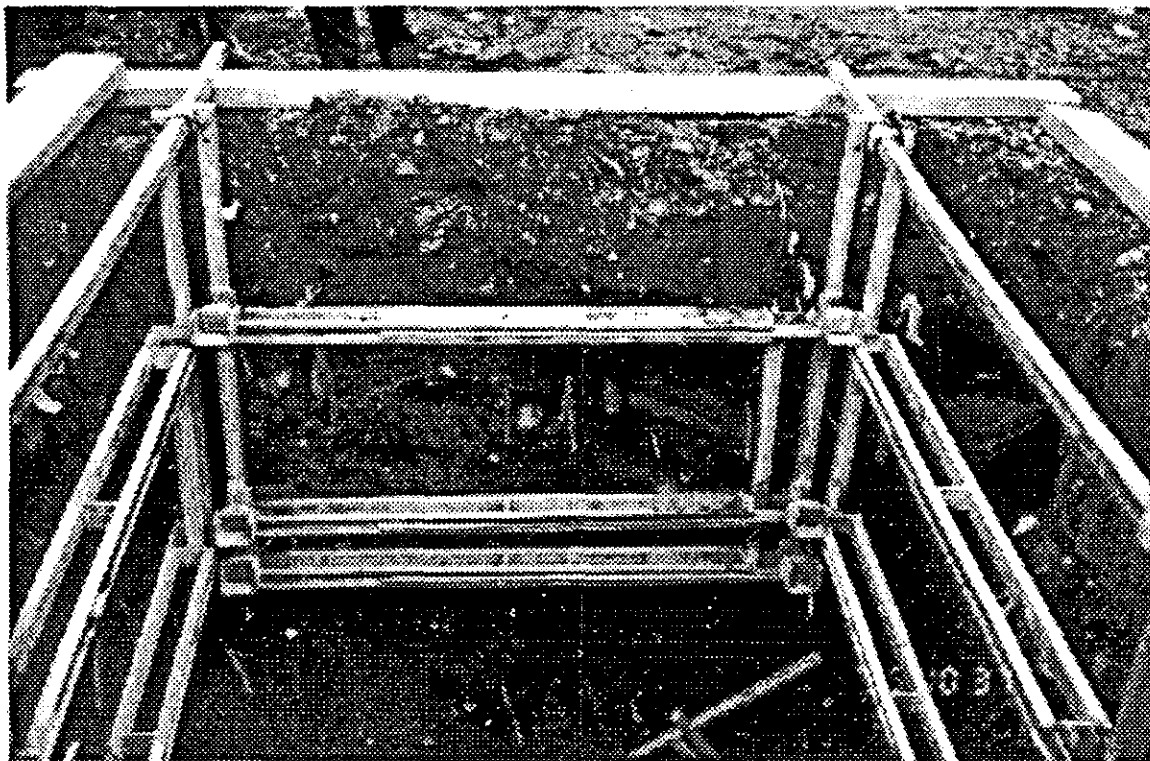


Photo 1 - Installation du prototype de la Ville de Montréal dans une excavation.

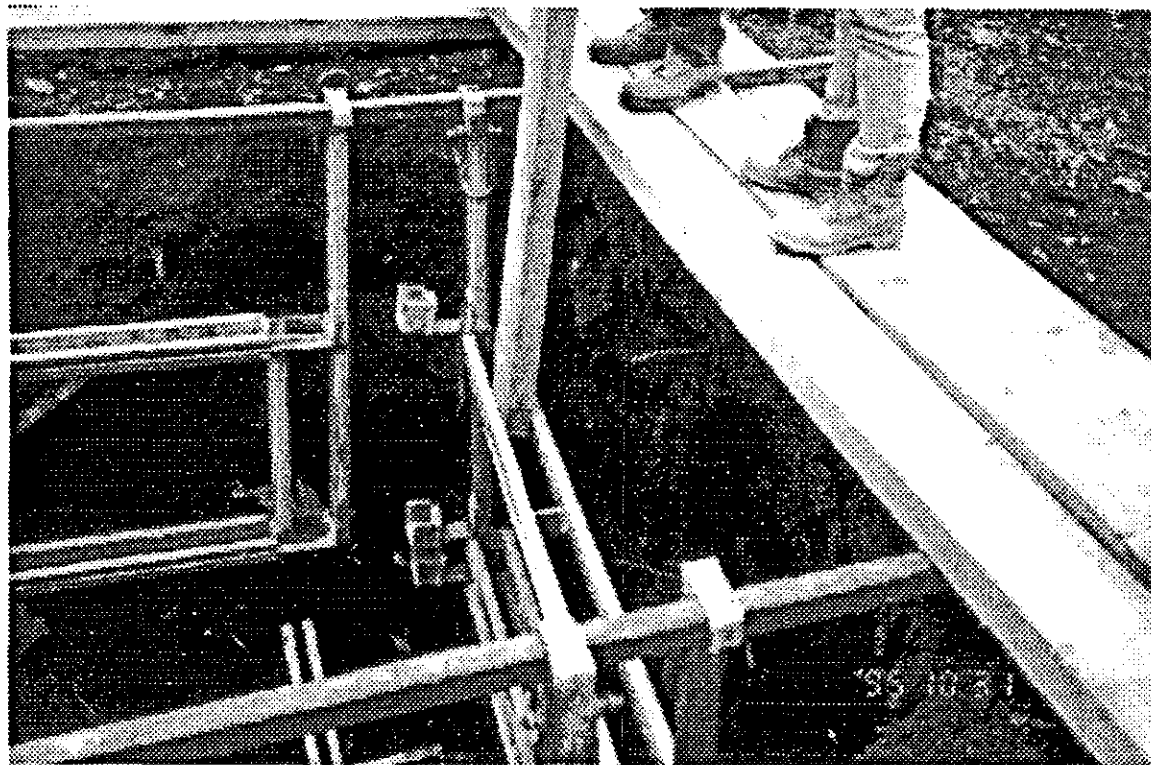


Photo 2 - Pose des madriers verticaux du haut de l'excavation.

7.5 Charges sollicitant les moises

Les moises du haut et du bas sont sollicitées au maximum lorsque le cadre est à sa pleine hauteur de 3,66 mètres. En se référant à la figure 1 pour le chargement et à la figure 3 pour la position des moises, le modèle de structure illustré à la figure 4 est obtenu.

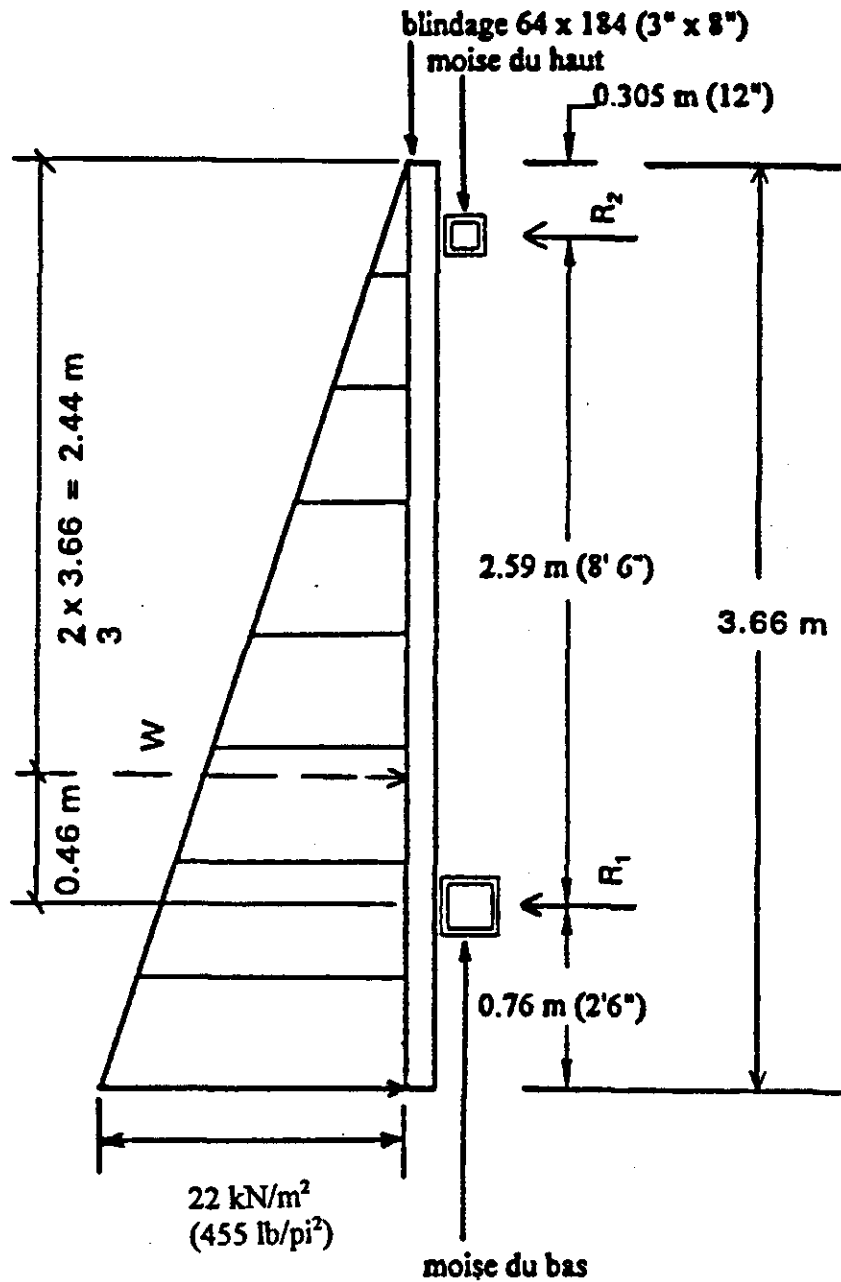


Figure 4 - Charges sollicitant les moises

$$W = \text{poids total équivalent} = 22 \frac{kN}{m^2} \times \frac{3,66 m}{2} = 40,3 \frac{kN}{m}$$

$$R_1 = \text{charge agissant sur la moise du bas}$$

$$R_2 = \text{charge agissant sur la moise du haut}$$

Les charges R_1 , R_2 peuvent être calculées en faisant la somme des moments par rapport à la moise du bas.

$$\sum M \text{ par rapport à la moise du bas} = 0$$

$$R_2 \times 2,59 = W \times 0,46 = 40,3 \times 0,46$$

$$R_2 = \frac{40,3 \times 0,46}{2,59} = 7,2 \frac{kN}{m}$$

$$R_2 = W - R_1 = 40,3 - 7,2 = 33,1 \frac{kN}{m}$$

Par conséquent, les charges pondérées (facteur 1.5), uniformément réparties, agissant sur les moises sont les suivantes:

$$\begin{aligned} \text{moise du bas, } w_f &= 1,5 \times 33,1 = 49,7 \text{ kN/m} \\ \text{moise du haut, } w_f &= 1,5 \times 7,2 = 10,8 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

7.6 Moises du VM2

Les moises sont faites de poutres télescopiques. Au départ, afin d'alléger le système VM2, l'utilisation de l'aluminium était prévue. Dès les premières vérifications, il s'est avéré qu'avec les charges imposées sur les moises, il n'existait pas de profilés tubulaires standard en aluminium capables de résister à ces charges. L'ingénieur-conseil a donc opté pour des tubes en acier. La photo 3 illustre la moise télescopique du bas démontée et la moise du haut. La photo 4 illustre l'assemblage d'une moise du bas dans le cadre d'aluminium.



Photo 3 - Moises télescopiques du bas et du haut

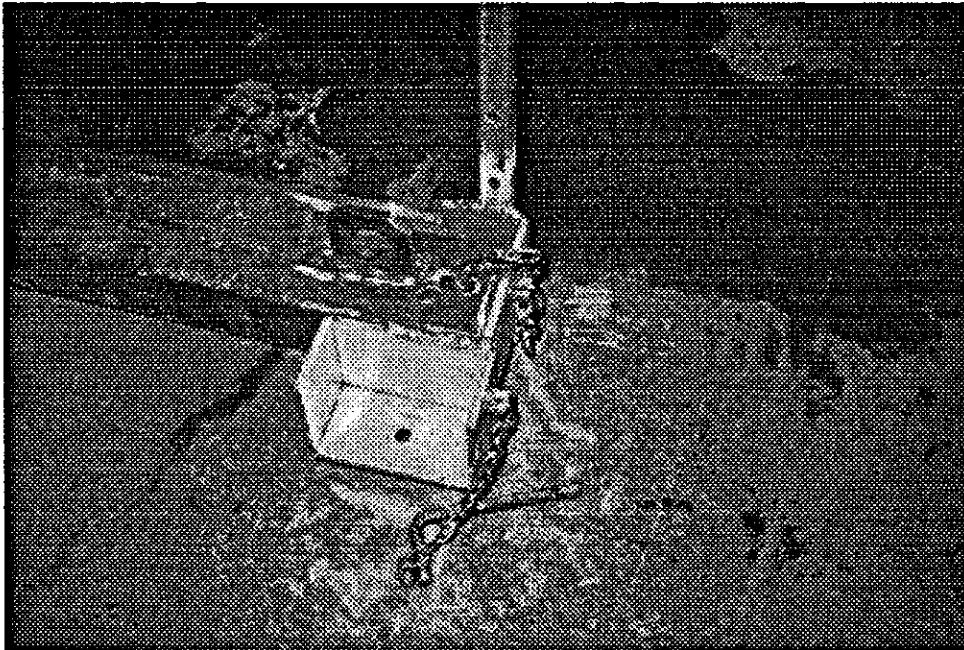


Photo 4 - Assemblage d'une moise du bas dans le cadre d'Aluminium

7.6.1 Modélisation des moises

D'une façon exagérée, sollicitée par une charge uniformément répartie de 49,7 kN/m, la poutre télescopique travaille ainsi :

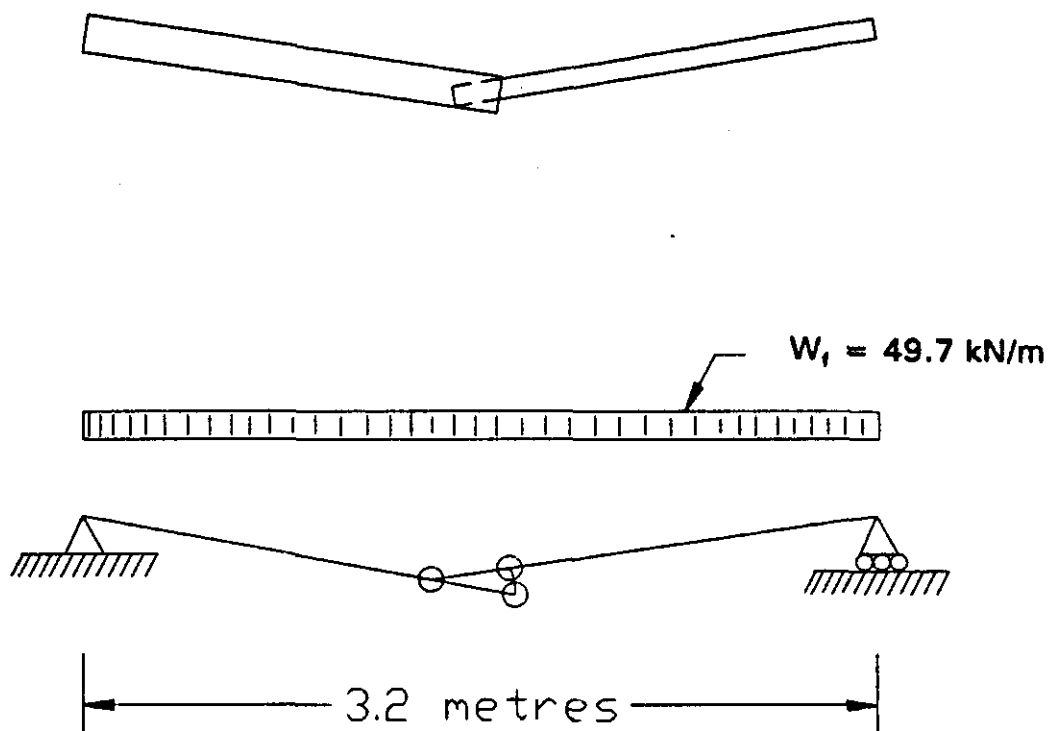


Figure 5 - Modèle de calcul de la moise

Le modèle de la figure 5 a été retenu pour analyser la moise du bas.

7.7 Calcul des sollicitations dans les moises

D'après le programme de calcul de l'ingénieur-conseil, avec une charge pondérée $w_f = 49,7$ kN/m agissant sur la moise du bas, les sollicitations pondérées agissant sur cette moise sont les suivantes :

Membrure gauche (partie femelle)

Moment fléchissant pondéré,	M_f	=	62 kN.m
Effort tranchant pondéré,	V_f	=	135 kN

Membrure droite (partie mâle)

Moment fléchissant pondéré,	M_f	=	60 kN.m
Effort tranchant pondéré,	V_f	=	142 kN

7.7.1 Choix de profilés pour la moise du bas

Après vérification avec la norme CAN/CSA-S16.1-M91 "Limit States Design of Steel Structures", avec $w_f = 49,7$ kN/m sollicitant la moise du bas, les membrures retenues pour cette moise sont les suivantes :

Membrure partie femelle Profilé HSS 178 mm x 127 mm x 6,4 mm (7"x5"x0,25") en G40.21-M 350W, pesant 28,3 kg/m (19 li./pied linéaire).

Membrure partie mâle Profilé HSS 152 mm x 102 mm x 4,8 mm (6"x4"x0,375") en G40.21-M 350W, pesant 33,3 kg/m (22 li./pied linéaire).

Par conséquent, le poids total de la moise du bas est égal à 110 kg (242 livres)

7.7.2 Choix de profilés pour la moise du haut

Après vérification avec la norme CAN/CSA-S16.1-M91 "Limit States Design of Steel Structures", avec $w_f = 10,8$ kN/m sollicitant sur la moise du haut, les membrures retenues pour cette moise sont les suivantes :

Membrure partie femelle Profilé HSS 127 mm x 64 mm x 4,8 mm (5"x2½"x0,188") en G40.21-M 350W ; pèse 13,1 kg/m (8,8 lb/pi)

Membrure partie mâle Profilé HSS 102 mm x 51 mm x 6,4 mm (4"x2"x0,25") en G40.21-M 350W ; pèse 13,1 kg/m (8,8 lb/pi)

Par conséquent, le poids total de la moise du haut est égal à 48,2 kg (106 livres)

8 ESSAI DU PROTOTYPE VM2

Après avoir fabriqué le premier prototype VM2, l'équipe de travail de cols bleus de la Ville de Montréal en a fait l'essai dans un entrepôt. Voici les principales observations :

- le VM2 peut se défaire en quatre panneaux, mais chacun de ceux-ci est lourd à manoeuvrer manuellement, chaque panneau pesant environ 173 kg (380 lb);
- la mise en place des membrures est difficile à réaliser;
- la friction dans les moises faites de poutres télescopiques rend difficile leur extension;
- la possibilité de transporter le cadre avec quatre faces déjà assemblées a été envisagée, mais l'ensemble est trop grand pour entrer dans la boîte du camion de la Ville de Montréal.

L'essai en entrepôt du VM2 n'ayant pas été réussi, l'essai in situ, prévu pour vérifier la fonctionnalité et la maniabilité du système lors de sa mise en place dans l'excavation, était devenu caduc. Cet essai in situ a donc été reporté. Des modifications au prototype étaient nécessaires pour rendre les composantes plus légères et plus faciles à manier avant que la fabrication en série du système d'étañonnement ne puisse débuter. D'autre part, il a été décidé de vérifier la résistance des moises par un essai en laboratoire, étant donné que ces composantes sont les plus fortement sollicitées.

9 MODIFICATIONS APPORTÉES AU PROTOTYPE VM2 - NOUVEAU SYSTÈME D'ÉTANÇONNEMENT

Suite à l'essai du prototype VM2 en entrepôt, et en réalisant que les dimensions horizontales de 3,05 m x 3,05 m (10' x 10') par 3,7 m (12') de profondeur étaient rarement nécessaires, un nouveau cadre de 2,44 m x 2,44 m (8' x 8') par 3,7 m (12') de profond a été étudié. Les nouvelles hypothèses pour la pression des terres du paragraphe 7.2.2 ont été retenues. Le chargement, après rupture du sol, illustré à la figure 2, est donc utilisé. De plus, sous le chargement des sols, il a été convenu que les moises pouvaient atteindre leur limite élastique.

La charge pour le calcul des moises n'a pas été pondérée par 1,5 comme le stipule la norme CAN/CSA-S16.1-M89 "Limit States Design of Steel Structures", puisqu'il est accepté que les poutres puissent entrer en phase plastique.

Sous le chargement de la figure 2, en suivant la même démarche explicitée au paragraphe 7.5, la sollicitation sur la moise du bas est 25 kN/m. Dès lors, avec une charge de service uniformément répartie de $w = 25$ kN/m, le moment fléchissant sollicitant la moise du bas, est maintenant égal à :

$$M_f = \frac{25 \times 2,6^2}{8} = 21,1 \text{ kN.m}$$

Avec la moise du haut sollicitée par une charge de service $w = 4$ kN/m, le moment fléchissant sollicitant cette moise est maintenant égal à :

$$M_f = \frac{4 \times 2,6^2}{8} = 3,5 \text{ kN.m}$$

Après vérification avec la norme CAN/CSA-S16.1-M91 "Limit States Design of Steel Structures", les membrures retenues pour les moises sont les suivantes :

Moise du bas :

Membrure partie femelle	Profilé HSS 127 mm x 127 mm x 4,8 mm (5"x5"x0,188") en G40.21-M 350W, pesant 17,9 kg/m (11,8 li./pi.)
Membrure partie mâle	Profilé HSS 102 mm x 102 mm x 6,4 mm (4"x4"x0,25") en G40.21-M 350W, pesant 18,2 kg/m (12 li./pi.).

Par conséquent, le poids total de la moise du bas est égal à 56,4 kg (124 livres)

Moise du haut :

Membrure partie femelle	Profilé HSS 102 mm x 76 mm x 4,8 mm (4"x3"x0,188") en G40.21-M 350W, pesant 12,2 kg/m (8,1 li./pi.)
Membrure partie mâle	Profilé HSS 89 mm x 64 mm x 3,8 mm (3½"x2½"x0,15") en G40.21-M 350W, pesant 13,1 kg/m (8,8 li./pi.)

Par conséquent, le poids total de la moise du haut est égal à 22,3 kg (49 livres). Le tableau I résume le choix de profilés pour le système VM2.

TABEAU 1 - CHOIX DE PROFILÉS POUR LE SYSTÈME VM2

Prototype VM2 conçu avec la poussée des terres de la figure 1											
Moises	w _f , KN/m	M. Fléchissant M _f , KN.m		Effort Tranchant V _f , KN		Membres - HSS acier mm (")		Poids kg/m (lb/pi.)		Poids total moise kg (lb)	
		femelle	mâle	femelle	mâle	femelle	mâle	femelle	mâle		
Bas	49,7	62	60	135	142	178x127x6,4 (7"x5"x½")	152x102x4,8 (6"x4"x¾")	28,3kg/m (19 li/pi)	33,3kg/m (22 li/pi)	110 kg (242 li.)	
Haut	10,8	-	-	-	-	127x64x4,8 (5"x2,5"x0,19")	102x51x6,4 (4"x2"x¾")	13,1kg/m (8,8 li/pi)	13,1kg/m (8,8 li/pi)	48,2 kg (106 li.)	
Prototype VM2: - contient 4 panneaux, chaque panneau étant fait d'un cadre d'aluminium et de 2 moises (bas et haut) - chaque panneau pèse 172,7 kg (380 lb)											
Système VM2 conçu avec la poussée des terres réduite après la rupture du sol de la figure 2											
Moises	w _f , KN/m	M. Fléchissant M _f , KN.m		Effort Tranchant V _f , KN		Membres - HSS acier mm (")		Poids kg/m (lb/pi.)		Poids total moise kg (lb)	
		femelle	mâle	femelle	mâle	femelle	mâle	femelle	mâle		
Bas	25	21,1	≈ 21,1	-	-	127x127x4,8 (5"x5"x0,19")	102x102x6,4 (4"x4"x¾")	17,9kg/m (11,8li/pi)	18,2kg/m (12 li/pi)	56,4 kg (124 li.)	
Haut	4	3,5	≈ 3,5	-	-	102x76x4,8 (4"x3"x0,19")	89x64x3,8 (3½"x2½"x0,15)	12,2kg/m (8,1li/pi.)	13,1kg/m (8,8 li/pi)	22,3 kg (49 li.)	
Système VM2: - contient 4 panneaux, chaque panneau étant fait d'un cadre d'aluminium et de 2 moises (bas et haut) - chaque panneau pèse 94 kg (205 lb vs 380 lb)											

9.1 Essais des moises

Les poutres constituant la moise du bas ont subi des essais de chargement à la flexion au Laboratoire de la Ville de Montréal le 14 décembre 1995. Les photos 5 et 6 illustrent ces essais. Les résultats d'essais de chargement sont colligés à l'annexe 2.

Pour simuler la flexion composée, deux charges verticales égales ont été appliquées au tiers et au deux-tiers de la portée de la membrure, avec une charge axiale appliquée aux extrémités de la moise parce que dans le système d'étañonnement, les moises sont appuyées à leurs extrémités sur les autres moises perpendiculaires. Comme charges d'essais, 1,5 fois le moment fléchissant et 1,5 fois la compression, calculés au paragraphe 9, ont été appliquées sur la membrure. Les résultats d'essais montrent que la membrure a bien résisté; aucun bris ou abandon de la charge n'a été observé.

Ainsi, le poids de chaque panneau a été passablement réduit. De plus, la nouvelle dimension du cadre permet le transport de celui-ci, tout assemblé, dans la boîte du camion normalement utilisé à la Ville de Montréal.

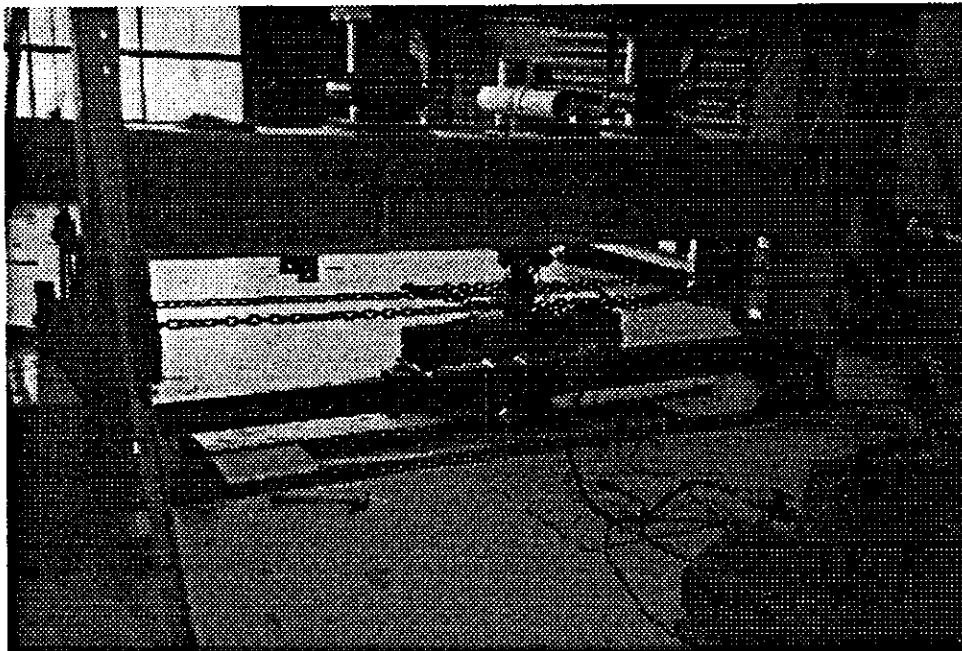


Photo 5 - Banc d'essai du Laboratoire de la Ville de Montréal



Photo 6 - Mise en charge de la moise du bas

9.2 Friction dans les poutres télescopiques

Lors du déploiement de poutres télescopiques en laboratoire, la friction empêchait la partie mâle de coulisser aisément dans la partie femelle. Sur les chantiers, ce problème se trouvera amplifié avec le gel, les poussières, la saleté, la boue et le sable. Pour résoudre le problème de friction lors de l'extension des moises télescopiques, des roues ont été ajoutées aux extrémités de la partie mâle qui pénètre dans la partie femelle et sur le dessus de la partie femelle. La figure 6 illustre la disposition des roues.

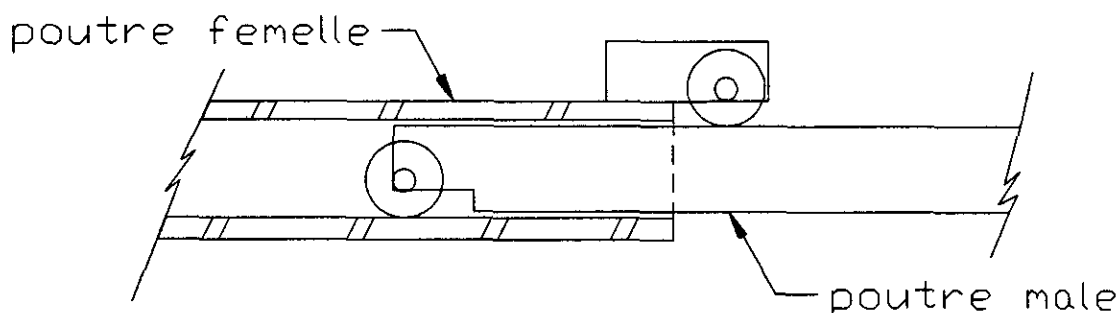


Figure 6 - Installation des roues pour résoudre la friction dans les moises

9.3 Cadre

Le cadre qui supporte les moises et auquel sont fixées les glissières dans lesquelles glisse le blindage en bois 64 mm x 184 mm (3" x 8") a été conçu et construit en aluminium. La photo 7 illustre les cadres fermés et la photo 8 illustre un cadre déployé.

L'aluminium utilisé est de grade 6061 T6 (pour les plaques) et de grade 6063 T5 (pour les tubes). L'épaisseur des plaques et des tubes a été calculée selon les caractéristiques de ces alliages. Le tableau II illustre les caractéristiques de ces alliages.

Tableau II - Caractéristiques des alliages d'Aluminium

Grade d'aluminium	F_y (MPa) (traction-flexion)	F_c (MPa) (compression)	F_v (MPa) (cisaillement)
6061 T6	240	240	145
6063 T5	110	110	65

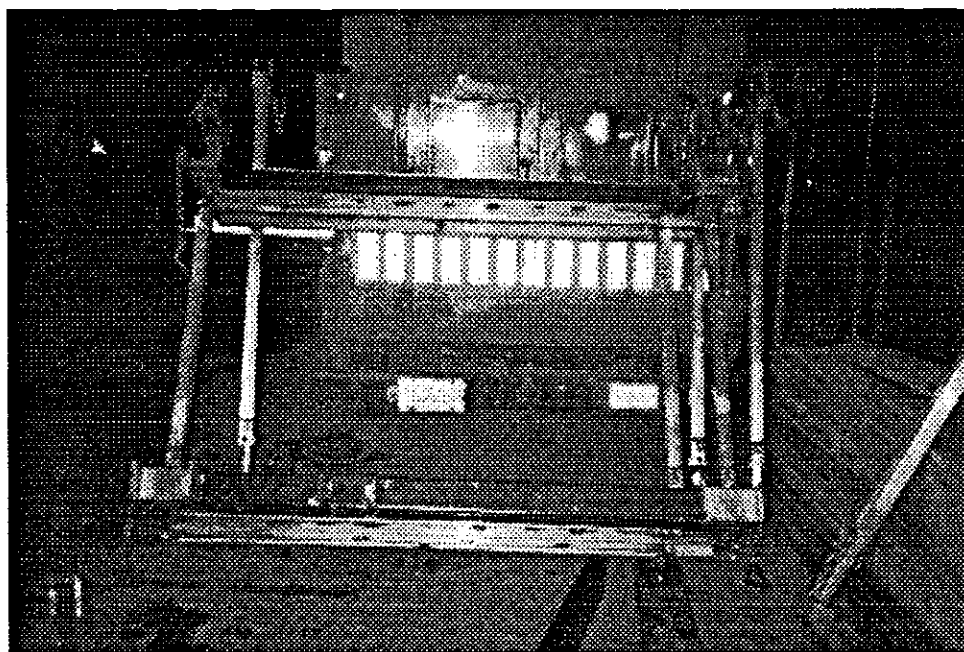


Photo 7 - Cadres d'Aluminium



Photo 8 - Cadre déployé

9.4 Blindage

L'analyse structurale a montré que le blindage pourrait être fait avec des madriers 38 mm x 184 (2" x 8") non-planés jusqu'à trois mètres de profondeur seulement, mais puisque la Ville a déjà des madriers de 64 mm x 184 mm (3" x 8") et pour tenir compte du fait que ces pièces sont souvent manipulées et souvent brisées, il est alors souhaitable de continuer à utiliser les madriers 64 mm x 184 mm (3" x 8").

Éventuellement, ce blindage de madriers 64 x 184 en épinette, pourrait être remplacé par des feuilles de pontage métallique ayant des nervures de 76,2 mm (3") de profondeur et dont l'épaisseur de la tôle serait de calibre 16 (0.0455") comme illustré à la figure 7. Les feuilles métalliques sont plus durables et ne sont pas sujettes au gauchissement comme les madriers en bois. De plus, ces feuilles métalliques prendraient moins de place pour le transport et faciliteraient le montage du VM2 sur le chantier.

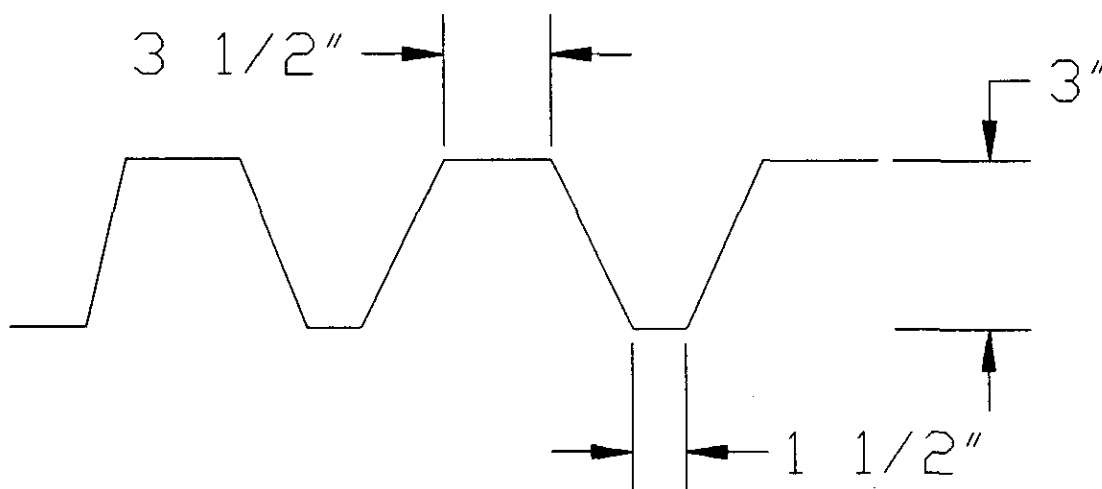


Figure 7 - Pontage métallique

10 PROCÉDURE D'INSTALLATION DU VM2

La procédure d'installation du VM2 sur les chantiers est colligée à l'annexe 4. Lors d'une excavation au centre ville, deux cas peuvent se présenter, entre autres :

- 1^{er} cas : lorsqu'il n'y a pas d'obstacle à mi-profondeur ;
- 2^e cas : lorsqu'il y a un obstacle à mi-profondeur.

Cette procédure d'installation du VM2 a été recommandée par le consultant et révisée par la Ville de Montréal pour prendre en compte certaines particularités inhérentes aux travaux de la Ville de Montréal.

11 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La phase 1 de cette étude a permis de concevoir et de valider un prototype d'étaçonnement adapté aux travaux d'excavation de la Ville de Montréal. Le système VM2 permet d'étaçonner une excavation de 2,44 m x 2,44 m (8' x 8') par 3,7 m (12') de profondeur. La Ville de Montréal comptait acheter neuf systèmes d'étaçonnement VM2 de la compagnie Solstice pour équiper les neuf secteurs impliqués dans les travaux d'excavation, mais compte tenu de l'utilisation peu fréquente, cinq systèmes VM2 sont suffisants pour leur besoin.

Présentement la Ville de Montréal est à entreprendre avec la collaboration de l'APSAM notamment, la production de cinq vidéos sur l'utilisation d'équipements sécuritaires dans les travaux de tranchée, entre autres, les caissons d'étaçonnement. Ces documents seront diffusés auprès des employés de la Ville pour leur rappeler les différentes consignes de sécurité et pour les familiariser avec les techniques d'utilisation du VM2.

Les hypothèses de base retenues lors de l'analyse structurale sont celles spécifiques aux conditions de sols présents sur le territoire de la Ville de Montréal. Avant que le système VM2 puisse être utilisé dans plusieurs autres municipalités du Québec, il doit être préalablement validé pour les différents types de sols rencontrés dans ces municipalités. Dès lors, afin de généraliser l'utilisation VM2 sur plusieurs municipalités du Québec, il est recommandé de poursuivre la phase 2 de l'étude, afin de valider mécaniquement le système d'étaçonnement jusqu'à la rupture, avec le sol environnant instrumenté.

Le blindage sera instrumenté avec des jauges de déformation et des capteurs de force seront disposés aux endroits critiques dans le sol. Cet essai instrumenté permettra entre autres :

- de vérifier les hypothèses de calcul retenues lors de l'analyse structurale du VM2 et le cas échéant, de développer une méthode de calcul fiable;
- de confirmer les résultats des essais au laboratoire; et
- d'assurer une plus grande validité aux résultats pour faciliter l'utilisation du nouveau système d'étaçonnement.

Puisque la solution proposée émane d'un intervenant du milieu municipal, elle a l'avantage de satisfaire plusieurs des contraintes rencontrées lors des excavations en milieux urbains. Par conséquent, ce système d'étaçonnement possède un potentiel élevé de succès. Validé par une analyse structurale et par un essai instrumenté à la rupture, ce système pourrait être utilisé dans plusieurs municipalités du Québec. Ces municipalités pourront dès lors, disposer d'un système d'étaçonnement sécuritaire pour protéger efficacement les travailleurs qui oeuvrent dans les travaux d'excavation.

12 REMERCIEMENTS

Nous remercions le personnel du Service des travaux publics et du Laboratoire de la Ville de Montréal pour leur excellente collaboration dans la mise au point et de l'expérimentation de ce système d'étaçonnement.

Soulignons, entre autres, la contribution de monsieur Robert de Repentigny, contremaître, qui a déjà eu un accident en 1976 alors qu'il était employé col-bleu. Il est responsable de l'idée originale utilisée dans la fabrication du prototype.

RÉFÉRENCES

1. Bouchard, P., « Tableau synthèse des accidents reliés à l'effondrement de parois d'excavation et enquêtés par les services d'inspection ». CSST. Document interne.
2. Stanevick, R.L., Middleton, D.C., « An explanatory analysis of excavation cave-in fatalities ». Professional Safety. février 1988, p. 24-28.
3. Lafleur, J., « Safety code for workers in excavations upgraded in Quebec ». Geotechnical News. décembre 1986, p. 38-39.
4. Lafleur, J., Silvestry, V., Asselin, R. et Soulié, M., « Short-term behaviour of a test excavation in soft Champlain Sea Clay ». Can. Geotech. J., vol. 25, p. 705-715 (1988).
5. Projet de recherche conjointe IRSST / Ville de Montréal. Énoncé du projet « Conception d'un étançonnement adapté aux excavations en milieu urbain ».
6. Tremblay, M., « Développement d'un nouveau système de blindage pour les tranchées de faible profondeur », APSAM, Colloque sur la sécurité dans les tranchées et les excavations, septembre 1994.
7. Dugré, J.-M., « Conception d'un étançonnement adapté au milieu urbain, Validation structurale ».

ANNEXES

ANNEXE 1 CALCUL DE LA POUSSÉE DES TERRES SUR L'ÉTANÇONNEMENT PAR
MARTIN TREMBLAY, ing.

ANNEXE 2 ESSAIS DE CHARGEMENT D'UNE MOISE AU LABORATOIRE DE LA
VILLE DE MONTRÉAL

ANNEXE 3 PLAN DU VM2

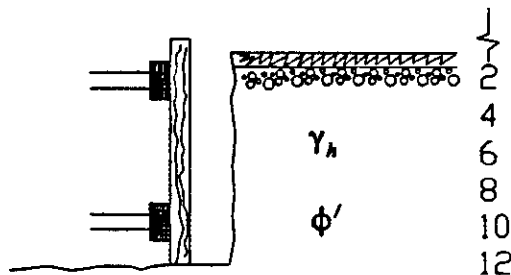
ANNEXE 4 DESSINS DES PROCÉDURES D'INSTALLATION DE VM2

ANNEXE 1

**CALCUL DE LA POUSSÉE DES TERRES SUR L'ÉTANÇONNEMENT
PAR MARTIN TREMBLAY, ing.**

**ANALYSE DES DIAGRAMMES DE POUSSÉE HORIZONTALE
POUR UNE PROFONDEUR DE 3.7 m (12 pieds)**

1. Poussée de Coulomb sans cohésion - cas 1)



$$P_a = \frac{\gamma H^2}{2} K_a = \frac{\gamma H^2 (1 - \sin\phi)}{2 (1 + \sin\phi)}$$

Poids volumiques typiques

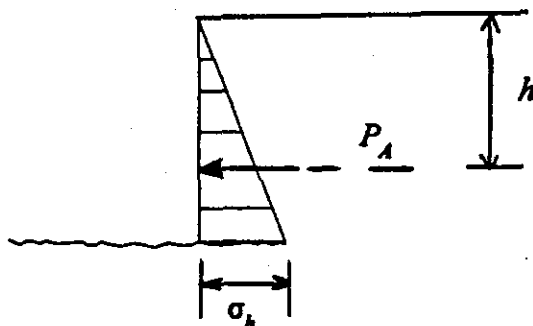
- **Sable lâche** $\gamma_h \approx 90 - 100 \text{ lb/pi}^3$
- **Sable et silt saturé, compact** $\gamma_h \approx 110 - 120 \text{ lb/pi}^3$
- **Argile** $\gamma_h \approx 95 \text{ lb/pi}^3 (w = 80 \%)$
 $\gamma_h \approx 105 \text{ lb/pi}^3 (w = 55 \%)$

On prend $\gamma_{humide} = 115 \text{ lb/pi}^3 (18 \text{ kN/m}^3)$

Valeurs de K_a (Bowles p141, 4^e édition)

Description	Compacité / ϕ'		
	Très lâche	Lâche	Moyenne
Sol "non cohésif"			
Sol fin	26-28	28-30	30-34
Sol moyen	27-28	30-32	32-36
Sol grossier	28-30	30-34	33-40

ϕ'°	K_a
28	0.36
30	0.33
32	0.31
34	0.28



Pour le cas (1), prenons $\phi' = 30^\circ$

$$P_A = 115 \times \frac{1}{2} \times 12^2 \times 0,33 = 2732 \text{ \#/pi (40 kN/m)}$$

$$\sigma_h = 115 \times 12 \times 0,33 = 455 \text{ \#/pi}^2 (21,8 \text{ kPa})$$

$$h = 8' (2,44 \text{ m})$$

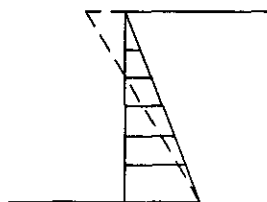
2. Commentaires sur le cas 1)

Cette distribution des pressions est sécuritaire pour les conditions d'excavation (sol drainé) et la nature des sols (sols légèrement cohésifs, sols granulaires le plus souvent grossiers) anticipés sur le territoire de la Ville. Toutefois, elle ne correspond sans doute pas à la réalité; la contrainte horizontale σ_h serait en réalité moins élevée à la base et la distribution plus uniforme en fonction de la profondeur.

3. Réduction de la poussée due à la cohésion

Il y aura toujours une cohésion minimale dans le sol sur lequel on ne peut compter qu'à court terme (ce qui est le cas), les seules exceptions seront les "sables" lâches ou très lâches, saturés; ces sols peuvent être rencontrés localement dans l'est du territoire, mais pas sur la pleine hauteur de l'excavation. Une façon de tenir compte de l'effet stabilisateur de la cohésion est de décaler le diagramme de pression (Bowles p487):

$$\sigma_h = \gamma z K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

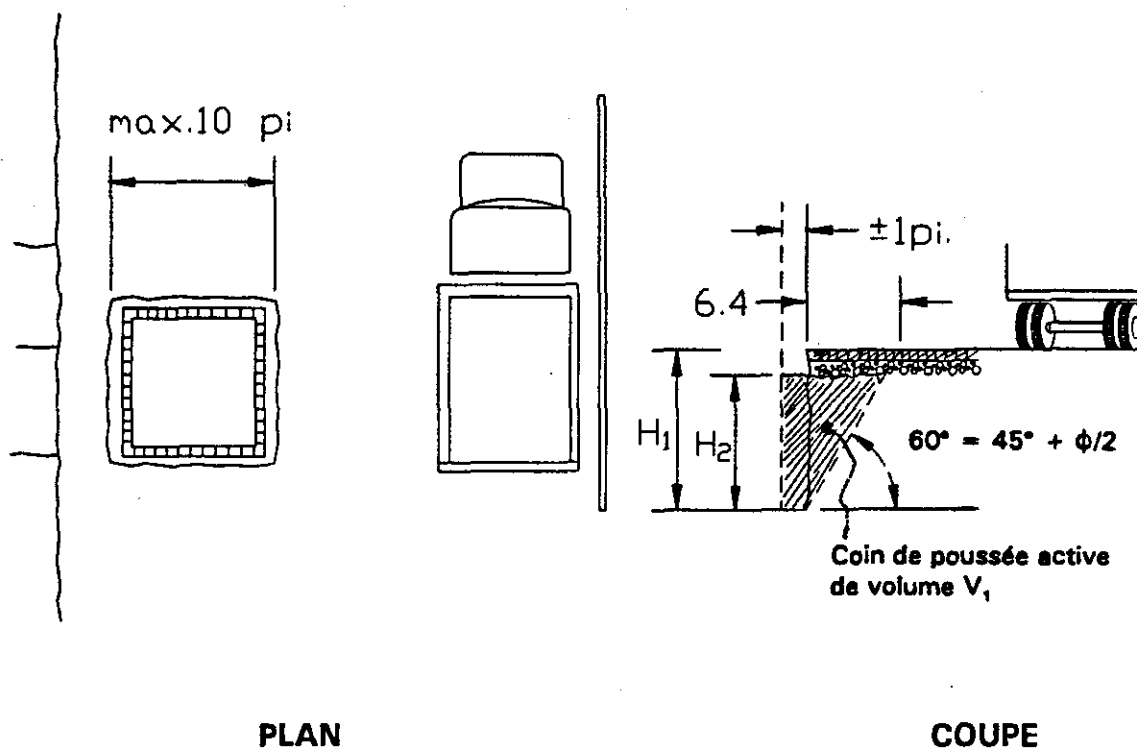


Pour c \approx 5 à 10 kPa
 \approx 7 kPa (145 #/pi²)
 σ_h \approx 335 - 215 #/pi²

La réduction est de l'ordre de 25 %.

4. Mécanisme de rupture

Lorsqu'il y a affaissement d'une paroi, l'espace libre entre le blindage et la paroi de l'excavation a pour effet de diminuer la poussée du sol. À l'instant où le sol vient en contact avec le blindage, sa résistance est déjà complètement mobilisée (c'est l'état de poussée active). De plus, l'expérience montre que la hauteur de sol réellement en contact avec le blindage sera moindre que la profondeur maximale de l'excavation, soit 12 pieds.



Le volume maximum de sol déplacé correspond au coin de poussée active :

$$V_1 = H_1^2 \frac{(\operatorname{tg}30^\circ)}{2}$$

Pour $H_1 = 12$ pi., $V_1 = 41,6$ pi³.

Après rupture, le volume du sol déplacé s'exprime :

$$V_2 = H_2 \times 1 + \frac{H_2^2 (\operatorname{tg}30^\circ)}{2} = V_1$$

En résolvant l'équation, on obtient la hauteur réelle de sol exerçant une poussée sur le blindage :

$$H_2 \approx 10,5 \text{ pi.}$$

En pratique, on peut retenir l'hypothèse que la hauteur du sol qui exercera une poussée sur le blindage n'excédera pas 11 pieds pour une excavation de 12 pieds de profondeur. La poussée maximale du sol au bas du blindage et de la résultante de la poussée seront réduites en proportion. Comparativement au cas 1), ces réductions sont les suivantes :

$$\begin{aligned}\sigma_h &= 417 \text{ lb/pi}^2, \text{ soit une réduction de } 9 \% \\ P_s &= 2296 \text{ lb/pi}, \text{ soit une réduction de } 16 \%\end{aligned}$$

5. Réduction de la poussée due à l'effet de confinement

D'autre part, les poussées du sol estimées résultent d'une analyse bidimensionnelle du problème. En réalité, le fait que les dimensions en plan des excavations n'excéderont jamais 10 pieds de longueur par 10 pieds de largeur, contribuera à réduire la poussée des sols sur le blindage, en comparaison avec une paroi d'excavation qui serait beaucoup plus longue que profonde. Cette réduction qui résulte d'un effet de confinement est non négligeable. D'une façon sécuritaire, on peut l'estimer à environ 10 à 15% pour des excavations ayant ces dimensions.

6. Conclusion

- Bien qu'il y aura toujours à court terme, et pour une excavation relativement peu profonde, une réduction de la poussée réelle des terres due à la cohésion du sol, on ne peut pas compter dans tous les cas sur une réduction de l'ordre de 25 % tel qu'estimé.
- Il est certain que l'excavation sera toujours plus large que l'étalement. Il est par conséquent raisonnable que pour une excavation d'une profondeur maximale de 12 pieds (3,7 m), la hauteur maximale du sol qui exerce une poussée sur la paroi soit de 11 pieds (3,35 m).
- De plus, considérant les effets stabilisateurs dus au confinement et à la cohésion, il est réaliste de supposer que la poussée maximale au bas de l'excavation sera diminuée d'au moins 15% comparativement à la poussée de Coulomb calculée pour le cas 1).

Martin Tremblay, ing., M.Sc.A.
Laboratoire de la Ville de Montréal

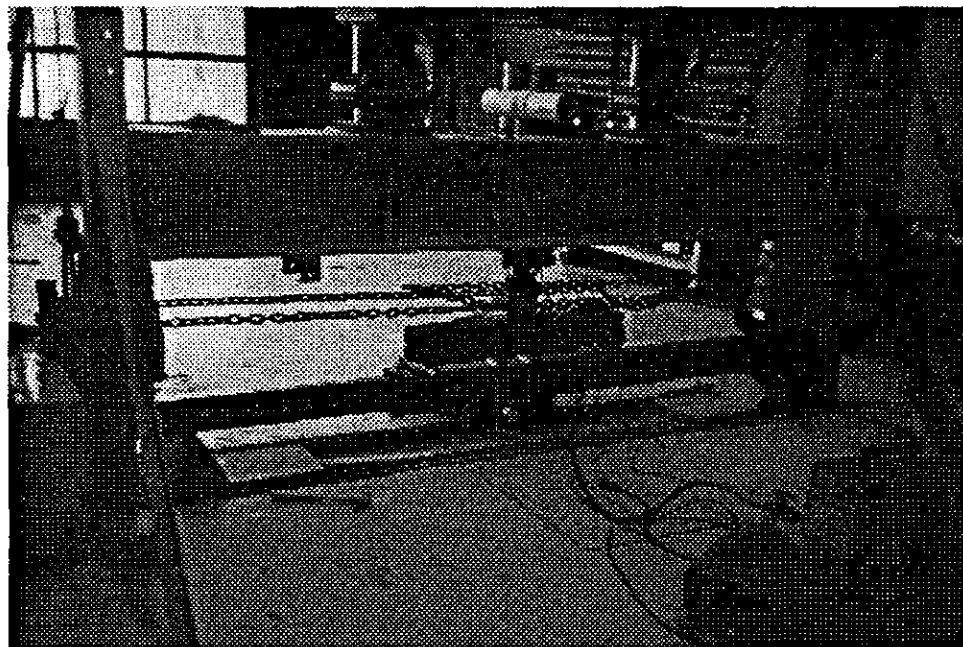
ANNEXE 2

**ESSAIS DE CHARGEMENT D'UNE MOISE AU LABORATOIRE
DE LA VILLE DE MONTRÉAL**

14 décembre 1995

Essais sur les moises du bas du prototype VM2

Les essais de résistance à la flexion sur les moises du bas du prototype VM2 ont été réalisés le 14 décembre 1995 au laboratoire de la Ville de Montréal. Deux charges égales sont appliquées à un tiers et à deux tiers de la portée de la moise. La photo 1 illustre une vue d'ensemble du banc d'essai.



La figure 1 illustre la modélisation des essais de chargement à la flexion des moises du bas du prototype VM2

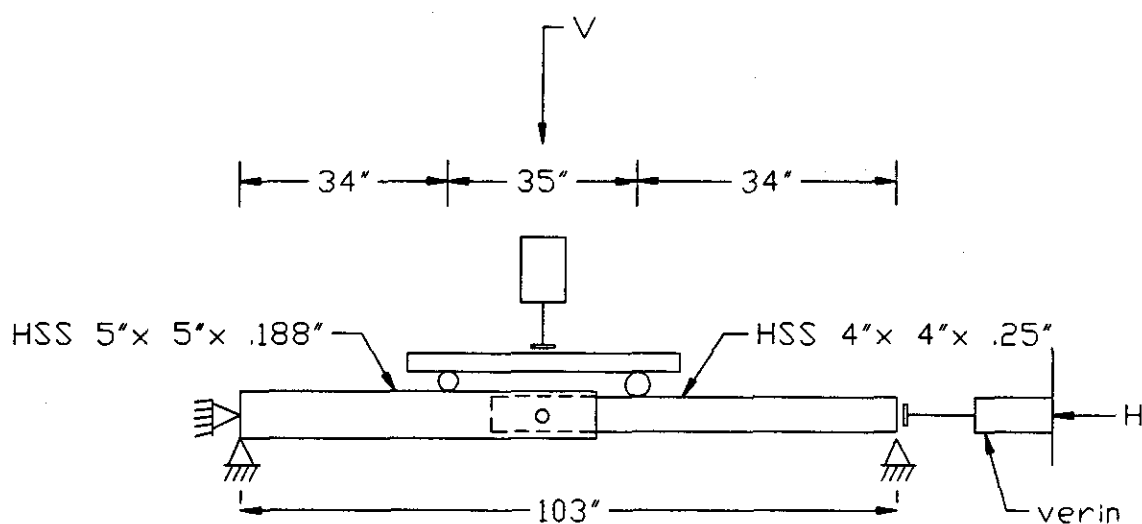


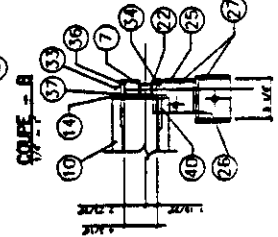
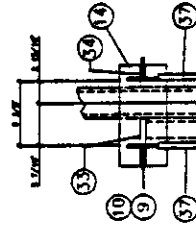
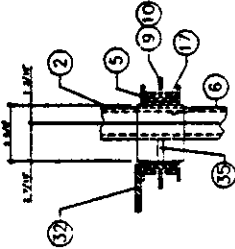
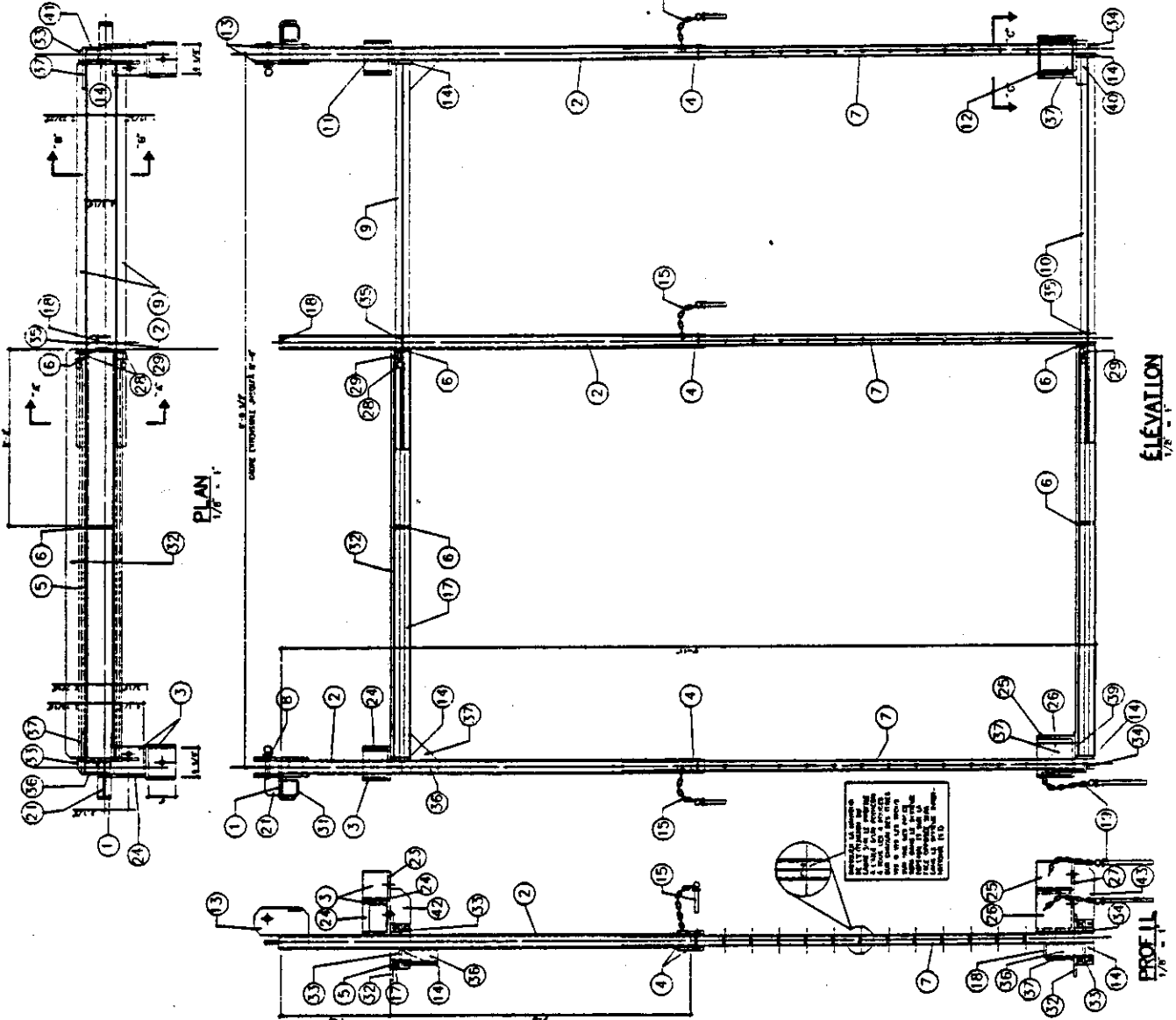
Figure 1 - Chargement à la flexion de la moise du bas.

Résultats des essais

Chargement 1	V = 10 000#, H = 0 (chargement pour laisser se placer les membrures)
Chargement 2	V = de 10 Kips à 18 Kips, H = 0
Chargement 3	retour à V = de 10 Kips, ($\Delta_{\text{résiduel}} = 6.3 \text{ mm}$)
Chargement 4	V = de 10 Kips à 18 Kips, H = de 0 à 10 Kips (on retourne au point que 2)
Chargement 5	retour à V = 10 Kips, et H = 10 Kips
Chargement 6	V = de 10 Kips à 23.5 Kips, et H = de 10 à 14 Kips On a alors $M = 1,5 M_{\text{de service}}$ et $H = 1.5 H_{\text{de service}}$; il y a une phase de plastification, mais seulement causée par le boulon qui relie les deux tubes.
Chargement 7	V = de 10 Kips à 23.5 Kips, H = 0
Chargement 8	on refait V = de 10 Kips à 23.5 Kips H = 0

ANNEXE 3
PLANS DU VM2

PLAN VM2



NUM	QTE	LISTE DE MATIÈRE	UNITÉ
1	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
2	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
3	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
4	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
5	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
6	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
7	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
8	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
9	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
10	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
11	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
12	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
13	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
14	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
15	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
16	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
17	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
18	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
19	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
20	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
21	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
22	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
23	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
24	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
25	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
26	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
27	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
28	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
29	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
30	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
31	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
32	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
33	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
34	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
35	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
36	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
37	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
38	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
39	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
40	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE
41	1	CHÂSSIS EN ALU 2024 T3	PIÈCE

- IMPORTANT
- 1 ENSEMBLE COMPREND
 - 2 CADRES AVEC TIRERS
 - 3 CADRES SANS TIRERS
 - 4 FORTS LA POINTE DU NAUF
 - 6 FORTS LA POINTE DU BAS

L.R.S.T.
VILLE DE MONTRÉAL



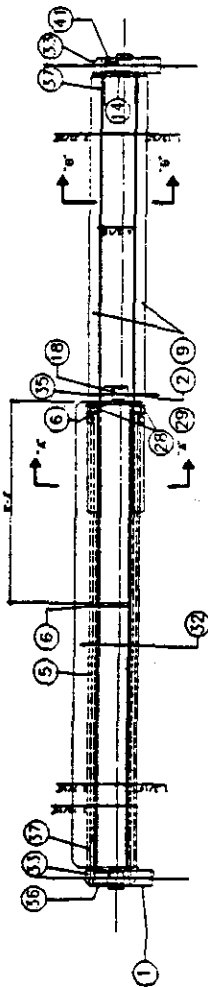
PROJET: ...
VILLE DE MONTRÉAL
CHÂSSIS EN ALU 2024 T3
PROFONDEUR DE MONTRE DE 12"-6"
ASSURANCE CADRE AVEC EXTRAITS
(LIGNE EXTENSIBLE, REPORTS 8-17)



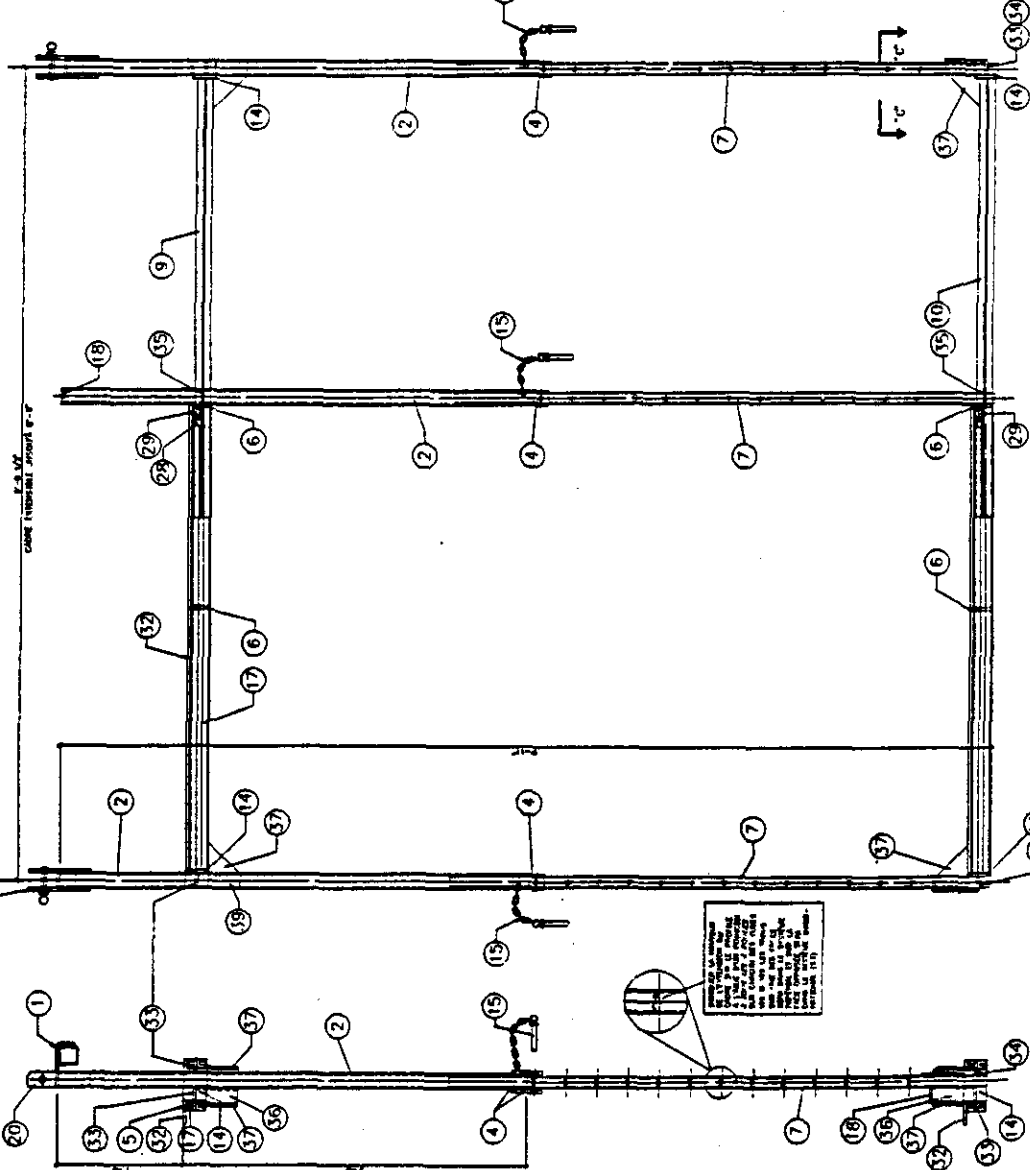
ELEVATION 1/8"

PROFIL 1/8"

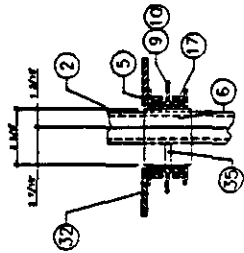
PLAN VM2



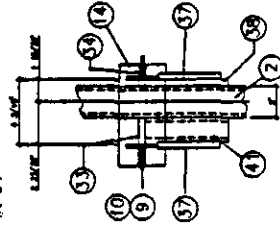
PLAN
1/8" = 1"



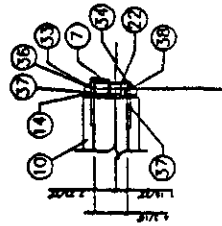
ELEVATION
1/8" = 1"



COUPE - A
1/8" = 1"



COUPE - B
1/8" = 1"



COUPE - C
1/8" = 1"

NO	QTE	LISTE DE MATIÈRES	UNITÉ
1	1	...	...
2	1	...	...
3	1	...	...
4	1	...	...
5	1	...	...
6	1	...	...
7	1	...	...
8	1	...	...
9	1	...	...
10	1	...	...
11	1	...	...
12	1	...	...
13	1	...	...
14	1	...	...
15	1	...	...
16	1	...	...
17	1	...	...
18	1	...	...
19	1	...	...
20	1	...	...
21	1	...	...
22	1	...	...
23	1	...	...
24	1	...	...
25	1	...	...
26	1	...	...
27	1	...	...
28	1	...	...
29	1	...	...
30	1	...	...
31	1	...	...
32	1	...	...
33	1	...	...
34	1	...	...
35	1	...	...
36	1	...	...
37	1	...	...
38	1	...	...
39	1	...	...
40	1	...	...
41	1	...	...

1 ENSEMBLE COMPREND:
2 CAMES
3 CAMES
4 FOS
5 FOS
6 FOS
7 FOS
8 FOS
9 FOS
10 FOS
11 FOS
12 FOS
13 FOS
14 FOS
15 FOS
16 FOS
17 FOS
18 FOS
19 FOS
20 FOS
21 FOS
22 FOS
23 FOS
24 FOS
25 FOS
26 FOS
27 FOS
28 FOS
29 FOS
30 FOS
31 FOS
32 FOS
33 FOS
34 FOS
35 FOS
36 FOS
37 FOS
38 FOS
39 FOS
40 FOS
41 FOS

L.R.S.B.T.
VILLE DE MONTRÉAL

MAIRIE-NAIRIE DUGRE

VILLE DE MONTRÉAL
CONSEIL DES TRAVAUX
CHÔR EXTÉRIEUR "VM-2"
PROFONDEUR DE MARS DE 12"-6"
ASSURANCE CAUSE DANS CROCHET
(TABLE EXTÉRIEUR 1200x1200)

Échelle: 1/8" = 1"
S.2A



PLAN VM2

REF.	DES.	LISTE DE MATERIEL
1	1	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
2	2	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
3	3	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
4	4	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
5	5	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
6	6	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
7	7	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
8	8	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
9	9	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
10	10	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
11	11	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
12	12	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
13	13	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
14	14	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
15	15	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
16	16	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
17	17	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
18	18	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
19	19	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
20	20	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
21	21	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
22	22	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
23	23	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
24	24	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
25	25	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
26	26	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
27	27	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
28	28	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
29	29	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
30	30	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
31	31	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
32	32	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
33	33	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
34	34	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
35	35	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
36	36	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
37	37	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
38	38	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
39	39	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
40	40	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
41	41	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
42	42	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
43	43	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
44	44	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
45	45	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
46	46	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
47	47	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
48	48	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
49	49	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
50	50	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
51	51	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
52	52	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
53	53	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
54	54	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
55	55	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
56	56	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
57	57	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
58	58	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
59	59	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
60	60	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
61	61	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
62	62	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
63	63	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
64	64	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
65	65	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
66	66	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
67	67	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
68	68	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
69	69	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
70	70	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
71	71	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
72	72	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
73	73	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
74	74	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
75	75	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
76	76	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
77	77	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
78	78	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
79	79	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
80	80	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
81	81	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
82	82	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
83	83	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
84	84	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
85	85	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
86	86	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
87	87	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
88	88	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
89	89	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
90	90	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
91	91	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
92	92	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
93	93	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
94	94	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
95	95	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
96	96	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
97	97	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
98	98	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
99	99	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"
100	100	PLAQUE ALUMINUM 10' x 10' x 1/8"

1 ENSEMBLE COMPRENDRE
 2 CARRÉS AVEC CRIERES
 3 CARRÉS AVEC CRIERES
 4 FOIS LA POUSSE DU HAUT
 5 FOIS LA POUSSE DU BAS

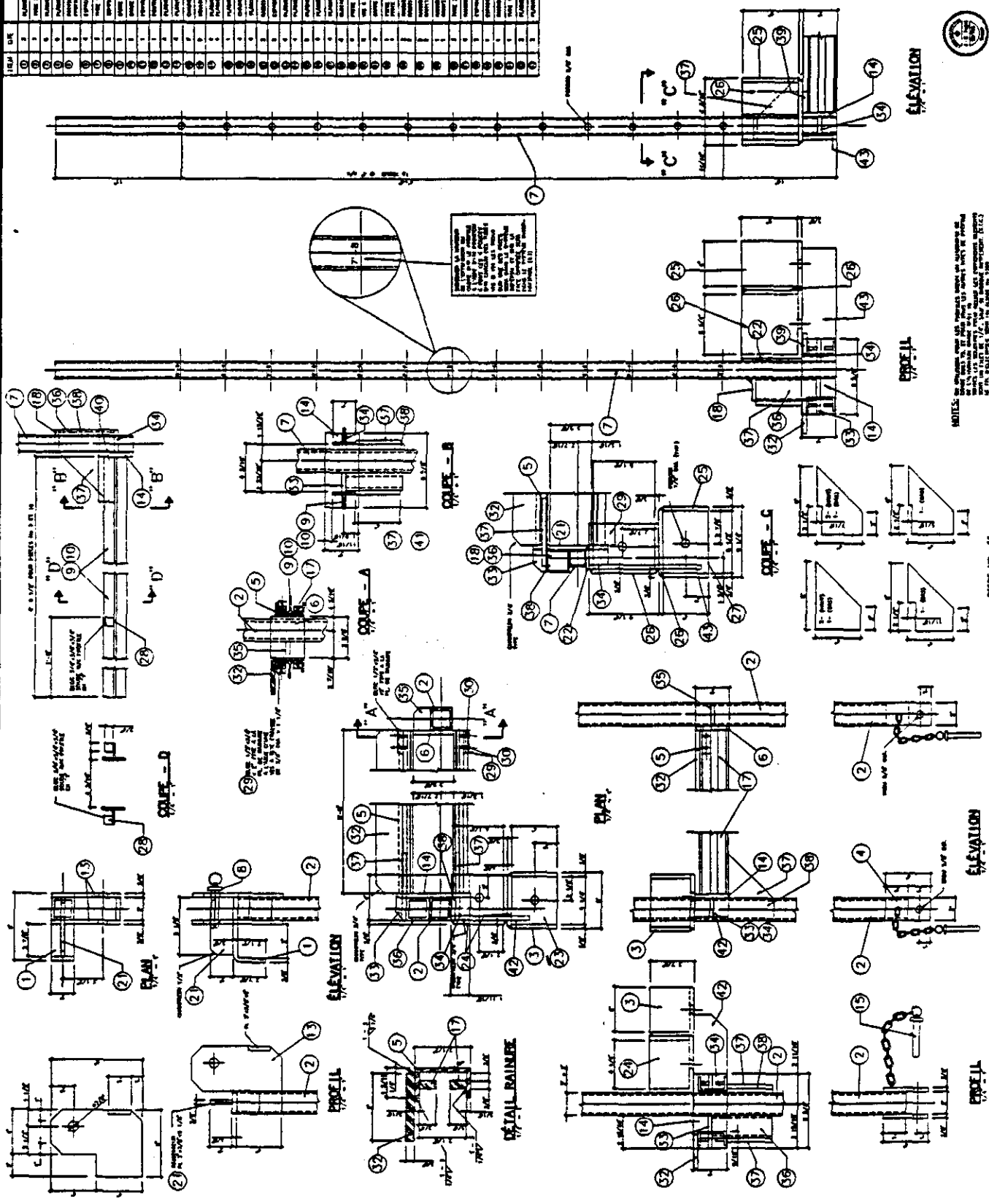
IR.S.S.T.
 VILLE DE MONTREAL

PROJET: ...

PROFESSEUR DE NOMS DE 12-08
 (CARRÉ EXTENSIBLE, ANNEE 8-87)

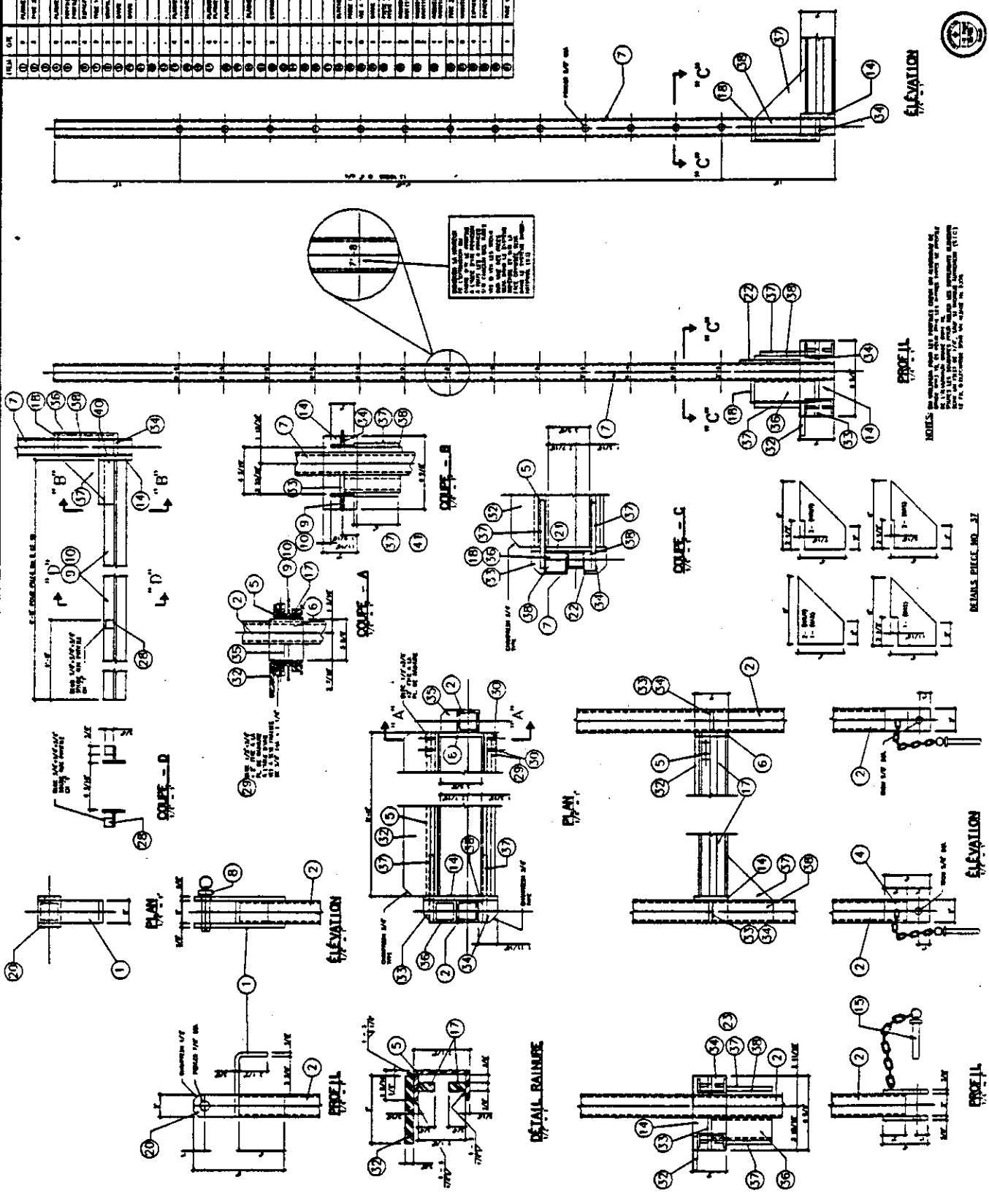
Page: ...

Scale: 1/4" = 1'-0"



NOTES: ...

PLAN VM2



LISTE DE MATERIEL

AREA	DES	QUANTITE	REMARQUES
1	1	1	...
2	2	1	...
3	3	1	...
4	4	1	...
5	5	1	...
6	6	1	...
7	7	1	...
8	8	1	...
9	9	1	...
10	10	1	...
11	11	1	...
12	12	1	...
13	13	1	...
14	14	1	...
15	15	1	...
16	16	1	...
17	17	1	...
18	18	1	...
19	19	1	...
20	20	1	...
21	21	1	...
22	22	1	...
23	23	1	...
24	24	1	...
25	25	1	...
26	26	1	...
27	27	1	...
28	28	1	...
29	29	1	...
30	30	1	...
31	31	1	...
32	32	1	...
33	33	1	...
34	34	1	...
35	35	1	...
36	36	1	...
37	37	1	...
38	38	1	...
39	39	1	...
40	40	1	...

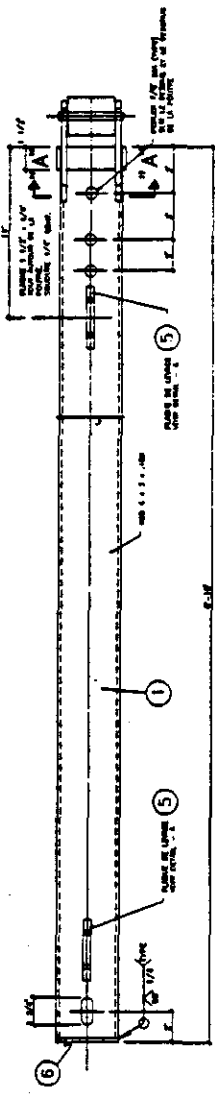
IR.S.S.T.
VILLE DE MONTREAL

MATERIALS
1 DISCOURS COMPREND
2 CARRÉS AVEC ENTRETS
3 CARRÉS SANS ENTRETS
4 FOUS LA POINTE DU BAS

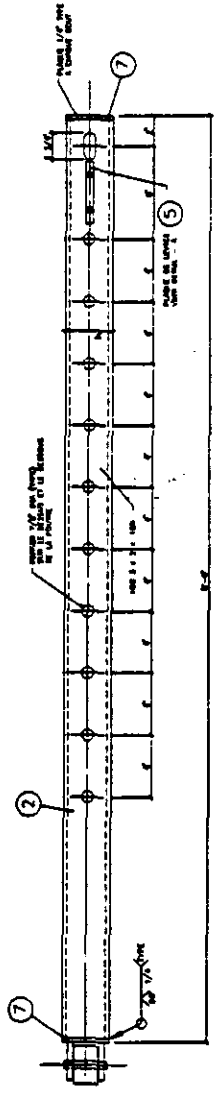
DRUGRE
PROFONDEUR DE TRAVAUX DE 10'-0"
APPAREIL CHARI SANS ENTRETS
(SANS DIRECTION SANS 5-7)

DETAILS DRECE NO. 37

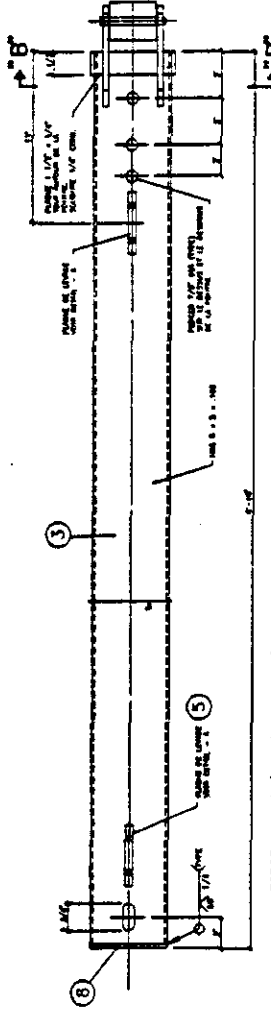
PLAN VM2



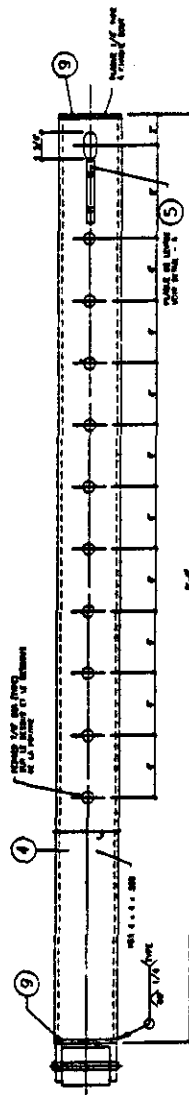
PIECE No. 11 (PARTIE FEMELLE)



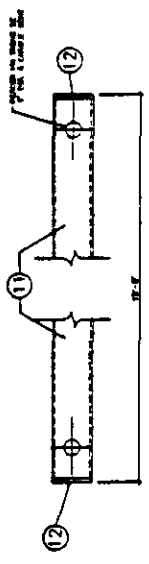
PIECE No. 11 (PARTIE MÂLE)



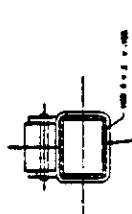
PIECE No. 12 (PARTIE FEMELLE)



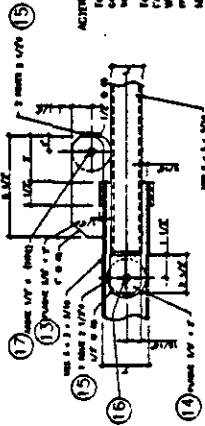
PIECE No. 12 (PARTIE MÂLE)



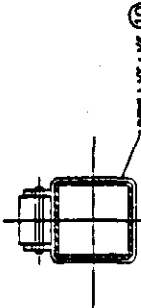
PIECE No. 31



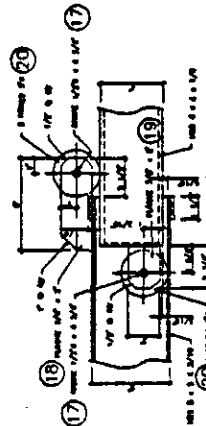
COUPE A-A



DÉTAIL SYSTÈME DE ROULEMENT POUR LE HAUT



COUPE B-B



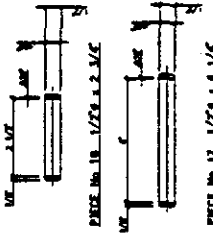
DÉTAIL SYSTÈME DE ROULEMENT POUR LE BAS

DATE	DESCRIPTION
10/11/70	10/11/70
11/11/70	11/11/70
12/11/70	12/11/70
13/11/70	13/11/70
14/11/70	14/11/70
15/11/70	15/11/70
16/11/70	16/11/70
17/11/70	17/11/70
18/11/70	18/11/70
19/11/70	19/11/70
20/11/70	20/11/70
21/11/70	21/11/70
22/11/70	22/11/70
23/11/70	23/11/70
24/11/70	24/11/70
25/11/70	25/11/70
26/11/70	26/11/70
27/11/70	27/11/70
28/11/70	28/11/70
29/11/70	29/11/70
30/11/70	30/11/70

NOTER: Tous l'acier de structure fourni pour ce projet doit être conforme à la norme de l'ACHARÉ G63314, Niveau 300W, tout l'acier (Niveau 300W, classe 60).

Tous les boulons doivent être conformes à la norme de l'ACHARÉ S35 "United Steel Construction" (Detail-Arc) ou équivalent pour un autre membre de Canadian Welding Bureau.

Monter toutes les armatures afin de permettre un bon écoulement des profils l'un vers l'autre.



1	ACHARÉ	US 300	300W
2	ACHARÉ	S35	US Steel
3	ACHARÉ	US Steel	US Steel
4	ACHARÉ	US Steel	US Steel
5	ACHARÉ	US Steel	US Steel
6	ACHARÉ	US Steel	US Steel
7	ACHARÉ	US Steel	US Steel
8	ACHARÉ	US Steel	US Steel
9	ACHARÉ	US Steel	US Steel
10	ACHARÉ	US Steel	US Steel
11	ACHARÉ	US Steel	US Steel
12	ACHARÉ	US Steel	US Steel
13	ACHARÉ	US Steel	US Steel
14	ACHARÉ	US Steel	US Steel
15	ACHARÉ	US Steel	US Steel
16	ACHARÉ	US Steel	US Steel
17	ACHARÉ	US Steel	US Steel
18	ACHARÉ	US Steel	US Steel
19	ACHARÉ	US Steel	US Steel
20	ACHARÉ	US Steel	US Steel
21	ACHARÉ	US Steel	US Steel
22	ACHARÉ	US Steel	US Steel
23	ACHARÉ	US Steel	US Steel
24	ACHARÉ	US Steel	US Steel
25	ACHARÉ	US Steel	US Steel
26	ACHARÉ	US Steel	US Steel
27	ACHARÉ	US Steel	US Steel
28	ACHARÉ	US Steel	US Steel
29	ACHARÉ	US Steel	US Steel
30	ACHARÉ	US Steel	US Steel

I. R. S. S. T.

VILLE DE MONTREAL

PROJET: DUGRE

VILLE DE MONTREAL

PROJET: DUGRE

VILLE DE MONTREAL

PROJET: DUGRE

VILLE DE MONTREAL

PROJET: DUGRE

A4.1**ANNEXE 4****DESSINS DES PROCÉDURES D'INSTALLATION DU VM2**

Code de microfilm		Phases du microfilm		Dessins		Annotés	
REV.	MOTIF	DATE OCCURRENCE	DATE LECTURE	PAS			

JEAN-MARC DUGRE

1988, Kennedy and
Beck Forest, Co.
Tel. (514) 941-0800
PROJECTIONS Fax (514) 941-0810

Travail par
Yves Desrosiers
M. TREMBLAY Ing. S. GAGÉLIN Ing.

SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
DIVISION LABORATOIRE
SECURITE - ETANÇONNEMENT

DATE : NOVEMBRE 1986

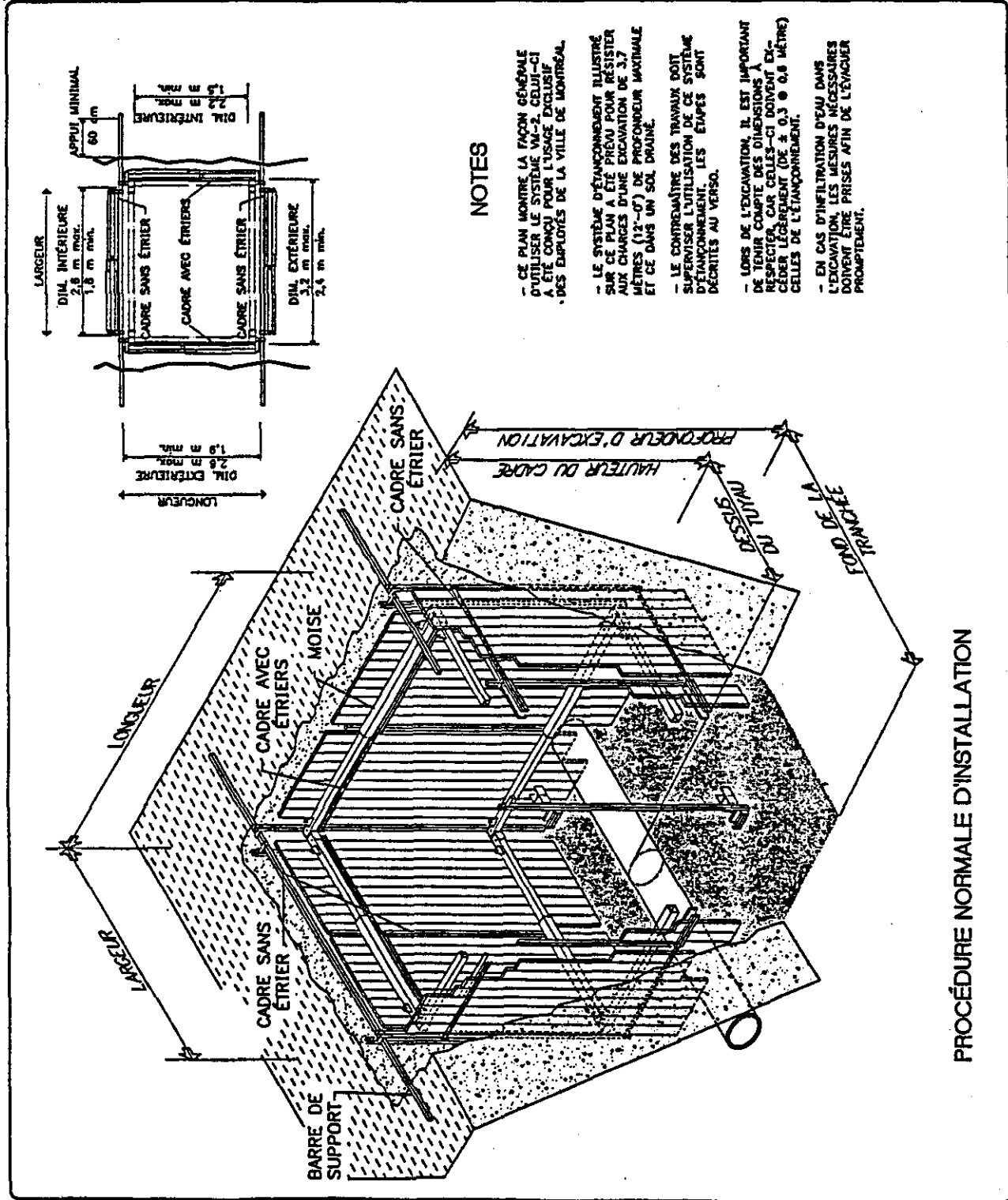
OBJET
ETANÇONNEMENT DES EXCAVATIONS

TITRE
SYSTÈME VM-2
PROFONDEUR N'EXCÉDANT PAS
3,7 m (12')

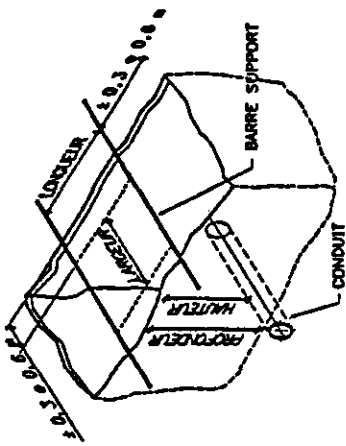
I. R. S. S. T.

VILLE DE MONTREAL
SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

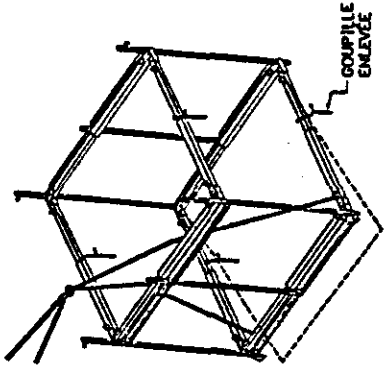
Microfilm entretenu	Dessiné par
Code de microfilm	P.I.D.T. 9208



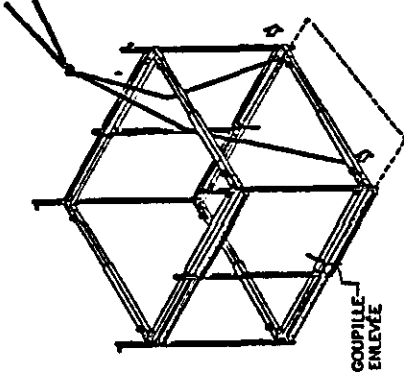
- 1 PLACER LES DEUX BARRES DE SUPPORT PERPENDICULAIREMENT À L'EXCAVATION, ELLES SERONT ESPACÉES DE LA LONGUEUR DU TROU MOINS 0,6m (2-0 1/2 LONGUEUR MAXIMUM 2,4 m (8'-0"))
- 2 PRENDRE LES MESURES DE L'EXCAVATION (VOIR DIMENSIONS PERMISES AU RECTO)
 HAUTEUR = DISTANCE ENTRE DESSUS DU CONDUIT ET DESSUS DU PAVAGE
 LONGUEUR = DISTANCE ENTRE LES BARRES DE SUPPORT
 LARGEUR = DISTANCE PARALLÈLE AUX BARRES DE SUPPORT
 PROFONDEUR = PROFONDEUR DE L'EXCAVATION MAXIMUM 3,7 m (12'-0")



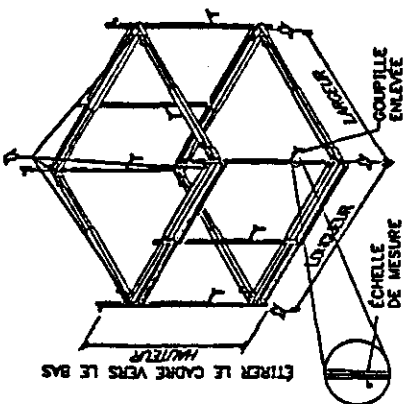
- 3 SOULEVER L'ASSEMBLAGE D'UN CÔTÉ À L'AIDE DE L'APPAREIL DE LEVAGE, PAR LA POUTRE DU BAS ET ALLONGER JUSQU'À LA DIMENSION VOULUE.



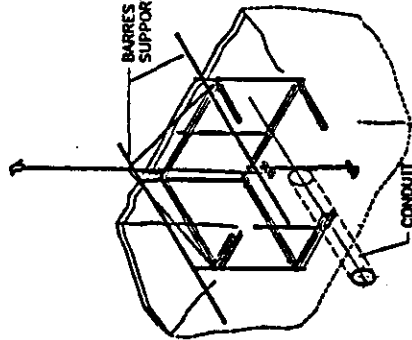
- 4 SOULEVER L'ASSEMBLAGE DE L'AUTRE CÔTÉ À L'AIDE DE L'APPAREIL DE LEVAGE, PAR LA POUTRE DU BAS ET ALLONGER JUSQU'À LA DIMENSION VOULUE.



- 5 SOULEVER L'ASSEMBLAGE PAR LES MOISES DU HAUT POUR AJUSTER LA HAUTEUR. L'ÉCHELLE DE MESURE INDIQUE LA PROFONDEUR DE LA MOISE DU BAS.

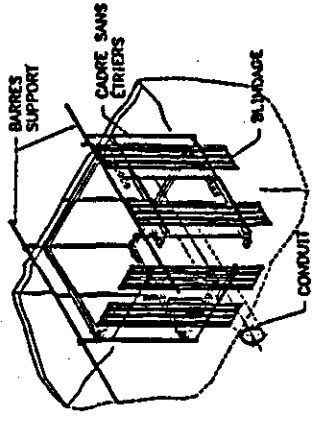


- 6 SOULEVER L'ASSEMBLAGE ET LE SUSPENDRE AUX BARRES DE SUPPORT.



- 7 AJUSTER LES CADRES SANS ÉTRIER À LA LONGUEUR ET À LA HAUTEUR REQUISE ET LES SUSPENDRE AUX BARRES DE SUPPORT.

- 8 INSÉRER LES PIÈCES DE BLINDAGE DANS LES CADRES SUR LE POURTOUR DE L'EXCAVATION.



PROCÉDURE NORMALE D'INSTALLATION

Plan de révisions

REV	DATE	DESCRIPTION	INITIALES

JEAN-MARC DUGRE

1982, Kennedy and
 Park Road,
 Tel (514) 844-0000
 FRS-1578-88 Fax (514) 844-0010

Verifié par
 M. TREMBLAY Inc. S. GAGELIN Ing.
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
 DIVISION LABORATOIRE - SECURITE-EMERGENCY

DATE NOVEMBRE 1996

Objet ÉTANCHÉMENT DES EXCAVATIONS

Titre SYSTÈME VM-2
 PROFONDEUR N'EXCÉDANT PAS
 3,7 m (12')

I. R. S. S. T.

VILLE DE MONTREAL
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

Intervenant autorisé
 Branch de P.I.D.T. 9208

Planche de référence		Division		Annexe	
REV.	UNITÉ	PROFONDEUR	PROFONDEUR	PROFONDEUR	PROFONDEUR

JEAN-MARC DUGRE
 6814, Stanley road
 Mont Tremblay, Qc
 Tel (514) 964-0808
 Télécopieur Fax (514) 964-9818

Verifié par
(Signature)
 M. TREMBLAY Ing.
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
 DIVISION LABORATOIRE
 SÉCURITÉ-CANONNEMENT

DATE NOVEMBRE 1996

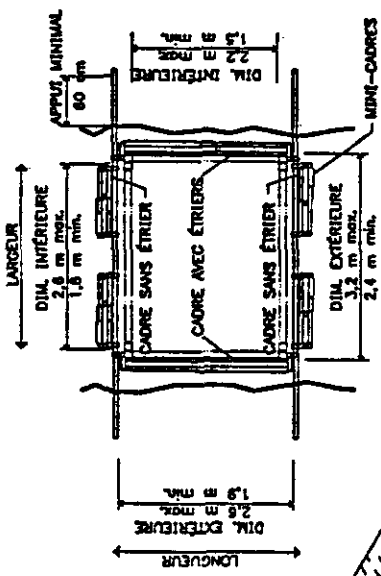
Objet
 ÉTANCONNEMENT DES EXCAVATIONS

Titre
 SYSTÈME VM-2
 PROFONDEUR N'EXCÉDANT PAS
 3,7 m (12')
 INSTALLATION AVEC ENTRAVE

I. R. S. S. T.

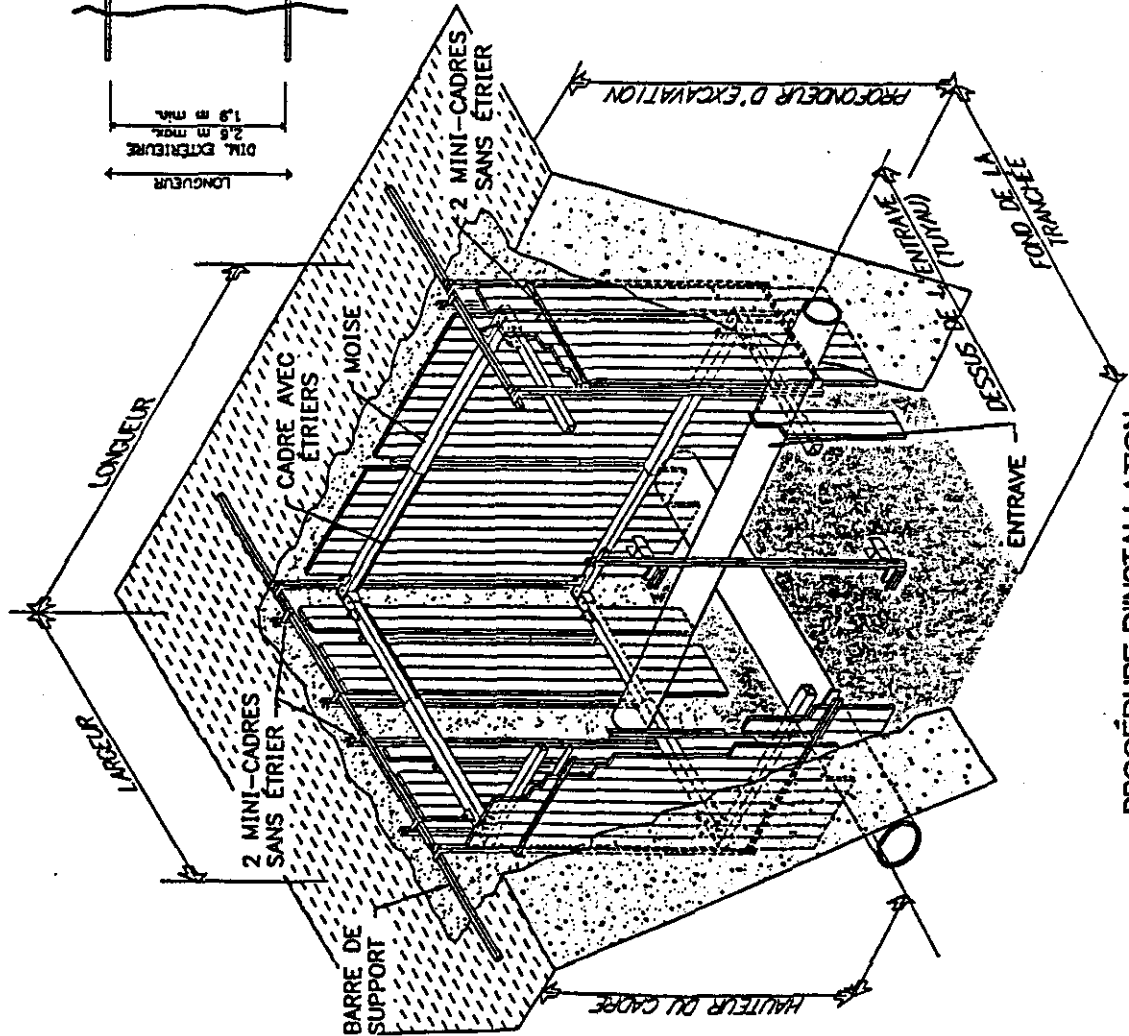
VILLE DE MONTREAL
 SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

Matériau utilisé	Bois de charbon
Planche de référence	P.I.D.T. 9209



NOTES

- CE PLAN MONTRÉ LA FAÇON GÉNÉRALE D'UTILISER LE SYSTÈME VM-2. CELUI-CI A ÉTÉ CONÇU POUR L'USAGE EXCLUSIF DES EMPLOYÉS DE LA VILLE DE MONTREAL.
- LE SYSTÈME D'ÉTANCONNEMENT ILLUSTRÉ SUR CE PLAN A ÉTÉ PRÉVU POUR RÉSISTER AUX CHARGES D'UNE EXCAVATION DE 3,7 MÈTRES (12'-0") DE PROFONDEUR MAXIMALE ET CE DANS UN SOL DRAÛNE.
- LE CONTRÔLEUR DES TRAVAUX DOIT SUPERVISER L'UTILISATION DE CE SYSTÈME D'ÉTANCONNEMENT. LES ÉTAPES SONT DÉCRITES AU VERSO.
- LORS DE L'EXCAVATION, IL EST IMPORTANT DE TENIR COMPTE DES DIMENSIONS À RESPECTER CAR CELLES-CI DOIVENT ÊTRE CÉLÈRES LÉGÈREMENT (DE ± 0,3 à 0,6 MÈTRE) CELLES DE L'ÉTANCONNEMENT.
- EN CAS D'INFILTRATION D'EAU DANS L'EXCAVATION, LES MESURES NÉCESSAIRES DOIVENT ÊTRE PRISES AFIN DE L'ARRÊTER PROMPTEMENT.



PROCÉDURE D'INSTALLATION AVEC ENTRAVE

Photo de référence		Divisions		Années	
REC:	MOTIF	DATE	PROJET	DATE	PROJET

JEAN-MARC DUGRE
PROFESSEUR

1000, Kennedy and
St. Laurent, St.
Tel: (514) 941-0888
Fax: (514) 941-0810

Vente par
Yves Desrosiers
M. TREMBLAY Ing.
S. CHARLAIN Ing.
SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS
DIVISION LABORATOIRE
SECURITE-ETANCHEMENT

DATE: **NOVEMBRE 1996**

Objet: **ETANCHEMENT DES EXCAVATIONS**

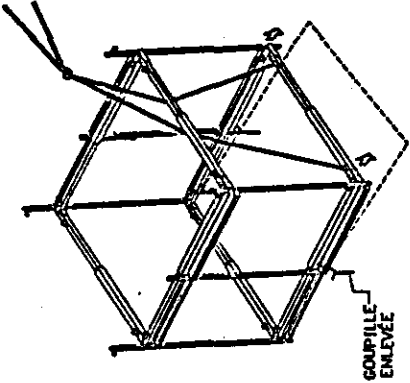
Titre: **SYSTEME VM-2
PROFONDEUR N'EXCEDANT PAS
3,7 m (12')
INSTALLATION AVEC ENTRAVE**

I. R. S. S. T.

VILLE DE MONTREAL
SERVICE DES TRAVAUX PUBLICS

Matériau utilisé	Quantité
	P.I.D.T. 9209

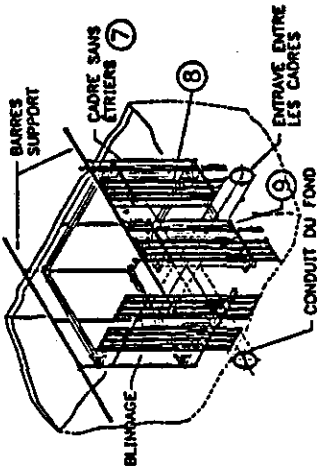
4 SOULEVER L'ASSEMBLAGE DE L'AUTRE CÔTÉ À L'AIDE DE L'APPAREIL DE LEVAGE, PAR LA POUTRE DU BAS ET ALLONGER JUSQU'À LA DIMENSION VOULUE.



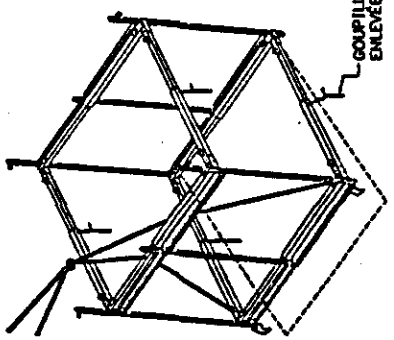
8 AJUSTER LES MINI-CADRES SANS ÉTRIER À LA LONGUEUR ET À LA HAUTEUR REQUISE ET LES SUSPENDRE AUX BARRES DE SUPPORT.

9 INSÉRER LES PIÈCES DE BLINDAGE DANS LES CADRES SUR LE POURTOUR DE L'EXCAVATION.

10 REMETTRE EN PLACE LES MOISES INFÉRIEURES.

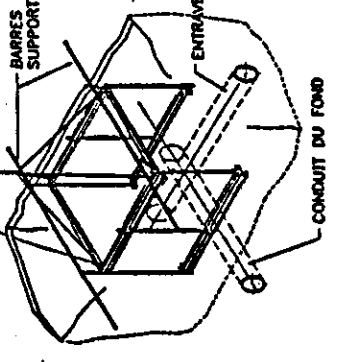


3 SOULEVER L'ASSEMBLAGE D'UN CÔTÉ À L'AIDE DE L'APPAREIL DE LEVAGE, PAR LA POUTRE DU BAS ET ALLONGER JUSQU'À LA DIMENSION VOULUE.



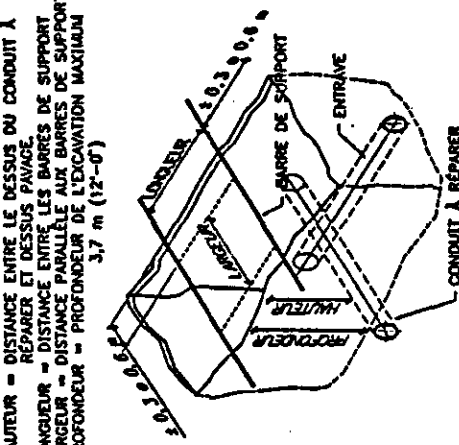
7 SOULEVER L'ASSEMBLAGE ET LE SUSPENDRE AUX BARRES DE SUPPORT.

POINT DE LEVAGE



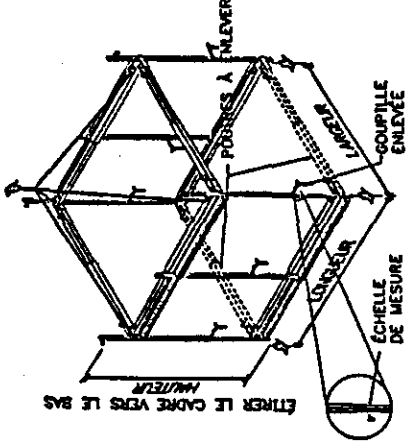
1 PLACER LES DEUX BARRES DE SUPPORT PERPENDICULAIREMENT À L'EXCAVATION, ELLES SERONT ESPACÉES DE LA LONGUEUR DU TROU MOINS 0,6m (2'-0") ; LONGUEUR MAXIMUM 2,4 m (8'-0")

2 PRENDRE LES MESURES DE L'EXCAVATION (VOIR DIMENSIONS PERMISES AU RECTO)
HAUTEUR = DISTANCE ENTRE LE DESSUS DU CONDUIT À RÉPARER ET DESSUS PAVAGE.
LONGUEUR = DISTANCE ENTRE LES BARRES DE SUPPORT
LARGEUR = DISTANCE PARALLÈLE AUX BARRES DE SUPPORT
PROFONDEUR = PROFONDEUR DE L'EXCAVATION MAXIMUM



5 SOULEVER L'ASSEMBLAGE PAR LES MOISES DU HAUT POUR AJUSTER LA HAUTEUR. L'ÉCHELLE DE MESURE INDIQUE LA PROFONDEUR DE LA MOISE DU BAS.

6 ENLEVER LES DEUX POUTRES DU BAS DU CÔTÉ OÙ IL N'Y A PAS DE CADRE.



PROCÉDURE D'INSTALLATION AVEC ENTRAVE