DEVIS SPECIAL
CONSTRUCTION DE REMBLAIS ROUTIERS
SUR SAVANES
PAR LA METHODE DE SURCHARGE

REÇU
TRANSPORTS
11 MARS 1975
DIRECTION DES POLITIQUES
& DÉVELOPPEMENT

CANQ
TR
GE
ST
104

470613

Ministère des Transports

Service des Sols & Matériaux

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
200, RUE DORCHESTER SUD, 7e
QUÉBEC (QUÉBEC)
G1K 5Z1

Devis spécial

Construction de remblais routiers

Sur savanes

Par la méthode de surcharge

Ministère des Transports
Centre de documentation
930, Chemin Ste-Foy
6e étage
Québec (Québec)
G1S 4X9

REÇU
CENTRE DE DOCUMENTATION
AOU 26 1980
TRANSPORTS QUÉBEC

Québec, octobre, 1974

QTRD

CANQ
TR
GE
ST
104
5/1
127

TABLE DES MATIERES

Section 1

Généralités

		Page
1.01	Introduction	1

Section 2

Cheminement des travaux

2.01	Etude théorique	2
2.02	Travaux préliminaires	2
2.03	Construction du remblai	3
2.04	Drainage	5

Section 3

Exigences & Limitations

3.01	Charges permissibles	6
3.02	Transport des matériaux	6
3.03	Construction hivernale	7
3.04	Compaction du remblai	8
3.05	Arrêt des travaux	9

Section 4

Instruments de contrôle

4.01	Indicateur de couche	10
4.02	Piézomètre	11
4.03	Plaque de tassement	13
4.04	Indicateur de déplacement latéral	14

Section 1

Généralités

1.01 Introduction

La méthode de construction recommandée, dite méthode de construction par surcharge, consiste à provoquer le tassement accéléré du dépôt organique, à l'aide d'une surépaisseur du remblai, en prenant soin d'éviter toute rupture par cisaillement du sol servant de fondation au remblai.

La faible capacité portante, caractéristique à ce type de dépôt, exige que l'érection du remblai se fasse suivant les différentes étapes prescrites à l'article 2.03 du présent devis. Ces différentes étapes permettront au dépôt organique de se consolider graduellement, permettant ainsi de diminuer les risques d'instabilité.

Le tassement accéléré du sol compressible obtenu à l'aide d'une charge supplémentaire permettra d'obtenir en quelques mois un tassement égal à celui qui ne serait obtenu qu'après plusieurs années, sans l'utilisation d'une telle méthode.

Enfin, cette méthode permet d'éliminer en majeure partie les fréquentes corrections de profils ou gauchissements de la surface de roulement après la mise en service de la route.

.../2

Section 2

Cheminement des travaux

2.01 Etude théorique

Une étude approfondie du sol sur place, et des calculs théoriques permettent de déterminer le profil de la route, la hauteur totale du remblai à construire ainsi que le tassement à prévoir durant l'érection du remblai.

Une analyse attentive des sondages permet de déterminer avec exactitude la position ainsi que la quantité d'instruments nécessaires au contrôle de la construction.

2.02 Travaux préliminaires

2.02.1 Déboisement

1) Déboiser le terrain en prenant soin de couper les arbustes et les arbres à moins de 6 pouces (15 cm) du sol en prenant soin de ne pas briser la croûte fibreuse constituée de végétation et de racines.

2) Nettoyer le terrain, les arbres et les branches étant transportés à l'extérieur de la savane.

3) Ne pas arracher les souches pour ne pas briser la croûte de surface.

4) Ne pas brûler les matériaux ou débris sur la savane, ce qui risquerait de détruire la croûte fibreuse créant des endroits de faible portance ou d'enflammer la savane, éliminant la possibilité de construire tel que prévu.

2.02.2 Installation des instruments de contrôle

Des instruments de contrôle seront installés par le Ministère des Transports afin de diriger le rythme et le mode de construction. Ils devront être posés au moins 2 semaines avant le début des travaux pour permettre la prise des lectures initiales et des points de références.

L'entrepreneur sera tenu responsable de tous bris ou dommages causés aux instruments de contrôle. La remise en état sera faite par ou en présence d'un technicien du Service des Sols et Matériaux et les coûts et salaires seront au frais de l'entrepreneur.

L'ingénieur résident, en collaboration avec un technicien du Service des Sols et Matériaux, s'occupera de la prise des lectures de tous les instruments de contrôle. Un journal résumant les opérations et les lectures devra être tenu.

2.03 Construction du remblai

Quand les lectures initiales ont été prises et ont été enregistrées, placer une première couche de matériel, soit un lit de sable ou de gravier fin (maximum 10% passant le tamis #200) directement sur la terre noire. Cette première couche aura une épaisseur maximum de 36 pouces (90 cm) et des indicateurs de couche devront être mis en place pour assurer cette exigence.

Une période d'attente régie par les instruments de contrôle sera nécessaire afin de permettre une consolidation partielle de la terre noire et aussi de permettre aux pressions interstitielles de se dissiper.

Par la suite, on pourra compléter le remblai jusqu'au niveau de la surcharge par couches successives de 12 pouces (30 cm). Dans certains cas spécifiques l'ingénieur résident pourra demander une épaisseur moindre.

Il faudra prévoir une période d'attente entre la pose de chacune des couches, laquelle sera régie par les instruments de contrôle.

La période d'attente normale, en jours, entre la pose de 2 couches peut être estimée à 2/3 n où n est l'épaisseur en pouces de la couche précédemment posée. Si le système métrique est utilisé, on peut estimer la période d'attente à 1/4 cm, ou cm est l'épaisseur en centimètres de la couche précédente.

La période d'attente avant l'excavation de la surcharge est déterminée par les instruments de contrôle. Cependant, en aucun cas, l'enlèvement de la surcharge ne se fera avant une période d'attente de 45 jours après la mise en place de celle-ci.

L'excavation de la surcharge et de la couche de remblai correspondant à l'épaisseur des fondations se fera en deux couches successives. L'on devra procéder à la pose des fondations dès que la surcharge sera enlevée.

Il est à noter que les pentes du remblai seront de l'ordre de 2:1 durant l'érection du remblai de façon que les pentes finales soient de l'ordre de 3:1 à 4:1 une fois le remblai complété.

2.04 Drainage

Lors de l'érection du remblai, si un ponceau temporaire s'avérait nécessaire, il serait préférable de le poser durant les premières phases de la construction. La mise en place de ce ponceau temporaire se fera normalement après la pose du coussin initial.

Si on a prévu des ponceaux permanents, il est suggéré de les installer immédiatement avant la pose des fondations.

Dû à la compressibilité des dépôts organiques, il est fortement recommandé de choisir un tuyau ondulé en acier galvanisé lequel peut subir une certaine déformation sans se rupturer.

En ce qui concerne les fossés longitudinaux, la distance minimale entre le haut intérieur du fossé et la base du remblai sera fixée à 20 pieds (6 mètres) pour une excavation de 3 pieds (1 mètre). Pour chaque pied (30 cm) supplémentaire d'excavation, on devra augmenter cette distance de 10 pieds (3 mètres).

Afin de ne pas affecter la stabilité de l'ouvrage ces fossés seront creusés après les travaux de chargement et avant l'enlèvement de la surcharge.

Section 3

Exigences & Limitations

3.01 Charges permissibles

Le poids maximum permis pour les camions chargés sera indiqué dans chacun des rapports, pour chaque savane concernée car ce dernier est fonction de la capacité portante, de l'épaisseur du remblai posé ainsi que du comportement probable de la terre noire.

Le poids total du tracteur ne devra jamais être supérieur à 25,000 livres (12,000 Kg).

3.02 Transport des matériaux

La distance à garder entre deux camions ou autres véhicules de poids équivalents devra toujours être supérieure à 100 pieds (30 mètres).

Les camions effectuant le transport devront tourner à environ 100 pieds (30 mètres) de l'extrémité du chargement afin que cette manoeuvre se fasse en un endroit qui a déjà acquis une certaine stabilité. Par la suite, le déchargement devra être fait à au moins 50 pieds (15 mètres) de l'extrémité du remblai.

Le transport devra être fait sur toute la largeur du remblai et on devra éviter les chemins préférentiels. Toutefois, il faudra toujours circuler à plus de 5 pieds du bord de la pente du remblai.

En terminant les travaux le soir, on aura soin de diminuer

l'épaisseur de la couche, de 3 pieds (90 cm) à 1 pied (30 cm) sur une longueur d'environ 20 pieds (6 mètres) pour éviter le poinçonnement de la savane.

On ne tolérera pas de véhicules ou d'outillage lourd en repos ou d'amoncellement de matériaux sur les lieux de la savane pendant la construction.

3.03 Construction hivernale

En ce qui concerne la construction d'hiver, on devra s'enquérir auprès du représentant du Ministère des Transports, si pour des raisons de stabilité ou autres raisons une telle construction est possible.

Etant donné les conditions particulières et les difficultés que pourrait entrainer une telle construction, les instruments de contrôle feront l'objet d'une étroite surveillance durant l'érection du remblai.

Il est possible que les instruments de contrôle soient affectés par le gel. Si les lectures enregistrées sur les instruments de contrôle ne correspondaient pas à un comportement normal de la terre noire, il faudra suspendre les travaux jusqu'au printemps suivant.

De plus, l'on devra périodiquement effectuer des sondages afin de vérifier s'il n'y aurait pas formation de glace sous le remblai, ce qui empêcherait la terre noire de se consolider normalement.

En aucun cas, durant l'érection du remblai, on n'acceptera la

présence de blocs gelés dans le matériau de chargement. Enfin, il devra exister une collaboration étroite entre l'entrepreneur et les représentants du Ministère et l'entrepreneur devra accepter au départ les limitations qu'impliquent les travaux d'hiver.

3.04 Compaction du remblai

Lors de la construction du remblai, on suivra les exigences prescrites au C.C.D.G. jusqu'au niveau prévu pour les fondations sauf en ce qui regarde la première couche où quatre (4) passes de compacteur seront acceptées. Par la suite, l'on pourra compléter le remblai jusqu'au niveau de la surcharge sans compaction à moins d'avis contraire de l'ingénieur responsable des travaux.

Après consolidation suffisante, la surcharge et l'épaisseur prévues pour les fondations seront enlevées et l'on compactera la nouvelle surface après correction du profil tel que prescrit au C.C.D.G.

Les couches de fondations inférieure et supérieure seront ensuite posées et compactées suivant les exigences du C.C.D.G.

On emploiera avec avantage un compacteur sur pneus multiples: minimum de 4 roues sur un même alignement, poids chargés de 10 à 16 tonnes.

Si pour des conditions particulières, il devenait difficile d'utiliser un compacteur sur pneus multiples, l'utilisation d'un compacteur sur rouleaux vibrateurs pourrait être tolérée moyennant les précautions suivantes:

1- Aucune vibration ne sera tolérée sur le remblai avant qu'il n'ait atteint une hauteur de 3 pieds (90 cm) au-dessus de la table d'eau.

2- Passé ce niveau, on pourra utiliser un rouleau avec vibration en autant que les cotes de sécurité des instruments de contrôle ne soient pas dépassées.

3- Une fois la surcharge enlevée, les fondations inférieure et supérieure pourront être compactées avec rouleaux vibrateurs.

4- Toutefois, les rouleaux vibrateurs utilisés devront avoir un poids maximum de 10 tonnes et une fréquence de vibration inférieure à 2,000 vibrations par minute.

3.05 Arrêt des travaux

Si les cotes de sécurité prévues pour les instruments de contrôle sont dépassées, arrêter la construction dans la zone en danger (300 pieds minimum) (90 mètres) et avertir l'ingénieur des Sols responsable du contrôle. Les travaux de chargement de la savane ne recommenceront, dans la zone concernée, qu'après avis dans ce sens de l'ingénieur résident en collaboration avec le représentant du Service des Sols et Matériaux.

Section 4

Instruments de contrôle

La méthode de construction par consolidation avec surcharge exige qu'un contrôle étroit soit exercé durant la période de construction. Des instruments de contrôle permettront de mesurer l'affaissement du sol, la pression interstitielle dans le sol ainsi que le fluage de la terre noire sous le remblai.

Quatre (4) appareils différents seront nécessaires pour obtenir un contrôle satisfaisant soit:

1- Indicateur de couche
2- Piézomètre
3- Plaque de tassement
4- Indicateur de déplacement latéral

4.01 Indicateur de couche

4.01.1 Description

L'indicateur de couche est un instrument permettant de vérifier précisément l'épaisseur de la première couche, laquelle ne doit pas dépasser 36 pouces (90 cm).

La fabrication de cet appareil est des plus simples. Il est composé de deux pièces de bois (2" X 4") assemblées à angle droit et sur lequel on pose un autre 2" X 4" d'une longueur de 42 pouces (110 cm) qui servira de repère pour la pose de la première couche.

L'indicateur est installé directement sur la surface du terrain et l'on marquera le repère à une hauteur de 36 pouces (90 cm) de

la surface du terrain.

La fréquence d'utilisation de cet appareil est fonction de la variation considérable d'un chaînage à l'autre, de la profondeur de la terre noire ainsi que du tassement probable.

4.02 Piézomètre

4.02.1 Description

Cet appareil sert à mesurer la variation de la pression de l'eau dans les pores du sol à une profondeur donnée. Les piézomètres sont posés sous les plaques de tassement, à la profondeur et aux endroits déterminés à l'aide de l'étude détaillée du sol.

4.02.2 Lectures

a) Lectures initiales: prendre le niveau de l'eau dans chaque piézomètre.

b) Pendant et après la construction: prendre le niveau de l'eau dans chaque piézomètre.

c) Rythme des lectures:

Pendant la journée où le chargement du coussin initial rencontre un piézomètre, on prendra plusieurs lectures (au moins 4) afin de bien enregistrer le niveau maximum atteint par l'eau dans le piézomètre.

Par la suite, les lectures seront prises une fois par jour durant la période de construction.

Une fois la surcharge complétée, les lectures seront prises

une fois par semaine jusqu'à ce que le tassement ultime soit atteint.

S'il advenait que la construction soit arrêtée durant la période hivernale, les lectures seront prises une fois par mois.

4.02.3 Tableau et graphique

Les lectures ainsi prises seront mises en tableau avec lequel on tracera, au jour le jour, sur un graphique approprié, les courbes de la pression interstitielle et de la pression totale due au remblai en fonction du temps.

4.02.4 Cotes de sécurité

a) Nous avons considéré comme première cote de sécurité le niveau maximum atteint par l'eau durant la pose de la première couche.

b) Avant la pose d'une couche subséquente, la pression mesurée dans le piézomètre devra être inférieure à 30% de la pression totale exercée par le remblai.

c) Sur avis du représentant du Ministère des Transports, la pression maximum avant la pose d'une couche ultérieure pourra être établie par la méthode de la pression effective. Toutefois, la pression maximum ne devra pas être supérieure à 50% de la pression effective.

$Pe = H_r \times \gamma + H'_r \times (\gamma - \gamma_w)$ où

Pe= pression effective

H_r= Hauteur du remblai non immergé

H'_r= Hauteur du remblai immergé

γ = Poids unitaire du matériau utilisé

γ_w = 62.4 lbs/pi^3

4.03 Plaque de tassement

4.03.1 Description

La plaque de tassement est un appareil utilisé pour suivre le tassement du remblai pendant la période de construction. Il est composé d'une plateforme en bois de 3' X 3' (90 cm X 90 cm) fixée à un tuyau de plomberie standard de 1½" (3.8 cm) D.I. Chaque tassomètre est très bien localisé en plan et en élévation lors de son installation. Pour obtenir des mesures précises un coussin de sable de 4 pouces (10 cm) doit être placé directement sur le terrain naturel afin d'égaliser la surface et de placer la plateforme au niveau.

4.03.2 Lectures

a) Lectures initiales: prendre le niveau

1- du terrain près de la plaque

2- de la bague d'union de la plaque

3- du bout du tuyau

b) Pendant et après la construction: prendre le niveau

1- du remblai près du tuyau

2- du bout du tuyau

c) Rythme des lectures:

Les lectures seront prises au même rythme que celui des lectures des piézomètres.

4.03.3 Tableau et graphique

Les lectures ainsi prises seront mises en tableau avec lequel on tracera, au jour le jour, sur un graphique approprié la courbe du tassement en fonction du temps et de la hauteur du remblai.

4.03.4 Cote de sécurité

La cote critique pour la plaque de tassement est la suivante: 40% de l'épaisseur posée.

4.04 Indicateur de déplacement latéral

4.04.1 Description

L'indicateur de déplacement latéral sert à mesurer le déplacement du sol naturel adjacent au remblai. Un déplacement latéral excessif indique une rupture possible du sous-sol. Les indicateurs nous guident dans le contrôle de la stabilité du remblai. Ils sont constitués de deux pièces de bois (2" X 4") assemblées en forme de T. On y ajoute un clou comme point de référence pour l'enlignement et le niveau. Ils sont posés à une distance déterminée du pied du remblai de chaque côté du $\mathcal{L}$.

4.04.2 Lectures

A) Enlignement: les indicateurs sont indiqués à l'aide du théodolite.

1- Situer les positions initiales d'instruments à 200 pieds avant le début et après la fin du remblai dans la savane.

2- Poser deux points de référence permanents à 200 et 400 pieds (60 mètres et 120 mètres) derrière chaque position initiale d'instrument.

3- S'assurer que les points de repère ne soient dérangés en aucun temps.

4- Aligner les indicateurs et les enfoncer à la profondeur voulue.

N.B.: Le clou sur chaque indicateur est posé dans l'alignement donné par le théodolite.

B) Prise des lectures:

a) initiales:

1- Prendre le niveau du clou sur chaque indicateur.

2- En se servant de la ligne d'opération établie, prendre la distance de chaque indicateur à cette ligne d'opération.

b) Pendant et après la construction:

1- Prendre le niveau du clou sur chaque indicateur.

2- Prendre le déplacement de l'indicateur par rapport à sa distance initiale de la ligne d'opération.

c) Rythme des lectures:

Les lectures seront prises au même rythme que les piézomètres sauf lors de pose de la première couche où une seule lecture sera suffisante.

4.04.3 Tableau et graphique

Les lectures ainsi prises seront mises en tableau avec lequel on tracera, au jour le jour, sur un graphique approprié la courbe de déplacement latéral en fonction du temps et de la hauteur du remblai.

4.04.4 Cote de sécurité

Les cotes critiques pour un indicateur de déplacement latéral sont les suivantes: 1.0 pied (30 cm) pour un indicateur situé à une distance de 10 pieds (3 m) du remblai, 0.7 (20 cm) pour un indicateur situé à 20 pieds (6 m) et 0.4 pied (12 cm) pour un indicateur situé à 30 pieds (9 m) du remblai.

Si les cotes de sécurité sont dépassées, il faudra arrêter la construction dans la zone en danger (300 pieds) (90 m. minimum) et avertir l'ingénieur responsable du contrat. Les travaux de chargement de la savane ne recommenceront qu'après avis de l'ingénieur responsable des travaux.

N.B.: Toutes modifications de ce devis devront être approuvées par un représentant du Service des Sols et Matériaux du Ministère des Transports.

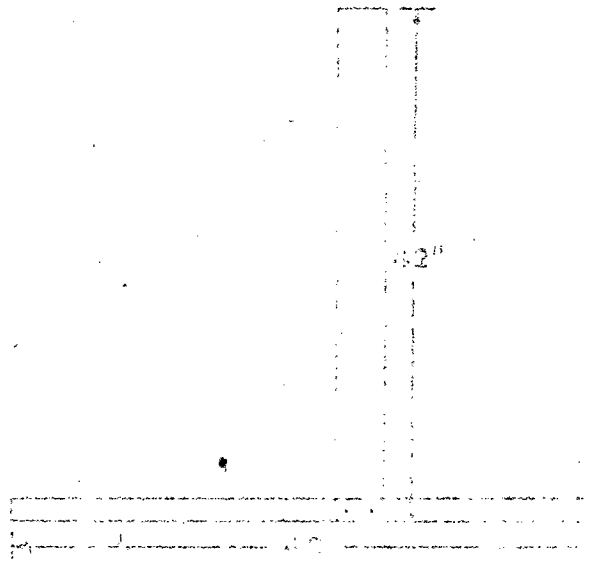
Préparé par: .....
Michel Poulin, tech.

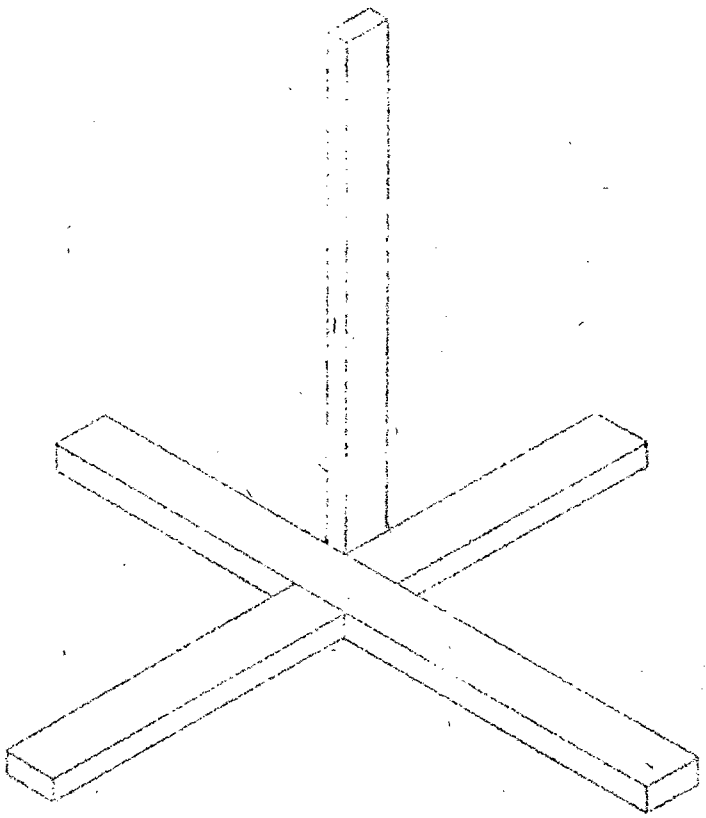
.....
Jean-Pierre Leroux, ing.

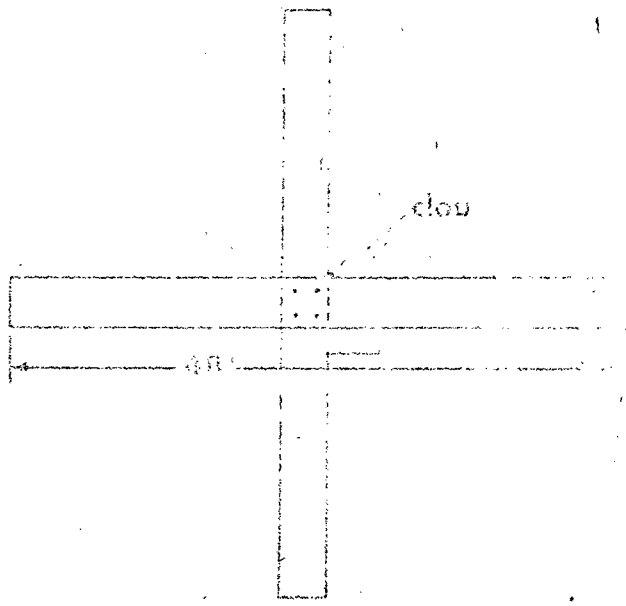
Approuvé par: .....
Raymond-M. Aubin, ing.
Chef du Service des Sols & Matériaux

INDICATEUR
DE
COUCHE

SERVICE
DES
ET MATERIAUX

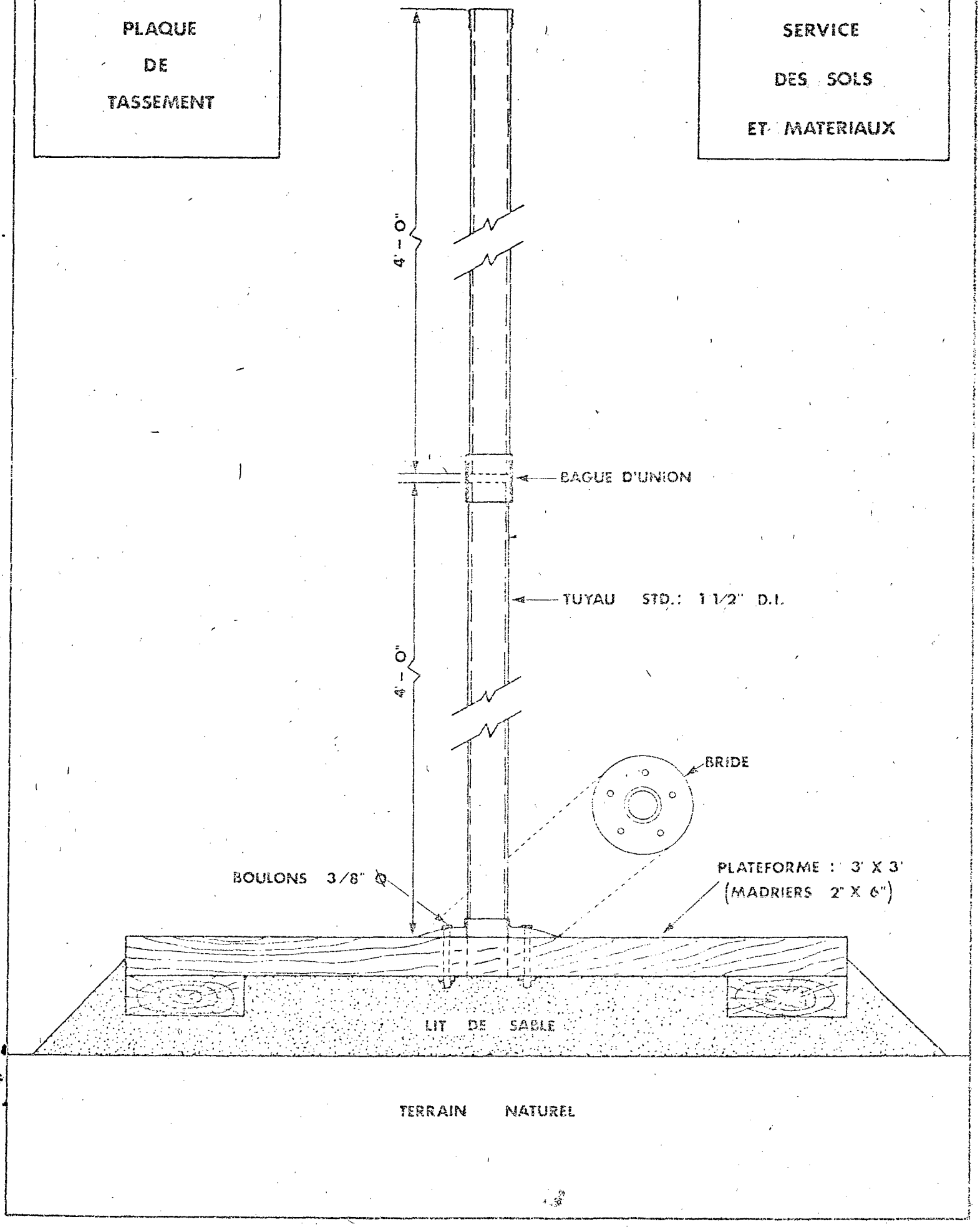


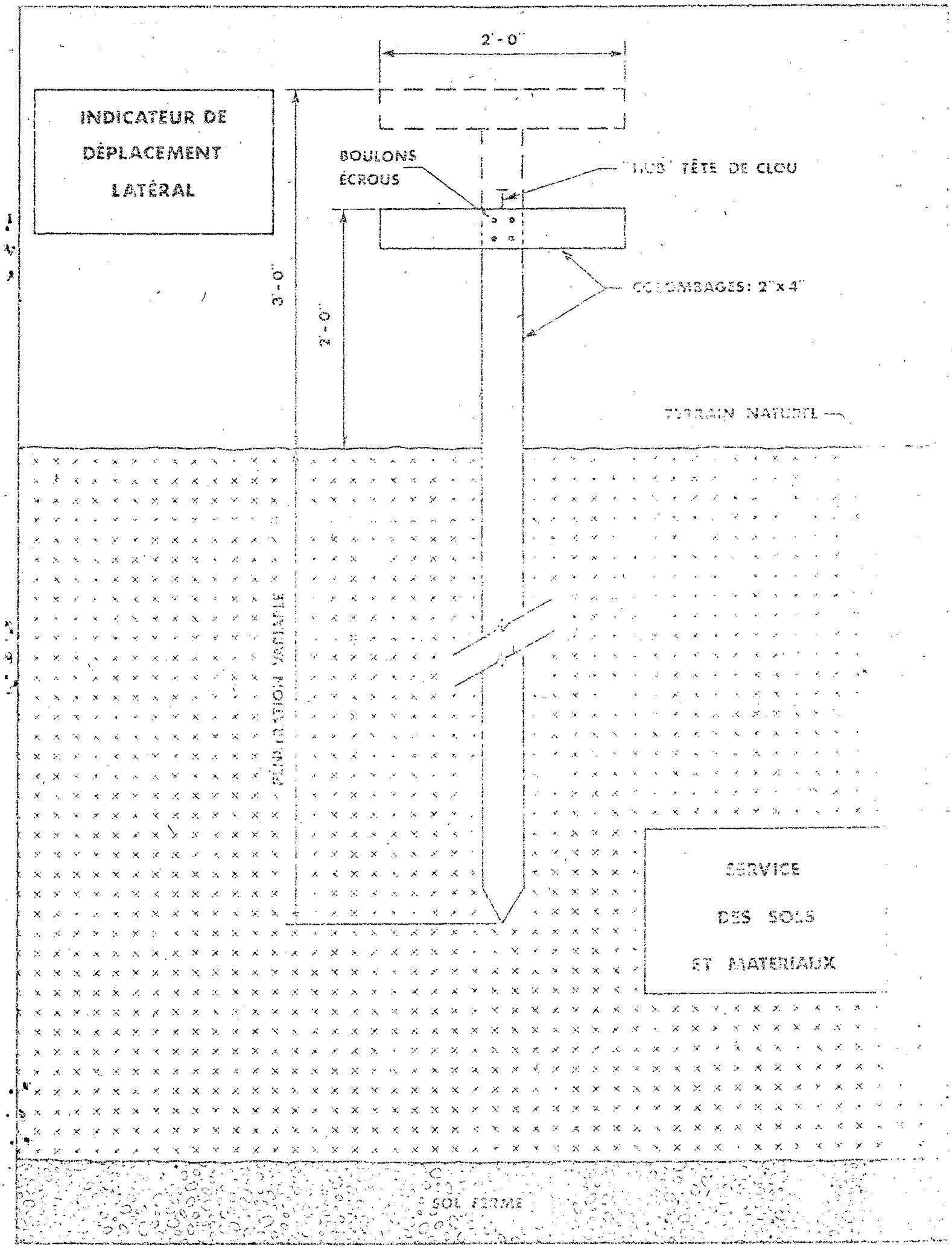




PLAQUE
DE
TASSEMENT

SERVICE
DES SOLS
ET MATERIAUX




INDICATEUR DE
DÉPLACEMENT
LATÉRAL
2' - 0"
BOULONS
ÉCROUS
"HUB" TÊTE DE CLOU
COLOMBAGES: 2"x 4"
3' - 0"
2' - 0"
TERRAIN NATUREL
REMBLAI OU MATÉRIAU VARIABLE
SERVICE
DES SOLS
ET MATÉRIAUX
SOL FERME

MINISTERE DES TRANSPORTS
QTR A 102 153