

Fondations peu profondes et chaussées

Autor(en): **Recordon, Ed.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **92 (1966)**

Heft 15

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68382>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Sollicitations des écrans souples de soutènement sous l'effet de charges extérieures localisées appliquées en surface du massif soutenu

Les auteurs donnent le résultat d'essais sur modèles donnant la répartition des poussées dues à une semelle continue chargée en arrière d'un rideau de palplanches retenant du sable.

Les diagrammes donnent la forme de la poussée en fonction de la profondeur sous la surface du terrain $n = \frac{z}{H}$ et en fonction de la distance de la ligne chargée $m = x/H$ à la tête de l'écran.

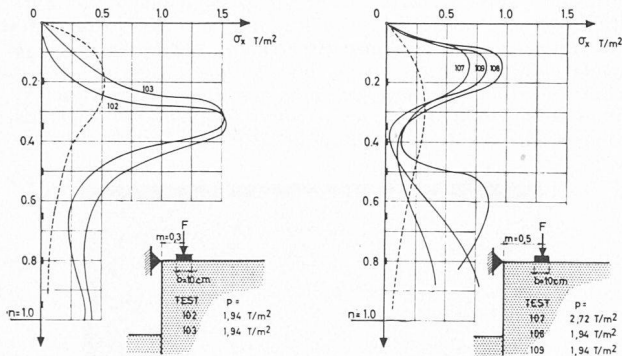


Fig. 9. — Répartition des pressions.

Les auteurs constatent deux types de répartition de pression (cf. fig. 9) :

- a) les courbes présentant un maximum très accusé à $n = 0,35$ avec un léger renforcement des pressions à l'approche de l'encastrement ;
- b) les courbes possédant deux maximums : le premier à $n = 0,15$ environ, et le second moins accusé à $n = 0,5$ environ.

Lorsque la semelle est proche du rideau avec $m < 0,4$, on a en principe la courbe du type a). Lorsque $m > 4$, on a toujours la courbe du type b).

Le maximum inférieur de la courbe du type b) diminue rapidement avec une augmentation de m , et devient négligeable avec $m < 1,15$ à $1,3$.

Les résultats sont comparés avec la formule de Terzaghi — en pointillé sur les figures (pour une charge linéaire). Les résultats des essais sont très différents de ceux donnés par les formules. Les résultantes totales des essais sur modèles atteignent deux fois les valeurs Terzaghi. De même, les points d'application de la résultante sont toujours plus hauts que ceux de Terzaghi lorsque $m > 0,6$. Quant aux moments dans le rideau, ils passent de une à deux fois la valeur calculée par Terzaghi pour m passant de $0,8$ à $0,2$.

L'auteur recommande la prudence avec les formules de Terzaghi en attendant le résultat de nouvelles études.

Formation de cratères au moyen d'explosifs

L'auteur analyse les formes et les dimensions des cratères formés par les explosifs conventionnels et nucléaires à la lumière de la mécanique des sols. Il propose des formules pour déterminer les dimensions des cratères. Ces formules font apparaître comme exponentielle le poids d'explosifs ramené au poids de TNT exprimé en kilotonnes. Il est vrai que les essais ont été effectués avec des explosions nucléaires. A titre de culture générale, on peut signaler qu'une explosion nucléaire de 1,7 kilotonne dans du tuf à une profondeur de 270 m donne une cavité de 40 m de diamètre et une zone plastique autour du trou de 200 m de diamètre.

Efforts et déformations dans les revêtements de tunnel dans l'argile de Londres

Cette étude s'applique au comportement des revêtements de tunnels en éléments préfabriqués (béton ou fonte) de trois tunnels, sur une période de six ans.

Les résultats indiquent que le diamètre des tunnels diminue dans le sens vertical et augmente dans le sens horizontal, et que la poussée dans le revêtement se développe jusqu'à atteindre celle correspondant au poids total de la terre en dessus du tunnel agissant en poussée hydrostatique, ceci quelle que soit la méthode de construction. La plus grande partie des déformations se produit pendant les six premiers mois, mais celles-ci sont encore faiblement sensibles après six ans.

FONDACTIONS PEU PROFONDES ET CHAUSSÉES

par ED. RECORDON, ingénieur principal au Laboratoire de géoetchnique de l'EPUL

A. Les travaux qui furent présentés avant le congrès pour cette section sont au nombre de 48 ; 33 concernent les fondations peu profondes et 15 les fondations de chaussées. Il est intéressant de comparer ces chiffres à ceux des congrès précédents :

		Fondations peu profondes	Chaussées	Total
Zurich et				
Lausanne . . .	1953	31	8	155
Londres	1957	44	20	179
Paris	1961	53	26	269
Montréal . . .	1965	33	15	218
Recul par rap- port à Paris . .		38 %	42 %	19 %

On constate qu'entre Zurich, Londres, puis Paris, le nombre total des communications a fortement augmenté, alors qu'il a diminué à Montréal. La diminution est de 20 % si l'on considère l'ensemble des travaux

présentés alors qu'elle est d'environ 40 % pour les fondations peu profondes et pour les chaussées. Il y a donc une diminution du nombre de travaux traitant de ces deux sujets par rapport à ceux qui abordent d'autres problèmes.

C'est une innovation des Canadiens d'avoir groupé dans la même division les fondations peu profondes et les fondations de chaussées ; cela se justifie dans la mesure où l'on admet que les problèmes de chaussées doivent avoir une place peu importante dans ce congrès, puisqu'ils font par ailleurs à eux seuls l'objet d'un congrès international.

Le rapporteur général, M. de Beer, professeur aux Universités de Gand et de Louvain, a fait remarquer que les comptes rendus du Congrès de Montréal ne donnent qu'une vue très incomplète des travaux de recherche exécutés depuis le Congrès de Paris en 1961, car au cours de ces quatre ans plusieurs symposiums ou con-

grès régionaux ont été organisés et de nombreuses publications ont été présentées dans des journaux périodiques.

Il nous a paru intéressant de rechercher la provenance géographique des publications présentées aux congrès pour que l'on se rende compte de l'apport des diverses parties du monde :

Congrès	Zurich-Lausanne	Londres	Paris	Montréal
	%	%	%	%
Europe de l'Ouest . . .	57 (88)	46 (85)	46 (124)	44 (97)
Europe de l'Est . . .	1 (2)	11 (19)	11 (31)	12 (27)
URSS	0 (0)	9 (16)	9 (23)	9 (19)
Amérique du Nord . .	21 (32)	16 (28)	16 (44)	15 (33)
Amérique du Sud . . .	4 (6)	3 (5)	3 (9)	3 (7)
Asie	12 (18)	10 (18)	10 (26)	10 (21)
Australie	1 (2)	2 (3)	2 (5)	3 (6)
Afrique	5 (7)	3 (5)	3 (7)	4 (8)
Total	100 (155)	100 (179)	100 (269)	100 (218)

On constate qu'elle est la suivante pour les trois derniers congrès (Londres, Paris, Montréal).

Europe . . .	65 %	(45 % par l'Europe de l'Ouest, 11 % par l'Europe de l'Est sans la Russie et 9 % par la Russie).
Amérique . .	19 %	(16 % par l'Amérique du Nord : USA, Canada et Mexique).
Asie	10 %	(Japon, Inde et Israël).
Afrique . . .	4 %	(Afrique du Sud et Egypte).
Australie . .	2 %	

Il faut souligner que l'Europe de l'Ouest apporte presque la moitié des travaux présentés ; l'Amérique du Nord et la Russie en apportent relativement peu (16 % et 9 %), ce qui s'explique probablement par le fait que, d'une part, les Américains organisent de très nombreux congrès spécialisés et publient beaucoup dans des revues spécialisées et que, d'autre part, les Russes sont gênés par le fait que leur langue n'est pas une langue officielle de notre société.

Il est donc probable que les comptes rendus du Congrès de Montréal représentent une part importante des recherches faites en Europe dans le domaine de la mécanique des sols, mais ne représentent qu'une faible part de ce qui se fait aux Etats-Unis et en Russie.

B. Rapport général

1° En ce qui concerne les fondations peu profondes, le rapporteur général a fait ressortir que les recherches peuvent être réparties en trois groupes :

- Celles qui ont trait à la capacité portante limite des sols sous une fondation (nos 3, 10, 11, 14, 15, 20, 25, 26, 27, 30, 31, 45, 46).
- Celles qui traitent des déformations du sol, des tassements (nos 1, 2, 7, 9, 16, 18, 19, 21, 24, 29, 36, 37, 40, 41, 43).
- Et celles qui ont trait à la répartition des réactions du sol sous la fondation (nos 5, 23, 42, 44, 48).

Dans le domaine de la *capacité portante limite*, de nombreux auteurs ont cherché les causes des différences constatées entre les valeurs calculées par les méthodes classiques et les valeurs expérimentales mesurées sur des modèles ou sur des fondations en vraie grandeur.

Deux tendances apparaissent :

- L'une consiste à reprendre la théorie, à modifier les hypothèses de base faites sur les surfaces de glissement et à trouver de nouvelles formules mieux adaptées aux conditions réelles.
- L'autre consiste à conserver les théories de base existantes et à introduire dans les formules classiques des termes complémentaires faisant intervenir des facteurs nouveaux, tels que coefficient de forme, coefficient de profondeur ou coefficient d'inclinaison de la résultante des charges.

Certains chercheurs font aussi remarquer que l'angle de frottement interne des sols, particulièrement celui des sols pulvérulents, déterminé lors d'un essai triaxial, où la déformation est tridimensionnelle, n'est pas le même que celui d'un sol supportant une semelle filante dont la déformation est bidimensionnelle. Ils proposent alors d'adopter dans le calcul un angle de frottement de 10 % supérieur à celui de l'essai triaxial pour une semelle filante et de 10 % inférieur dans le cas d'une semelle circulaire.

Le rapporteur général insiste aussi sur le fait que l'on dispose de peu de vérifications faites sur des ouvrages en vraie grandeur et qu'elles sont de ce fait d'autant plus précieuses et souhaitables.

En ce qui concerne le *problème des tassements*, l'un des points très intéressants qui préoccupent un grand nombre de géotechniciens est celui de la consolidation bi ou tridimensionnelle qui intervient lorsque la couche consolidée est de grande épaisseur par rapport à la largeur de la surface chargée.

Il faut alors tenir compte du fait que le module de compressibilité n'est pas le même dans une direction oblique que dans la direction verticale.

Dans le cas de la consolidation unidimensionnelle, on constate généralement une surévaluation des tassements du fait que les essais de laboratoire donnent pour diverses raisons (remaniement de l'échantillon, élimination des éléments les plus grossiers, etc.) des modules de compressibilité trop élevés. Il est donc plus important de bien choisir le module de compressibilité à introduire dans le calcul que de rechercher une méthode de calcul très raffinée.

L'estimation des tassements est d'autant plus difficile que le sol manque de cohésion, car alors les échantillons sont parfois fortement remaniés par le prélèvement et les modules mesurés en laboratoire sont incertains.

La répartition des contraintes sur le sol, sous une fondation a fait l'objet également de plusieurs travaux. Les progrès faits en cette matière sont lents du fait que cette répartition est influencée par de nombreux facteurs : raideur de la fondation, déformabilité du sol qui est souvent hétérogène et même vitesse d'application de la charge. En outre, les vérifications expérimentales sur des constructions existantes sont rares parce que difficiles et coûteuses.

2° La deuxième partie du rapport général concerne les fondations de chaussées. Il commente de façon extrêmement détaillée les méthodes de dimensionnement dites « méthodes rationnelles » basées sur le comportement élastique de plusieurs plaques disposées les unes au-dessus des autres. Des communications ont été présentées sur ce sujet par MM. Peltier (France), Croncy (Angleterre) et Ivanov (Russie). Aucune communication ne concernait la méthode de dimensionnement AASHO, mais les auteurs cités plus haut font tous appel aux résultats de ces importants essais pour vérifier leurs calculs (nos 4, 8, 17, 35).

Dans le cadre du Congrès de Montréal, l'accent a donc été donné aussi bien au cours des discussions officielles qu'au cours d'un colloque particulier organisé par le professeur Moraldi de Rome, sur la possibilité d'utiliser les méthodes rationnelles pour calculer les épaisseurs des couches de la superstructure.

M. Moraldi était rapporteur général pour les fondations de chaussées au Congrès de Paris, il y a quatre ans et avait posé la question de savoir si dans un proche avenir on arriverait à déterminer expérimentalement les propriétés élastiques ou visco-élastiques des matériaux routiers pour rendre utilisable ce type de méthode. Croncy et Lister répondent partiellement à cette question en conseillant de déterminer les modules d'élasticité par des essais de flexion d'éprouvettes sous charge répétée en laboratoire.

Ils proposent aussi des mesures de déformation « in situ » pour fixer les contraintes de traction limites acceptables dans le revêtement. Il n'en reste pas moins que le problème ne peut pas encore être considéré comme résolu.

Deux ou trois communications concernent les *superstructures sandwich* (n° 47), c'est-à-dire celles qui comprennent à leur base et dans leur partie supérieure une couche rigide entre lesquelles se trouvent des matériaux plus déformables. Ce type de superstructure est mal connu ; on est particulièrement mal armé pour le dimensionner et l'on trouvera des renseignements à ce sujet dans la publication de M. Yamanouchi (Japon) qui a étudié sur modèle de tels systèmes qui deviennent fréquents chez nous puisque l'on stabilise souvent la partie inférieure de la fondation.

En ce qui concerne *le gel* (n° 38), seul le Suédois Rengmark donne les résultats d'expériences faites avec une couche isolante de laine de verre placée sous la fondation. Les résultats de ces expériences sont négatifs, la laine de verre sèche ayant une conductibilité thermique trop élevée. Des essais sont en cours avec une couche isolante humide.

En conclusion de son rapport, M. de Beer suggère comme sujets de discussion pour la séance du congrès les quatre points suivants :

- Méthodes d'évaluation de la capacité portante limite des fondations sur sols pulvérulents et comparaison des valeurs avec les résultats d'essais sur modèles.
- Méthodes de détermination des coefficients de déformation des sols pulvérulents et des argiles surconsolidées.
- Amélioration apportée à la méthode de dimensionnement rationnelle des chaussées.
- Comparaison entre superstructures sandwich et superstructures traditionnelles.

C. La séance du congrès eut lieu le vendredi 10 septembre, c'est-à-dire le troisième jour du congrès. La matinée et l'après-midi furent consacrés à cette section.

La session du matin commença par une *conférence* de M. Hode Keyser, géologue, sur la géologie de Montréal.

Les services techniques de la ville de Montréal ont établi une carte géologique du sous-sol de la ville. Ce sous-sol est très variable dans sa nature et dans sa qualité. Une partie de la ville est construite sur le roc, constitué de calcaires, de grès de bonne qualité ou de schistes. Les régions de sols meubles sont constituées de moraines de qualité variable, de dépôts lacustres et d'argiles marines fossilifères appartenant à la classe CH et dont la teneur en eau varie entre 30 et 80 %. 2 % de la surface de la région de Montréal est constituée de tourbe et de marne de mauvaise qualité, mais en faible épaisseur. La carte géologique est à la disposition du public qui peut y trouver des renseignements non seulement sur la qualité des sols de fondation, mais également sur les endroits où l'on peut espérer trouver des matériaux à utiliser dans la construction.

Le coût d'établissement de cette carte est d'environ 1500 à 1800 dollars canadiens par mille carré, soit environ 2400 à 2800 fr./km².

Il ressort des exposés qui eurent lieu le matin que les diverses théories qui permettent d'estimer la capacité portante d'une fondation diffèrent fortement les unes des autres en ce qui concerne la valeur à donner au coefficient $N\gamma$ qui peut varier de 38 à 128 pour une même valeur de ϕ selon les auteurs. Par contre, les auteurs sont d'accord entre eux sur la valeur du coefficient Nq . Dans l'estimation de la capacité portante, il convient d'attacher une importance très spéciale aux sols lâches, à faible cohésion, à l'anisotropie fréquente des sols, aux limites de validité des formules que l'on utilise, car elles ont souvent été établies à partir d'essais sur modèle avec des fondations de petites dimensions.

M. Rabinovitch, ingénieur de Suisse, a montré les avantages d'une méthode photographique originale permettant d'étudier les efforts dans les dalles sur sols élastiques.

La séance de l'après-midi commença par une conférence remarquable de M. le professeur R. Haefeli, de Zurich, sur le sujet : « Fluage et rupture progressive dans la neige, les sols, les roches et la glace ». Cette conférence fut illustrée de très nombreuses photographies dont quelques-unes extrêmement frappantes sur le fluage de la neige et de la glace.

Nous avons déjà indiqué, en parlant du rapport général, les principales conclusions que l'on peut tirer du Congrès de Montréal en ce qui concerne les problèmes de tassements et de fondations de chaussées. Ce que nous avons entendu dans la séance de l'après-midi n'ajoute rien de nouveau dans ce domaine.

NÉCROLOGIE

**Charles Thévenaz, Lausanne
1882-1966**

Nous venons de perdre un des architectes les plus éminents du pays en la personne de *Charles Thévenaz*, membre de la SIA et de la FAS, qui, malgré ses 84 ans, était resté étonnamment jeune.

On voudrait, pour honorer sa mémoire, avoir son sens de l'humour, son sourire bienveillant et ôter à cet hommage toute pesanteur.

Depuis cinquante ans que je le connaissais, je l'ai toujours vu vêtu de la tête aux pieds, des mêmes cha-

peaux plats, des mêmes costumes confortables dans les tons beiges, marchant de la même démarche légèrement penchée en avant. C'est le signe de l'homme qui a trouvé son esthétique, sa règle de vie et son goût d'harmonie.

Toujours bienveillant, conciliant et courtois, mais très décidé dans ses opinions, il émettait des avis mesurés et pertinents qui leur donnaient une autorité certaine.

Né à Lausanne le 26 avril 1882, quatrième de huit enfants, il part après ses études secondaires pour Paris où il se présente au concours d'entrée à l'École des beaux-arts dont il suit les cours tout en travaillant dans l'atelier Pascal pour payer ses études. C'est le premier