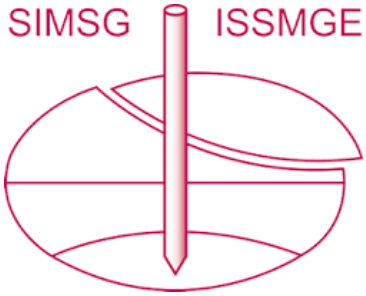
INTERNATIONAL SOCIETY FOR
SOIL MECHANICS AND
GEOTECHNICAL ENGINEERING



This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:

https://www.issmge.org/publications/online-library

This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.

Relations entre les effets des surcharges extérieures concentrées et les caractéristiques des écrans souples

Relationships Between External Concentrated Loads Effects and the Characteristics of Flexible Bulkheads

par J. VERDEYEN, Ingénieur-Conseil A. I. Br., Professeur à l'Université de Bruxelles, Directeur du Laboratoire de Mécanique des Sols, 2, avenue Armand-Huysmans, à Bruxelles 5, Belgique,
et
V. ROISIN, Docteur en Sciences Appliquées, Assistant à l'Université de Bruxelles, Ingénieur à la S. A. « Les Entreprises Ed. François & Fils, Bruxelles », 3, avenue des Gaulois, à Bruxelles 4, Belgique

Sommaire

Cette communication est relative aux essais entrepris au Laboratoires de Mécanique des Sols de l'U.L.B. sur un modèle de soutènement souple simplement appuyé dans le massif et buté en tête. Sur le terre-plein horizontal a été déplacée une charge concentrée répartie localement sur une surface étroite.

L'appareil utilisé est une adaptation de l'appareil à rouleaux à symétrie bidimensionnelle, mis au point par M. Schneebeli.

Les essais ont mis en évidence les figures de rupture correspondant à chaque position de la charge, ainsi que les conséquences d'un déplacement de l'appui de tête. Les résultats obtenus fournissent des précisions sur le mode de transfert des charges vers l'écran : centre des pressions plus haut que prévu, action de la charge concentrée devenant nulle dès qu'elle se trouve à une distance de l'écran égale à 1,34 fois la hauteur libre de l'écran, influence des grands déplacements de l'appui de tête sur les figures de rupture.

Ces constatations rapprochées des résultats auxquels conduisent les méthodes généralement employées pour évaluer les effets des charges concentrées montrent combien ces dernières sont peu correctes en raison de leurs hypothèses de départ incompatibles avec la réalité physique.

Summary

The authors describe tests carried out at the Soil Mechanics Laboratory of the University of Brussels on a model of a flexible bulkhead supported at the top, assumed to represent "Free Earth Support" below dredging level.

The apparatus used consists of a modification of the bidimensional apparatus developed by Mr. Schneebeli, using rod material.

A concentrated load is distributed at the upper level through a narrow plate, and its effect at different positions relative to the crest of the bulkhead has been considered.

The tests reveal the rupture corresponding to each location of the load, as well as the result of providing a top support which yields. They also give information on the method used to transfer an applied load to the bulkhead : the point of application of total pressure is located higher than is usual, and the concentrated load has no further influence on the bulkhead when its distance from the crest is 1·34 H (H = free height of bulkhead). In the case of considerable yield of the top support, it is reasonable to expect appreciable changes in the corresponding figures for rupture. These facts, supplemented by the results of computations performed with the help of conventional theories, demonstrate that the latter are not correct owing to their fundamental hypothesis being incompatible with the observed facts.

Introduction

L'application de surcharges à un massif de terres maintenu par un écran de palplanches métalliques, entraîne le transfert de contraintes vers l'écran, où elles se superposent à celles qui proviennent de l'équilibre du massif pesant.

Si le cas des surcharges uniformes a reçu des solutions satisfaisantes, il n'en est pas de même pour celui des surcharges ponctuelles ou concentrées le long d'une droite, où l'application à un même problème des diverses théories habituellement utilisées pour l'évaluation des pressions sur l'écran, fournit des résultats très différents. Ainsi, la méthode préconisée par Terzaghi pour le cas des charges concentrées linéairement et infinies, conduit à un diagramme de pressions sur l'écran, très différent, tant dans son aspect géométrique qu'en ce qui concerne les valeurs absolues des pressions, par rapport à celui obtenu à partir du tracé de Krey.

Terzaghi adopte la théorie de l'équilibre de l'espace élastique semi-infini et non pesant, élaborée par Boussinesq, pour expliciter la valeur de la contrainte σ_x normale à un écran vertical et développée à la profondeur z par une charge concentrée linéairement et uniforme Q (en t/m^{ct} par exemple) appliquée au terre-plein le long d'une droite infinie parallèle à la crête de l'écran et distante de x de ce dernier (Fig. 1).

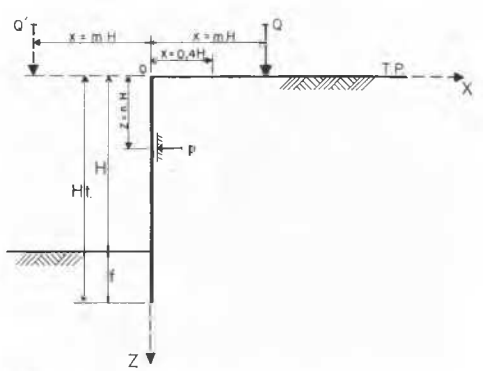


Fig. 1 Calcul de la pression latérale suivant Terzaghi.
Computation of lateral pressure according to Terzaghi.

Or, il apparaît très difficile de tenir compte du fait que préalablement au développement de ces contraintes σ_x l'écran se déforme sous l'effet des pressions exercées par le massif pesant, comme d'évaluer les conséquences de la déformation de l'écran, consécutive à l'application des contraintes σ_x, sur la valeur même de celles-ci. C'est la raison pour laquelle Terzaghi suppose que l'écran est relativement rigide et que la facette verticale sur laquelle s'exerce la contrainte σ_x est immobile dans l'espace. Cette dernière condition implique la nécessité de considérer une seconde charge $Q' = Q$ symétrique de la charge Q par rapport à la crête du mur (Fig. 1).

La pression unitaire sur l'écran à une profondeur z vaut alors :

$$p = 2\sigma_x = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q}{H} \cdot \frac{m^2 \cdot n}{(m^2 - n^2)^2}$$

Pour des valeurs de x inférieures à 0,4 H, Terzaghi propose une autre expression de la pression, plus conforme aux résultats fournis par les essais de E. Gerber et G. Spangler :

$$p = \frac{Q}{H} \cdot \frac{0{,}203 \cdot n}{(0{,}16 + n^2)^2}$$

Quant au tracé de Krey, il est basé sur l'hypothèse que la transmission des efforts sur l'écran s'effectue entièrement à l'intérieur de l'angle dièdre ayant pour arête la droite du terre-plein le long de laquelle est appliquée uniformément la charge, et limité par deux plans respectivement inclinés des angles φ et $\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}$ sur l'horizontale (Fig. 2). Ceci est valable pour un massif pulvérulent, homogène et isotrope, φ représentant l'angle de frottement interne du sol. Krey admet encore que les pressions dues à la charge varient linéairement dans la zone intéressée de l'écran, depuis un maximum se produisant au niveau de l'intersection du plan d'inclinaison φ avec l'écran, pour s'annuler à hauteur de l'intersection de l'écran avec le plan d'inclinaison $\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}$.

La pression maximum représentée par $I'\ I''$ sur la Fig. 2 vaut alors $I'\ I'' = \frac{2Q}{x}(1 - \sin\varphi)$.

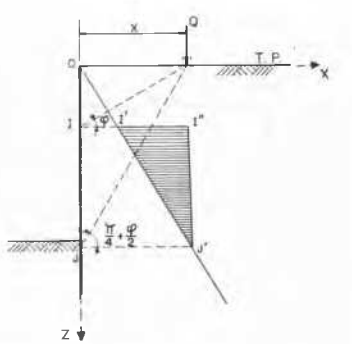


Fig. 2 Méthode graphique de Krey.
Graphical method of Krey.

La comparaison des lois de pressions obtenues respectivement à partir des formules de Terzaghi et du tracé de Krey, a été faite pour deux positions de la charge Q (Figs. 3 et 4),

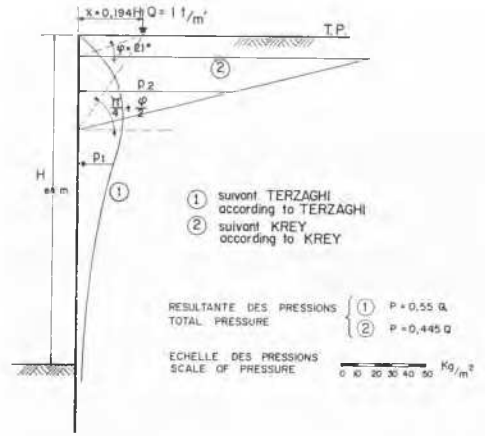


Fig. 3 Comparaison entre les pressions latérales fournies par les méthodes de Terzaghi et de Krey, dans le cas d'une charge concentrée proche de l'écran.

Comparison between lateral pressures computed by the methods of Terzaghi and Krey, in the case of a line load situated close to the bulkhead.

qui correspondent à deux cas ayant fait l'objet de vérifications expérimentales, relatées dans les paragraphes suivants. Les divergences évoquées plus haut sont particulièrement mises en évidence sur ces figures et portent tout à la fois sur la zone de l'écran intéressée par les pressions, sur l'intensité de ces pressions et sur la loi suivant lesquelles elles varient.

Les essais relatés plus loin révèlent en outre certaines incompatibilités majeures entre ces lois de pressions et les déformations du massif, desquelles elles devraient normalement résulter.

Un autre aspect important de la question réside dans la nécessité absolue de considérer dans chaque cas particulier, le même type d'état d'équilibre, lors de la combinaison des effets des charges extérieures et de ceux du massif pesant. C'est la raison pour laquelle il est illogique d'évaluer les pressions sur l'écran dues à une charge concentrée à l'aide d'une théorie qui considère le massif comme parfaitement élastique, alors que sous l'action de son propre poids, certaines zones du massif ont franchi la limite de proportionnalité et se trouvent en état d'équilibre limite ou plastique.

Nécessité d'une étude expérimentale

Il apparaît que, à l'instar des théories de poussée et de butée des massifs pesants, il n'est pas possible de donner une solution passe-partout au problème de la recherche de la loi des pressions dues à une charge concentrée, appliquée à un massif, maintenu par un écran souple.

Les facteurs à prendre en considération sont :

1° les caractéristiques mécaniques du sol : angle de frottement interne φ, cohésion λ, densité apparente γ ;

2° les caractéristiques de l'écran : sa nature définie par le module d'élasticité E et le moment d'inertie I ; sa déformbailité définie par le facteur de flexibilité (Flexibility Number) $\rho = \frac{H \cdot l^4}{E \cdot I}$, la nature de ses liaisons extérieures ;

3° les caractéristiques de la charge appliquée : intensité Q distance x par rapport à l'écran, zone du terre-plein intéressée par la charge, modalités d'application de celle-ci.

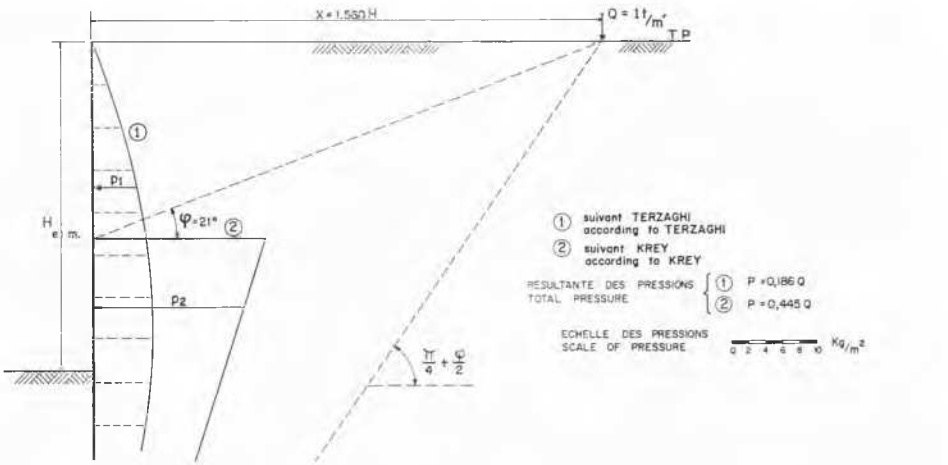


Fig. 4 Comparaison entre les pressions latérales fournies par les méthodes de Terzaghi et de Krey, dans le cas d'une charge concentrée éloignée de l'écran.

Comparison between lateral pressures computed by the methods of Terzaghi and Krey, in the case of a line load situated far from the bulkhead.

Il en est parmi eux, certains dont l'influence est mal connue, bien qu'elle soit capitale lors du transfert de la charge concentrée vers l'écran. Il s'agit de la déformabilité de l'écran, caractérisée par le facteur de flexibilité défini ci-dessus, et de la nature des liaisons de l'écran : appui dans le sol (appui simple ou encastrement partiel), appuis rapportés (étançons ou ancrages, fixes ou déformables).

Ces facteurs conditionnent en effet les déplacements cinématiques de l'écran, intimement liés aux déformations à l'intérieur du massif, et par conséquent la loi des pressions.

La complexité des phénomènes impose donc, avant l'élaboration de toute théorie, une étude expérimentale longue et complète. C'est une telle étude que le Laboratoire de Mécanique des Sols de l'Université de Bruxelles a inscrite à son programme.

Description du dispositif expérimental

Les essais ont été faits à l'aide d'un appareil à rouleaux, inspiré de celui mis au point par Mr. Schneebeli.

Il se compose d'un bâti très rigide, dont le schéma est donné à la Fig. 5. Un écran en tôle joue le rôle de soutènement vis-à-vis d'un empilage de rouleaux en aluminium de 20 cm de longueur. Les rouleaux constituent un mélange, à poids égal, de rouleaux de diamètre 8 mm et 5 mm, ceci afin d'assurer l'homogénéité et l'isotropie bidimensionnelle. Le poids spécifique apparent est égal à 2,16 t/m³ et l'angle de frottement interne $\varphi = 21°$, la cohésion étant nulle. Le frottement sur l'écran est considéré comme nul ($\delta = 0$). On peut reproduire la mise en charge progressive du rideau, consécutive à un terrassement effectué le long d'une de ces faces, grâce à l'escamotage d'un dispositif de butée commandé par vis. De même, l'appui à rotule offert à l'écran peut être déplacé à l'aide d'un système de vis, opération qui permet de reproduire les conditions résultant d'une déformation de l'appui (ancrage déformable par exemple). La charge est appliquée à la surface supérieure du massif par un système à cavalier, une vis à axe vertical commandant la manœuvre de la charge.

Lors de la libération de l'écran et lors de l'application de la charge, certaines zones du massif sont le siège de phénomènes cinématiques (déplacement des rouleaux) qui sont révélés par l'intermédiaire de photographies faites avec des poses pouvant atteindre 20 secondes.

Programme de la première série d'essais

Les premiers essais réalisés au Laboratoire de Mécanique des Sols de l'Université de Bruxelles, portaient sur le cas de l'écran simplement appuyé dans le sol (Free Earth Support) et pourvu d'un appui à hauteur du terre-plein.

Les caractéristiques du modèle étaient les suivantes (Fig. 5) :

Hauteur totale de l'écran : $H_t = 50$ cm ;

Hauteur libre : $H = 38{,}5$ cm ;

Fiche : $f = 11{,}5$ cm ;

Ecran en tôle d'acier de 2 mm d'épaisseur : $E = 2{,}15\ 10^6$ kg/cm², $I = 0{,}0667$ cm⁴/m^{ct} ;

Facteur de flexibilité du soutènement :

$$\rho = \frac{H \cdot f^4}{E \cdot I} = 43{,}6 \text{ cm}^2/\text{kg par mètre linéaire d'écran ;}$$

Charge appliquée : $Q = 170$ kg par mètre linéaire parallèlement à l'écran ;

Largeur de la plaque de charge : $B = 10$ cm.

L'essai était scindé en trois stades, successifs et bien distincts :

1. Libération de la partie libre de l'écran pour obtenir sa mise en charge, l'appui de tête étant maintenu rigoureusement fixe ;

2. Application de la charge concentrée, l'appui de tête étant toujours maintenu fixe ;

3. La charge restant appliquée, l'appui de tête est déplacé d'une certaine quantité a autorisant ainsi un déplacement vers le vide de l'écran.

Pour chacun de ces stades, une photographie a été prise, qui montre les déformations correspondantes du massif et

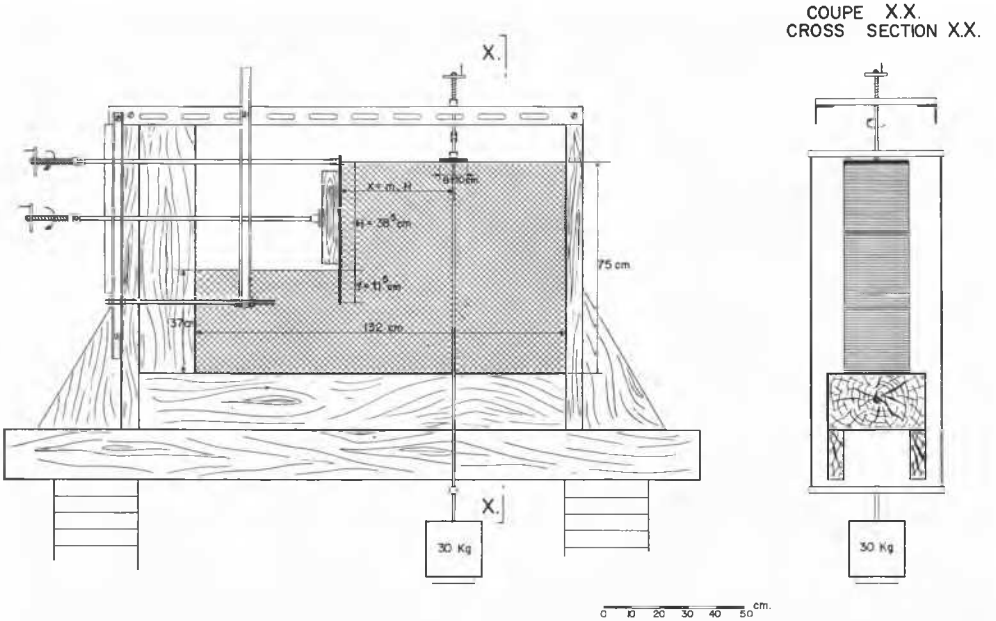


Fig. 5 Appareil à rouleaux utilisé pour les essais.
Apparatus with rod material used for tests.

de l'écran. Ces opérations ont été répétées pour diverses positions de la charge, suivant le programme repris à la Fig. 6.

On a tout d'abord vérifié que lors de la mise en charge de l'écran par libération de sa partie dégagée (stade I), la surface de rupture finale est une spirale logarithmique répondant à l'équation $r = r_0 \cdot e^{\alpha \cdot \operatorname{tg}\varphi}$ (Fig. 7a). En effet, l'écran est animé d'un mouvement de rotation autour d'un centre fixe situé en tête, ce qui rend impossible le développement de plans de glissements inclinés de l'angle $\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$ qui correspondent à un équilibre de Rankine parfait ($c = 0$ et $\delta = 0$).

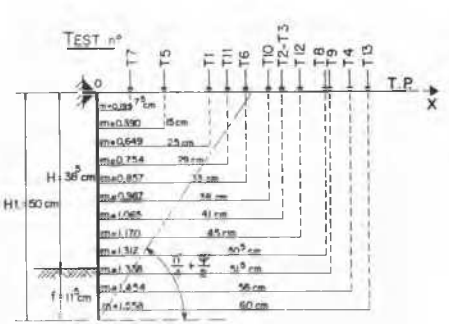


Fig. 6 Programme des essais.
Programme of investigations.

Les surfaces de rupture, ou plus exactement les surfaces de séparation entre « zone glissante » et « zone non perturbée », obtenues dans le 2e stade (II), c'est-à-dire celui de l'application de la charge concentrée, méritent un examen plus approfondi et doivent être mises en corrélation avec la position de la charge par rapport à l'écran, soit avec l'abscisse $x = m \cdot H$.

1. Pour $x = 0{,}195\ H$ (essai T7) la charge étant appliquée relativement près de la crête, on constate l'apparition à l'intérieur même de la zone perturbée lors de la libération de l'écran, d'une zone où la matière se met en déplacement pour transmettre la charge vers l'écran. La surface de séparation entre « massif glissant » et « massif non perturbé » est une courbe continue qui s'identifie à un arc de cercle dont le centre O′ se trouve situé sous le niveau du terre-plein (Fig. 7b). Il faut remarquer que cette surface aboutit à l'arête de la plaque la plus éloignée de la crête de l'écran, et que les déplacements de la matière s'effectuent tous en direction de ce dernier.

2. Pour x compris entre $0{,}390\ H$ et $0{,}754\ H$ c'est-à-dire respectivement pour les essais T5 (Fig. 9), T1 (Fig. 7c) et T11, se confirme l'apparition d'une « zone glissante » indépendante de la zone glissante correspondant au premier stade. Pour $x = 0{,}390\ H$, la surface de séparation est du type circulaire avec un centre O′ situé cette fois sur l'horizontale même du terre-plein. Il en est de même pour le cas où $x = 0{,}649\ H$ (essai T1). La surface de séparation mise en évidence à l'essai T 11 où $x = 0{,}754\ H$, peut encore être assimilée à un arc de cercle, bien que cette fois la concordance soit moins bonne puisqu'elle accuse par rapport à l'arc de cercle un méplat dans sa partie centrale. Ici le centre de l'arc passe au-dessus du terre-plein et le rayon augmente.

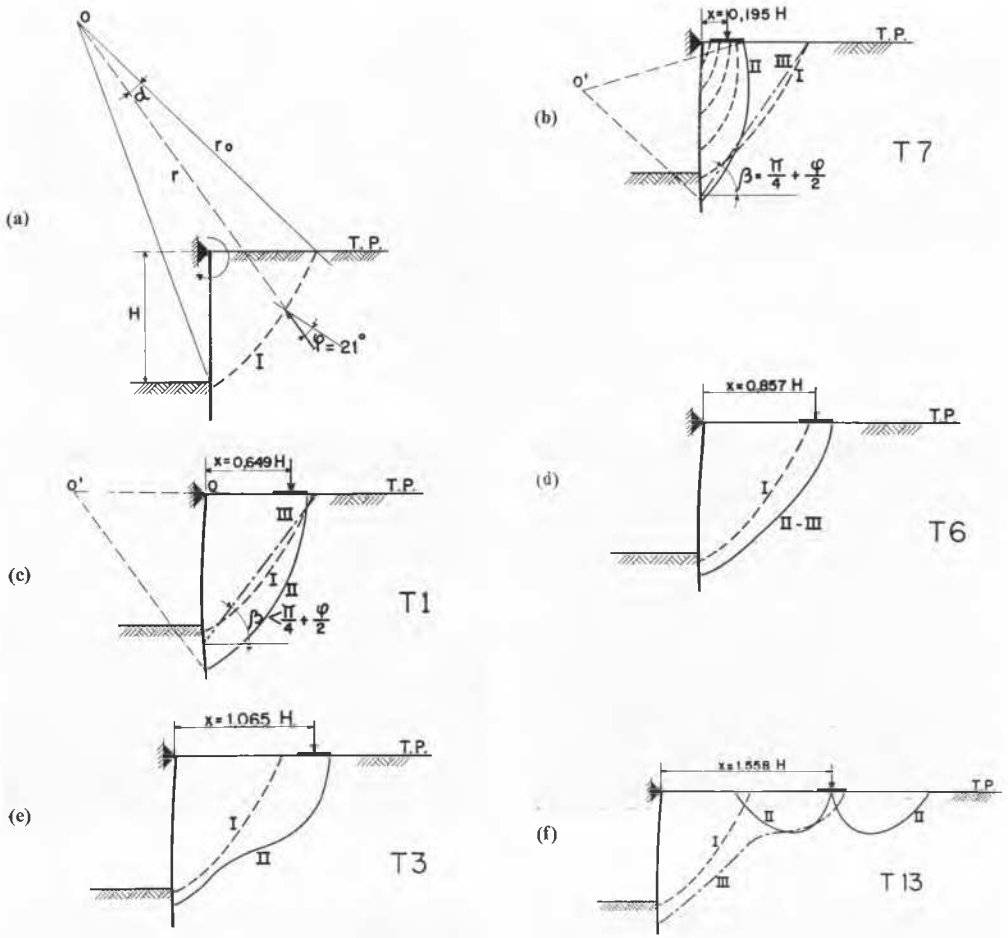


Fig. 7 Figures de rupture les plus typiques.
Typical figures of rupture.

3. Cette légère anomalie constatée pour $x = 0{,}754\ H$ (essai T 11) se confirme lorsque $x = 0{,}857\ H$ (essai T6) cas pour lequel la surface de séparation en question s'écarte plus nettement de l'arc de cercle (Fig. 7d). Elle se caractérise par une partie supérieure à faible rayon de courbure, et qui aboutit à l'arête de la plaque la plus éloignée de la crête de l'écran sous un angle pratiquement droit. Le rayon de courbure augmente ensuite avec la profondeur pour diminuer de nouveau jusqu'au point de rencontre avec l'écran.

4. Pour $x = 0{,}987\ H$ (essai T10) se confirme l'évolution de la surface de séparation vers une surface composite formée de deux tronçons de courbes à concavité tournée vers le haut, raccordés par un tronçon de courbe à concavité tournée vers le bas (Fig. 11).

5. Ce caractère composite de la rupture s'accuse au fur et à mesure que la charge s'éloigne de la crête de l'écran, c'est-à-dire pour $x = 1{,}065\ H$ (essai T 2 et T 3, Fig. 7e) pour $x = 1{,}170\ H$ (essai T 12), pour $x = 1{,}312\ H$ (essai T 8) et pour $x = 1{,}338\ H$ (essai T 9). Les deux tronçons extrêmes ont toujours leur concavité tournée vers le haut et le tronçon de raccordement, à concavité vers le bas, prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure que la charge s'éloigne de la crête. De pair avec cette dernière évolution, se produit une diminution du rayon de courbure du tronçon de raccordement sur le terre-plein.

6. Les essais pour lesquels $x = 1{,}454\ H$ (essai T 4) et $x = 1{,}558\ H$ (essai T 13, Fig. 7 f) sont particulièrement importants car ils montrent qu'à partir de l'abscisse $x = 1{,}454\ H$, la figure de rupture est celle qui se produit sous les fondations posées à la surface du sol. En d'autres termes, à partir de cette abscisse, la charge concentrée n'exerce plus aucune action sur l'écran puisque la zone glissante n'atteint plus ce dernier.

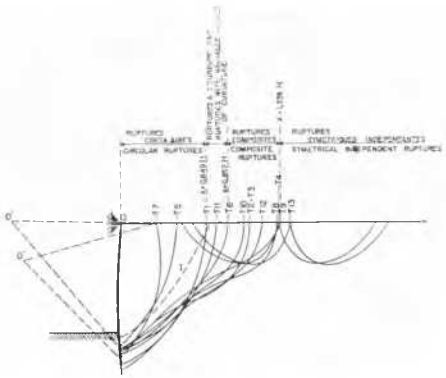


Fig. 8 Comparaison entre les différentes figures de rupture.
Comparison between the different figures of rupture.

La Fig. 8 sur laquelle ont été superposées les traces des surfaces de séparation relatives à chaque essai met en évidence les trois éléments principaux qui se dégagent de ces essais, à savoir :

1. Lorsque la charge concentrée s'éloigne de l'écran, son action sur ce dernier s'exerce suivant des zones de plus en plus limitées et de plus en plus proches de la crête ;

2. Si la charge concentrée est située à une distance $x > 1{,}338\ H$ de l'écran, elle n'exerce plus aucune action sur ce dernier ;

3. Le mécanisme de rupture d'équilibre lors de l'application de la charge concentrée ne semble pas affecté par la présence au voisinage de l'écran d'une zone qui a été perturbée lors de la mise en charge préliminaire de l'écran par les forces massiques même du massif soutenu.

Les considérations sont valables, faut-il le rappeler, pour le cas où l'appui en tête de l'écran est maintenu rigoureusement fixe, les mouvements de rotation étant les seuls autorisés.

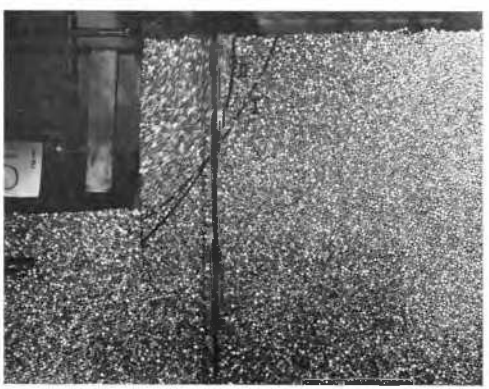


Fig. 9 Rupture circulaire typique.
Typical circular rupture.

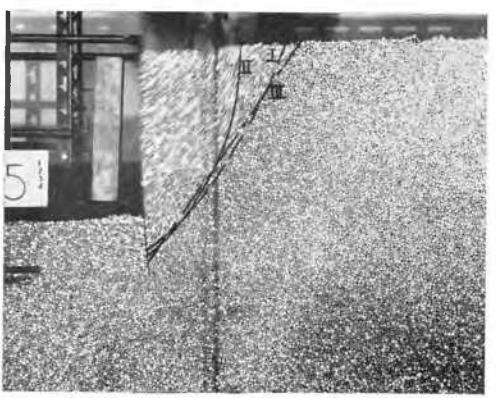


Fig. 10 Evolution d'une rupture circulaire après libération de l'appui.
Evolution of a circular rupture after yielding of support.

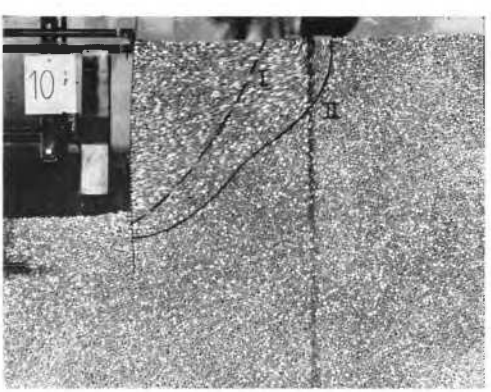


Fig. 11 Rupture composite typique.
Typical composite rupture.

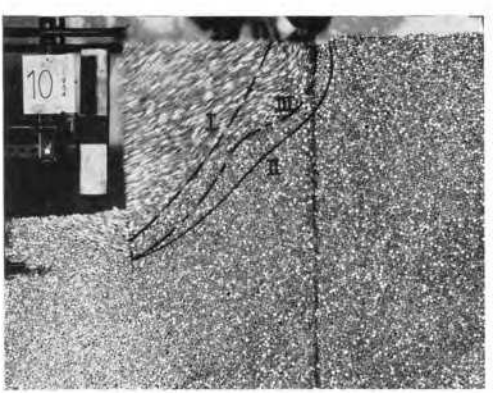


Fig. 12 Evolution d'une rupture composite après libération de l'appui.
Evolution of a composite rupture after yielding of support.

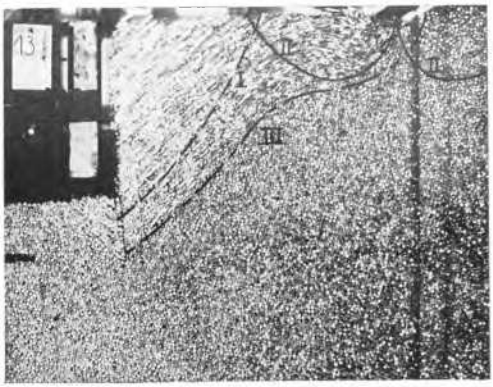


Fig. 13 Mise en charge de l'écran suite à un important mouvement de l'appui.
Bulkhead loaded after an important yielding of support.

On s'est efforcés, au cours d'un troisième stade (III) introduit dans chaque essai, de mettre en évidence la répercussion sur les figures de rupture obtenues lors de l'application de la charge concentrée, d'un déplacement de l'appui vers le vide, la charge concentrée restant appliquée.

Pour les ruptures du type « circulaire » correspondant à x compris entre 0 et 0,649 H (essais T 7, T 5 et T 1), un déplacement a de l'appui de tête compris entre 0,03 et 0,06 H. provoque une modification de la zone perturbée qui se trouve cette fois limitée par un plan incliné de l'angle $\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$ sur l'horizontale (Fig. 7b et 10) pour la charge située le plus près de l'écran, cette inclinaison diminuant de quelques degrés au fur et à mesure que la charge s'en écarte (Fig. 7c).

Dans le cas des ruptures du type « à courbure variable » correspondant à x compris entre 0,649 H et 0,857 H (essais T 11 et T 6), la libération de l'appui de tête n'apporte pas de modifications perceptibles à la forme de la surface de séparation (Fig. 7d).

Il en est de même pour les ruptures du type « composite » correspondant à x compris entre 0,857 H et 1,338 H (essais T 10, T 2, T 3, T 12, T 8, T 9), bien que dans le cas d'un très grand déplacement de l'appui de tête (essai T 10 : $a = 0{,}10\ H$) ; on constate un redressement vers le haut de la partie de la surface de séparation à concavité tournée vers le bas (Fig. 12). Celà se traduit par un relèvement vers la crête de l'écran de la zône affectée par le transfert de forces.

Enfin lorsque la charge provoque des ruptures du type « symétrique — indépendante » soit pour $x > 1{,}338\ H$ (essai T 4 et T 13), les déplacements de l'appui de tête compris entre 0,03 et 0,06 H n'amènent aucune modification aux caractéristiques de la rupture et de l'équilibre établi sous la charge et le long de l'écran, le massif passe à un équilibre de Rankine dont la frontière est un plan incliné de l'angle $\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)$ sur l'horizontale.

Toutefois, si les déplacements de l'appui de tête sont très importants ($a \geqslant 0{,}10\ H$), on voit réapparaître une rupture du type « composite » comme le montre l'essai T 13 (Fig. 7 f et 13).

Conclusion

On peut dire que les faibles déplacements de l'appui de tête ($0{,}03\ H \leqslant a \leqslant 0{,}06\ H$) n'apportent des modifications aux figures de rupture que dans le cas où la charge concentrée est proche de l'écran ($x \leqslant 0{,}649\ H$). Si les déplacements de l'appui de tête sont importants ($a \geqslant 0{,}10\ H$), outre l'effet qui vient d'être signalé et valable pour les charges situées dans la zône des « ruptures circulaires », on constate dans les autres cas ($x > 0{,}649\ H$) des modifications aux figures de rupture, légères tant que x reste inférieur à 1,338 H, mais fondamentales si $x > 1{,}338\ H$. En effet, dans ce cas, l'écran qui primitivement n'était pas intéressé par la charge concentrée s'en trouve maintenant affecté suite à l'apparition d'une rupture composite.

Remarques au sujet de la loi des pressions sur l'écran

Les photographies prises en cours d'essai fournissent encore la déformée de l'écran, ce qui constitue un élément capital dans la détermination de la loi des pressions sur l'écran dues à la charge concentrée. Il est, en effet, assez aisé d'agrandir fidèlement les dites photographies pour obtenir un tracé précis et à très grande échelle de la déformée de l'écran, et à partir de celle-ci de calculer la pression p à la profondeur z. En effet, on sait que si on appelle w la déformation horizontale de l'écran correspondant à la profondeur z, M le moment et T l'effort tranchant dont l'écran est le siège à cette même profondeur, on a :

$$\frac{M}{EI} = \frac{d^2w}{dz^2} \text{ d'où } T = \frac{dM}{dz}$$

et

$$p = \frac{dT}{dz} = \frac{d^2}{dz^2}\left(E \cdot I \cdot \frac{d^2w}{dz^2}\right)$$

L'application de cette méthode est en cours à l'heure où la présente communication est rédigée et les auteurs espèrent pouvoir communiquer les résultats obtenus lors du Congrès.

Quoi qu'il en soit, on peut dès à présent mettre l'accent sur certains aspects du comportement d'un massif et d'un écran placés dans les conditions précisées plus haut :

1. La résultante des pressions dues à la charge concentrée se localise d'autant plus haut sur l'écran que la charge s'éloigne ;
2. La charge concentrée n'exerce plus d'action sur l'écran si elle est écartée de ce dernier d'une valeur $x \geqslant 1{,}34\ H$;
3. Les faibles déformations de l'appui de tête ($a < 0{,}06\ H$) entrainent le retour à un équilibre très voisin de celui de Rankine, ceci pour les charges situées à proximité de l'écran ($x \leqslant 0{,}649\ H$). Pour les charges plus éloignées aucun effet sensible ne se manifeste ;
4. Les grandes déformations de l'appui de tête ($a > 0{,}10\ H$) outre l'effet signalé ci-dessus pour les charges proches de l'écran, conduisent à un relèvement de la position du point d'application de la résultante des pressions sur l'écran pour les cas où $0{,}649\ H < x \leqslant 1{,}338\ H$.

Elles peuvent même produire un transfert de charge sur l'écran, alors que sans déformation de l'appui, la charge concentrée n'aurait plus d'influence.

Toutes ces constatations confirment les objections énoncées en tête de cet article au sujet du manque de concordance entre les hypothèses sur lesquelles sont basées les méthodes de Terzaghi et de Krey et les résultats auxquels elles conduisent, et la réalité physique.

Les essais actuellement en cours au Laboratoire de Mécanique des Sols de l'Université de Bruxelles, envisagent systématiquement l'influence de tous les paramètres du problème sur la loi des pressions sur l'écran. Les résultats de ces essais seront communiqués lors du Congrès.

Références

[1] TERZAGHI, K. (1954). Anchored Bulkhead. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*. Vol. 119, p. 1 243.

[2] DESCANS, L. (1954). Contribution au Calcul des Ouvrages en palplanches. *Annales des Travaux Publics de Belgique*, juin 1954.

[3] VERDEYEN, J. (1952). Mécanique du Sol et Fondations. Desoer. Liège, p. 280.

[4] — et ROISIN, V. (1955). Stabilité des Terres. Desoer, Liège, pp. 218 à 277.

[5] CAQUOT, A. et KERISEL, J. (1956). Traité de Mécanique des Sols. Gauthirer-Villars, Paris, pp. 360 et 361.

[6] BRINCH HANSEN, J. (1953). A General Earth Pressure Theory Proc. *Third International Conferenc ‹on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, Zurich, Vol. II, pp. 170-174.

[7] SCHNEEBELI, G. (1957). Une analogie mécanique pour l'étude de la Stabilité des Ouvrages en Terre à deux Dimensions. *Proc. Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, London, Vol. II.