

PROJET DE FIN D'ETUDES

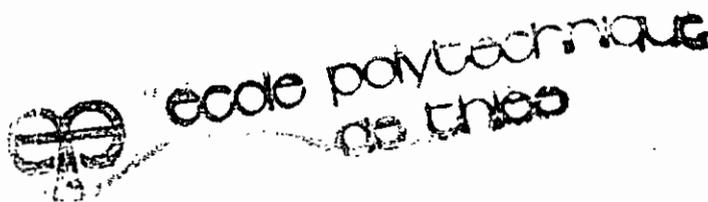
" T A S S E M E N T S E T C O N S O L I D A T I O N  
P A R L ' O R D I N A T E U R "

GC.0431

AUTEUR : Massamba DIENE            5e civil

DIRECTEUR DE PROJET : M. Fernand J. MORIN, professeur de Mécanique des  
sols

CO-DIRECTEUR            : M. Jean LAVOIE, professeur d'informatique



MAI 1981

A ma mère et à ma sœur pour  
le soutien moral qu'elles m'apportent  
tous les jours.

Peuses pensées pour mon défunt  
Père avec qui j'aurais aimé  
partager ces moments heureux.

Juan.

## R E M E R C I E M E N T S

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'endroit de tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de la présente thèse.

En particulier, nous adressons nos plus vifs remerciements à :

- Monsieur Fernand J. MORIN, professeur de mécanique des Sols à l'Ecole Polytechnique de Thiès, qui en plus d'avoir proposé le sujet, a bien voulu diriger son étude. Sa disponibilité sans faille, ses conseils et le travail constant de suivi qu'il a assuré ont été les garants de l'aboutissement de ce projet.
- Monsieur Jean LAVOIE, professeur d'Informatique à l'Ecole Polytechnique et Co-directeur du projet. Ses conseils éclairés et le contrôle sérieux qu'il a effectué sur les aspects informatiques de l'étude ont été déterminants sur la validité du présent programme.
- Monsieur Jacques DESLAURIERS, technicien du centre de calcul de l'Ecole Polytechnique pour sa disponibilité constante, son aide matérielle et ses riches suggestions.
- Monsieur Soulèye SALL, directeur du Centre Expérimental de Recherches et d'Etudes pour l'Equipement (CEREEQ) qui a bien voulu nous autoriser l'accès aux dossiers de son établissement.
- Monsieur Dominique NDONG, ingénieur civil au CEREEQ qui en plus de ses suggestions, n'a ménagé aucun effort pour nous octroyer des dossiers de fondations.
- Mademoiselle Assiétou GAYE, secrétaire à l'Ecole Polytechnique.  
Une fois de plus, elle s'est surpassée pour assurer une bonne présentation à ma thèse. Qu'elle me permette de renouveler ici ma reconnaissance à une aussi grande âme.

## S O M M A I R E

La réalisation du programme BASIC-TASS a nécessité la rédaction d'un manuel d'utilisation comprenant essentiellement 2 parties :

1. choix de méthodes et formules
2. utilisation du programme et exemples de calcul

Pour la mise au point du programme et, par suite, du présent rapport, nous avons dû procéder à :

- a) une étude bibliographique sur les techniques d'évaluation du tassement.
- b) Un recyclage informatique en langage BASIC .
- c) Des consultations périodiques auprès du CEREEQ pour le prêt d'un dossier type de prévision de tassement et pour des suggestions également.

Nous avons choisi de mettre au point un algorithme de calcul indirect du tassement fondé sur la méthode oedométrique.

Nous avons ainsi réalisé un programme existant en deux versions : une utilisant des données introduites au clavier et une autre nécessitant un fichier de données.

Ce programme traite, dans son état actuel, de 8 cas différents de fondation.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
Remerciements	i
Sommaire	ii
Préambule	1
Introduction	2
1ère Partie : choix des méthodes et formules	
Introduction	5
I.1 Détermination des propriétés du sol	7
I.2 Calcul des contraintes	
2.1 Contraintes géostatiques	11
2.2 Contraintes dues à la surcharge de fondation	12
I.3 Evaluation du tassement	17
2e Partie : Programme BASIC-TASS	
II.1 Description	20
II.2 Utilisation	23
2.2.1 Essai de consolidation	25
2.2.2 Fondations circulaires	26
2.2.3 Fondations rectangulaires	28
2.2.4 Fondations de grande longueur	30
2.2.5 Fondations de forme quelconque	34
II.3 Exemples de calcul	
3.1 Essai de consolidation EPT 1980	42
3.2 Radier rectangulaire (GEDDES)	48
3.3 Radier Hôtel du Barachois	51
3e Partie : Conclusion - Discussions	64

## ANNEXES

- A Organigrammes
- B Basic-Tass par clavier
- C Basic-Tass par clavier  
(Fondations de grande longueur)
- D Basic-Tass par fichier
- E Basic-Tass par fichier  
(Fondations de grande longueur)

P R E A M B U L E

Le programme BASIC dont nous nous proposons de présenter ici les principes de réalisation et d'utilisation porte sur le tassement et le phénomène de CONSOLIDATION.

Il permet le calcul des tassements sous des fondations de diverses formes ainsi que le traitement partiel des données d'essais oedométriques.

Dans son état actuel, il comporte en plus de la sous-routine de l'essai de consolidation, 8 sous-programmes, représentant 8 cas différents de fondation. La structuration permet son extension par l'addition d'autres cas.

Un tel programme doit trouver une place non négligeable dans le cadre de l'enrichissement de la Programmathèque du Centre de calcul. Il peut également être d'un intérêt particulier pour les bureaux d'Etudes spécialisés en mécanique des sols tels que le C.E.R.E.E.Q.

 école polytechnique  
de Liège

## I N T R O D U C T I O N

Les phénomènes de tassement liés à la consolidation des sols sous charges sont souvent très préjudiciables aux constructions. En effet ces tassements, surtout quand ils sont différentiels sont à l'origine de désordres considérables au niveau des édifices.

Ils peuvent ainsi, en plus de créer des fissures importantes, affecter la stabilité des ouvrages en question. C'est le cas de la Tour de Pise en Italie qui, à cause d'un tassement différentiel, accuse un porte-à-faux de plus de 4 mètres ! De tels dommages nécessitent des reprises en sous-oeuvres souvent peu esthétiques, difficiles et coûteuses à réaliser.

Exemple : Cathédrale de Winchester en Angleterre (de 1905 à 1912). Elles sont d'ailleurs souvent vaines. C'est le cas du palais des Beaux-Arts de Mexico.

Beaucoup de chercheurs et techniciens ont travaillé et continuent à travailler aujourd'hui pour une maîtrise de ces phénomènes. Des méthodes de prévision des tassements ont été mises au point. Elles accusent des imperfections par suite de la difficulté d'approcher la loi rhéologique (ou de comportement élastique) du sol.

Par ailleurs, des versions automatisées de ces méthodes de calcul ont été réalisées mais souvent de façon locale, et ce par des Instituts d'Envergure comme le CEBTP. Néanmoins, avec l'affluence des mini et micro-ordinateurs, les bureaux d'études se lancent de plus en plus dans la programmation, de leurs algorithmes les plus couramment sollicités.

Pour notre part, nous disposons d'un mini-ordinateur, le IBM 5100, d'une capacité de 32 K octets. C'est là une capacité faible qui ne permet pas des programmes trop longs. Par contre, le langage BASIC qu'il utilise est assez puissant et il offre des possibilités d'une augmentation de la taille des programmes.

L'utilisation très pratique de cassettes magnétiques offre l'alternative qui consiste à découper les programmes à parties multiples en plusieurs petits programmes autonomes.

Nous avons réalisé notre programme "Tassement et Consolidation" sur la base d'un compromis entre les conditions citées ci-dessus.

Mais auparavant, nous avons dû procéder à un choix de méthodes et formules pour la réalisation des algorithmes.

Un bureau d'Etudes de Sols, en l'occurrence le CEREEQ, a été contacté pour le prêt d'un dossier de fondations. De ce dossier ont été tirées les données d'un exemple de calcul pour tester les algorithmes.

Pour suivre le même schéma de procédure, nous dégagerons d'abord dans ce rapport les aspects de mécanique de Sols relatifs au problème traité avant de présenter les conventions et le mode d'utilisation du programme.

## I - CHOIX DES METHODES ET FORMULES

NOTA : L'énoncé des principes sur lesquels reposent les calculs et les formules exposés, sort du cadre et de l'objectif de ce rapport. Ces principes sont déjà clairement présentés dans plusieurs bons manuels de mécanique des sols.

Nous nous bornerons donc à justifier uniquement les différentes hypothèses et formules qui sous-tendent notre programme.

Les méthodes de calcul qui ont été élaborées pour évaluer le tassement peuvent être groupées, en gros, à deux catégories : le calcul direct et les méthodes indirectes.

Elles utilisent, toutes, des résultats tirés de la théorie de l'élasticité. L'emploi de ces résultats a été justifié malgré le comportement des sols (compressibles en particulier) qui, à priori, invalide toute approche élastique. On insistera toutefois sur le fait qu'une bonne détermination des propriétés du sol est le garant d'une représentativité de la théorie élastique dans les prévisions de tassement.

#### CALCUL DIRECT

La plus rapide, c'est aussi la méthode la moins versatile et, peut-être, la plus dangereuse.

Sa facilité réside dans le fait qu'elle se résume pratiquement à une simple lecture du tassement dans des tables si le problème considéré a été résolu par la théorie de l'élasticité.

Toutefois, le danger de son utilisation est lié aux hypothèses qui définissent les cas déjà résolus. C'est pourquoi, il est fortement conseillé d'être prudent dans l'utilisation de cette méthode.

C'est une méthode que nous avons d'ailleurs écartée au profit du calcul indirect, dit classique, qui évite certaines simplifications douteuses, voire parfois franchement erronées.

#### CALCUL CLASSIQUE

C'est une méthode dont le processus se décompose en 3 parties :

i) Détermination des propriétés du sol

Pour cela, on divise le massif en plusieurs couches en respectant, bien entendu, les horizons naturels. Par des sondages de reconnaissance, on prélève des échantillons pour chacune de ces couches. Ces échantillons sont analysés pour en déterminer les caractéristiques physiques, lesquelles sont extrapolées à la totalité de la couche représentée.

Dès lors on est en mesure de déterminer les contraintes régnant dans le massif avant l'application des surcharges de fondations (i.e le poids des terres).

ii) Calcul des contraintes dans les couches dues à la surcharge

Le calcul des contraintes dues à une surcharge se fait le long d'un axe vertical issu du point où on désire estimer le tassement. On utilise pour ce calcul des résultats de la théorie élastique.

iii) Evaluation des tassements

L'évaluation du tassement se fait pour chaque couche en tenant compte de ses propriétés physiques et des contraintes mobilisées. La somme des tassements de toutes les couches constitue le tassement du point considéré.

L'avantage du calcul indirect est lié au fait que la distribution des contraintes est très peu sensible au manque d'homogénéité courant du sol. (1)

Par ailleurs, pour ce qui est de la détermination des propriétés du sol, on peut avoir recours soit à l'oedomètre soit au triaxial.

Le triaxial est la méthode la plus rigoureuse. Pour faire d'ailleurs le calcul à partir de ce procédé, il faut connaître pour un point donné, la répartition des contraintes suivant les 3 axes principaux.

Cependant nous avons adopté, nous, la méthode par l'oedomètre qui est la technique la plus courante. Elle est un peu plus facile à réaliser que le triaxial mais malheureusement, elle perd en signification suivant la position du point à l'étude par rapport au centre de la fondation.

(1) Cela nous permet d'utiliser l'hypothèse du milieu infini, isotrope et homogène" pour le calcul précis des contraintes.

## I.1 Détermination des propriétés du sol

Elle se fait à l'oedomètre pour ce qui est des caractéristiques de compressibilité.

Ces caractéristiques revêtent ici deux aspects<sup>(1)</sup>. C'est pourquoi nous allons particulièrement insister sur leur mode de détermination.

Les caractéristiques de consolidation sont essentiellement :

- l'indice de compressibilité  $C_c$  (avec une variante : l'indice de recompression  $C_r$  pour les sols surconsolidés)
- le coefficient de compressibilité  $a_v$
- le coefficient de compressibilité spécifique  $m_v$
- L'indice des vides du sol en place ou indice des vides initial,  $e_0$
- la pression de préconsolidation  $p_c$
- le coefficient de consolidation (ou vitesse de consolidation),  $C_v$ .

### 1.a Indice de compressibilité

$C_c$  s'obtient en calculant la pente de la partie médiane sensiblement rectiligne de la courbe  $e - \log p'$  où  $e$  est l'indice des vides,  $p'$  la pression effective (voir fig I.1).  $C_r$  est déterminé de façon analogue mais en utilisant la première branche dite de recompression.

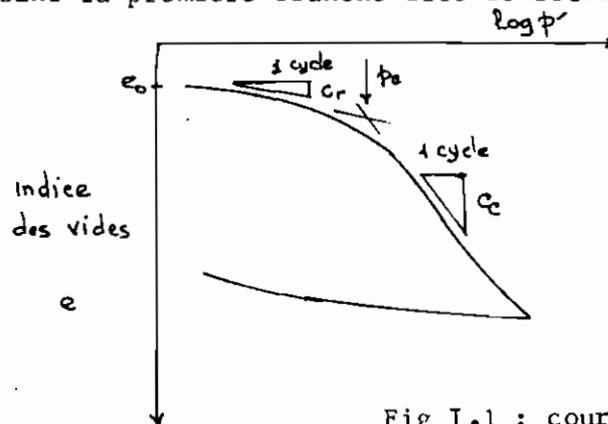


Fig I.1 : courbe  $e - \log p'$  montrant la détermination de quelques paramètres.

(1) Voir partie II & 1.2.a "Sous-programmes principaux".

$$C_c = - \frac{\Delta e}{\log p'}$$

#### 1-b Coefficient de compressibilité

Ce coefficient est donné, pour toute variation de  $e_0$  à  $e$  de l'indice des vides correspondant à une variation de pression de  $p_1$  à  $p_2$ , par la formule suivante :

$$a_v = \frac{e_0 - e}{p_2 - p_1}$$

#### 1-c Coefficient de compressibilité spécifique

Ce paramètre est déduit de  $a_v$  au moyen de la relation ci-dessous :

$$m_v = \frac{a_v}{1 + e_0}$$

#### 1-d Indice des vides du sol en place

C'est le rapport du volume des vides initial au volume des solides.

$$e_0 = \frac{V_{v0}}{V_s}$$

Pour le cas particulier des échantillons oedométriques, la section est constante.

On peut donc exprimer  $e_0$  en fonction de  $H_1$  et  $H_S$  représentant respectivement la hauteur initiale de l'échantillon et la hauteur de sol sec.

$H_S$  est en fait une hauteur fictive donnée par :

$$H_S = \frac{W_s}{A \cdot G_s}$$

où  $W_s$  est le poids des solides

A la section de l'échantillon

$G_s$  le poids spécifique des solides

$$e_0 = \frac{V_{v0}}{V_s} = \frac{A (H_1 - H_s)}{A H_s} \quad \text{soit finalement}$$

$$e_0 = \frac{H_1 - H_s}{H_s}$$

1-e Pression de préconsolidation

Elle est déterminée par diverses méthodes graphiques, entre autres celles de Casagrande, de Schmertmann. Celle employée à Poly est de loin la plus simple, la pression de préconsolidation étant déterminée par le point de rencontre entre les tangentes aux branches de recompression (début de la courbe  $e-\log p'$ ) et de consolidation primaire (branche médiane) (voir fig I.1).

1-f Vitesse de consolidation

On l'obtient par résolution graphique sur des courbes  $e-\log t$  ou  $e-\sqrt{t}$  où  $t$  représente le temps de chargement.

La vitesse de consolidation  $C_v$  est déterminée pour chaque palier de chargement dans un essai de consolidation. Il existe plusieurs méthodes entre autres celles de Taylor, Casagrande (1), et Cour.

Les autres paramètres, en dehors de celles calculées en compressibilité, sont :

i) Les poids spécifiques (ou volumiques)

(1) Voir Costet et Sanglerat "Cours pratique de mécanique des sols"  
Tome I pp 130 à 132

- Poids spécifique sec

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \text{Poids des solides/volume total}$$

- Poids spécifique humide

$$\gamma = \frac{W}{V} = \gamma_d (1 + \omega) \text{ où } \omega \text{ est la teneur en eau naturelle.}$$

- Poids spécifique à saturation

$$\gamma_{\text{sat}} = \gamma_d (1 + \omega_{\text{sat}}) \text{ où } \omega_{\text{sat}} \text{ est la teneur en eau de saturation.}$$

- Poids spécifique déjaugé (ou immergé)

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

#### ii) Les teneurs en eau

- teneur en eau naturelle

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} = \text{Poids de l'eau/poids des solides}$$

- teneur en eau de saturation

$$\omega_{\text{sat}} = \frac{(V - V_s) \gamma_w}{W_s} = \frac{e \gamma_w}{\gamma_s}$$

$$\text{soit } \omega_{\text{sat}} = \frac{e}{G}$$

Cela constitue l'essentiel des propriétés utilisées dans BASIC-TASS. On peut cependant citer d'autres propriétés utilisables dans un calcul de tassements.

Il s'agit des limites d'Atterberg, de la limite de liquidité  $W_L$  en particulier qui peut être utilisée pour une première estimation de l'indice de compressibilité  $C_c$ .

On peut mentionner également les modules triaxiaux  $E_u$ ,  $E'$  ainsi que les coefficients de Poisson  $\nu_u$  et  $\nu'$  pour les cas non drainé ( $u$ ) et drainé ( $'$ ) utilisés dans la méthode triaxiale.

## I.2 Calcul des contraintes

Nous soulignerons tout d'abord l'existence de deux types de contraintes : celles dues au poids des terres et les augmentations de pression dues à la surcharge de fondation.

### 2.1 Pressions dues au poids des terres

Ce champ de pressions porte le nom de champ géostatique de contraintes. Il subit l'influence de la présence de l'eau ; ainsi, la valeur de la pression due au poids des terres, à une profondeur donnée, dépend de la position de la nappe phréatique.

Il convient de distinguer, à une profondeur  $z$ , dans un massif homogène où la nappe phréatique est à la profondeur  $h$ , avec  $z > h$  :

- la contrainte totale

$$p_{z0} = \gamma h + \gamma_{\text{sat}} (z-h)$$

- la contrainte effective

$$p'_{z0} = \gamma h + \gamma' (z-h)$$

- la pression interstitielle

$$u = p_{z0} - p'_{z0} = \gamma_w (z-h)$$

Dans le cas d'un massif stratifié, on assiste à une variation par palier du poids spécifique en traversant les couches et, par suite, les contraintes varient en fonction de la profondeur en suivant une ligne brisée.

Pour le calcul du tassement du à la consolidation, on utilisera les contraintes effectives i.e  $\sigma'_{z0}$ . Cependant pour leur détermination, il semble plus aisé de trouver la contrainte totale et d'y retrancher la valeur de la pression interstitielle.

## 2.2 Contraintes dues à la surcharge de fondation

Les charges sur les fondations engendrent de nouvelles répartitions de contraintes dans les sols sous-jacents. La façon dont se fait cette répartition dépend du mode d'application de la charge sur la fondation, de la forme même de la fondation, de la répartition de la charge ainsi que des caractéristiques du sol.

L'analyse de ces répartitions de contraintes encore imprécise a été faite sur la base d'hypothèses simplificatrices telles que la supposition d'un milieu semi-infini, homogène et isotrope.

Ce qu'on peut retenir toutefois, c'est que la surcharge appliquée à une fondation se répartit dans le sol selon un bulbe de pressions. Ce bulbe est formé de contours isobares i.e de contours sur lesquels la pression est constante. Si par exemple,  $Q$  est la surcharge par unité de surface, l'augmentation de pression à une profondeur  $z$  est donnée par :

$$\Delta p = K \times Q$$

où  $K$  est un facteur dépendant de la profondeur  $z$  de la situation du point considéré par rapport à la fondation et surtout de la forme de la fondation. Il est appelé facteur (ou coefficient) d'influence.

Le calcul de facteur d'influence et, par conséquent, l'évaluation des augmentations de pression est moins aisé que celui des contraintes du champ géostatique.

Beaucoup de résultats actuels ont été obtenus numériquement.

Cependant, les formules analytiques étant plus maniables au niveau de l'ordinateur, nous ne nous intéresserons, pour le moment, qu'aux cas qui ont pu avoir une solution mathématique.

Nous allons ainsi donner l'expression analytique du facteur d'influence pour quelques cas de fondations respectivement circulaires, rectangulaires et de grande longueur. Il s'agit bien sûr des cas qui sont traités dans le programme BASIC-TASS.

### 2.2.1 FONDATEIONS CIRCULAIRES

#### 2.2.1. a Réservoir, radier souple avec charge normale uniforme

$$\Delta p = Q \times k_z$$

Q est la charge uniforme

$k_z$  est le facteur d'influence. Notons que ce facteur d'influence ne peut être déterminé que le long de la verticale passant par le centre de la fondation.

Il est donné par :

$$k_z = 1 - \frac{z^3}{(R^2 + z^2)^{3/2}}$$

#### 2.2.1. b Semelle, radier rigide, plaque d'essai avec charge normale centrée

$$\Delta p = \frac{N}{\pi R^2} \bar{k}_z$$

où N est la charge normale centrée

R le rayon de la fondation

$\bar{k}_z$ , facteur d'influence, est donné par

$$\bar{K}_z = \bar{N}'_z - \bar{N}_z$$

$$\text{avec } \bar{N}_z = \frac{-\sum \sqrt{1+z^2} \sin(\beta\phi/2 - \theta)}{2 A^{3/4}} ; \quad \bar{N}'_z = \frac{\sin \phi/2}{2 \sqrt{A}}$$

$$A = (p^2 + z^2 - 1)^2 + 4z^2 \quad \text{tg } \theta = 1/z$$

$$\text{tg } \phi = \frac{2z}{p^2 + z^2 - 1} \quad p = r/R^{(*)} \quad z = z/R$$

### 2.2.2 FONDATIONS RECTANGULAIRES

#### 2.2.2. a Fondation souple - charge normale uniforme

$$\Delta p_z = Q K_0$$

$K_0$ , facteur d'influence, est donné par :

$$K_0 = \frac{1}{2\pi} \left[ \frac{\alpha z}{\sqrt{1+\alpha^2+z^2}} \left( \frac{1}{1+z^2} + \frac{1}{\alpha^2+z^2} \right) + \text{Arctg} \frac{\alpha}{z\sqrt{1+\alpha^2+z^2}} \right]$$

$$\text{avec } \alpha = \frac{b}{a}$$

$$z = \begin{cases} z/2a & \text{pour le coin du rectangle} \\ z/a & \text{pour le centre} \end{cases}$$

Pour la définition de b et a voir plus loin, dans la partie "description du programme".

#### 2.2.2. b Semelle, radier rigide - charge normale centrée

$$\Delta p = \frac{N}{B \times L} \times K_0$$

N est la charge normale, B la largeur et L la longueur de la fondation.

(\*\*)

$K_0$ , facteur d'influence, à la même expression que ci-dessus.

(\*) pour la définition de r voir Partie II

(\*\*) Un facteur d'influence plus précis a été calculé par H.G. Poulos et B.H. Davis dans "Elastic solutions for soil and rock Mechanics"

### 2.2.3 FONDATEMENTS DE GRANDE LONGUEUR

#### 2.2.3 a Semelle filante, mur de soutènement - charge normale uniforme

$$\Delta p_z = Q K_0$$

$K_0$  = facteur d'influence

$$K_0 = \frac{1}{\pi} \left[ \operatorname{arctg} \frac{a+x}{z} + \operatorname{arctg} \frac{a-x}{z} + \frac{2az(a^2+z^2-x^2)}{(x^2+z^2-a^2)^2 + 4a^2z^2} \right]$$

$a$  est la 1/2 largeur de la fondation

$x$  est l'abscisse du point considéré sur une perpendiculaire à la ligne de centre de la fondation.

$z$  est la profondeur considérée.

#### 2.2.3 b Remblai à section triangulaire

$$\Delta p_z = \gamma h \left[ d_0 \left( -x/a, z/a \right) + d_0 \left( x/b, z/b \right) \right]$$

$\gamma$  est le poids spécifique du remblai

$h$  en est la hauteur

$x$  est l'abscisse du point dans un repère qui sera défini dans la partie "Description du programme"

$a$  et  $b$  y seront définis également

$z$  est la profondeur considérée.

$d_0$ , facteur d'influence, est donné par :

$$d_0 = \frac{1}{\pi} \left[ (1 - \xi) \left( \operatorname{arctg} \frac{\xi}{\zeta} - \operatorname{arctg} \frac{\xi-1}{\zeta} \right) + \frac{\xi \zeta}{\xi^2 + \zeta^2} \right]$$

$$\xi = x/a \quad \text{ou} \quad x/b$$

$$\zeta = z/a \quad \text{ou} \quad z/b$$

#### 2.2.3. c Remblai à Section trapézoïdale

$$\Delta p_z = \frac{\gamma h}{a-a'} \left\{ a \left[ d_0 \left( -x/a, z/a \right) + d_0 \left( x/b, z/b' \right) \right] - a' \left[ d_0 \left( -x/a', z/a' \right) + d_0 \left( x/b', z/b' \right) \right] \right\}$$

$d_0$  a la même expression que ci-dessus.

Les paramètres  $x$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $a'$ ,  $b'$  seront définis eux aussi dans "description du programme"

#### 2.2.4 FONDATIONS DE FORME QUELCONQUE

Là, le facteur d'influence est obtenue par superposition, en faisant la somme des facteurs d'influence des formes élémentaires en lesquelles la fondation considérée a été divisée pour fins de calcul .

#### 2.3 INFLUENCE DE LA PROFONDEUR DE LA FONDATION SUR LA CHARGE

Si une fondation a une profondeur d'ancrage (ou fiche)  $D$  non nulle, on déduira de la charge qu'elle supporte le poids des terres enlevées. Soit

$$Q = p - \gamma D$$

où  $p$  est la charge sur la fondation

$\gamma$  le poids spécifique des terres enlevées

$D$  la profondeur d'ancrage de la fondation.

On fera donc comme si la surface du sol était arasée au niveau de la base de la fondation et que la charge exercée était diminuée de la pression des terres enlevées(\*) (Voir fig I.3)

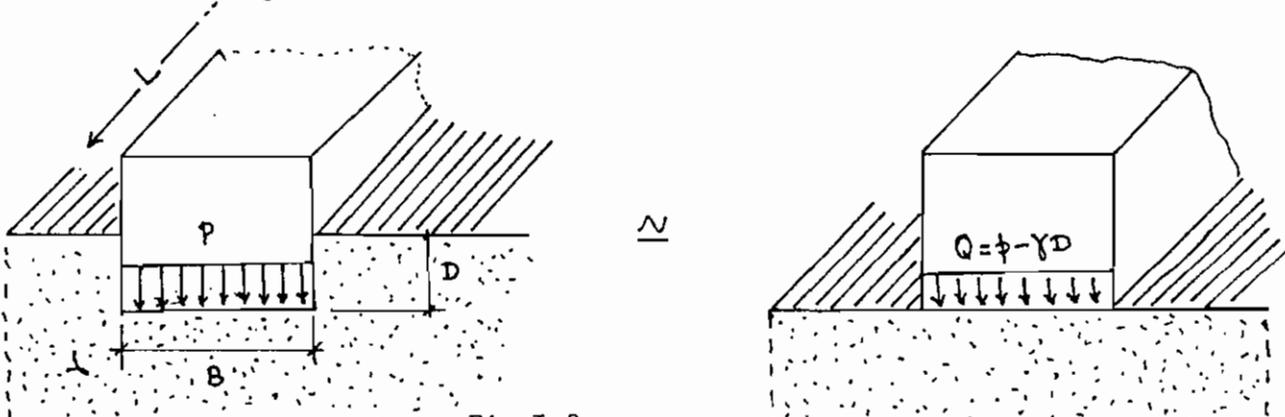


Fig I.3

Au terme de ces deux étapes I.1 et I.2, on est en mesure maintenant d'aborder le calcul du tassement

(\*) J.P. GIROUD Tables pour le calcul des fondations T.1 P. 12

### 1.3 EVALUATION DU TASSEMENT

Nous allons présenter ici le calcul fait à partir des caractéristiques de compressibilité.

#### 3.1 Paramètres requis

de compressibilité :

- Indice de compressibilité,  $C_c$
  - Indice de recompression  $C_r$
  - Indice des vides initial  $e_0$
  - pression de préconsolidation  $p_c$
- autres :
- $p'_0$  = pression géostatique effective
  - $\Delta p$  = augmentation de pression due à la surcharge de fondation
  - $H_i$  = épaisseur de la couche  $i$
  - $n$  = nombre de couches.

#### 3.2 Calcul de la variation de l'indice des vides

Ici, on fera une différence entre les sols respectivement sous-consolidés, normalement consolidés. ou surconsolidés

##### 3.2. a Sol sous-consolidé ( $p'_0 > p_c$ )

$$\Delta e = C_c \log \frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0}$$

##### 3.2 b Sol surconsolidé ou normalement consolidé ( $p'_0 \leq p_c$ )

2 cas à considérer :

i)  $p'_0 + \Delta p > p_c$

$$\Delta e = C_c \log \frac{p'_0 + \Delta p}{p_c} + C_r \log \frac{p_c}{p'_0}$$

ii)  $p'_0 + \Delta p < p_c$

$$\Delta e = C_r \log \frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0}$$

#### 3.3. Calcul du tassement

- Pour une couche  $i$  donnée, d'épaisseur  $H_i$ , le tassement est donné par

$$\Delta H_i = \frac{H_i \Delta e_i}{1 + e_{0i}}$$

- Le tassement global pour un massif est la somme des tassements des différentes couches qui la composent ; soit

$$\Delta H_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n \Delta H_i$$

## II PROGRAMME BASIC-TASS

- 1 DESCRIPTION
- 2 UTILISATION
- 3 EXEMPLE DE CALCUL

## II. 1 DESCRIPTION

Le programme BASIC-TASS existe en deux versions : une utilisant des fichiers de données, une autre lisant les données par introduction au clavier. Il est conservé sur cassette (N° 14) dans un ensemble de 6 fichiers répartis comme suit :

<u>Fichier N°</u>	<u>Taille (en K octets)</u>	<u>Contenu</u>
1 et 2	24 et 11	BASIC-TASS par clavier
3	2	Données-essai de consolidation
4	2	Données-tassement
5 et 6	22 et 10	BASIC-TASS par fichier

### 1.1 Découpage

BASIC-TASS est divisé en deux sous-programmes principaux :

- P<sub>1</sub> : Essai de Consolidation
- P<sub>2</sub> : Calcul du Tassement

P<sub>2</sub> est composé de 4 routines principales telles que montrées ci-bas.

#### Sous-programme P<sub>2</sub>

- i) Fondations circulaires
  - a) Radier souple, réservoir - charge normale uniforme
  - b) Radier rigide, semelle, plaque d'essai-charge normale centrée
- ii) Fondations rectangulaires
  - a) Radier souple-charge normale uniforme
  - b) Semelle, radier rigide - charge normale centrée
- iii) Fondations de grande longueur
  - a) Semelle filante, mur de soutènement-charge normale uniforme
  - b) Remblai à section triangulaire
  - c) Remblai à section trapézoïdale

## ii) Fondations de forme quelconque

Toutes ces 4 routines partagent 7 sous-programmes de service en commun. Elles possèdent chacune, en outre, des sous-programmes de service qui leur sont spécifiques ou qu'elles partagent dans le cadre de groupes restreints.

L'agencement des différentes parties se schématise de la façon suivante :

### DISTRIBUTEUR PRINCIPAL

SOUS-PROGRAMME P<sub>1</sub>: "essai de consolidation"

SOUS-PROGRAMME P<sub>2</sub>: "calcul du tassement"

- . Distributeur secondaire
- . Sous-programmes de service
- . Fondations selon leur forme.

Nous donnons d'ailleurs, en annexe, les principaux organigrammes.

## 1.2 Rôle des différents sous-programmes

### a) Sous-programmes principaux

La sous-routine P<sub>1</sub> permet le traitement des mesures de l'essai de consolidation en vue de préparer à la détermination des paramètres de compressibilité. Il permet ainsi de calculer les points pour l'établissement de la courbe e-logp' (détermination de C<sub>c</sub>, C<sub>r</sub>, p<sub>c</sub>, p<sub>g</sub>, α<sub>v</sub>, m<sub>v</sub> et e<sub>0</sub>) ainsi que d'autres pour le tracé des courbes e-logt et e-√t (détermination de C<sub>v</sub>, vitesse de consolidation).

Le sous-programme P<sub>2</sub> assure le calcul du tassement selon diverses formes et natures de fondations.

### b) Sous-programmes de Service

#### i) S1 : "Contraintes géostatiques"

Ce sous-programme enregistre le nombre de couches ainsi que leurs caractéristiques : épaisseur, poids spécifique humide, teneur en eau de saturation, pression de préconsolidation, poids spécifique sec de même que la profondeur de la nappe phréatique.

Tous les tableaux sont, par suite, redimensionnés et il est procédé au calcul des contraintes.

ii) S2 : "Augmentations de contraintes déjà calculées"

Au cas où l'utilisateur calcule lui-même les augmentations de contraintes, ce sous-programme peut en assurer la lecture pour continuer le reste des calculs.

iii) S3 : "Calcul classique du tassement"

Ce sous-programme lit d'abord, pour toutes les couches, l'indice de compressibilité, l'indice de recompression et l'indice des vides initial ; ensuite il calcule la variation des indices de vide pour aboutir à l'évaluation du tassement.

iv) S4 : "Impression des résultats"

Comme son nom l'indique, ce sous-programme présente les résultats obtenus sous-forme de tableaux.

Il n'inclut pas cependant l'affichage des caractéristiques de forme des fondations.

v) S5 : "Choix d'une option"

Ce sous-programme permet le choix d'une option dite secondaire i.e le choix entre les divers cas d'une même forme de fondation ou tout simplement le désir de changer de forme de fondation même.

vi) S6 : "Nombre de points de contrôle"

Ce sous-programme enregistre le nombre de points où'on désire évaluer le tassement et définit, par suite, le nombre de séries de calcul.

vii) S7 : "Cas d'augmentations de contraintes calculées par l'utilisateur"

Ce sous-programme enregistre l'option de l'utilisateur de calculer lui-même les augmentations de contraintes ou de laisser ce calcul aux soins de l'algorithme du programme. Il prépare ainsi le programme à une éventuelle lecture de ces valeurs (et ce par le sous-programme S2 décrit plus haut).

C) Sous-programmes de service particuliers

Nous présenterons seulement le cas des sous-programmes communs aux fondations rectangulaires et quelconques. Ces sous-programmes concernent la superposition.

SR3 s'occupe du calcul du facteur d'influence d'un rectangle sur l'état de contrainte en un point, compte tenu de la situation par rapport à un repère défini.

SR4 assure l'analyse des coordonnées des points à l'étude par rapport au rectangle considéré en vue de ramener le cas à l'un des 3 cas de superposition traités par SR3.

Il existe, en outre, un grand nombre de sous-routines particulières. Cependant nous ne procéderons pas à leur description. Nous mentionnerons tout simplement qu'ils s'axent principalement sur la lecture des dimensions d'une part, et d'autre part, sur leur impression avant celle des résultats.

## II.2 UTILISATION

La conception de BASIC-TASS a nécessité l'établissement de conventions diverses, surtout en ce qui concerne le repérage des points de contrôle du tassement. Cela est lié au caractère universel qu'on a voulu donner au programme. Nous invitons donc l'utilisateur à se familiariser avec ces conventions décrites dans les pages qui suivent avant d'utiliser le programme.

## 2.1 Procédure pour le choix d'une option

Dans le programme BASIC-TASS, on a 3 niveaux d'option et, par suite, 3 types de distributeurs.

Le premier distributeur concerne le choix entre les sous-programmes principaux  $P_1$  et  $P_2$ . A l'exécution, il affiche :

- 1 - Essai de Consolidation
- 2 - Calcul du tassement

L'utilisateur doit entrer au clavier le numéro correspondant au sous-programme choisi i.e 1 ou 2. Si son intention est d'arrêter le programme, il introduit 0 (zéro).

Le deuxième distributeur se situe au niveau du sous-programme  $P_2$  est choisi, ce distributeur affiche à l'écran les possibilités suivantes :

- 1 - Fondations circulaires
- 2 - Fondations rectangulaires
- 3 - Fondations de grande longueur
- 4 - Fondations de forme quelconque

La procédure de choix est la même que ci-dessus. Cependant le 0 (zéro) peut permettre aussi bien l'arrêt que le changement d'option entre  $P_1$  et  $P_2$ . En effet le zéro renvoie au premier distributeur.

Quant au troisième type de distributeur, on le rencontre une fois qu'un type de fondation est choisi. Là aussi la procédure est la même que pour le premier et le deuxième niveaux de choix.

L'introduction du zéro renvoie immédiatement au deuxième distributeur pour un changement d'option.

## 2.2 Notice d'utilisation des sous-programmes

Dans ce paragraphe, nous précisons les différentes conventions qui ont été établies pour chaque partie.

Par la suite, étant donné que dans la version par clavier, les guides opérateurs sont assez exhaustifs, nous donnerons, pour le cas de l'autre version, le mode d'agencement des données dans les fichiers qui est spécifique à chaque sous-programme.

Les notations et les unités seront précisées dans cette même partie relative à la réalisation des fichiers de données.

Signalons, par ailleurs, avant de passer à ces cas, que le sous-programme  $P_2$  (essai de consolidation) ne comporte pas de conventions particulières.

### 2.2.1 Essai de Consolidation

On utilisera le fichier n°3 pour les données de cet essai. On agencera les valeurs, échantillon par échantillon.

Pour chaque échantillon, on introduit d'abord les limites de la profondeur  $z_1$  et  $z_2$  (exprimées en mètres). On met ensuite le nom du sondage  $S\#$  entre apostrophes.

Exemple : 'Sondage A'

C'est ensuite autour des caractéristiques de l'échantillon avec dans l'ordre :

- la densité relative du sol  $G$  (en  $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
- la teneur en eau  $W$  (en %)
- le poids initial de l'échantillon  $P_1$  (en grammes)
- le poids de l'échantillon sec  $P_2$  (en grammes)
- la hauteur initiale  $H_1$  (en cm)
- le diamètre de l'échantillon  $D$  (en cm)

Après, on passe aux mesures avec :

- le nombre de paliers de chargement,  $N$   
et, pour chaque palier, de préférence sur une même ligne (ce qui fera un total de  $N$  lignes) :
- la pression de chargement  $P(I)$  (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
- la lecture du comparateur  $L(I)$  (en mm)
- la correction des lectures  $C(I)$  (en mm)

Si on est intéressé à établir les courbes : déformations versus temps. On met à la suite, et pour chaque échantillon, les caractéristiques des paliers choisis en introduisant successivement :

- la pression de chargement du palier considéré  $P_0$  (en  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
  - la correction du palier  $C$  (en mm)
  - le nombre de lectures prises  $M$
- et, de préférence sur une même ligne (soit  $M$  lignes au total) :
- la lecture du comparateur  $L$  (en mm)
  - le temps correspondant  $T$  (en secondes)

Nous donnons d'ailleurs à la suite un exemple type de ce genre de fichier.

### 2.2.2. FONDATEIONS CIRCULAIRES

CONVENTIONS : La fondation circulaire est définie par son rayon  $R_0$ , sa profondeur d'ancrage  $D_1$ . A cela on ajoutera la charge (charge normale uniforme ou centrée dans notre cas).

On définit pour ce type de fondation un système de repère pour la localisation des points de contrôle. Ce repère a pour origine le centre de la fondation. Les coordonnées du point retenu pour le calcul des contraintes sont données par  $R$ , (I) où  $R$  est la distance du point de contrôle considéré par rapport à l'origine. (I) est la profondeur de la courbe I.

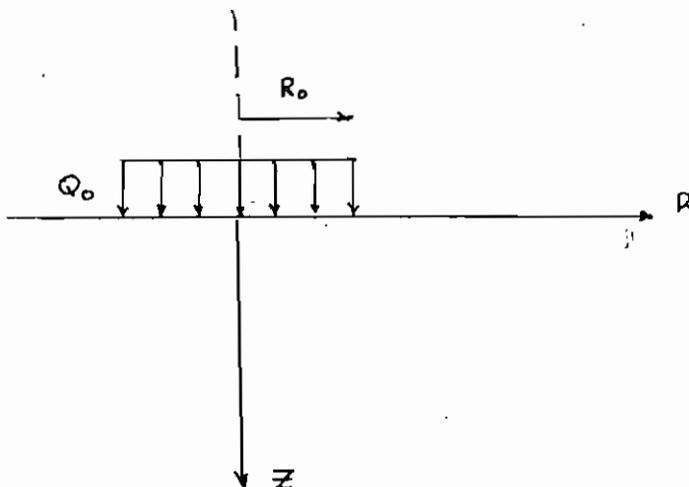


Fig II-1 Définition du repère pour une fondation circulaire chargée uniformément.

## REALISATION DU FICHER DE DONNEES

On introduit tout d'abord la descente de charge :

- $Q_0$  pour le cas "normal uniforme" (en  $T/m^2$ )
- N (en tonnes) pour le cas de la charge normale centrée.

Ensuite c'est autour des dimensions de la fondation.

Ici, il s'agit, dans l'ordre :

- du rayon de la fondation  $R_0$  (en mètres)
- de la profondeur d'ancrage  $D_1$  (en mètres)

Ensuite pour chaque point de contrôle, on introduit successivement :

- le nombre de couches sous-jacentes,  $A_1$

et, de préférence sur une même ligne (soit  $A_1$  lignes au total)

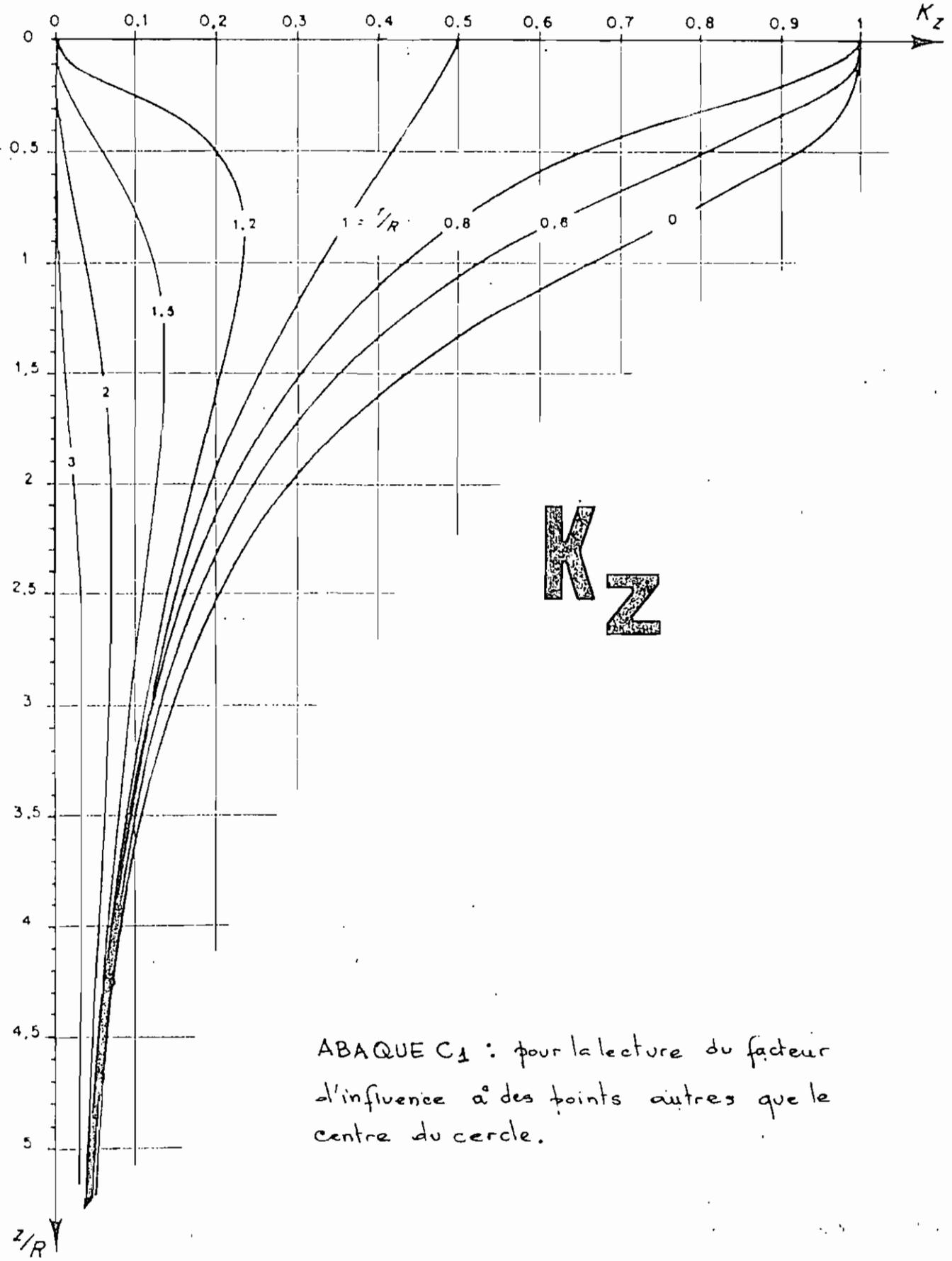
- |                                   |       |             |
|-----------------------------------|-------|-------------|
| - l'épaisseur de la couche I,     | H (I) | en mètres   |
| - Son poids spécifique humide,    | G (I) | en $g/cm^3$ |
| - Son poids spécifique sec,       | D (I) | en $g/cm^3$ |
| - Sa teneur en eau de saturation, | E (I) | en %        |
| - Sa pression de préconsolidation | P (I) | en bars.    |
| - L'indice de compressibilité     | Q (I) |             |
| - L'indice de recompression       | N (I) |             |
| - L'indice des vides initial      | V (I) |             |

Après l'introduction des propriétés des  $A_1$  couches, on entre  $Z_3$ , profondeur de la nappe phréatique.

On termine par la localisation dudit point en introduisant sa distance par rapport au centre, R (en mètres).

Par ailleurs, si on fait soi-même le calcul des augmentations de contraintes on introduit celles qui concernent le point pertinent à la suite des valeurs qui viennent d'être citées. Il s'agit de  $A_1$  valeurs R (I) qui doivent être exprimées en bars.

Ceci termine la série de données pour un point de contrôle donné. On fera le même travail pour tous les points de contrôle soit  $N_1$  séries au total.



**K<sub>z</sub>**

ABAQUE C<sub>1</sub> : pour la lecture du facteur d'influence à des points autres que le centre du cercle.

### 2.2.3. FONDATEIONS RECTANGULAIRES

CONVENTIONS : La fondation rectangulaire est définie par sa longueur  $L_0$ , sa largeur  $B_0$  et sa profondeur d'ancrage  $D_1$ . Dans notre cas, nous pouvons ajouter le type de chargement ainsi que le caractère de rigidité.

En effet nous traitons de deux cas de fondations rectangulaire :

- 1°) le cas d'une charge normale uniforme  $Q_0$  sur une fondation souple ;
- 2°) le cas d'une charge normale centrée  $N$  agissant sur une fondation rigide.

Pour ce type de fondation, on définit également un système de repère pour la localisation des points de contrôle. Ce repère à 3 dimensions aura toujours pour origine le coin gauche du rectangle et comportera 3 axes  $OX$ ,  $OY$  et  $OZ$  comme le montre la figure II.2

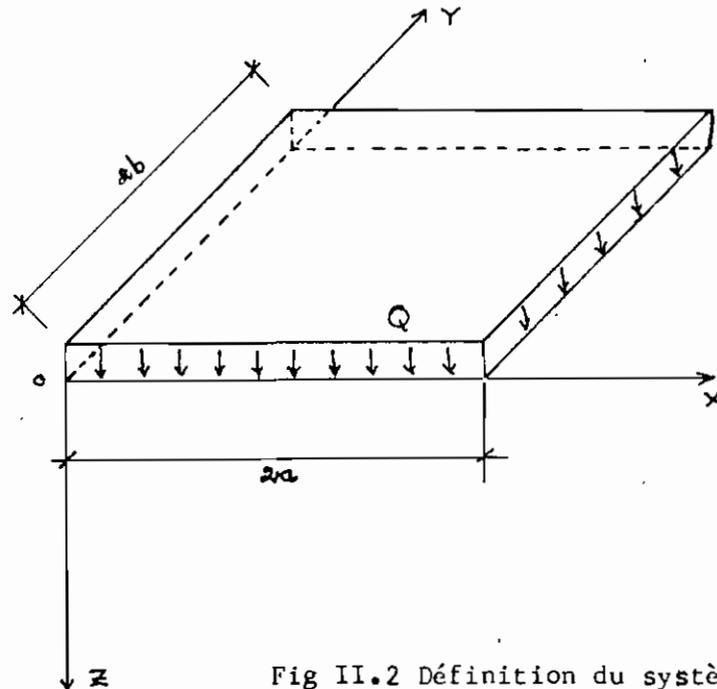


Fig II.2 Définition du système de repère pour un rectangle uniformément chargé.

On définit également les dimensions a et b mentionnées en I.2.2.2. a

2a = côté du rectangle parallèle à OX

2b = côté du rectangle parallèle à O

Donc si  $L_0$  est la longueur et  $B_0$  la largeur

Si  $2a > 2b$              $2a = L_0$  et  $2b = B_0$

Si  $2a < 2b$              $2a = B_0$  et  $2b = L_0$

#### REALISATION DU FICHER DE DONNEES

On introduit d'abord dans le fichier la descente de charge qui sera :

- la charge normale uniforme  $Q$  (en  $T/m^2$ ) pour le premier cas
- la charge normale centrée  $N$  (en tonnes) pour l'autre.

Ensuite c'est autour des dimensions de la fondation avec successivement :

- la longueur  $L_0$  (en mètres)
- la largeur  $B_0$  (en mètres)
- la profondeur d'ancrage  $D_1$  (en mètres)

Après cela, on précise la position des axes par rapport aux dimensions (longueur et largeur) du rectangle, en entrant :

- un (1) pour le cas où l'axe OX est dans le sens de la largeur  $B_0$
- un (2) dans le cas où OX est parallèle à la longueur  $L_0$ .

On passe ensuite aux points de contrôle en introduisant pour chacun d'eux et dans l'ordre :

- le nombre de couches sous-jacentes,  $A_1$   
  ensuite, sur une même ligne (Soit  $A_1$  lignes)
- l'épaisseur de la couche I,            H (I) en mètres
- son poids spécifique humide            G (I) en  $gr/cm^3$
- son poids spécifique sec                D (I) en  $gr/cm^3$
- sa teneur en eau de saturation        E (I) en %
- sa pression de préconsolidation      P (I) en bars

- son indice de compressibilité  $Q$  (I)
- son indice de recompression  $N$  (I)
- son indice des vides initial  $V$  (I)

Quand on en finit avec les  $A_1$  couches, on introduit  $z_2$  ? , la profondeur de la nappe phréatique.

Si on calcule soi-même les augmentations de contraintes, on peut les mettre à la suite ; ce seront alors  $A_1$  valeurs de  $R$  (I) à exprimer auparavant en bars.

Enfin on introduit en dernier lieu les coordonnées du point considéré avec d'abord l'abscisse  $X_0$  (en mètres), puis l'ordonnée  $Y_0$  (en mètres).

On réalise  $N_1$  séries de données de ce type pour les  $N_1$  points où on décide de contrôler le tassement.

EP  
 école polytechnique  
 OS 11113

#### 2.2.4 FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR

Une fondation est considérée comme étant de grande longueur dès que le rapport de sa longueur  $L$  à sa largeur  $B$  est supérieur à un rapport  $(L/B)$  minimum dépendant du coefficient de poisson du sol et du rapport  $H/B$  ( $H$  étant l'épaisseur de la couche sous-jacente)

Par ailleurs, on suppose que la fondation, sur toute sa longueur, présente une même section transversale.

##### a) Semelle, mur de Soutènement

Conventions : Une telle fondation est définie par sa largeur  $B_0$  et sa charge normale uniforme  $Q_0$ .

On définit un système de repère pour la localisation des points de contrôle du tassement. Ce repère est bidimensionnel et est lié à toute Section transversale. Pour toute section, le repère a pour origine le milieu de la section. Les points où l'on calcule les contraintes sont donc déterminés par leurs coordonnées  $X_0$  et  $z(I)$ , où  $X_0$  est l'abscisse du point de contrôle considéré et  $z(I)$  la profondeur d'une couche  $I$ . Voir figure

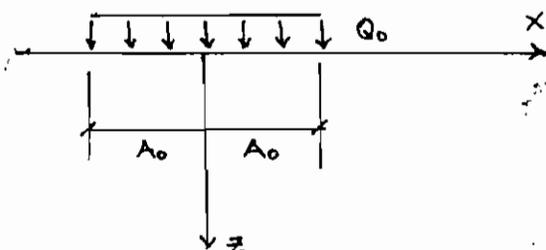


Fig II.3 Définition du repère pour une semelle filante uniformément chargée.

On définit également la dimension  $A_0$  qui est la demi-largeur de la semelle

$$2A_0 = B_0$$

Réalisation du fichier de données :

On introduit d'abord la descente de charge  $Q$  (en  $T/m^2$ )  
 puis les dimensions :

- la largeur  $B_0$  (en mètres)
- la profondeur d'ancrage  $D_1$  (en mètres)

Ensuite pour chacun des  $N_1$  points où on contrôle le tassement, on introduit successivement :

- le nombre de couches sous-jacentes,  $A_1$

ensuite, sur une même ligne, pour chacune des  $A_1$  couches :

- l'épaisseur de la couche I	H (I) en mètres
- son poids spécifique humide	G (I) en $gr/cm^3$
- son poids spécifique sec	D (I) en $gr/cm^3$
- sa teneur en eau de saturation	E (I) en %
- sa pression de préconsolidation	P (I) en bars
- l'indice de compressibilité	Q (I)
- l'indice de recompression	N (I)
- l'indice des vides initial	V (I)

Après les propriétés de la  $A_1$ ème couche, on met la profondeur de la nappe phréatique,  $z_3$

Puis on introduit, pour le point considéré, l'abscisse  $X_0$   
 (en mètres)

Si on assure soi-même le calcul des augmentations de contraintes, on les met, à la suite des valeurs ci-dessus citées. Il s'agit de  $A_1$  valeurs de R (I) à exprimer en bars.

b) Remblai à section triangulaire

Conventions : On suppose que le remblai exerce sur le sol une répartition de charge normale dont la forme de distribution se déduit de la forme de la section par affinité de rapport G (Poids spécifique du remblai).

On définit par ailleurs un système de repère pour la localisation des différents points de contrôle du tassement. C'est également un repère bidimensionnel lié à toute section transversale. Son origine est la projection orthogonale, au niveau du sol, du sommet du remblai. Voir figure II.4

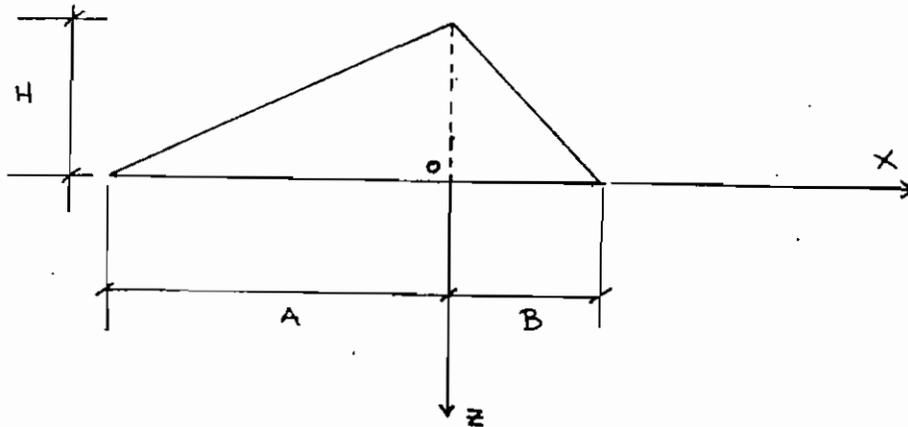


Fig II.4 Définition du repère pour un remblai triangulaire.

Par rapport à ce repère on définit les dimensions de la section :

- A est la portion de base à gauche de l'axe O
- B est la portion de base à droite de l'axe O
- H est la hauteur du remblai.

#### Réalisation du fichier de donnée

Ici, seuls, le chargement et les dimensions différencieront ce fichier-ci de celui défini en a). On introduira donc ces valeurs tout d'abord, avec dans l'ordre :

- le poids spécifique du remblai  $G$  (en  $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
- sa hauteur  $H$  (en mètres)
- sa portion de base à gauche de l'axe O ,  $A$  (en mètres)
- sa portion de base à droite de O ,  $B$  (en mètres)

Puis on procède, pour le reste, exactement de la même façon qu'en a)

### c) Remblai trapézoïdal

Conventions : Ce sont les mêmes suppositions que pour le remblai triangulaire.

Le système de repère est défini par le triangle obtenu du prolongement, au-dessus de la petite base, des deux talus de remblai: voir figure II.5

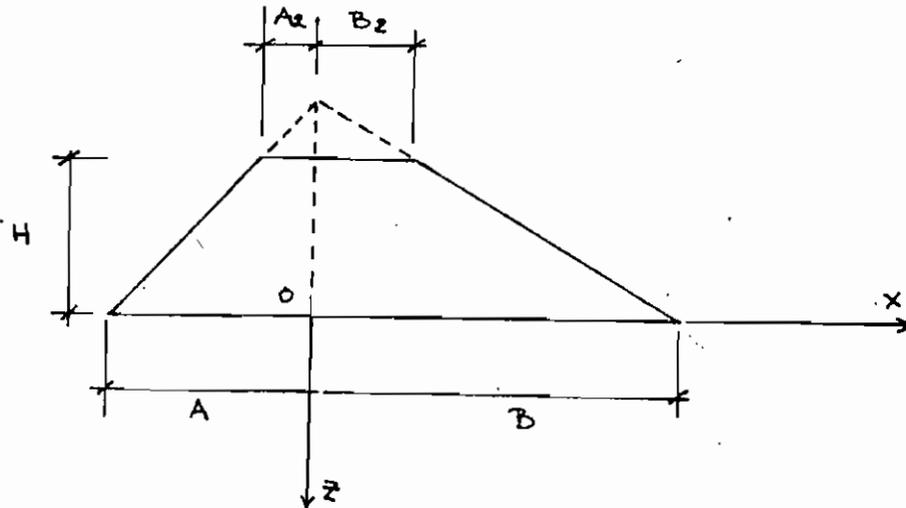


Fig II.5 Définition du repère pour un remblai à section trapézoïdale.

On définit les dimensions de la section à partir de ce repère :

- A est la portion de la grande base à gauche de O
- B est la portion à droite de O
- $A_2$  est la portion de la petite base à gauche de O
- $B_2$  en est la portion à droite.
- H est la hauteur du remblai.

#### Réalisation du fichier de données

Ici également, seuls les dimensions et le chargement créent une différence par rapport au fichier en a)

On introduira donc ces valeurs dans l'ordre suivant :

- Poids spécifique du remblai  $G$ , en  $\text{gr/cm}^3$
- Hauteur du remblai  $H$ , en mètres
- Portion de grande base à gauche de  $O$ ,  $A$  (en mètres)
- Portion de grande base à droite,  $B$  (en mètres)
- Portion de petite base à gauche de  $O$ ,  $A_2$  (en mètres)
- Portion de petite base à droite,  $B_2$  (en mètres)

Pour le reste, on procède exactement comme en a)

### 2.2.5 FONDATEMENTS DE FORME QUELCONQUE

CONVENTIONS : On appellera fondation de forme quelconque toute fondation dont la forme est telle qu'elle ne permet sa classification ni dans la catégorie des fondations dites simples (circulaires ou rectangulaires) ni dans celle des fondations de grande longueur.

Pour faire le calcul des contraintes des tassements sous une telle fondation, on procède par superposition dans BASIC-TASS. Pour ce faire, on doit diviser la fondation à l'étude en figures simples à chargement uniforme si possible. Cette méthode permet ainsi de contourner à la fois le caractère quelconque des formes et celui des modes de chargement. Cependant le programme BASIC-TASS dans son état actuel exigera que les figures simples soient pour le moment des rectangles à chargement uniforme uniquement.

La figure II.6 donne, ci-dessous, un exemple simple de radier quelconque. Il s'agit d'une approximation du radier que nous allons utiliser dans un des exemples de calcul. Il se décompose en gros en 3 petits radiers rectangulaires uniformément chargés :

- 2 ailes latérales dont la descente de charge est de  $6 \text{ T/m}^2$
- 1 aile centrale allongée caractérisée par un chargement plus important :  $14 \text{ T/m}^2$ . (Voir fig II.6)

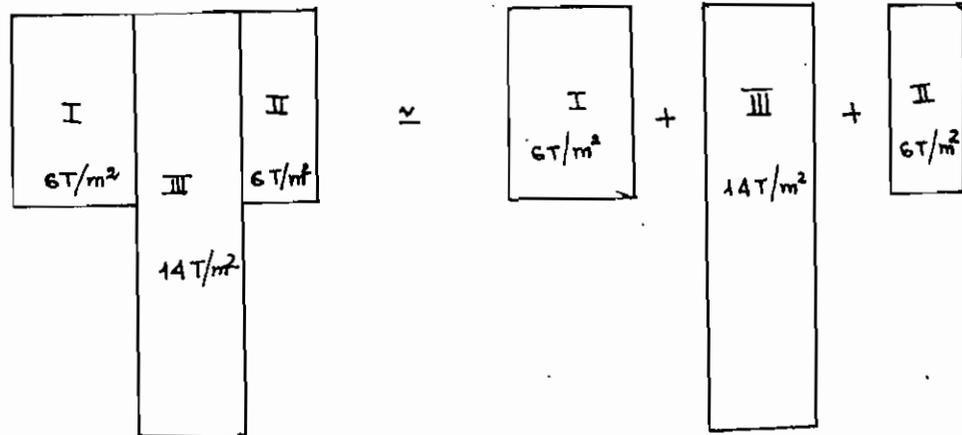


Fig II.6 mode de décomposition d'un radier pour fins de superposition.

Une fois que la division en rectangles (ou plus généralement en figures simples) est réalisée, on détermine pour chacun des rectangles les dimensions i.e. La longueur L, la largeur B et la profondeur d'ancrage.

Pour ce qui est de la localisation des points de contrôle, on définit un système de repérage analogue à celui utilisé dans le cas des fondations rectangulaires. Cependant dans le cas des formes quelconques on affectera un repère à chaque rectangle élémentaire. Ce qui donne 3 repères pour le radier de l'exemple :

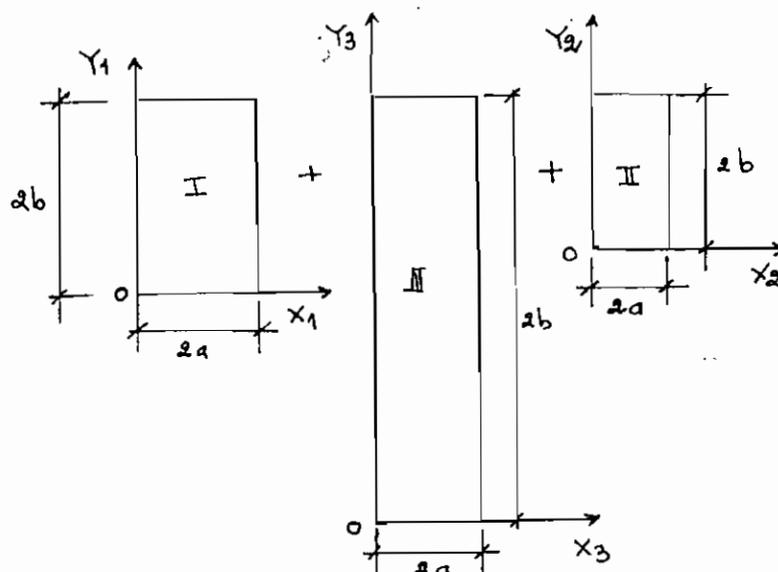


Fig II.7 Définition du système de repères pour radier décomposé pour fins de superposition.

Un point de contrôle donné devra être localisé par rapport à tous les rectangles élémentaires. Il aura donc autant de paires de coordonnées qu'il y aura de rectangles élémentaires.

Par rapport à ces repères, on définit également les dimensions des rectangles élémentaires exactement de la même façon que pour les fondations rectangulaires i.e

$2a$  = dimension parallèle à l'axe  $OX$

$2b$  = dimension parallèle à l'axe  $OY$

#### Réalisation du fichier de données

En premier lieu, on introduit le nombre de rectangles élémentaires en lesquels on a divisé la fondation. Ce nombre est donné par  $M_1$ .

Ensuite pour chacun des  $M_1$  rectangles on introduit dans l'ordre :

- la longueur  $L(I)$  en mètres
- la largeur  $B(I)$  en mètres
- la profondeur d'ancrage  $K(I)$  en mètres
- la charge  $C(I)$  en  $T/m^2$
- la position des axes par rapport aux dimensions (longueur ou largeur) du rectangle  $I$  considéré. Il s'agit de  $A(I)$  qui aura pour valeur :
  - + 1 si l'axe  $OX$  est parallèle à la largeur  $B(I)$
  - + 2 si l'axe  $OX$  est parallèle à la longueur  $L(I)$

On passe ensuite aux points de contrôle en introduisant pour chacun d'eux et dans l'ordre :

- le nombre de couches sous-jacentes  $A_1$
- à la suite, sur une même ligne par couche :
- l'épaisseur de la couche  $I$ ,  $H(I)$  en mètres
  - son poids spécifique humide,  $G(I)$  en  $gr/cm^3$
  - son poids spécifique sec,  $D(I)$  en  $g/cm^3$
  - sa teneur en eau de saturation  $E(I)$  en %
  - sa pression de préconsolidation  $P(I)$  en bars
  - son indice de compressibilité  $Q(I)$
  - son indice de recompression  $N(I)$
  - son indice des vides initial  $V(I)$

Après les caractéristiques des  $A_1$  couches, c'est autour de la profondeur de la nappe phréatique qui devra être exprimée en mètres. Elle est notée  $Z_3$ .

Pour le point  $J$  considérée, on termine l'introduction des données par les coordonnées par rapport aux différents rectangles élémentaires.

Ainsi donc, pour chacun des  $M_1$  rectangles, on introduira respectivement

- l'abscisse du point  $J$  par rapport au rectangle  $I$ ,  $X(I)$  en mètres
- l'ordonnée de ce point par rapport au rectangle,  $Y(I)$  en mètres

Cela fera pour chaque point  $J$ ,  $M_1$  paires de coordonnées au total.

Si on fait le calcul des augmentations de contraintes par des méthodes autres que celle assurée par l'algorithme du programme, on introduit à la place des coordonnées les valeurs trouvées (i.e  $A_1$  valeurs de  $R(I)$  qui devront être au préalable exprimées en bars.

Nous donnons d'ailleurs un exemple type de ce genre de fichier à la page suivante. Cet exemple est relatif au radier que nous utilisons pour tester notre algorithme.

## Exemple de fichier N°1 :F. de forme quelconque

```

0001 DATA 3
0002 DATA 25,15.5,0,6.1
0003 DATA 25,10.5,0,6.1
0004 DATA 56,14.5,0,14.1
0005 DATA 8
0006 DATA 5.5,1.83,1.43,98,.49,0.00,0.00,.873
0007 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.962,.15,.027,.873
0008 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,2.158,.13,.048,.937
0009 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302
0010 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,2.290,.1,.038,1.065
0011 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,2.770,.077,.022,1.556
0012 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,3.250,.16,.048,1.147
0013 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,3.740,.25,.063,1.045
0014 DATA 4.5
0015 DATA 22.75,12.5
0016 DATA -7.25,12.5
0017 DATA 7.25,43.5
0018 DATA 8
0019 DATA 5.5,1.83,1.43,98,0,.49,.00,.00,.873
0020 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.766,.15,.027,.873
0021 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,1.177,.13,.048,.937
0022 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302
0023 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,.981,.1,.038,1.065
0024 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,1.472,.077,.022,1.556
0025 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,1.57,.16,.048,1.147
0026 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,1.373,.25,.063,1.045
0027 DATA 4.5
0028 DATA 7.75,12.5
0029 DATA -22.25,12.5
0030 DATA -7.75,43.5
0031 DATA 6
0032 DATA 8.0,1.83,1.30,71.0,.49,.00,.00,.873
0033 DATA 4.5,1.88,1.465,35.5,.628,.07,.013,.936
0034 DATA 7.5,2.065,1.87,16.6,5.396,.15,.00,.448
0035 DATA 4.5,1.715,1.155,16.6,.687,.15,.034,1.251
0036 DATA 4.0,1.545,1.165,50.3,.785,.055,.018,1.307
0037 DATA 5.5,1.805,1.19,47.4,1.275,.075,.018,1.189
0038 DATA 4.5
0039 DATA 22.75,-15.5
0040 DATA -7.25,-15.5
0041 DATA 7.25,15.5
0042 DATA 8
0043 DATA 5.5,1.83,1.43,98,.49,.00,.00,.873
0044 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.962,.15,.027,.873
0045 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,2.158,.13,.048,.937
0046 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302
0047 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,2.29,.1,.038,1.065
0048 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,2.770,.077,.022,1.556
0049 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,3.25,.16,.048,1.147
0050 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,3.740,.25,.063,1.045
0051 DATA 4.5
0052 DATA 7.75,-31
0053 DATA -22.25,-31
0054 DATA -7.75,0

```

## Exemple de fichier N°2 : Essai de Consolidation

0001 DATA 12,20  
0002 DATA 'SONDAGE B'  
0003 DATA 2.75,25.88,175.48,139.4,1.985,7.5,9  
0004 DATA 28.54,3.8066,.3048  
0005 DATA 26.1,3.704,.3048  
0006 DATA 13.05,3.1245,.3048  
0007 DATA 6.52,2.2016,.2235  
0008 DATA 3.26,1.991,.1676  
0009 DATA 1.63,1.408,.1219  
0010 DATA .815,1.088,.0838  
0011 DATA .408,.7995,.0533  
0012 DATA .204,.3322,.0305  
0013 DATA 1.63,.1219,10  
0014 DATA 1.162,6  
0015 DATA 1.184,15  
0016 DATA 1.19,30  
0017 DATA 1.202,60  
0018 DATA 1.2034,120  
0019 DATA 1.2061,300  
0020 DATA 1.314,900  
0021 DATA 1.359,1800  
0022 DATA 1.4002,3600  
0023 DATA 1.408,86400

## III.3

EXEMPLES DE CALCUL

Nous présentons ici 3 exemples de calcul portant sur 3 cas : l'essai de consolidation d'une part et d'autre part deux des cas de fondation les plus couramment rencontrés : le radier rectangulaire et la fondation de forme quelconque.

Pour chaque cas, nous brosserons tout d'abord la méthodologie utilisée par le calculateur. Nous compilerons ensuite les données nécessaires pour le calcul par l'ordinateur avant de présenter les résultats qui seront comparés à ceux obtenus par des méthodes manuelles.

### II.3.1 Essai de Consolidation

Il s'agit d'un essai de consolidation réalisé par le groupe 4e civil de l'Ecole Polytechnique dans le cadre du cours de Sols 4.11.

Cet essai ne porte que sur un seul échantillon. Un fichier de données a été réalisé conformément aux prescriptions du paragraphe.

#### II.2.2.1.

Les calculs réalisés portent sur :

- la détermination de l'indice des vides en fonction de la pression appliquée
- le calcul de  $\log p$  versus l'indice des vides
- le calcul de  $\log t$  et  $\sqrt{t}$  versus les lectures de déformation pour un palier choisi. Le palier de chargement choisi, ici, est celui réalisé entre le 7/1/80 à 17 : 05 et le 8/1/80 à 17 : 05.

#### a) Données

Pression	Lecture	Correction	lecture	$\Delta e$ (%)	$e$
Kg/cm <sup>2</sup>	$\left(\frac{10^{-4} p_0}{mm}\right)$	$\left(\frac{10^{-4} p_0}{mm}\right)$	$\left(\frac{10^{-4} p_0}{mm}\right)$	(-)	(-)
28.54	3.8066	0.3048	3.5018	0.305	0.425
26.10	3.7040	0.3048	3.3992	0.296	0.434
13.05	3.1245	0.3048	2.8197	0.245	0.484
6.52	2.2016	0.2235	1.9781	0.172	0.558
3.26	1.9910	0.1676	1.8234	0.159	0.571
1.63	1.4080	0.1219	1.2861	0.112	0.618
0.815	1.0880	0.0838	1.0042	0.087	0.643
0.408	0.7995	0.0533	0.7462	0.065	0.665
0.204	0.3322	0.0305	0.3017	0.026	0.704
0	0	0	0	0	0.73

Tableau II.1 Pressions versus déformations et indice des vides

Date	Heure	temps	lecture
7/1/80	17:05	05	1.088
CHARGE		6	1.162
2000 Gr		15	1.184
		30	1.190
PRESSION		1m	1.202
1.63 kg/cm <sup>2</sup>		2	1.2034
		5	1.2061
		15	1.214
		30	1.359
		60	1.4002
8/1/80	17:05	24h	1.4080

Tableau II.2 déformations, versus temps pour un palier



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES  
Laboratoire de Mécanique des Sols  
ESSAI DE CONSOLIDATION

IDENTIFICATIONS

Récupéré \_\_\_\_\_ Echantillon prélevé à \_\_\_\_\_ Manipulateur 3<sup>ec</sup>  
Appareil n° 2 Calculé \_\_\_\_\_ vérifié \_\_\_\_\_ date 9/1/80

Humidité	Temoin	Finale	Lavage
capsule n°	<u>2</u>	<u>2</u>	
W <sub>i</sub> + Tare	<u>283.35</u>	<u>186.38</u>	
W <sub>s</sub> + Tare	<u>190.55</u>	<u>160.9</u>	
W <sub>w</sub>	<u>30.80</u>	<u>25.9</u>	
Tare	<u>54.35</u>	<u>41.5</u>	
W <sub>s</sub>	<u>142.20</u>	<u>139.4</u>	
W%	<u>25.88%</u>	<u>18.58%</u>	

W<sub>s</sub> = 139.4 gr \_\_\_\_\_ calculé   
Densité relative G<sub>s</sub> 2.75 Estimée

Anneau n°	<u>1</u>	Diamètre	<u>7.5</u>	cm
Hauteur	sol + papiers + pierres		<u>4.610</u>	cm
	papiers + pierres		<u>2.625</u>	cm
	hauteur initial du sol		<u>1.985</u>	cm
Poids	initial			
	papier + sol + anneau		<u>1001.66</u>	gr
	papier + anneau		<u>826.18</u>	gr
	sol		<u>175.48</u>	gr
	Final			
	papier + sol + anneau			gr
	papier + anneau			gr
	sol			gr

TAUX DE CHARGEMENT

$$\frac{\Delta P}{P} = 1$$

Hauteur de sol initiale H 1.985 cm  
Hauteur de sol H<sub>s</sub>  $\frac{W_s}{K}$  1.147 cm  
Hauteur des vides initiale H<sub>v</sub> = H - H<sub>s</sub> 0.837 cm  
Indice des vides initial  $\frac{H_v}{H_s}$  0.73  
Degré de saturation initial  $\frac{G \cdot W}{G_s \cdot W}$  97.49 %

Finale H - Δh \_\_\_\_\_ cm  
finale H<sub>v</sub> = Δh - H<sub>s</sub> 0.428 cm  
final  $\frac{H_v - \Delta h - H_s}{H_s}$  0.425  
final  $\frac{G_s \cdot W}{G}$  107 %

notes  
 $K = \frac{\pi \sigma^2}{4} G_s = 121.49$  gr/cm  
 $w = \frac{175.48 - 139.4}{139.4} = 25.1$  %  
 $\Delta e = \frac{\Delta h \frac{\pi \sigma^2}{4}}{\Delta H (cm)} = 0.81$

Tableau II.3 caractéristiques générales de l'échantillon et calculs intermédiaires.

Nous donnons à la suite le fichier de données ainsi que les résultats obtenus par ordinateur.

0001 DATA 12,20  
0002 DATA 'SONDAGE B'  
0003 DATA 2.75,25.88,175.48,139.4,1.985,7.5,9  
0004 DATA 28.54,3.8066,.3048  
0005 DATA 26.1,3.704,.3048  
0006 DATA 13.05,3.1245,.3048  
0007 DATA 6.52,2.2016,.2235  
0008 DATA 3.26,1.991,.1676  
0009 DATA 1.63,1.408,.1219  
0010 DATA .815,1.088,.0838  
0011 DATA .408,.7995,.0533  
0012 DATA .204,.3322,.0305  
0013 DATA 1.63,.1219,10  
0014 DATA 1.162,6  
0015 DATA 1.184,15  
0016 DATA 1.19,30  
0017 DATA 1.202,60  
0018 DATA 1.2034,120  
0019 DATA 1.2061,300  
0020 DATA 1.314,900  
0021 DATA 1.359,1800  
0022 DATA 1.4002,3600  
0023 DATA 1.408,86400

### II.3.2 Radier rectangulaire

Il s'agit d'un cas tiré du livre intitulé "Problèmes de mécanique des Sols et leur solution" de Geddes.

Il concerne un radier de 27 m x 18 m ayant une profondeur d'ancrage de 3 mètres. Ce radier repose sur une couche d'argile de 9 m d'épaisseur située au-dessus d'une couche d'argile épaisse de 7,5 m. Le substratum est constitué d'une couche perméable.

Pour l'évaluation du tassement, la couche d'argile a été divisée en 5 couches. La couche de sable supérieure bien que supposée incompressible constituera la 6e couche dans les calculs.

Le sol est supposé normalement consolidé. Le tassement est contrôlé au milieu du radier.

#### Données

##### a) Enoncé du problème

5.4. Un radier de fondation repose sur une couche de sable elle-même superposée à un lit homogène d'argile. L'argile repose sur un milieu perméable. On demande d'estimer le tassement final pour le point milieu de la fondation, ainsi que le tassement au bout de dix années.

Dimensions de la fondation	27 m x 18 m
Pression de contact	215 kN/m <sup>2</sup>
Densité sèche du sable	1 830 kg/m <sup>3</sup>
Masse volumique des particules de sable	2,65
Teneur en eau du sable au-dessus de la nappe phréatique	8 %
Densité apparente de l'argile	1 920 kg/m <sup>3</sup>
Masse volumique des particules d'argile	2,70
Niveau de la surface du sol	54 m au-dessus du niveau de référence
Niveau supérieur de la couche d'argile	45 m au-dessus du niveau de référence
Niveau supérieur du rocher	37,5 m au-dessus du niveau de référence
Surface inférieure de la fondation	51 m au-dessus du niveau de référence
Niveau de la nappe phréatique	48 m au-dessus du niveau de référence

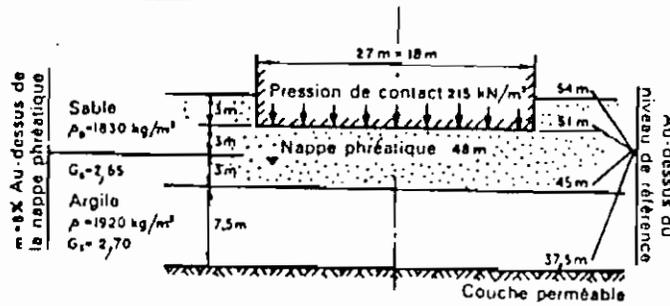


fig II.1 Coupe transversale type.

Dans le manuel, le paramètre de compressibilité utilisé pour le calcul du tassement est le coefficient de compressibilité spécifique  $m_v$ . Nous, par contre, nous utilisons l'indice de compressibilité  $C_c$ . La figure II.2 donne la variation de  $m_v$  en fonction de la pression effective.

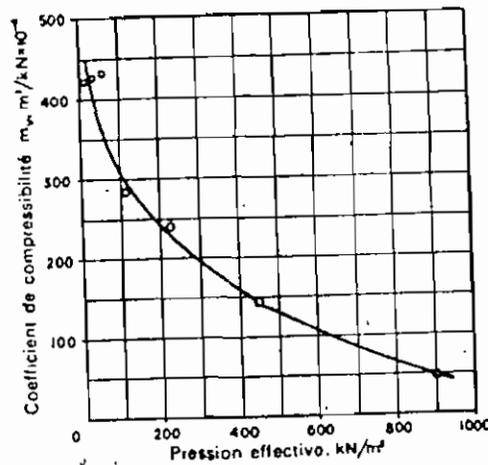


Fig.II.2 Coefficient de compressibilité versus pression effective.

Dans le tableau suivant nous compilons les caractéristiques des différentes couches sous-jacentes à la fondation.

Les pages qui suivent donnent, un exemplaire du fichier réalisé ainsi que les résultats obtenus par ordinateur. Une copie des résultats du manuel y est jointe également pour des fins de comparaison.

Tableau II.3 caractéristiques des couches

couche N°	Epais. H(m)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	w <sup>sat</sup> (%)	p <sub>c</sub> (bars)	C <sub>c</sub>	C <sub>r</sub>	e <sub>0</sub>
1	9	1.976	1.83	17	1.1	0	0.00	0.45
2	1.5	1.92	1.64	17	1.57	0.26	0.00	1.00
3	1.5	1.92	1.64	17	1.70	0.26	0.00	1.00
4	1.5	1.92	1.64	17	1.84	0.26	0.00	1.00
5	1.5	1.92	1.64	17	1.97	0.26	0.00	1.00
6	1.5	1.92	1.64	17	2.11	0.26	0.00	1.00

FICHER DE DONNEES

```

0001 DATA 1,27,18,3,22,2
0002 DATA 6
0003 DATA 9,1.976,1.83,17,1.1,0,0,.45
0004 DATA 1.5,1.92,1.64,17,1.57,.26,0,1
0005 DATA 1.5,1.92,1.64,17,1.7,.26,0,1
0006 DATA 1.5,1.92,1.64,17,1.84,.26,0,1
0007 DATA 1.5,1.92,1.64,17,1.97,.26,0,1
0008 DATA 1.5,1.92,1.64,17,2.11,.26,0,1
0009 DATA 6
0010 DATA 13.5,9

```

POINT NO 1

Tableau II.3A

COUCHE	H M	Z0 M	$\sigma_0$ BARS	Z M	$\Delta\sigma$ BARS	$\sigma_0 + \Delta\sigma$ BARS	CC	E0	$\Delta E$	$\Delta H$ CM
1	9.00	4.50	.872	4.50	1.50	2.372	0.00	.450	0.000	0.0
2	1.50	9.75	1.567	9.75	1.17	2.734	.26	1.000	.063	4.7
3	1.50	11.25	1.702	11.25	1.06	2.764	.26	1.000	.055	4.1
4	1.50	12.75	1.837	12.75	.96	2.799	.26	1.000	.047	3.6
5	1.50	14.25	1.972	14.25	.87	2.842	.26	1.000	.041	3.1
6	1.50	15.75	2.107	15.75	.79	2.893	.26	1.000	.036	2.7
									TOTAL	18.12

TABLE II.3B

Couche N°	Profondeur de la couche en dessous de la surface supérieure de l'argile (m)	Profondeur : du centre de la couche (m)	Épaisseur de la couche $\delta h$ (m)	Pression effective initiale $p$ (kN/m <sup>2</sup> )	Augmentation de la pression due à la charge $\delta p$ (kN/m <sup>2</sup> )	Pression effective finale $p + \delta p$ (kN/m <sup>2</sup> )	Pression effective moyenne $p + \delta p/2$ (kN/m <sup>2</sup> )	Coefficient de compressibilité $m_v$ (m <sup>2</sup> /kN)	$\delta h \delta p$ (kN/m)	Tassement $\delta s = m_v \delta h \cdot \delta p$
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)
1	0-1,5	0,75	1,5	157	137	294	225	0,000 235	206	0,048 4
2	1,5-3,0	2,25	1,5	170	126	296	233	0,000 229	189	0,043 3
3	3,0-4,5	3,75	1,5	184	114	298	241	0,000 225	171	0,038 5
4	4,5-6,0	5,25	1,5	197	104	301	249	0,000 220	156	0,034 3
5	6,0-7,5	6,75	1,5	211	97	308	259	0,000 215	146	0,031 4

Tassement total  $\sum m_v \delta h \delta p = 0.1959$  m  
= 196 mm

### II.3.3. Radier de l'Hôtel du Barachois (NOVOTEL)

Cet exemple de calcul est tiré d'un dossier prêté par le CEREEQ<sup>(1)</sup>. Dans ce document, on rend compte d'une étude géotechnique complémentaire pour le projet d'implantation de l'Hôtel Novotel sis à la corniche Est à Dakar.

L'Hôtel, fondé sur radier, comprend :

- un bâtiment central allongé comprenant 2 sous-sols, un rez de chaussée et 9 étages.
- deux bâtiments annexes, constitués chacun de deux sous-sols et d'un rez-de-chaussée. (voir le plan d'implantation et des sondages carottes joint ci-après).

Pour l'étude complémentaire, deux sondages (A et B) ont été réalisés. Ensuite le tassement a été évalué en 4 points. Pour cela, on a utilisé pour chacun des points (du moins pour les 3 premiers points) les résultats du sondage le plus représentatif (i.e le plus proche). Ainsi pour les points I et II on utilise les résultats du sondage A. Pour le point III c'est le sondage B qui est utilisé tandis que le cas particulier du point IV (au niveau de l'Ambassade de France) on utilise le sondage A qui est le plus pessimiste.

Dans ses calculs de tassements, l'ingénieur chargé d'études a utilisé la méthode de superposition pour le calcul des augmentations de contraintes.

Ensuite pour la détermination du tassement, il a procédé par des lectures d'indices des vides initial et final sur les courbes oedométriques réelles qu'il a jugé acceptables après étude de la courbe d'essai oedométrique type.

Cette méthode ne requiert pas la connaissance des paramètres de compressibilité. Il suffit de calculer les contraintes initiales (poids des terres) et finales (poids des terres + pression due à la surcharge) lire les indices des vides correspondant et faire la différence.

(1) Il s'agit du dossier N°79/2236-1 du 14 janvier 1980

Cependant nous ne pouvons aborder de la même façon ces calculs. En effet, avec l'ordinateur il faut user de méthodes plus ou moins analytiques.

Il nous a fallu donc utiliser les courbes oedométriques pour la détermination des paramètres de compressibilité. Déjà certaines valeurs de ces paramètres sont mentionnées sur les graphiques du dossier. Nous avons dû compléter en procédant à la détermination graphique des autres valeurs manquantes.

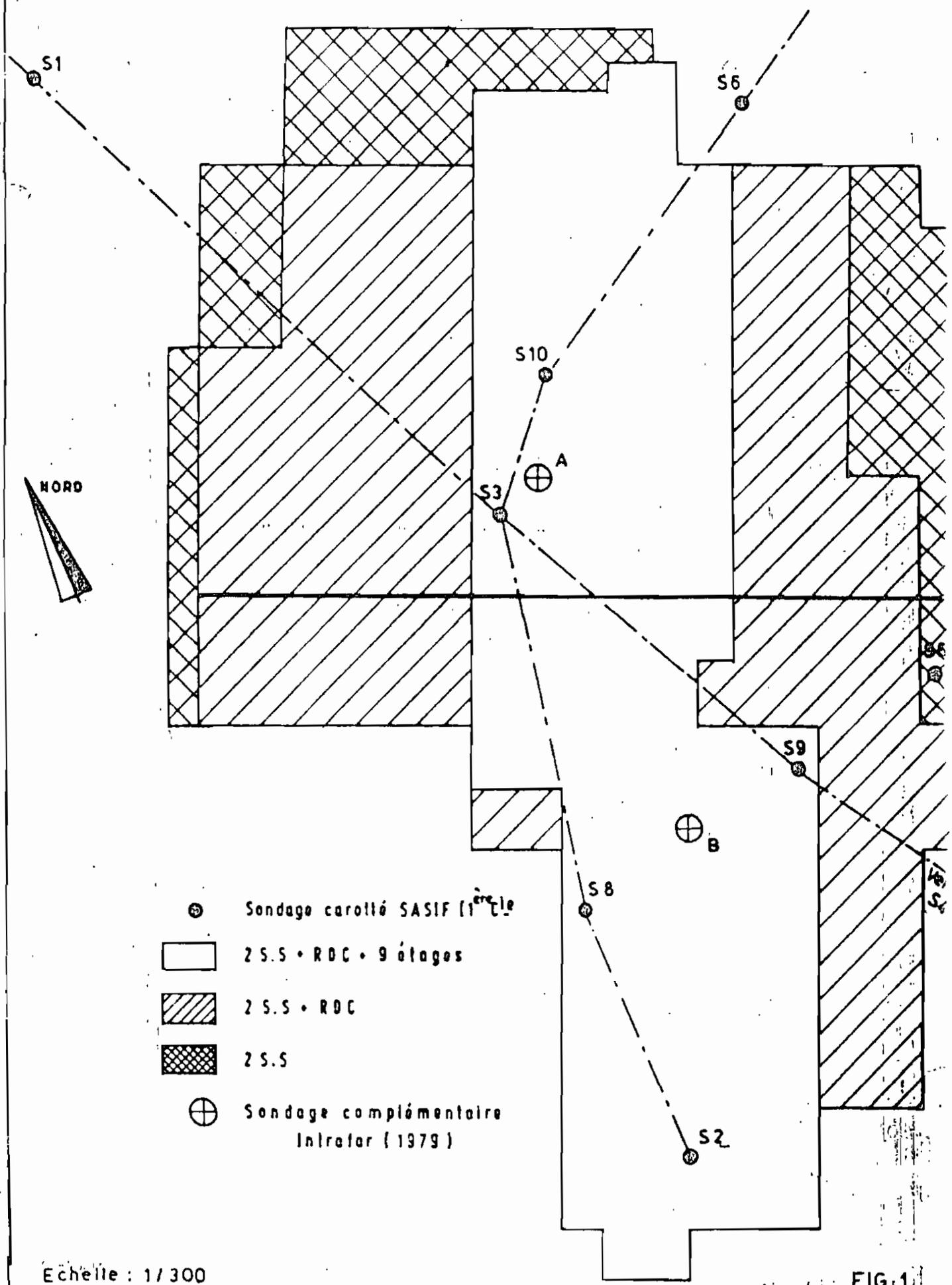
Pour ce qui est des autres caractéristiques des couches (poids spécifique, teneur en eau, etc), on réalise leur compilation en utilisant les feuilles d'essais de laboratoire des pages 4 à 10 du dossier.

Pour le calcul des augmentations de contraintes on a procédé par superposition conformément à la méthode spécifiée au paragraphe II.2.2.5

Enfin pour l'évaluation du tassement, on utilise les résultats de la théorie de la <sup>compressibilité</sup> exposée au paragraphe I.3.

ET DES SONDAGES CAROTTES

52.A

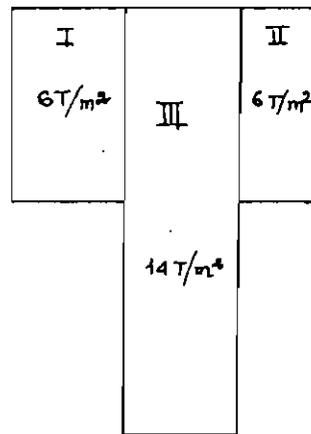


- ⊕ Sondage carotté SASIF (1<sup>ère</sup> C<sup>le</sup>)
- 2 S.S. + RDC + 9 étages
- ▨ 2 S.S. + RDC
- ▩ 2 S.S.
- ⊕ Sondage complémentaire Intrator (1979)

Echelle : 1/300

FIG.1

0001 DATA 3  
 0002 DATA 25,15.5,0,6,1  
 0003 DATA 25,10.5,0,6,1  
 0004 DATA 56,14.5,0,14,1  
 0005 DATA 8  
 0006 DATA 5.5,1.83,1.43,98,.49,0.00,0.00,.873  
 0007 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.962,.15,.027,.873  
 0008 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,2.158,.13,.048,.937  
 0009 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302  
 0010 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,2.290,.1,.038,1.065  
 0011 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,2.770,.077,.022,1.556  
 0012 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,3.250,.16,.048,1.147  
 0013 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,3.740,.25,.063,1.045  
 0014 DATA 4.5  
 0015 DATA 22.75,12.5  
 0016 DATA -7.25,12.5  
 0017 DATA 7.25,43.5  
 0018 DATA 8  
 0019 DATA 5.5,1.83,1.43,98.0,.49,.00,.00,.873  
 0020 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.766,.15,.027,.873  
 0021 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,1.177,.13,.048,.937  
 0022 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302  
 0023 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,.981,.1,.038,1.065  
 0024 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,1.472,.077,.022,1.556  
 0025 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,1.57,.16,.048,1.147  
 0026 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,1.373,.25,.063,1.045  
 0027 DATA 4.5  
 0028 DATA 7.75,12.5  
 0029 DATA -22.25,12.5  
 0030 DATA -7.75,43.5  
 0031 DATA 6  
 0032 DATA 8.0,1.83,1.30,71.0,.49,.00,.00,.873  
 0033 DATA 4.5,1.88,1.465,35.5,.628,.07,.013,.936  
 0034 DATA 7.5,2.065,1.87,16,6.5,396,.15,.00,.448  
 0035 DATA 4.5,1.715,1.155,16.6,.687,.15,.034,1.251  
 0036 DATA 4.0,1.545,1.165,50.3,.785,.055,.018,1.307  
 0037 DATA 5.5,1.805,1.19,47.4,1.275,.075,.018,1.189  
 0038 DATA 4.5  
 0039 DATA 22.75,-15.5  
 0040 DATA -7.25,-15.5  
 0041 DATA 7.25,15.5  
 0042 DATA 8  
 0043 DATA 5.5,1.83,1.43,98,.49,.00,.00,.873  
 0044 DATA 1.5,1.89,1.43,33,1.962,.15,.027,.873  
 0045 DATA 1.5,1.87,1.36,36.6,2.158,.13,.048,.937  
 0046 DATA 5.5,1.63,1.26,51.1,2.256,.13,.066,1.302  
 0047 DATA 5.0,1.52,1.26,59.3,2.29,.1,.038,1.065  
 0048 DATA 5.0,1.6,1.26,59.3,2.770,.077,.022,1.556  
 0049 DATA 5.5,1.72,1.55,46.1,3.25,.16,.048,1.147  
 0050 DATA 6.5,1.685,1.315,45.7,3.740,.25,.063,1.045  
 0051 DATA 4.5  
 0052 DATA 7.75,-31  
 0053 DATA -22.25,-31  
 0054 DATA -7.75,0

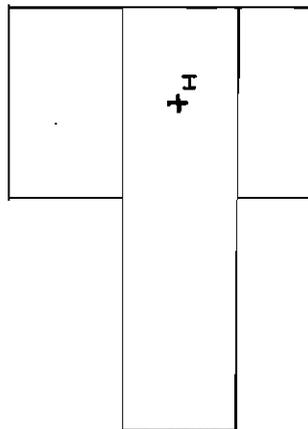
a) Approximation du radierDimensions :

- Aile I : 25 m x 15.5 m
- Aile II : 25 m x 10.5 m
- Aile III : 56 m x 14.5 m

fig II.3

b) Données de calcul

- i) POINT I : Centre de l'aile centrale nord (voir fig II.4)

coordonnées

- P/r à I :  $X_1 = 22.75 \text{ m}$      $Y_1 = 12.5 \text{ m}$   
 " " II :  $X_2 = -7.25 \text{ m}$      $Y_2 = 12.5 \text{ m}$   
 " " III :  $X_3 = 7.25 \text{ m}$      $Y_3 = 43.5 \text{ m}$

fig II.4 situation du point I

Tableau II.4

Résultats oedomètres du Sondage A

Couche N°	Epais. H(m)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$w_{sat}$ (%)	$p_c$ (bars)	$C_c$	$C_r$	$e_0$
1	5.5	1.83	1.43	98.0	0.49	0.00	0.00	0.873
2	1.5	1.89	1.43	33.0	1.962	0.15	0.027	0.873
3	1.5	1.87	1.36	36.6	2.158	0.13	0.048	0.937
4	5.5	1.63	1.26	51.1	2.256	0.13	0.066	1.302
5	5.0	1.52	1.26	59.3	2.290	0.1	0.038	1.065
6	5.0	1.60	1.26	59.3	2.77	0.077	0.022	1.556
7	5.5	1.72	1.55	46.1	3.23	0.16	0.048	1.147
8	6.5	1.685	1.315	45.7	3.74	0.25	0.063	1.045

Profondeur de la nappe phréatique

$$z_3 = 4.5 \text{ m}$$

ESSAI # 1  
 PROFONDEUR: ENTRE 12.00 ET 20.00  
 SONDAGE B

DENSITE DU SOL G= 2.75

TENEUR EN EAU W(0/0)= 25.88

POIDS INITIAL DE L'ECHANTILLON P1= 175.48

POIDS DE L'ECHANTILLON SEC P2= 139.4

DIAMETRE DE L'ECHANTILLON D= 7.5

HAUTEUR INITIALE DE L'ECHANTILLON H1= 1.985

HAUTEUR DU SOL SEC H2= 1.147407

INDICE DES VIDES INITIAL E0= .729987

DEGRE DE SATURATION INITIAL S0= 97.494887

PRESSION	LECTURE	CORRECTION	LECT. CORR.	VAR. VIDES	IND. VIDES
28.54	3.807	.305	3.502	.305	.425
26.10	3.704	.305	3.399	.296	.434
13.05	3.125	.305	2.820	.246	.484
6.52	2.202	.224	1.978	.172	.558
3.26	1.991	.168	1.823	.159	.571
1.63	1.408	.122	1.286	.112	.618
.82	1.088	.084	1.004	.088	.642
.41	.800	.053	.746	.065	.665
.20	.332	.031	.302	.026	.704
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	.730

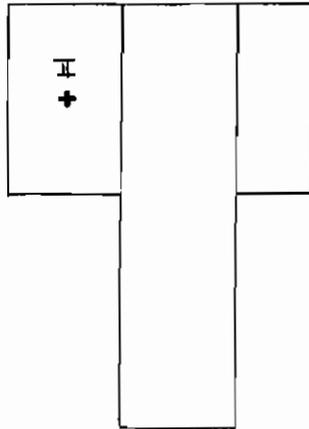
INDICE DES VIDES VERSUS PRESSION

IND. DES VIDES	PRESSION	LOG P
.424795	28.54	1.455454
.433737	26.1	1.416641
.484242	13.05	1.115611
.557590	6.52	.814248
.571072	3.26	.513218
.617900	1.63	.212188
.642468	.815	-8.884239E-2
.664953	.408	-.389340
.703693	.204	-.690370

COURBE DEFORMATION VERSUS TEMPSPRESSION= 1.63      CORRECTION= .1219

<u>LECTURE</u>	<u>LECT. CORR.</u>	<u>TEMPS</u>	<u>LOG T</u>	<u>RACINE DE T</u>
1.162	1.040	6	.778	2.449
1.184	1.062	15	1.176	3.873
1.190	1.068	30	1.477	5.477
1.202	1.080	60	1.778	7.746
1.203	1.082	120	2.079	10.954
1.206	1.084	300	2.477	17.321
1.314	1.192	900	2.954	30.000
1.359	1.237	1800	3.255	42.426
1.400	1.278	3600	3.556	60.000
1.408	1.286	86400	4.937	293.939

ii) POINT II : Centre aile gauche



Coordonnées :

P/r à I :  $X_1 = 7.75$  m  $Y_1 = 12.5$  m

" " II :  $X_2 = -22.25$  m  $Y_2 = 12.5$  m

" " III :  $X_3 = -7.75$  m  $Y_3 = 43.5$  m

Fig II.5 localisation du point II

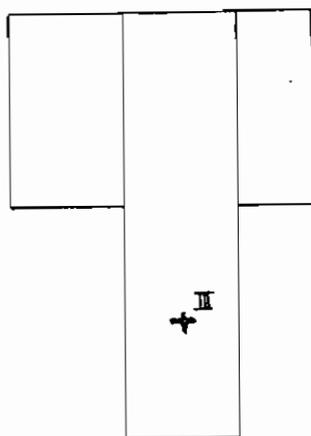
Tableau II.5 Oedomètres utilisés

Couche N°	Epais. H (m)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$w_{sat}$ (%)	$p_c$ (bars)	$C_c$	$C_r$	$e_o$
1	5.5	1.83	1.43	98	0.49	0.00	0.00	0.873
2	1.5	1.89	1.43	33	1.766	0.15	0.027	0.873
3	1.5	1.87	1.36	36.6	1.177	0.13	0.048	0.937
4	5.5	1.63	1.26	51.1	2.256	0.13	0.066	1.302
5	5.0	1.52	1.26	59.3	0.981	0.1	0.038	1.065
6	5.0	1.6	1.26	59.3	1.472	0.077	0.022	1.556
7	5.5	1.72	1.55	46.1	1.57	0.16	0.048	1.147
8	6.5	1.685	1.315	45.7	1.373	0.25	0.063	1.045

Profondeur de la nappe phréatique

$$z_3 = 4.5 \text{ m}$$

## iii) POINT III



## Coordonnées :

$$P/r \text{ à } I : X_1 = 22.75 Y_1 = -15.5$$

$$" \quad " \quad II : X_2 = -7.25 Y_2 = -15.5$$

$$" \quad " \quad III : X_3 = 7.25 Y_3 = 15.5$$

Fig II.6 : Position du point II

Tableau II.6 : Oedomètres du Sondage B

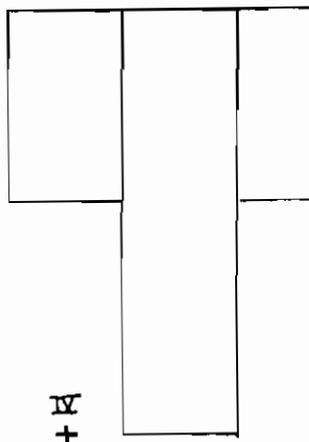
Couche	H. (m)	$\gamma_3$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	w <sub>sat</sub> (%)	p <sub>c</sub> (bars)	C <sub>c</sub>	C <sub>r</sub>	e <sub>o</sub>
1	8.0	1.83	1.30	71.0	0.49	0.00	0.00	0.873
2	4.5	1.88	1.465	35.5	0.628	0.07	0.013	0.936
3	7.5	2.065	1.87	16.6	5.396	0.15	0.00	0.448
4	4.5	1.715	1.155	16.6	0.687	0.15	0.034	1.251
5	4.0	1.545	1.165	50.3	0.785	0.055	0.018	1.307
6	5.5	1.805	1.19	47.4	1.275	0.075	0.018	1.189

Profondeur de la nappe phréatique

$$z_3 = 4.5 \text{ m}$$

iv) POINT IV : Bordure Ambassade de France

Coordonnées :



P/r à	I	: $X_1 = 7.75$ m	$Y_1 = -31$ m
" "	II	: $X_2 = -22.25$ m	$Y_2 = -31$ m
" "	III	: $X_3 = -7.75$ m	$Y_3 = 0$ m

Fig II.7 : Position du point IV

Oedomètres utilisés : oedomètres du Sondage A (voir  
Tableau II.4

Tableau II.8 : Résultats du C.E.R.E.E.Q. pour les cas I et II

Couches	Cas I et II		redondants du sondage A					$\Delta H_{II} (cm)$			
	$\sigma_0$ $\frac{\sigma_0}{T_{10}^2}$	$\sigma_0 + \Delta\sigma_I$ $\frac{\sigma_0 + \Delta\sigma_I}{T_{10}^2}$	$\sigma_0 + \Delta\sigma_{II}$ $\frac{\sigma_0 + \Delta\sigma_{II}}{T_{10}^2}$	$c_0$	$e_0 + \Delta e_I$	$\Delta e_I$	$\Delta H_I (cm)$		$e_0 + \Delta e_{II}$	$\Delta e_{II}$	
1	10,75	24,75	16,75	0,873	0,847	0,026	2,08	0,862	0,011	0,88	
2	12,75	24,35	18,35	0,937	0,913	0,024	1,86	0,920	0,017	1,32	
3	14,75	25,45	21,63	1,302	1,277	0,025	5,97	1,285	0,044	4,06	
4	21,0	29,4	26,0	1,065	1,055	0,010	2,4	1,059	0,006	1,45	
5	26,5	32,8	30,27	1,556	1,551	0,005	0,98	1,552	0,004	0,78	
6	31,25	36,65	35,15	1,147	1,140	0,007	1,79	1,141	0,006	1,53	
7	37,25	41,45	40,05	1,045	1,036	0,009	2,8	1,038	0,007	2,2	
				$\Sigma$			18 cm			$\Sigma$	12,2 cm

POINT NO 1

COUCHE	H M	Z0 M	Q0 BARS	Z M	ΔQ BARS	Q0+ΔQ BARS	CC	E0	ΔE	ΔH CM
1	5.50	2.75	.494	2.75	1.35	1.843	0.00	.873	0.000	0.0
2	1.50	6.25	1.054	6.25	2.25	3.301	.15	.873	.041	3.3
3	1.50	7.75	1.183	7.75	2.03	3.213	.13	.937	.035	2.7
4	5.50	11.25	1.490	11.25	1.68	3.165	.13	1.302	.031	7.4
5	5.00	16.50	1.981	16.50	1.23	3.215	.10	1.065	.017	4.1
6	5.00	21.50	2.475	21.50	.91	3.390	.08	1.556	.008	1.5
7	5.50	26.75	3.063	26.75	.70	3.763	.16	1.147	.011	2.9
8	6.50	32.75	3.696	32.75	.54	4.236	.25	1.045	.014	4.4
									TOTAL	26.42

POINT NO 2

COUCHE	H M	Z0 M	@0 BARS	Z M	Δ@ BARS	@0+Δ@ BARS	CC	E0	ΔE	ΔH CM
1	5.50	2.75	.494	2.75	.59	1.081	0.00	.873	0.000	0.0
2	1.50	6.25	1.054	6.25	.12	1.177	.15	.873	.001	.1
3	1.50	7.75	1.183	7.75	.18	1.361	.13	.937	.008	.6
4	5.50	11.25	1.490	11.25	.28	1.771	.13	1.302	.005	1.2
5	5.00	16.50	1.981	16.50	.35	2.328	.10	1.065	.007	1.7
6	5.00	21.50	2.475	21.50	.35	2.824	.08	1.556	.004	.9
7	5.50	26.75	3.063	26.75	.32	3.386	.16	1.147	.007	1.8
8	6.50	32.75	3.696	32.75	.28	3.979	.25	1.045	.008	2.5
									TOTAL	8.78

Tableau II.9 : Résultats du C.E.R.E.E.Q. pour le cas III

Cas III						
sedomètre, du sondage B						
couche	$\sigma_0$	$\sigma_0 + \Delta\sigma_{III}$	$e_0$	$e_0 + \Delta e$	$\Delta e_{III}$	$\Delta H_{III} (cm)$
1	14,75	25,05	0,936	0,924	0,012	2,78
2	20,75	27,55	0,448	0,448	-	-
3	26,75	32,05	1,251	1,240	0,011	2,2
4	31	35,4	1,307	1,204	0,003	0,62
5	35,75	39,45	1,189	1,186	0,003	0,75
						$\Sigma$ 6,2 cm

Tableau II.10 : Résultats du C.E.R.E.E.Q. pour le cas IV

CAS IV						
$\Delta\sigma$ (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma_0$ (T/m <sup>2</sup> )	$\sigma_0 + \Delta\sigma$ (T/m <sup>2</sup> )	$e_0$	$e_0 + \Delta e$	$\Delta e$	$\Delta H (cm)$
0,56	10,75	11,31	0,873	0,871	0,002	0,16
0,70	12,25	12,95	0,937	0,934	0,003	0,23
0,78	14,75	15,53	1,302	1,300	0,002	0,48
1,22	21	22,22	1,066	1,065	0,001	0,24
1,59	26,5	28,01	1,556	1,554	0,002	0,39
1,58	31,25	32,83	1,147	1,145	0,002	0,5
1,34	37,25	38,59	1,045	1,044	0,001	0,31
						$\Sigma = 2,3 cm$

POINT NO 3

COUCHE	H M	Z0 M	∅0 BARS	Z M	Δ∅ BARS	∅0+Δ∅ BARS	CC	E0	ΔE	ΔH CM
1	8.00	4.00	.718	4.00	1.30	2.019	0.00	.873	0.000	0.0
2	4.50	10.25	1.445	10.25	.93	2.373	.07	.936	.015	3.5
3	7.50	16.25	2.097	16.25	.64	2.739	.15	.448	0.000	0.0
4	4.50	22.25	2.608	22.25	.46	3.070	.15	1.251	.011	2.1
5	4.00	26.50	2.832	26.50	.38	3.208	.06	1.307	.003	.5
6	5.50	31.25	3.182	31.25	.31	3.487	.08	1.189	.003	.7
								TOTAL		6.89

POINT NO 4

COUCHE	H M	Z0 M	Q0 BARS	Z M	$\Delta Q$ BARS	$Q0+\Delta Q$ BARS	CC	E0	$\Delta E$	$\Delta H$ CM
1	5.50	2.75	.494	2.75	.01	.499	0.00	.873	0.000	0.0
2	1.50	6.25	1.054	6.25	.33	1.384	.15	.873	.003	.3
3	1.50	7.75	1.183	7.75	.35	1.530	.13	.937	.005	.4
4	5.50	11.25	1.490	11.25	.38	1.867	.13	1.302	.006	1.5
5	5.00	16.50	1.981	16.50	.39	2.372	.10	1.065	.004	.9
6	5.00	21.50	2.475	21.50	.38	2.854	.08	1.556	.002	.4
7	5.50	26.75	3.063	26.75	.35	3.417	.16	1.147	.005	1.2
8	6.50	32.75	3.696	32.75	.32	4.017	.25	1.045	.008	2.6
								TOTAL		7.34

Code Polytechnique  
de l'Alger

#### II.3.4 Discussion des exemples de calculs :

Dans l'exemple 1 (essai de consolidation), on aboutit exactement aux mêmes résultats que par le traitement manuel. En effet les formules utilisées sont les mêmes.

Dans l'exemple 2 notre algorithme sous-estime légèrement les valeurs du tassement par rapport aux résultats du livre. Cela est lié à des différences dans principalement, deux étapes du calcul. La première divergence réside dans l'estimation des augmentations de contraintes. Là les auteurs utilisent les tables de Fadum tandis que notre algorithme utilise une formule analytique. La seconde différence est liée à la méthode de détermination du tassement. En effet, eux, ils utilisent le coefficient de compressibilité  $m_v$  à la place de l'indice de compressibilité  $C_c$  que nous employons dans notre calcul.

Pour ce qui est de l'exemple 3, on trouve des résultats de même ordre de grandeur que ceux présentés par le C.E.R.E.E.Q.

Cependant, suivant les points, notre algorithme a surestimé et parfois sous-estimé le tassement par rapport au C.E.R.E.E.Q. Cela peut s'expliquer dans la mesure où les 2 méthodes de calcul présente beaucoup de divergences.

A ce propos, il faut par exemple noter le caractère purement graphique de la méthode de l'ingénieur du C.E.R.E.E.Q. En effet aussi bien au niveau de la détermination du facteur d'influence qu'au calcul de la variation de l'indice des vides, il procède à des lectures dans des abaques et des courbes.

Par ailleurs, on pourrait souligner également les possibilités d'erreur dans l'estimation des paramètres de compressibilité à partir des courbes oedométriques ; et ce pour notre cas précis.

### III - CONCLUSIONS - DISCUSSIONS

De nos jours, il peut être superflu de vanter la rapidité de l'ordinateur et l'accroissement considérable du volume de services offerts que l'automatisation d'algorithmes permet aux bureaux d'études.

C'est pourquoi, nous allons plutôt porter nos commentaires sur le contenu actuel du programme BASIC-TASS et les possibilités de son amélioration.

#### III.1 Limites du programme

Les objectifs du projet "Tassements et consolidation par l'ordinateur" étaient axés sur la réalisation d'un programme de calcul des tassements qui permettrait en outre aussi bien la spécification du temps de consolidation que le tracé des courbes. Le dit programme devrait également être appliqué à un problème sénégalais réel.

Cependant, dans sa phase de réalisation, des modifications sont apparues qui ont affecté la structure même.

C'est ainsi que la spécification du temps de consolidation a été suspendue. En effet, dans le cadre de l'essai de consolidation, l'évaluation de ce temps est consécutive à la détermination de  $C_v$ , vitesse de compression. Ce paramètre, comme il a été montré dans la première partie de ce rapport, est obtenu par méthode graphique. Cependant que notre IBM 5100 dans son état actuel assure avec difficulté et lenteur de surcroît le tracé des courbes. Dès lors, la procédure qui consiste à tracer les courbes, déterminer les paramètres à partir d'elles pour revenir calculer à l'ordinateur le temps de consolidation ne se justifie plus du point de vue des gains escomptés (gains de temps et de précision).

Par ailleurs, pour ce qui est du calcul du tassement, les 8 cas qui sont considérés sont liés, dans le cadre de la détermination des contraintes, à des hypothèses de milieu semi-infini, isotrope et homogène.

Ce choix s'explique par le fait que seuls ces cas ont une expression analytique explicite.

Cependant, il ne faudrait pas nier l'existence de modifications apportées à ces cas pour les adapter à des situations particulières telles que le cas des fondations reposant sur des couches d'épaisseur finie supportées par des substrata indéformables.

Les résultats de ces modifications ne nous sont pour la plupart disponibles que sous forme d'abaques et de tables uniquement ; ce qui rend leur utilisation difficile dans un programme informatique. Cette difficulté est d'avantage soulignée par la faible capacité de stockage du IBM 5100.

Par ailleurs, pour vérifier les algorithmes, l'idéal serait de compiler des projets réels relatifs à tous les sous-programmes qui ont été mis au point. Cependant nous avons pu confirmer ceux que nous jugeons d'usage les plus courants. Il s'agit de l'essai de consolidation, de la fondation rectangulaire et de la fondation quelconque.

Enfin, si les capacités actuelles du programme sont limitées, sa structure par contre, permet d'en augmenter les possibilités pour le traitement de cas particuliers ou de modifier certaines étapes pour le rendre plus efficace, sans que cela implique une transformation compliquée.

### III.2 Perspectives

Au terme de cette première tentative d'automatisation du calcul du tassement, nous ne pouvons manquer d'inviter à poursuivre le travail entamé.

A ce propos, nous aimerions mettre en particulier l'accent sur la mise au point d'un algorithme de prévision de tassement fondé sur la méthode triaxiale.

Cette méthode est, en effet, reconnue être la plus rigoureuse de toutes celles qui existent actuellement. L'établissement de cet algorithme ferait l'objet d'un autre programme qui trouverait une bonne place dans la cassette allouée à BASIC-TASS.

En plus de cela, on pourrait également s'occuper de l'amélioration du programme déjà réalisé. Cette amélioration peut se traduire par différentes possibilités d'aménagement, entre autres les 3 suivantes :

- a) L'addition de sous-programmes utilisant dans les calculs d'autres facteurs de compressibilité tels que les coefficients de compressibilité  $m_v$  et  $a_v$ . Cela permettrait une plus grande diversité de méthodes de calcul et, par suite, une plus grande versatilité.
- b) La réalisation du tracé des courbes au niveau même de l'ordinateur. Ainsi les utilisateurs, après une exécution du programme, pourront passer directement aux méthodes graphiques pour la détermination de paramètres de compressibilité.
- c) La reprise du découpage du présent programme. En effet nous ne pouvons affirmer avoir respecté toutes les normes de présentation informatique et pensons par conséquent qu'un réagencement des sous programmes dans un ordre plus adapté au contrôle analytique serait très à propos.

Enfin, nous nous permettrons d'avancer une proposition susceptible d'être intéressante si elle est poursuivie de façon sérieuse.

Elle concerne la détermination du facteur d'influence dans le calcul des contraintes. En effet comme il a été mentionné plus haut, la plupart des résultats obtenus dans ce domaine n'ont pas d'expression analytique et sont, par conséquent, présentés sous forme de courbes et de tables alors que l'ordinateur s'accommode mieux avec des formules générales.

Cependant, il existe un procédé qui offre la possibilité de contourner ce handicap à condition toutefois d'être utilisé avec soin et précision.

Ce procédé consiste en une approximation, par intervalles, de l'équation des courbes par un polynôme dont les coefficients et degrés sont déterminés à l'aide d'un programme disponible au centre de calcul. Le programme en question permet des précisions appréciables et son exécution ne requiert en fait que la détermination, au préalable, des coordonnées d'un certain nombre de points appartenant à la courbe considérée.

Naturellement, le fait que ces courbes dépendent de 2 types de variables. La profondeur du sol d'une part et les dimensions des fondations de l'autre, implique une difficulté supplémentaire qui, en réalité, ne fait que rendre la mise en oeuvre d'un tel projet beaucoup plus passionnant.

Enfin, la taille et la portée de ce programme ne peuvent être en réalité limitées que par l'imagination de celui qui en entreprend la réalisation.

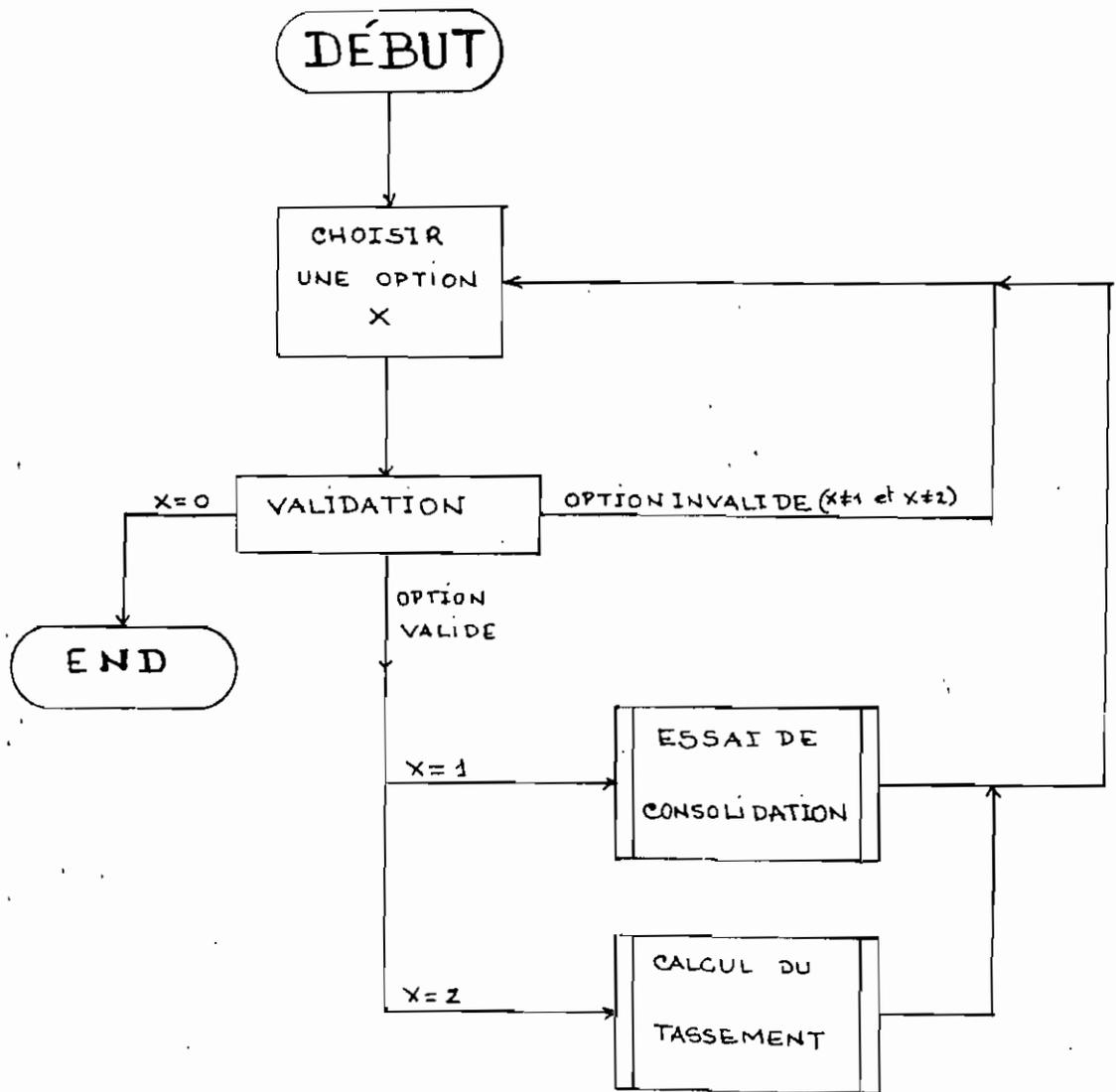
B I B L I O G R A P H I EOuvrages généraux

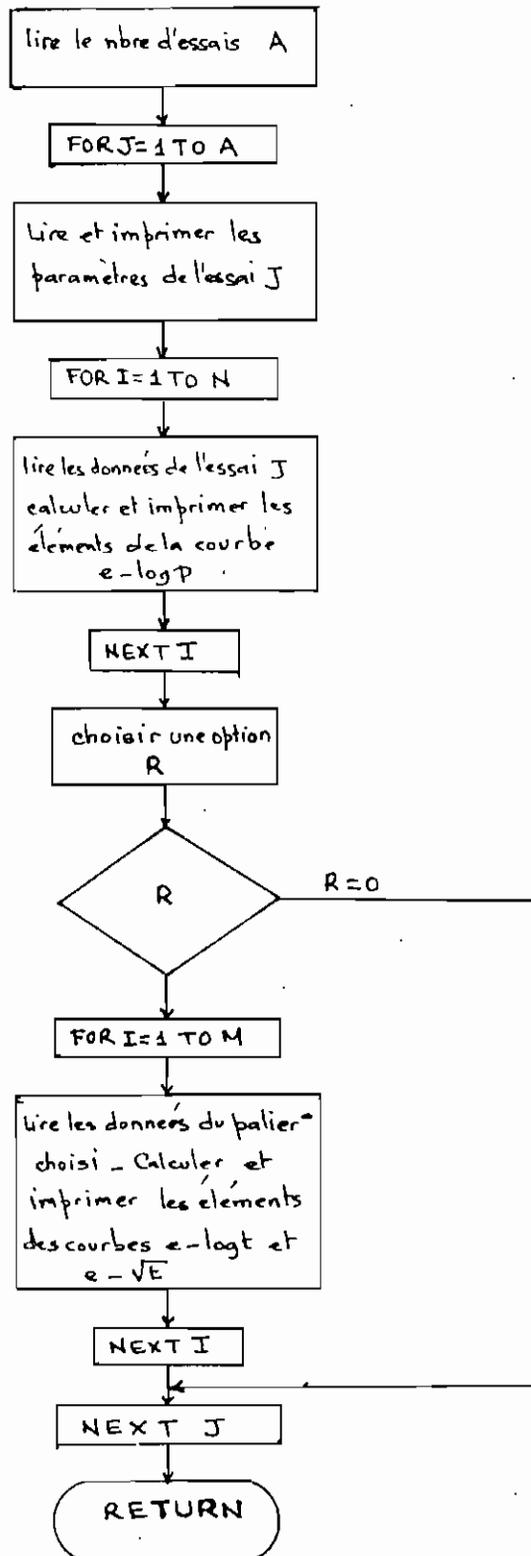
- (1) Jean P. GIROUD "Tassement et Stabilité des fondations superficielles" Tome I  
Presses universitaires de Grenoble, 1975
- (2) Jean P. GIROUD "Mécanique des Sols  
TABLES POUR LE CALCUL DES FONDATIONS"  
Tomes I et II DUNOD, PARIS, 1972
- (3) J. COSTET ET G. SANGLERAT  
"Cours pratique de mécanique des Sols"  
Tome I : "Plasticité et calcul des tassements" DUNOD, 1975
- (4) WAYNE C. TENG "Calcul des fondations et des murs de soutènement"  
Eyrolles, PARIS, 1966
- (5) G.A. LEONARDS "Les fondations"  
DUNOD, PARIS, 1968
- (6) KARL TERZAGHI RALPH B. PECK  
"Soil Mechanics in Engineering Practice"  
second édition  
JOHN WILEY & SONS, INC., 1967
- (7) IBM "BASIC E.A.O"  
(cours d'enseignement assisté par ordinateur)
- (8) CAPPER, CASSIE et GEDDES  
"Problèmes de mécanique des sols avec solution",  
Eyrolles, 1978

Documentations diverses

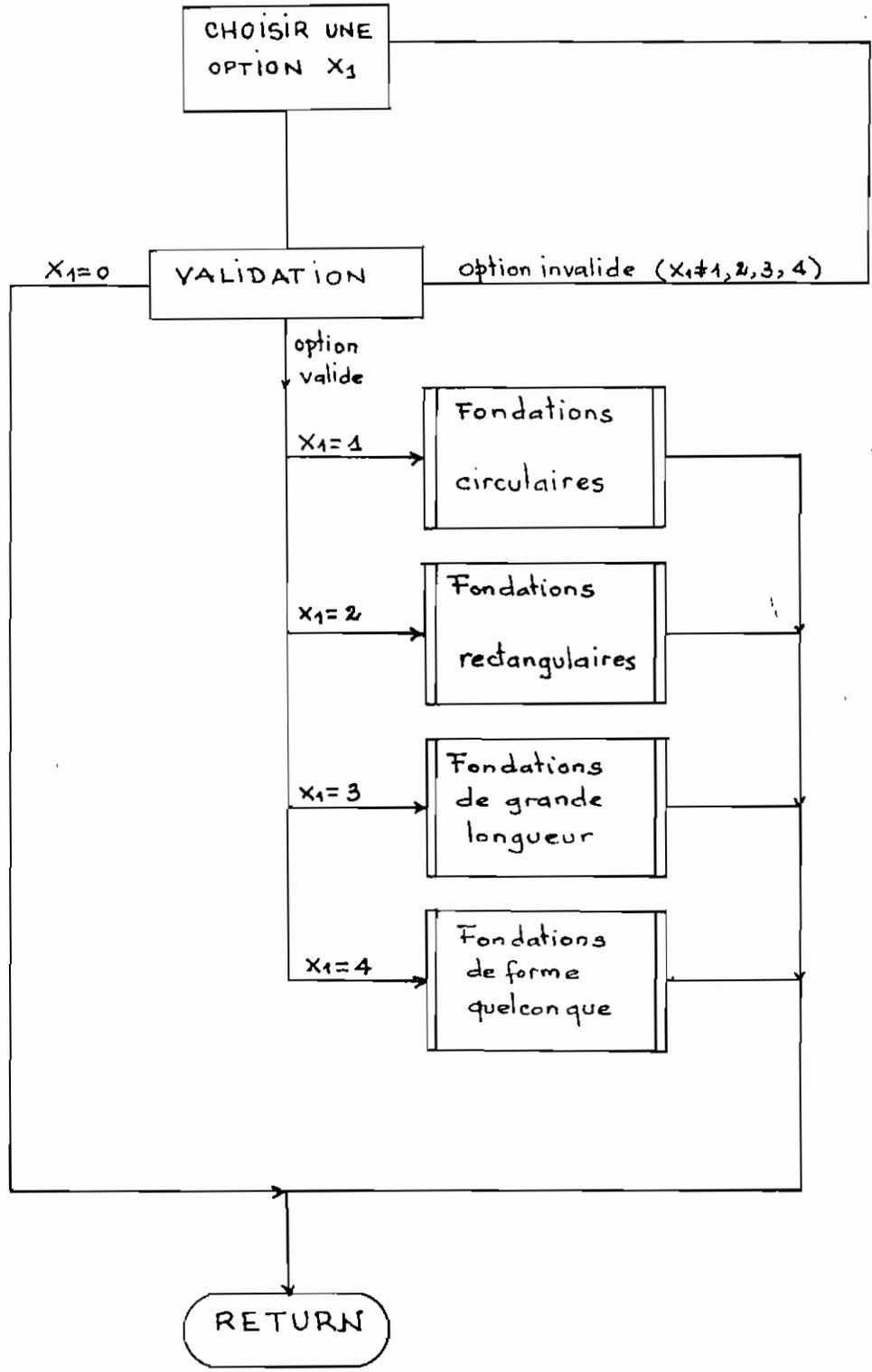
- (1) Dossier N° 80/2248-1 du C.E.R.E.E.Q  
"Etude des Sols de fondations du stade de Louga"
- (2) Dossier N° 79/2236-1 du C.E.R.E.E.Q.  
"Etude des tassements et de la stabilité de la  
fondation de l'Hôtel du Barachois (NOVOTEL)"
- (3) Notes de cours de Sol 4.21 par F. MORIN EPT 1980
- (4) T.P "Essai de Consolidation" groupe 4e civil, 1979-80.

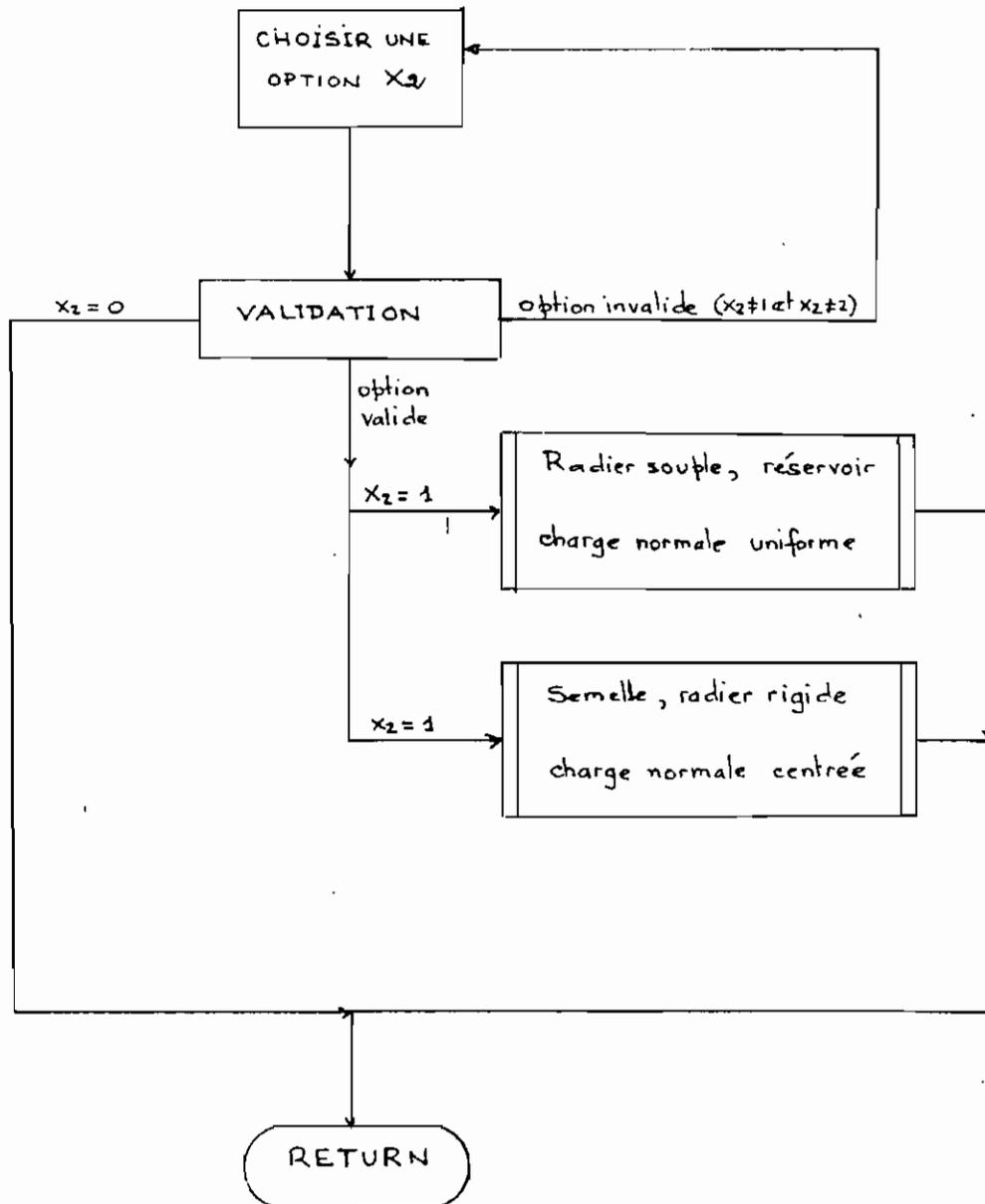
DISPATCHER PRINCIPAL

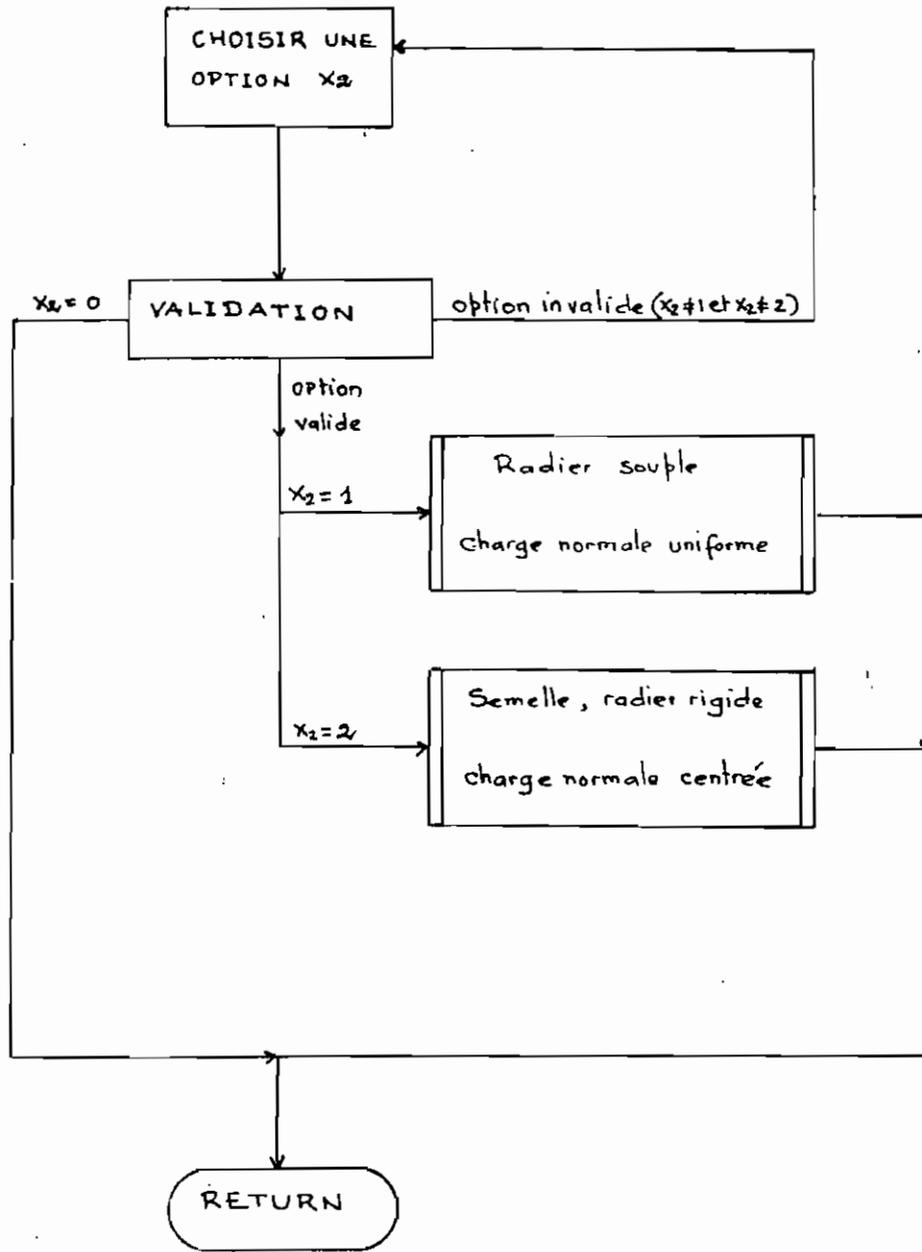


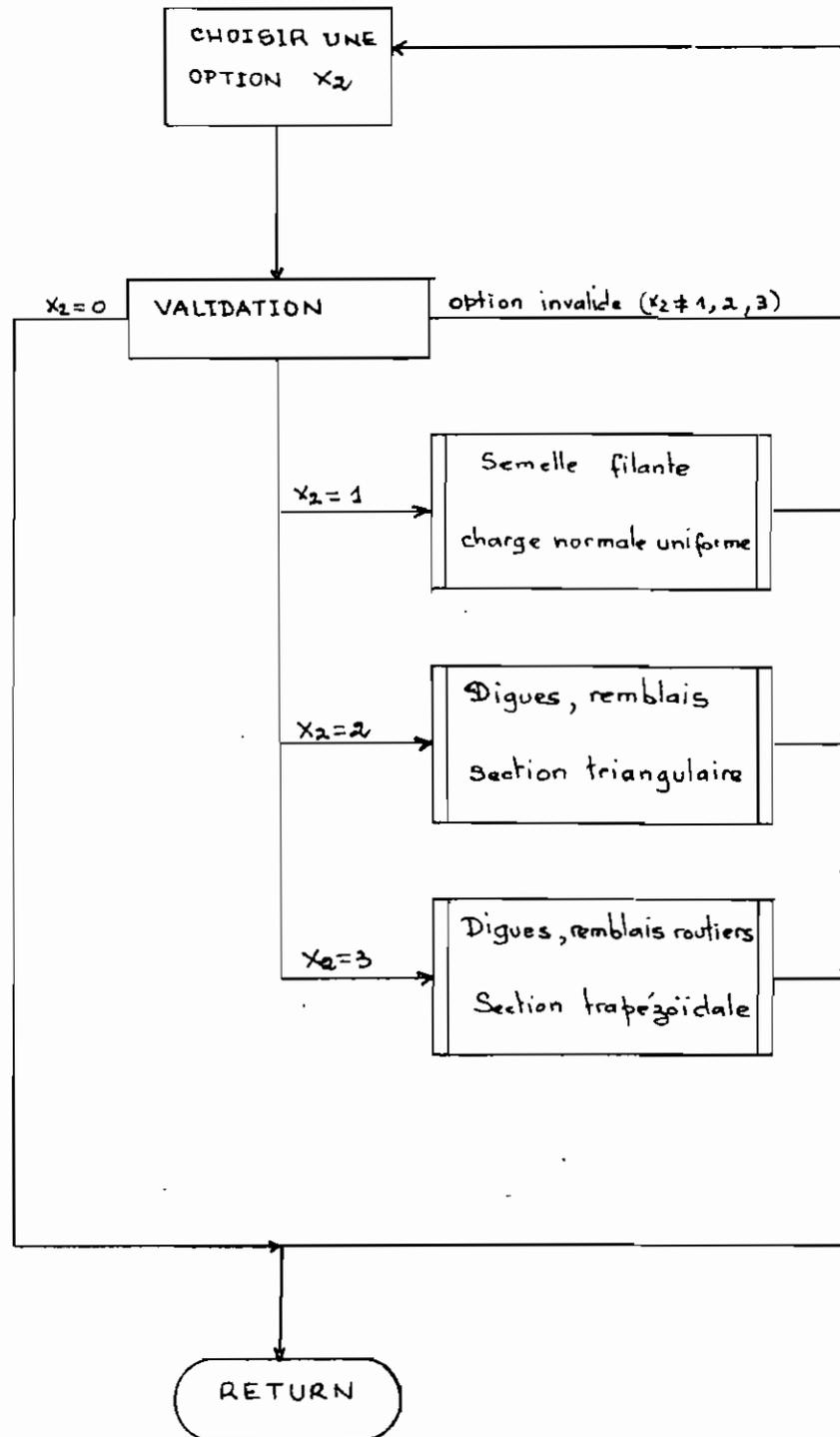
Sous-Programme "ESSAI DE CONSOLIDATION"

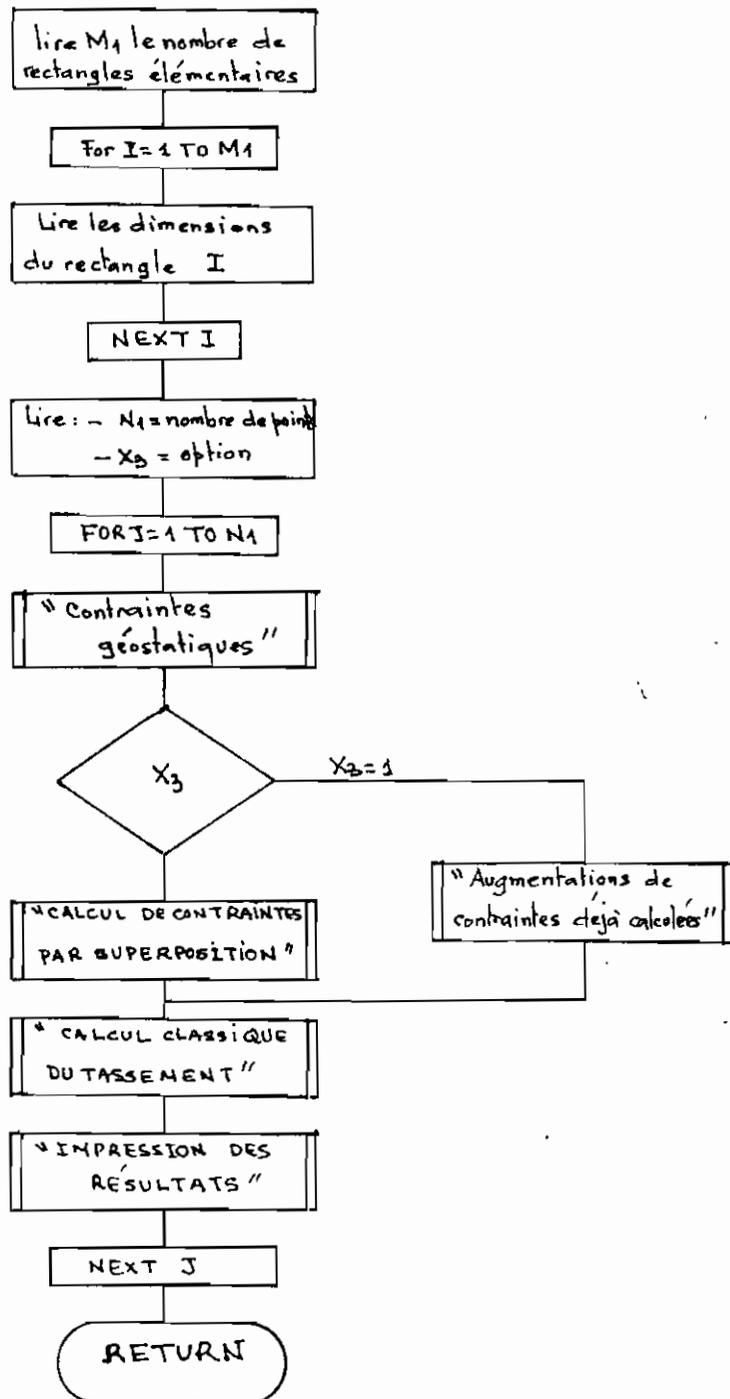
DISPATCHER SECONDAIRE

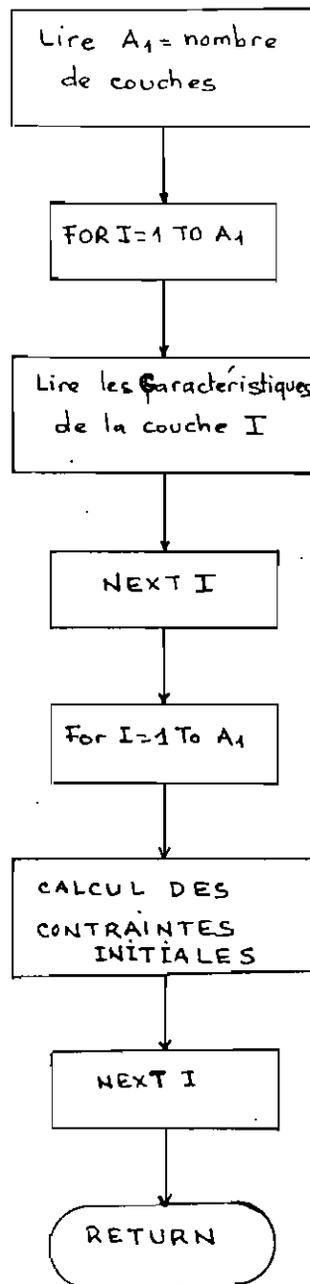


FONDATIIONS CIRCULAIRES

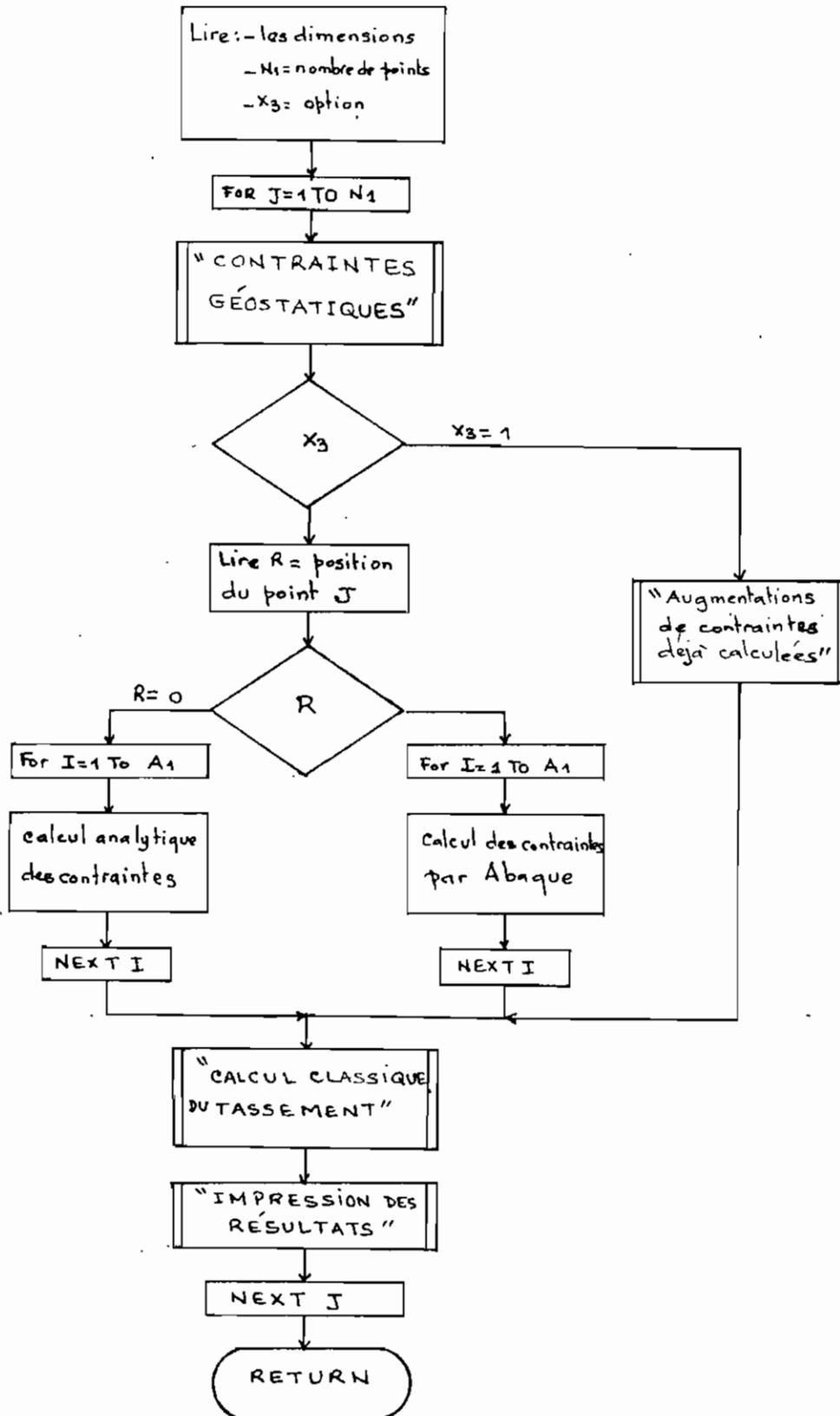


FONDATEMENTS DE GRANDE LONGUEUR

FONDATEMENTS DE FORME QUELCONQUE

SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S1"CARACTERISTIQUES DES COUCHES"

Radier souple ou réservoir (fondation circulaire)



ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

CENTRE DE CALCUL

1980/1981

C A S S E T T E # J 4

PROJET DE FIN D'ETUDE

AUTEUR : MASSAMBA DIENE

001 TASS. PAR CLAVIER	4	024.001	0	0010,8670
002 G.LONG.PAR CLAV.	4	011.001	0	0010,3710
003 DON. CONSOLID.	1	002.001	0	
004 DON. TASSEMENT	1	002.000	0	
005 TASS. PAR FICHER	4	022.001	0	0010,8150
006 G.LONG.PAR FICH.	4	010.001	0	0010,3400

```

0010 REM CE PROGRAMME CALCULE
0020 REM LE TASSEMENT POUR DES
0030 REM FONDATIONS DE DIFFERENTES FORMES
0040 REM IL PERMET EGALEMENT DE TRAITER
0050 REM LES MESURES D'ESSAIS OEDOMETRIQUES
0060 REM CETTE PREMIERE PARTIE ASSURE
0070 REM L'ORIENTATION DE L'UTILISATEUR
0080 REM VERS LES SOUS-PROGRAMMES QU'IL
0090 REM DOIT UTILISER POUR FAIRE SES CALCULS
0100 REM X ET Y SONT DES VARIABLES D'ORIENTATION
0110 DIM P(20),L(20),C(20),E(20),F(20),K(20),N(20)
0120 DIM H(20),S(20),Z(20),O(20),R(20),T(20),V(20),Q(20)
0130 DIM U(20),W(20),G(20),D(20)
0140 FOR I=1 TO 100
0150 PRINT 'BASIC-TASS PAR CLAVIER **':
0160 FOR J=1 TO 50
0170 NEXT J
0180 NEXT I
0190 PRINT
0200 PRINT
0210 PRINT 'TABLE DES MATIERES'
0220 PRINT
0230 PRINT USING 0290
0240 PRINT
0250 PRINT USING 0300
0260 PRINT
0270 PRINT USING 0310
0280 PRINT .
0290 : PARTIE                DESCRIPTION
0300 : 1                      ESSAI DE CONSOLIDATION
0310 : 2                      CALCUL DU TASSEMENT
0320 PRINT 'SELON LE CALCUL QUE VOUS VOULEZ ':
0330 PRINT 'FAIRE ,INTRODUIRE'
0340 PRINT 'LE NUMERO DE LA PARTIE CORRESPONDANTE'
0350 PRINT 'PAR EXEMPLE: POUR LE CALCUL DU TASSEMENT'
0360 PRINT 'ENTRER LE CHIFFRE 2 AU CLAVIER'
0370 PRINT 'ENTRER LE CHIFFRE 0 POUR ARRETER'
0380 INPUT X
0390 IF X=0 GOTO 8670
0400 IF X-INT(X)≠0 GOTO 0210
0410 IF X<1|X>2 GOTO 0210
0420 GOSUB 0440,2250 ON X
0430 GOTO 0210
0440 REM SOUS-PROGRAMME #1
0450 REM CETTE PARTIE PERMET DE
0460 REM TRAITER LES DONNEES OBTENUES DE
0470 REM L'ESSAI OEDOMETRIQUE EN VUE DE
0480 REM TRACER LES COURBES ET EVALUER
0490 REM DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DU SOL
0500 REM A=OMBRE D'ESSAIS OEDOMETRIQUES

```

```
0510 PRINT 'ENTREZ AU CLAVIER LE NOMBRE ' ;
0520 PRINT 'D'ESSAIS OEDOMETRIQUES QUE'
0530 PRINT 'VOUS AUREZ A TRAITER'
0540 INPUT A
0550 FOR J=1 TO A
0560 PRINT FLP, 'ESSAI # ' ; J
0570 PRINT 'DONNEZ LES LIMITES DE LA PROFONDEUR DE LA'
0580 PRINT 'COUCHE ANALYSEE(2 VALEURS)'
0590 INPUT Z1, Z2
0600 PRINT USING FLP, 0610, Z1, Z2
0610 : PROFONDEUR: ENTRE ###.## ET ###.##
0620 PRINT 'INTRODUIRE ENTRE APOSTROPHES ' ;
0630 PRINT 'LE NOM DU SONDAGE CORRESPONDANT'
0640 PRINT 'PAR EXEMPLE: ' ; 'SONDAGE A'
0650 REM S$ EST LE NOM DU SONDAGE
0660 INPUT S$
0670 PRINT FLP, S$
0680 REM NOM DES TABLEAUX
0690 REM P=TABLEAU DES PRESSIONS
0700 REM L=TABLEAU DES DEFORMATIONS
0710 REM C=TABLEAU DES CORRECTIONS DE L
0720 REM E= TABLEAU DES INDICES DES VIDES
0730 REM F= VARIATIONS DES INDICES DE VIDES
0740 REM K=TABLEAU DES DEFORMATIONS CORRIGEEES
0750 REM CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON
0760 PRINT 'INTRODUIRE LES DONNEES DANS L'ORDRE SUIVANT:'
0770 PRINT TAB(10) '-DENSITE RELATIVE DU SOL (GR/CM3)?':
0780 INPUT G
0790 IF G<1&G>3 GOTO 0820
0800 PRINT '*** ERREUR: 1 ≤ DENSITE RELATIVE ≤ 3'
0810 GOTO 0770
0820 PRINT TAB(10) '-TENEUR EN EAU DE L'ECHANTILLON (EN %/%)':
0830 INPUT W
0840 IF W<0&W>100 GOTO 0930
0850 PRINT '***ERREUR: TENEUR EN EAU ≥100 %/%'
0860 PRINT '***ETES-VOUS SUR QUE C'EST LA BONNE VALEUR ?'
0870 PRINT 'REPONDEZ 1 POUR OUI ET TOUT AUTRE NOMBRE '
0880 PRINT 'POUR NON '
0890 INPUT S
0900 IF S=1 GOTO 0930
0910 GOTO 0820
0920 GOTO 0830
0930 PRINT TAB(10) '-POIDS INITIAL DE L'ECHANTILLON (EN GR)':
0940 INPUT P1
0950 PRINT TAB(10) '-POIDS DE L'ECHANTILLON SEC (EN GR)':
0960 INPUT P2
0970 IF P2>P1 GOTO 1000
0980 PRINT '***ERREUR: POIDS SEC ≤ POIDS INITIAL '
0990 GOTO 0950
1000 PRINT TAB(10) '-HAUTEUR INITIALE DE L'ECHANTILLON (EN CM)':
```

```

1010 INPUT H1
1020 PRINT TAB(10) '--DIAMETRE DE L' ECHANTILLON (EN CM) ':
1030 INPUT D
1040 PRINT FLP,
1050 REM IMPRESSION DES DONNEES DE DEPART
1060 PRINT FLP, 'DENSITE DU SOL G= ':G
1070 PRINT FLP,
1080 PRINT FLP, 'TENEUR EN EAU W(0/0)= ':W
1090 PRINT FLP,
1100 PRINT FLP, 'POIDS INITIAL DE L' ECHANTILLON P1= ':P1
1110 PRINT FLP,
1120 PRINT FLP, 'POIDS DE L' ECHANTILLON SEC P2= ':P2
1130 PRINT FLP,
1140 PRINT FLP, 'DIAMETRE DE L' ECHANTILLON D= ':D
1150 PRINT FLP,
1160 PRINT FLP, 'HAUTEUR INITIALE DE L' ECHANTILLON H1= ':H1
1170 REM CALCUL ET AFFICHAGE DE QUELQUES ELEMENTS
1180 LET H2=P2/((&PI*D^2)/4*G)
1190 PRINT FLP,
1200 PRINT FLP, 'HAUTEUR DU SOL SEC H2= ':H2
1210 LET E0=(H1-H2)/H2
1220 PRINT FLP,
1230 PRINT FLP, 'INDICE DES VIDES INITIAL E0= ':E0
1240 LET S0=G*W/E0
1250 PRINT FLP,
1260 PRINT FLP, 'DEGRE DE SATURATION INITIAL S0= ':S0
1270 REM CALCUL DES ELEMENTS DE LA COURBE
1280 PRINT 'COMBIEN DE PALIERS DE CHARGEMENT ':
1290 PRINT 'AVEZ VOUS FAITS? '
1300 INPUT N
1310 MAT P(N)=P
1320 MAT C(N)=C
1330 MAT L(N)=L
1340 MAT K(N)=K
1350 MAT E(N)=E
1360 MAT F(N)=F
1370 PRINT 'ENTREZ LES LECTURES DANS L' ORDRE SUIVANT: '
1380 PRINT
1390 PRINT TAB(5) '--PRESSION DE CHARGEMENT '
1400 PRINT
1410 PRINT TAB(5) '--LECTURE DU COMPAREUR (EN MM) '
1420 PRINT
1430 PRINT TAB(5) '--CORRECTION DES LECTURES (EN MM) '
1440 PRINT
1450 PRINT 'SI LES LECTURES SONT DEJA CORRIGEEES, '
1460 PRINT 'ENTREZ 0 (ZERO) POUR LA CORRECTION '
1470 FOR I=1 TO N
1480 INPUT P(I),L(I),C(I)
1490 K(I)=L(I)-C(I)
1500 F(I)=K(I)*(&PI*D^2)/4*(G/P2)*.1

```

```

1510 E(I)=E0-F(I)
1520 NEXT I
1530 REM IMPRESSION DU TABLEAU DES RESULTATS
1540 PRINT FLP,
1550 PRINT USING FLP,1640,:
1560 PRINT USING FLP,1650
1570 PRINT FLP,
1580 FOR I=1 TO N
1590 PRINT USING FLP,1660,P(I),L(T),C(I),:
1600 PRINT USING FLP,1670,K(I),F(I),E(I)
1610 NEXT I
1620 PRINT USING FLP,1660,0,0,0,:
1630 PRINT USING FLP,1670,0,0,E0
1640 :PRESSION   LECTURE   CORRECTION
1650 :   LECT. CORR.   VAR. VIDES   INO. VIDES
1660 :###.##      ###.###      #.###
1670 :      ###.###      #.###      #.###
1680 REM CALCUL DES ELEMENTS DE LA COURBE E-LOG P
1690 PRINT FLP,'INDICE DES VIDES VERSUS PRESSION'
1700 PRINT FLP,
1710 PRINT FLP,'IND. DES VIDES','PRESSION','LOG P'
1720 FOR I=1 TO N
1730 PRINT FLP,
1740 PRINT FLP,E(I),P(I),LGT(P(I))
1750 NEXT I
1760 REM CALCUL DES ELEMENTS DES COURBES L VERSUS LOG T ET
1770 PRINT 'LA PARTIE QUI SUIT PERMET DE CALCULER ET AFFICHER'
1780 PRINT 'LES ELEMENTS DES COURBES '
1790 PRINT '-DEFORMATIONS (L) VERSUS LOG DU TEMPS (T)'
1800 PRINT '-DEFORMATIONS (L) VERSUS RACTNE CARREE DU TEMPS '
1810 PRINT 'SI VOUS NE FAITES PAS CE CALCUL,':
1820 PRINT 'ENTREZ LE CHIFFRE 0 AU CLAVIER'
1830 PRINT 'AUTREMENT,ENTREZ UN CHIFFRE QUELCONQUE'
1840 PRINT 'POUR CONTINUER'
1850 INPUT R
1860 IF R=0 GOTO 2210
1870 PRINT 'CHOISISSEZ UN PALIER DE CHARGEMENT'
1880 PRINT 'POUR CE PALIER,INTRODUIRE LA PRESSION DE':
1890 PRINT 'CHARGEMENT '
1900 INPUT P0
1910 PRINT 'INTRODUIRE LA CORRECTION DU PALIER'
1920 INPUT C
1930 PRINT 'DONNER LE NOMBRE DE LECTURES PRISES'
1940 INPUT M
1950 PRINT
1960 PRINT
1970 PRINT
1980 PRINT FLP,'COURBE DEFORMATION VERSUS TEMPS'
1990 PRINT FLP,
2000 PRINT FLP,'PRESSION= ':P0:'CORRECTION= ':C

```

```
2010 PRINT FLP,
2020 PRINT 'POUR CHAQUE POINT INTRODUIRE SUCCESSIVEMENT:'
2030 PRINT
2040 PRINT TAB(5) '-LA LECTURE DU COMPAREUR '
2050 PRINT
2060 PRINT TAB(5) '-LE TEMPS CORRESPONDANT (EN SECONDES)':
2070 PRINT USING FLP,2160,:
2080 PRINT USING FLP,2170
2090 FOR I=1 TO M
2100 INPUT L,T
2110 L1=L-C
2120 T1=LGT(T)
2130 T2=SQR(T)
2140 PRINT USING FLP,2180,L,L1,T,:
2150 PRINT USING FLP,2190,T1,T2
2160 :LECTURE   LECT. CORR.   TEMPS
2170 :   LOG T     RACINE DE T
2180 :###.###   ###.###   #####
2190 :  ##.###   ####.###
2200 NEXT I
2210 NEXT J
2220 PRINT 'LE TRAITEMENT DES DONNEES DE L'ESSAI SE '
2230 PRINT 'TERMINE ICI'
2240 RETURN
2250 REM SOUS-PROGRAMME #2: TASSEMENT
2260 REM CETTE PARTIE PERMET DE CALCULER LE
2270 REM TASSEMENT EN DIVERS POINTS DE CONTROLE
2280 REM SELON LES CARACTERISTIQUES DE LA FONDATION
2290 REM DEFINITION DES TABLEAUX
2300 REM H=EPAISSEUR DES COUCHES
2310 REM S= PROFONDEUR P/R A LA SURFACE DU TERRAIN
2320 REM Z= PROFONDEUR P/R A LA BASE DE LA FONDATION
2330 REM O= CONTRAINTES INITIALES DANS LE SOL
2340 REM R= AUGMENTATION DE CONTRAINTES (SURCHARGE)
2350 REM T= CONTRAINTES TOTALES :O+R
2360 REM V= INDICE DES VIDES INITIAL
2370 REM Q= INDICE DE COMPRESSIBILITE
2380 REM U= VARIATION DE L'INDICE DES VIDES
2390 REM W= TASSEMENT DES COUCHES
2400 REM G= POIDS SPECIFIQUE APPARENT HUMIDE
2410 REM D= POIDS SPECIFIQUE APPARENT SEC
2420 REM CHOIX D'UN TYPE DE FONDATION
2430 PRINT 'TABLE DES MATIERES'
2440 PRINT
2450 PRINT USING 2550
2460 PRINT
2470 PRINT USING 2560
2480 PRINT
2490 PRINT USING 2570
2500 PRINT
```

```

2510 PRINT USING 2580
2520 PRINT
2530 PRINT USING 2590
2540 PRINT
2550 :PARTIE                DESCRIPTION
2560 : 1                    FONDATIONS CIRCULAIRES
2570 : 2                    FONDATIONS RECTANGULAIRES
2580 : 3                    FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR
2590 : 4                    FONDATIONS DE FORME QUELCONQUE
2600 PRINT 'SELON LA FORME DE VOTRE FONDATION,':
2610 PRINT 'ENTREZ AU CLAVIER '
2620 PRINT 'LE NUMERO DE LA PARTIE CORRESPONDANTE'
2630 PRINT 'PAR EXEMPLE: POUR UN RECTANGLE,ENTREZ 2'
2640 PRINT 'ENTREZ UN 0(ZERO) POUR ARRETER'
2650 INPUT X1
2660 IF X1=0 GOTO 5910
2670 IF X1-INT(X1)≠0 GOTO 2430
2680 IF X1<1|X1>4 GOTO 2430
2690 GOSUB 4610,5930,8560,8170 ON X1
2700 RETURN
2710 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S1
2720 REM CONTRAINTES GEOSTATIQUES
2730 REM A1=OMBRE DE COUCHES
2740 PRINT 'COMBIEN DE COUCHES.COMPTE VOTRE SONDAGE?':
2750 INPUT A1
2760 REM REDIMENSIONNEMENT DES TABLEAUX
2770 MAT H(A1)=H
2780 MAT S(A1)=S
2790 MAT Z(A1)=Z
2800 MAT O(A1)=O
2810 MAT R(A1)=R
2820 MAT T(A1)=T
2830 MAT V(A1)=V
2840 MAT Q(A1)=Q
2850 MAT U(A1)=U
2860 MAT W(A1)=W
2870 MAT G(A1)=G
2880 MAT D(A1)=D
2890 MAT E(A1)=E
2900 MAT P(A1)=P
2910 MAT F(A1)=F
2920 MAT N(A1)=N
2930 REM INTRODUCTION DES DONNEES
2940 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE INTRODUIRE DANS L''ORDRE ':
2950 PRINT
2960 PRINT TAB(5) '-L''EPAISSEUR (EN METRES) '
2970 PRINT
2980 PRINT TAB(5) '-LE POIDS SPECIFIQUE HUMIDE (EN GR/CM3) '
2990 PRINT
3000 PRINT TAB(5) '-LE POIDS SPECIFIQUE SEC (EN GR/CM3) ':

```

```

3010 PRINT
3020 PRINT TAB(5) '-LA TENEUR EN EAU DE SATURATION (EN 0/0)'
3030 PRINT
3040 PRINT TAB(5) '-LA PRESSION DE PRECONSOLIDATION (EN BARS)';
3050 FOR I=1 TO A1
3060 INPUT H(I),G(I),D(I),E(I),P(I)
3070 NEXT I
3080 REM CALCUL DES CONTRAINTES INITIALES
3090 FOR I=1 TO A1
3100 F(I)=D(I)*(1+E(I)/100)
3110 NEXT I
3120 PRINT 'QUEL EST LE NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE?';
3130 INPUT Z3
3140 FOR I=1 TO A1
3150 IF I>1 GOTO 3190
3160 Z(I)=H(I)/2
3170 S(I)=H(I)/2+D1
3180 GOTO 3210
3190 Z(I)=Z(I-1)+H(I)/2+H(I-1)/2
3200 S(I)=S(I-1)+H(I-1)/2+H(I)/2
3210 IF I>1 GOTO 3280
3220 IF S(I)≤Z3 GOTO 3260
3230 O(I)=(Z3*G(I)+(S(I)-Z3)*F(I))*9.81E-02
3240 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
3250 GOTO 3510
3260 O(I)=(G(I)*S(I))*9.81E-02
3270 GOTO 3510
3280 IF S(I)≤Z3 GOTO 3480
3290 IF S(I)≥Z3&S(I-1)+H(I-1)/2≥Z3 GOTO 3360
3300 IF S(I-1)+H(I-1)/2≤Z3 GOTO 3420
3310 O1=H(I-1)/2*F(I-1)
3320 O2=H(I)/2*F(I)
3330 O(I)=O(I-1)+(O1+O2)*9.81E-02
3340 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
3350 GOTO 3510
3360 O3=(Z3-S(I-1))*G(I-1)
3370 O4=(S(I)-Z3-H(I)/2)*F(I-1)
3380 O5=H(I)/2*F(I)
3390 O(I)=O(I-1)+(O3+O4+O5)*9.81E-02
3400 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
3410 GOTO 3510
3420 O6=H(I-1)/2*G(I-1)
3430 O7=(Z3-S(I-1)-H(I-1)/2)*G(I)
3440 O8=(S(I)-Z3)*F(I)
3450 O(I)=O(I-1)+(O6+O7+O8)*9.81E-02
3460 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
3470 GOTO 3510
3480 O9=H(I-1)/2*G(I-1)
3490 O0=H(I)/2*G(I)
3500 O(I)=O(I-1)+(O9+O0)*9.81E-02

```

```

3510 NEXT I
3520 RETURN
3530 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S2
3540 REM LECTURE DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
3550 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE ,INTRODUIRE LA CONTRAINTE'
3560 PRINT 'DUE A LA SURCHARGE (EN BARS)';
3570 MAT INPUT R
3580 RETURN
3590 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S3
3600 REM CALCUL CLASSIQUE DU TASSEMENT
3610 REM LECTURE DE DONNEES
3620 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE ,ENTRER DANS L'ORDRE : '
3630 PRINT
3640 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DE COMPRESSIBILITE CC'
3650 PRINT
3660 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DE RECOMPRESSION CR'
3670 PRINT
3680 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DES VIDES INITIAL E0';
3690 FOR I=1 TO A1
3700 INPUT Q(I),N(I),V(I)
3710 NEXT I
3720 REM VARIATION DES VIDES ET TASSEMENTS
3730 W0=0
3740 FOR I=1 TO A1
3750 T(I)=O(I)+R(I)
3760 IF O(I)>P(I) GOTO 3830
3770 IF T(I)>P(I) GOTO 3800
3780 U(I)=N(I)*LGT(T(I)/O(I))
3790 GOTO 3840
3800 U(I)=Q(I)*LGT(T(I)/P(I))
3810 U(I)=U(I)+N(I)*LGT(P(I)/O(I))
3820 GOTO 3840
3830 U(I)=Q(I)*LGT(1+R(I)/O(I))
3840 W(I)=100*H(I)*U(I)/(1+V(I))
3850 W0=W0+W(I)
3860 NEXT I
3870 RETURN
3880 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S4
3890 REM IMPRESSION DES TABLEAU DE RESULTATS
3900 PRINT USING FLP,3990,;
3910 PRINT USING FLP,4020,;
3920 PRINT USING FLP,4050
3930 PRINT USING FLP,4000,;
3940 PRINT USING FLP,4030,;
3950 PRINT USING FLP,4060
3960 PRINT USING FLP,4010,;
3970 PRINT USING FLP,4040,;
3980 PRINT USING FLP,4070
3990 : -----
4000 : I COUCHE I H I Z0 I @0 I

```

```

4010 : I      I M I      M I BARS I
4020 : -----
4030 :   Z I  Δ0 I  @0+Δ0 I  CC I
4040 :   M I BARS I BARS I      I
4050 : -----
4060 :   E0 I      ΔE I  ΔH I
4070 :       I      I  CM I
4080 : I   ##   I##.##I###.##I###.###I
4090 : ###.##I###.##I###.###I #.## I
4100 : #.### I #.### I ###.##I
4110 GOSUB 4290
4120 FOR I=1 TO A1
4130 PRINT USING FLP,4080,I,H(I),S(I),Q(I);
4140 PRINT USING FLP,4090,Z(I),R(I),T(I),Q(I);
4150 PRINT USING FLP,4100,V(I),U(I),W(I)
4160 GOSUB 4290
4170 NEXT I
4180 PRINT USING FLP,4210;
4190 PRINT USING FLP,4220;
4200 PRINT USING FLP,4230,W0
4210 :
4220 :
4230 :       I  TOTAL I###.##I
4240 PRINT USING FLP,4210;
4250 PRINT USING FLP,4220;
4260 PRINT USING FLP,4270
4270 :       I-----I-----I
4280 RETURN
4290 PRINT USING FLP,4320;
4300 PRINT USING FLP,4330;
4310 PRINT USING FLP,4340
4320 : I-----I-----I-----I
4330 : -----I-----I-----I
4340 : -----I-----I-----I
4350 RETURN
4360 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S5
4370 REM CHOIX D'UNE OPTION
4380 PRINT 'SELON LE CAS A TRAITER,ENTREZ LE NUMERO ':
4390 PRINT 'CORRESPONDANT'
4400 PRINT
4410 PRINT 'ENTREZ UN 0 (ZERO) SI VOUS VOULEZ CHANGER ':
4420 PRINT 'D''OPTION':
4430 INPUT X2
4440 RETURN
4450 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S6
4460 REM NOMBRE DE POINTS DE CONTROLE
4470 PRINT 'EN COMBIEN DE POINTS CONTROLEZ-VOUS LE ':
4480 PRINT 'TASSEMENT ?':
4490 INPUT N1
4500 RETURN

```

```
4510 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S7
4520 REM CAS DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
4530 PRINT 'REPONDEZ PAR 1 SI VOUS AVEZ DEJA CALCULE'
4540 PRINT
4550 PRINT 'LES CONTRAINTES DANS LES COUCHES'
4560 PRINT
4570 PRINT 'SINON ENTREZ TOUT AUTRE CHIFFRE POUR EFFECTUER'
4580 PRINT 'CE CALCUL'
4590 INPUT X3
4600 RETURN
4610 REM OPTION #1:FONDACTIONS CIRCULAIRES
4620 PRINT 'FONDATION CIRCULAIRE'
4630 PRINT
4640 PRINT USING 4700
4650 PRINT USING 4710
4660 PRINT
4670 PRINT USING 4720
4680 PRINT USING 4730
4690 PRINT
4700 : 1      RADIER SOUPLE (OU RESERVOIR )
4710 :      CHARGE NORMALE UNIFORME
4720 : 2      FOND. RIGIDE (SEMELLE, PLAQUE D'ESSAI )
4730 :      AVEC CHARGE NORMALE CENTREE
4740 GOSUB 4360
4750 IF X2=0 GOTO 2430
4760 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 4620
4770 IF X2<11X2>2 GOTO 4620
4780 GOSUB 5050,5600 ON X2
4790 RETURN
4800 REM SOUS-ROUTINE SC1
4810 REM LECTURE DES DIMENSIONS
4820 PRINT 'DONNEZ LE RAYON R0 DE VOTRE FONDATION (EN M)':
4830 INPUT R0
4840 PRINT 'QUELLE EST LA PROFONDEUR D'ANCRAGE (EN M)?':
4850 INPUT D1
4860 RETURN
4870 REM SOUS-ROUTINE SC2
4880 REM LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
4890 PRINT 'DONNEZ LA DISTANCE DU POINT P/R AU CENTRE DE'
4900 PRINT 'LA FONDATION (EN M)':
4910 INPUT R
4920 RETURN
4930 REM SOUS-ROUTINE SC3
4940 REM LECTURE DES ABAQUES
4950 PRINT 'LES VALEURS DE R/R0 ET Z/R0 VONT VOUS ETRE ':
4960 PRINT 'DONNEES.'
4970 PRINT
4980 PRINT 'VOUS ENTREREZ A LA SUITE LES VALEURS DE KZ'
4990 PRINT 'CORRESPONDANTES'
5000 RETURN
```

```
5010 REM SOUS-ROUTINE SC4
5020 REM CONTRAINTES DE SURCHARGE
5030 R(I)=Q1*K0
5040 RETURN
5050 REM CAS #1:FONDATION SOUPLE
5060 PRINT 'DESCENTE DE CHARGE (EN T/M2) ?':
5070 INPUT Q0
5080 REM DIMENSIONS
5090 GOSUB 4800
5100 GOSUB 4450
5110 GOSUB 4510
5120 FOR J=1 TO N1
5130 PRINT 'POINT #':J
5140 REM CARACTÉRISTIQUES DES COUCHES
5150 GOSUB 2720
5160 REM CONTRAINTES
5170 Q1=(Q0-G(1)*D1)*9.81E-02
5180 IF X3=1 GOTO 5410
5190 GOSUB 4870
5200 IF R=0 GOTO 5360
5210 PRINT 'PRENEZ L' 'ABAQUE (OU LA TABLE) C1 DU MANUEL'
5220 PRINT 'D' 'UTILISATION'
5230 PRINT
5240 GOSUB 4940
5250 R1=R/R0
5260 PRINT USING 5270,R1
5270 :PRENEZ LA COURBE DEFINIE PAR R/R0=##.#
5280 PRINT 'INTERPOLEZ S' 'IL Y A LIEU'
5290 FOR I=1 TO A1
5300 PRINT USING 5310,Z(I)/R0
5310 :Z/R0=##.#→→→→COEFFICIENT KZ= ?
5320 INPUT K0
5330 GOSUB 5020
5340 NEXT I
5350 GOTO 5420
5360 FOR I=1 TO A1
5370 K0=1-(Z(I)3)/(R2+Z(I)2)(3/2)
5380 GOSUB 5020
5390 NEXT I
5400 GOTO 5420
5410 GOSUB 3530
5420 REM CALCUL DU TASSEMENT
5430 GOSUB 3590
5440 GOSUB 5470
5450 NEXT J
5460 RETURN
5470 REM SOUS-ROUTINE SC5
5480 REM IMPRESSION DES RESULTATS
5490 PRINT USING FLP,5500,J,R
5500 :POINT NO # A ##.## M DU CENTRE DE LA FONDATION
```

```
5510 PRINT FLP,
5520 PRINT USING FLP,5530,R0
5530 :RAYON DE LA FONDATION R0=##.# METRES
5540 PRINT FLP,
5550 PRINT USING FLP,5560,D1
5560 :PROFONDEUR D'ANCRAGE D1=##.# METRES
5570 PRINT FLP,
5580 GOSUB 3880
5590 RETURN
5600 REM CAS #2:FONDATION RIGIDE
5610 PRINT 'INTRODUIRE LA CHARGE (EN TONNES) ' :
5620 INPUT N
5630 REM DIMENSIONS
5640 GOSUB 4800
5650 GOSUB 4450
5660 GOSUB 4510
5670 FOR J=1 TO N1
5680 PRINT 'POINT #':J
5690 REM CARACTÉRISTIQUES DES COUCHES
5700 GOSUB 2720
5710 REM CONTRAINTES
5720 IF X3=1 GOTO 5860
5730 GOSUB 4870
5740 R1=R/R0
5750 FOR I=1 TO A1
5760 Z4=Z(I)/R0
5770 I1=ATN((2*Z4)/(R1↑2+Z4↑2-1))
5780 I2=ATN(1/Z4)
5790 A=(R1↑2+Z4↑2-1)+4*(Z4↑2)
5800 K1=-((Z4*(1+Z4↑2)↑.5*SIN(3*I1/2-I2))/(2*A↑.75))
5810 K2=SIN(I1/2)/(2*A↑(1/4))
5820 K0=K2-K1
5830 R(I)=K0*(N/(2*&PI*(R0↑2))-D(1)*D1*9.81E-02)
5840 NEXT I
5850 GOTO 5870
5860 GOSUB 3530
5870 REM CALCUL DU TASSEMENT
5880 GOSUB 3590
5890 GOSUB 5470
5900 NEXT J
5910 RETURN
5920 REM FONDATIONS RECTANGULAIRES
5930 PRINT 'FONDATIONS RECTANGULAIRES'
5940 PRINT
5950 PRINT USING 6010
5960 PRINT USING 6020
5970 PRINT
5980 PRINT USING 6030
5990 PRINT USING 6040
6000 PRINT
```

```
6010 : 1 SEMELLES, RADIERS SOUPLES
6020 : CHARGE NORMALE UNIFORME
6030 : 2 SEMELLES, RADIERS RIGIDES
6040 : CHARGE NORMALE CENTREE
6050 GOSUB 4360
6060 IF X2=0 GOTO 2430
6070 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 5930
6080 IF X2<11X2>2 GOTO 5930
6090 GOSUB 7150,7530 ON X2
6100 RETURN
6110 REM DIMENSIONS DE LA FONDATION
6120 PRINT 'INTRODUIRE LA LONGUEUR L0 (EN METRES)';
6130 INPUT L0
6140 PRINT 'INTRODUIRE LA LARGEUR B0 (EN METRES)';
6150 INPUT B0
6160 PRINT 'QUELLE EST LA PROFONDEUR D'ANCRAGE D1 (EN M)?';
6170 INPUT D1
6180 RETURN
6190 REM LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
6200 PRINT 'LOCALISATION DU POINT DE CONTROLE'
6210 PRINT
6220 PRINT 'CAS POSSIBLES DE REPERES'
6230 PRINT
6240 PRINT USING 6280
6250 PRINT
6260 PRINT USING 6290
6270 PRINT
6280 : 1 AXE DES X DANS LE SENS DE LA LARGEUR B0
6290 : 2 AXE DES X DANS LE SENS DE LA LONGUEUR L0
6300 PRINT 'SELON VOTRE DISPOSITION DES AXES, INTRODUIRE '
6310 PRINT
6320 PRINT 'LE NUMERO DU CAS CORRESPONDANT':
6330 INPUT X4
6340 IF X4-INT(X4)≠0 GOTO 6220
6350 IF X4<11X4>2 GOTO 6220
6360 GOTO 6370,6400 ON X4
6370 A2=B0/2
6380 B2=L0/2
6390 GOTO 6420
6400 A2=L0/2
6410 B2=B0/2
6420 PRINT 'DONNER LES COORDONNEES DU POINT DANS L''ORDRE '
6430 PRINT
6440 PRINT TAB(5) '-L''ABSCISSE X0 (EN METRES) '
6450 PRINT
6460 PRINT TAB(5) '-L''ORDONNEE Y0 (EN METRES)';
6470 INPUT X0,Y0
6480 RETURN
6490 REM SOUS-ROUTINE SR3
6500 REM SUPERPOSITION
```

```
6510 REM CAS# 1:POINT EXTERIEUR
6520 K1=0
6530 A3=X5/2
6540 B3=Y5/2
6550 GOSUB 7070
6560 K1=K1+K0
6570 A3=(X5-2*A2)/2
6580 B3=Y5/2
6590 GOSUB 7070
6600 K1=K1-K0
6610 A3=X5/2
6620 B3=(Y5-2*B2)/2
6630 GOSUB 7070
6640 K1=K1-K0
6650 A3=(X5-2*A2)/2
6660 B3=(Y5-2*B2)/2
6670 GOSUB 7070
6680 K1=K1+K0
6690 RETURN
6700 REM CAS #2:POINT EXTERIEUR
6710 K1=0
6720 A3=X5/2
6730 B3=Y5/2
6740 GOSUB 7070
6750 K1=K1+K0
6760 A3=(2*A2-X5)/2
6770 B3=Y5/2
6780 GOSUB 7070
6790 K1=K1+K0
6800 A3=X5/2
6810 B3=(Y5-2*B2)/2
6820 GOSUB 7070
6830 K1=K1-K0
6840 A3=(2*A2-X5)/2
6850 B3=(Y5-2*B2)/2
6860 K1=K1-K0
6870 RETURN
6880 REM CAS #3:POINT INTERIEUR
6890 K1=0
6900 A3=X5/2
6910 B3=Y5/2
6920 GOSUB 7070
6930 K1=K1+K0
6940 A3=(2*A2-X5)/2
6950 B3=Y5/2
6960 GOSUB 7070
6970 K1=K1+K0
6980 A3=X5/2
6990 B3=(2*B2-Y5)/2
7000 GOSUB 7070
```

```
7010 K1=K1+K0
7020 A3=(2*A2-X5)/2
7030 B3=(2*B2-Y5)/2
7040 GOSUB 7070
7050 K1=K1+K0
7060 RETURN
7070 REM COEFFICIENT D'INFLUENCE
7080 A0=B3/A3
7090 Z0=Z(I)/(2*A3)
7100 Z5=(A0*Z0)/(1+A0↑2+Z0↑2)↑.5
7110 Z6=1/(1+Z0↑2)+1/(A0↑2+Z0↑2)
7120 Z7=ATN(A0/(Z0*(1+A0↑2+Z0↑2)↑.5))
7130 K0=(1/(2*&PI))*(Z5*Z6+Z7)
7140 RETURN
7150 REM CAS#1 FONDATION SOUPLE
7160 PRINT 'DESCENTE DE CHARGE ?':
7170 INPUT Q0
7180 GOSUB 6110
7190 GOSUB 4450
7200 GOSUB 4510
7210 FOR J=1 TO N1
7220 PRINT 'POINT # ':J
7230 GOSUB 2720
7240 Q1=(Q0-G(I)*D1)*9.81E-02
7250 IF X3=1 GOTO 7300
7260 GOSUB 6190
7270 GOSUB 7610
7280 GOSUB 8110
7290 GOTO 7310
7300 GOSUB 3530
7310 REM CALCUL DU TASSEMENT
7320 GOSUB 3590
7330 GOSUB 7360
7340 NEXT J
7350 RETURN
7360 REM SOUS-ROUTINE SR4
7370 REM IMPRESSION DES RESULTATS
7380 PRINT USING FLP,7390,J
7390 : POINT NO #
7400 PRINT FLP,
7410 PRINT USING FLP,7420,X0,Y0
7420 :ABSCISSE X0= ### METRES   ORDONNEE Y0= ### METRES
7430 PRINT FLP,
7440 PRINT USING FLP,7450,L0
7450 :LONGUEUR L0= ##.# METRES
7460 PRINT USING FLP,7470,B0
7470 :LARGEUR B0= ##.# METRES
7480 PRINT USING FLP,7490,D1
7490 :PROFONDEUR D'ANCRAGE D1= ##.# METRE
7500 PRINT FLP,
```

```
7510 GOSUB 3880
7520 RETURN
7530 REM CAS # 2 : FONDATION RIGIDE
7540 PRINT 'DESCENTE DE CHARGE N (EN TONNES) ?':
7550 INPUT N
7560 GOSUB 6110
7570 Q0=N/(L0*R0)
7580 GOSUB 7180
7590 RETURN
7600 REM SOUS-ROUTINE SR5: PRE-SUPERPOSITION
7610 IF X0>0&X0<(2*A2) GOTO 7800
7620 IF X0>0&X0>(2*A2) GOTO 7940
7630 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 7690
7640 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 7760
7650 X5=2*A2+ABS(X0)
7660 Y5=2*B2+ABS(Y0)
7670 W1=1
7680 GOTO 8100
7690 X5=Y0
7700 Y5=ABS(X0)+2*A2
7710 A4=A2
7720 A2=B2
7730 B2=A4
7740 W1=2
7750 GOTO 8100
7760 X5=ABS(X0)+2*A2
7770 Y5=Y0
7780 W1=1
7790 GOTO 8100
7800 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 7860
7810 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 7900
7820 X5=X0
7830 Y5=ABS(Y0)+2*B2
7840 W1=2
7850 GOTO 8100
7860 X5=X0
7870 Y5=Y0
7880 W1=3
7890 GOTO 8100
7900 X5=X0
7910 Y5=Y0
7920 W1=2
7930 GOTO 8100
7940 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 8000
7950 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 8070
7960 X5=X0
7970 Y5=ABS(Y0)+2*B2
7980 W1=1
7990 GOTO 8100
8000 X5=Y0
```

```
8010 Y5=X0
8020 A4=A2
8030 A2=B2
8040 B2=A4
8050 W2=2
8060 GOTO 8100
8070 X5=X0
8080 Y5=Y0
8090 W1=1
8100 RETURN
8110 REM CALCUL DES CONTRAINTES
8120 FOR I=1 TO A1
8130 GOSUB 6510,6700,6880 ON W1
8140 R(I)=K1*Q1
8150 NEXT I
8160 RETURN
8170 REM FONDATIONS DE FORME QUELCONQUE DIVISIBLES
8180 PRINT 'COMBIEN DE RECTANGLES ELEMENTAIRES COMPORTE VOTRE'
8190 PRINT 'FONDATION ?':
8200 INPUT M1
8210 PRINT 'POUR CHAQUE RECTANGLE, INTRODUIRE DANS L' 'ORDRE:'
8220 PRINT 'LA LONGUEUR L, LA LARGEUR B, L' 'ANCRAGE F,'
8230 PRINT 'LA DESCENTE DE CHARGE C':
8240 FOR I=1 TO M1
8250 INPUT L(I),B(I),F(I),C(I)
8260 NEXT I
8270 GOSUB 4450
8280 GOSUB 4510
8290 FOR J=1 TO N1
8300 PRINT 'POINT # ':J
8310 GOSUB 2720
8320 IF X3=1 GOTO 8480
8330 FOR I=1 TO A1
8340 R1=0
8350 FOR K=1 TO M1
8360 B0=B(K)
8370 L0=L(K)
8380 Q1=(C(K)-G(1)*F(K))*9.81E-02
8390 IF I>1 GOTO 8410
8400 GOSUB 6190
8410 GOSUB 7610
8420 GOSUB 6510,6700,6880 ON W1
8430 R1=R1+K1*Q1
8440 NEXT K
8450 R(I)=R1
8460 NEXT I
8470 GOTO 8490
8480 GOSUB 3530
8490 GOSUB 3590
8500 PRINT USING FLP,8510,J
```

```
8510 : POINT NO ##
8520 PRINT FLP,
8530 GOSUB 3880
8540 NEXT J
8550 RETURN
8560 PRINT 'POUR CE QUI EST DES FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR'
8570 PRINT 'NOUS VOUS PRIONS DE VOUS REPORTER AU PROGRAMME QUI'
8580 PRINT 'SE TROUVE DANS LE FICHER NO 4'
8590 PRINT
8600 PRINT 'POUR CE FAIRE, IL VOUS FAUT ARRETER CE PROGRAMME-CI'
8610 PRINT 'ET CHARGER EN MEMOIRE LE FICHER NO 4'
8620 PRINT
8630 PRINT
8640 PRINT
8650 PRINT
8660 PRINT
8670 END
```

```

0010 : PROJET 5.11 EPT 1980-81
0020 : PROGRAMMEUR MASSAMBA DIENE
0030 : BASIC-TASS. PAR CLAVIER
0040 : FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR
0050 DIM H(20),S(20),Z(20),O(20),R(20),T(20),N(20)
0060 DIM V(20),Q(20),U(20),W(20),G(20),D(20),E(20),P(20),F(20)
0070 FOR I=1 TO 50
0080 PRINT 'ASSEMENT PAR CLAVIER ** F. DE GRANDE LONGUEUR ***':
0090 FOR J=1 TO 50
0100 NEXT J
0110 NEXT I
0120 PRINT
0130 PRINT
0140 PRINT 'FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR'
0150 PRINT
0160 PRINT USING 0250
0170 PRINT USING 0260
0180 PRINT
0190 PRINT USING 0270
0200 PRINT USING 0280
0210 PRINT
0220 PRINT USING 0290
0230 PRINT USING 0300
0240 PRINT
0250 : 1 SEMELLE FILANTE, MUR DE SOUTÈNEMENT
0260 : CHARGE NORMALE UNIFORME
0270 : 2 DIGUES, REBLAIS
0280 : SECTION TRIANGULAIRE
0290 : 3 DIGUES, REBLAIS ROUTIERS
0300 : SECTION TRAPEZOIDALE
0310 GOSUB 2020
0320 IF X2=0 GOTO 3710
0330 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 0140
0340 IF X2<11X2>3 GOTO 0140
0350 GOSUB 2320,2810,3180 ON X2
0360 GOTO 0140
0370 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S1
0380 REM CONTRAINTES GEOSTATIQUES
0390 REM A1=NOMBRE DE COUCHES
0400 PRINT 'COMBIEN DE COUCHES COMPTE VOTRE SONDAGE?':
0410 INPUT A1
0420 REM REDIMENSIONNEMENT DES TABLEAUX
0430 MAT H(A1)=H
0440 MAT S(A1)=S
0450 MAT Z(A1)=Z
0460 MAT O(A1)=O
0470 MAT R(A1)=R
0480 MAT T(A1)=T
0490 MAT V(A1)=V
0500 MAT Q(A1)=Q

```

```

0510 MAT U(A1)=U
0520 MAT W(A1)=W
0530 MAT G(A1)=G
0540 MAT D(A1)=D
0550 MAT E(A1)=E
0560 MAT P(A1)=P
0570 MAT F(A1)=F
0580 MAT N(A1)=N
0590 REM INTRODUCTION DES DONNEES
0600 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE INTRODUIRE DANS L'ORDRE : '
0610 PRINT
0620 PRINT TAB(5) '-L' 'EPAISSEUR (EN METRES)'
0630 PRINT
0640 PRINT TAB(5) '-LE POIDS SPECIFIQUE HUMIDE (EN GR/CM3)'
0650 PRINT
0660 PRINT TAB(5) '-LE POIDS SPECIFIQUE SEC (EN GR/CM3)'
0670 PRINT
0680 PRINT TAB(5) '-LA TENEUR EN EAU DE SATURATION (0/0)'
0690 PRINT
0700 PRINT TAB(5) '-LA PRESSION DE PRECONSOLIDATION (EN BARS)'
0710 FOR I=1 TO A1
0720 INPUT H(I),G(I),D(I),E(I),P(I)
0730 NEXT I
0740 FOR I=1 TO A1
0750 F(I)=D(I)*(1+E(I)/100)
0760 NEXT I
0770 REM CALCUL DES CONTRAINTES INITIALES
0780 PRINT 'QUEL EST LE NIVEAU DE LA NAPPE PHREATIQUE?'
0790 INPUT Z3
0800 FOR I=1 TO A1
0810 IF I>1 GOTO 0850
0820 Z(I)=H(I)/2
0830 S(I)=H(I)/2+D1
0840 GOTO 0870
0850 Z(I)=Z(I-1)+H(I)/2+H(I-1)/2
0860 S(I)=S(I-1)+H(I-1)/2+H(I)/2
0870 IF I>1 GOTO 0940
0880 IF S(I)≤Z3 GOTO 0920
0890 O(I)=(Z3*G(I)+(S(I)-Z3)*F(I))*9.81E-02
0900 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
0910 GOTO 1170
0920 O(I)=(G(I)*S(I))*9.81E-02
0930 GOTO 1170
0940 IF S(I)≤Z3 GOTO 1140
0950 IF S(I-1)≥Z3 GOTO 1030
0960 IF S(I-1)+H(I-1)/2≤Z3 GOTO 1080
0970 O3=(Z3-S(I-1))*G(I-1)
0980 O4=(S(I)-Z3-H(I)/2)*F(I-1)
0990 O5=H(I)/2*F(I)
1000 O(I)=O(I-1)+(O3+O4+O5)*9.81E-02

```

```

1010 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
1020 GOTO 1170
1030 O3=H(I-1)/2*F(I-1)
1040 O4=H(I)/2*F(I)
1050 O(I)=O(I-1)+(O3+O4)*9.81E-02
1060 O(I)=O(I)-(S(I)-S(I-1))*9.81E-02
1070 GOTO 1170
1080 O6=H(I-1)/2*G(I-1)
1090 O7=(Z3-S(I-1)-H(I-1)/2)*G(I)
1100 O8=(S(I)-Z3)*F(I)
1110 O(I)=O(I-1)+(O6+O7+O8)*9.81E-02
1120 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
1130 GOTO 1170
1140 O9=H(I-1)/2*G(I-1)
1150 O0=H(I)/2*G(I)
1160 O(I)=O(I-1)+(O9+O0)*9.81E-02
1170 NEXT I
1180 RETURN
1190 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S2
1200 REM LECTURE DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
1210 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE ,INTRODUIRE LA CONTRAINTE'
1220 PRINT 'DUE A LA SURCHARGE (EN BARS)';
1230 MAT INPUT R
1240 RETURN
1250 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S3
1260 REM CALCUL CLASSIQUE DU TASSEMENT
1270 REM LECTURE DE DONNEES
1280 PRINT 'POUR CHAQUE COUCHE ,ENTRER DANS L'ORDRE : '
1290 PRINT
1300 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DE COMPRESSIBILITE CC'
1310 PRINT
1320 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DE RECOMPRESSION CR'
1330 PRINT
1340 PRINT TAB(5) '-L' 'INDICE DES VIDES INITIAL E0':
1350 FOR I=1 TO A1
1360 INPUT Q(I),N(I),V(I)
1370 NEXT I
1380 REM VARIATION DES VIDES ET TASSEMENTS
1390 W0=0
1400 FOR I=1 TO A1
1410 T(I)=O(I)+R(I)
1420 IF O(I)>P(I) GOTO 1490
1430 IF T(I)>P(I) GOTO 1460
1440 U(I)=N(I)*LGT(T(I)/O(I))
1450 GOTO 1500
1460 U(I)=Q(I)*LGT(T(I)/P(I))
1470 U(I)=U(I)+N(I)*LGT(P(I)/O(I))
1480 GOTO 1500
1490 U(I)=Q(I)*LGT(1+R(I)/O(I))
1500 W(I)=100*H(I)*U(I)/(1+V(I))

```

```

1510 W0=W0+W(I)
1520 NEXT I
1530 RETURN
1540 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S4
1550 REM IMPRESSION DES TABLEAU DE RESULTATS
1560 PRINT USING FLP,1650.;
1570 PRINT USING FLP,1680.;
1580 PRINT USING FLP,1710
1590 PRINT USING FLP,1660.;
1600 PRINT USING FLP,1690.;
1610 PRINT USING FLP,1720
1620 PRINT USING FLP,1670.;
1630 PRINT USING FLP,1700.;
1640 PRINT USING FLP,1730
1650 :-----
1660 :| COUCHE | H | Z0 | @0 |
1670 :|      | M | M | BARS |
1680 :-----
1690 :  Z | Δ@ | @0+Δ@ | CC |
1700 :  M | BARS | BARS |      |
1710 :-----
1720 :  E0 | ΔE | ΔH |
1730 :      |      | CM |
1740 :|  ##  |##.##|###.##|###.##|
1750 :###.##|###.##|###.##|###.##|
1760 :#.### |#.### |###.##|
1770 GOSUB 1950
1780 FOR I=1 TO A1
1790 PRINT USING FLP,1740,I,H(I),S(I),O(I).;
1800 PRINT USING FLP,1750,Z(I),R(I),T(I),Q(I).;
1810 PRINT USING FLP,1760,V(I),U(I),W(I)
1820 GOSUB 1950
1830 NEXT I
1840 PRINT USING FLP,1870.;
1850 PRINT USING FLP,1880.;
1860 PRINT USING FLP,1890,W0
1870 :
1880 :
1890 :      | TOTAL |##.##|
1900 PRINT USING FLP,1870.;
1910 PRINT USING FLP,1880.;
1920 PRINT USING FLP,1930
1930 :      |-----|
1940 RETURN
1950 PRINT USING FLP,1980.;
1960 PRINT USING FLP,1990.;
1970 PRINT USING FLP,2000
1980 :|-----|
1990 :-----|
2000 :-----|

```

```
2010 RETURN
2020 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S5
2030 REM CHOIX D'UNE OPTION
2040 PRINT 'SELON LE CAS A TRAITER,ENTREZ LE NUMERO ':
2050 PRINT 'CORRESPONDANT'
2060 PRINT
2070 PRINT 'ENTREZ UN 0 (ZERO) SI VOUS VOULEZ ARRETER ':
2080 INPUT X2
2090 RETURN
2100 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S6
2110 REM NOMBRE DE POINTS DE CONTROLE
2120 PRINT 'EN COMBIEN DE POINTS CONTROLEZ-VOUS LE ':
2130 PRINT 'TASSEMENT ?':
2140 INPUT N1
2150 RETURN
2160 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S7
2170 REM CAS DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
2180 PRINT 'REPONDEZ PAR 1 SI VOUS AVEZ DEJA CALCULE'
2190 PRINT
2200 PRINT 'LES CONTRAINTES DANS LES COUCHES '
2210 PRINT
2220 PRINT 'SINON ENTREZ TOUT AUTRE CHIFFRE POUR EFFECTUER'
2230 PRINT 'CE CALCUL'
2240 INPUT X3
2250 RETURN
2260 :SOUS-ROUTINE SGL1 LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
2270 PRINT 'LOCALISATION DU POINT DE CONTROLE'
2280 PRINT
2290 PRINT 'INTRODUIRE L'ABSCISSE X DU POINT ':
2300 INPUT X0
2310 RETURN
2320 : CAS # 1 CHARGE NORMALE UNIFORME
2330 PRINT 'INTRODUIRE LA CHARGE Q (EN TONNES/M2)':
2340 INPUT Q
2350 PRINT 'INTRODUIRE LA LARGEUR B0 (NE METRES)?':
2360 INPUT B0
2370 PRINT 'QUELLE EST LA PROFONDEUR D'ANCRAGE D1 (EN M)?':
2380 INPUT D1
2390 GOSUB 2100
2400 GOSUB 2160
2410 FOR J=1 TO N1
2420 PRINT 'POINT # ':J
2430 GOSUB 0380
2440 Q1=(Q-B(1)*D1)*9.81E-02
2450 IF X3=1 GOTO 2570
2460 GOSUB 2270
2470 A0=B0/2
2480 FOR I=1 TO A1
2490 Z4=ATN((A0+X)/Z(I))
2500 Z5=ATN((A0-X)/Z(I))
```

```

2510 Z6=2*A0*Z(I)*(A0+2+(Z(I))2-X2)
2520 Z7=(X2+(Z(I))2-A02)2+4*A02*Z(I)2
2530 K0=(1/8*PI)*Z4+Z5+Z6/Z7
2540 R(I)=Q1*K0
2550 NEXT I
2560 GOTO 2580
2570 GOSUB 1190
2580 :CALCUL DU TASSEMENT
2590 GOSUB 1250
2600 PRINT USING FLP,2620,Q
2610 PRINT FLP,
2620 : PRESSIONS : Q = ###.## BARS
2630 GOSUB 2660
2640 NEXT J
2650 RETURN
2660 : SOUS-ROUTINE SGL2
2670 : IMPRESSION DES RESULTATS
2680 PRINT USING FLP,2690,J
2690 : POINT NO ##
2700 PRINT FLP,
2710 PRINT USING FLP,2720,X
2720 : ABSCISSE X = ###.## METRES
2730 PRINT FLP,
2740 PRINT USING FLP,2750,B0
2750 : LARGEUR DE LA FONDATION B0 = ## METRES
2760 PRINT USING FLP,2770,D1
2770 : PROFONDEUR D'ANCRAGE D1 = ##.# METRE
2780 PRINT FLP,
2790 GOSUB 1540
2800 RETURN
2810 : CAS NO 2 REBLAT TRIANGULATRE
2820 GOSUB 3610
2830 GOSUB 2100
2840 GOSUB 2160
2850 FOR J=1 TO N1
2860 PRINT 'POINT # ' ; J
2870 GOSUB 0380
2880 IF X3=1 GOTO 3040
2890 GOSUB 2270
2900 FOR I=1 TO A1
2910 X6=-X/A
2920 Z6=Z(I)/A
2930 D2=ATN(X6/Z6)-ATN((X6-1)/Z6)
2940 D3=(1/8*PI)*((1-X6)*D2+X6*Z6/(X62+Z62))
2950 X7=X/B
2960 Z7=Z(I)/B
2970 D4=ATN(X7/Z7)-ATN((X7-1)/Z7)
2980 D5=(1/8*PI)*((1-X7)*D4+X7*Z7/(X72+Z72))
2990 D0=D3+D5
3000 R(I)=G*H*D0

```

```

3010 NEXT I
3020 GOTO 3040
3030 GOSUB 1190
3040 GOSUB 1250
3050 PRINT USING FLP,3070,G
3060 PRINT
3070 : POIDS SPECIFIQUE DU REMLAI G = ##.## GR/CM3
3080 PRINT FLP,
3090 PRINT USING FLP,3100,H
3100 : HAUTEUR H = ##.## METRES
3110 PRINT FLP,
3120 PRINT USING FLP,3130,A+B
3130 : BASE DU REMLAI = ##.##
3140 PRINT FLP,
3150 GOSUB 1540
3160 NEXT J
3170 RETURN
3180 : CAS NO 3 REMLAI TRAPEZOIDAL
3190 GOSUB 3610
3200 PRINT 'INTRODUIRE LA PORTION DE LA PETITE BASE A GAUCHE,A2'
3210 INPUT A2
3220 PRINT 'INTRODUIRE LA PORTION A DROITE,B2':
3230 INPUT B2
3240 GOSUB 2100
3250 GOSUB 2160
3260 FOR J=1 TO N1
3270 PRINT 'POINT # ':J
3280 GOSUB 0380
3290 IF X3=1 GOTO 3510
3300 GOSUB 2270
3310 FOR I=1 TO A1
3320 X6=-X/A
3330 Z6=Z(I)/A
3340 D2=ATN(X6/Z6)-ATN((X6-1)/Z6)
3350 D3=(1/&PI)*((1-X6)*D2+X6*Z6/(X6+2+Z6+2))
3360 X7=X/B
3370 Z7=Z(I)/B
3380 D4=ATN(X7/Z7)-ATN((X7-1)/Z7)
3390 D5=(1/&PI)*((1-X7)*D3+X7*Z7/(X7+2+Z7+2))
3400 X8=-X/A2
3410 Z8=Z(I)/A2
3420 D6=ATN(X8/Z8)-ATN((X8-1)/Z8)
3430 D7=(1/&PI)*((1-X8)*D6+X8*Z8/(X8+2+Z8+2))
3440 X9=X/B2
3450 Z9=Z(I)/B2
3460 D8=ATN(X9/Z9)-ATN((X9-1)/Z9)
3470 D9=(1/&PI)*((1-X9)*D8+X9*Z9/(X9+2+Z9+2))
3480 R(I)=G*H/(A-A2)*(A*(D3+D5)-A2*(D7+D9))
3490 NEXT I
3500 GOTO 3520

```

```
3510 GOSUB 1190
3520 GOSUB 1250
3530 PRINT USING FLP,3070,G
3540 PRINT USING FLP,3130,A+B
3550 PRINT USING FLP,3560,A2+B2
3560 : PETITE BASE = ##.## METRES
3570 PRINT FLP,
3580 GOSUB 1540
3590 NEXT J
3600 RETURN
3610 : SOUS-ROUTINE SGL3
3620 PRINT 'POIDS SPECIFIQUE DU REMBLAI G (EN GR/MC3) ?':
3630 INPUT G
3640 PRINT 'HAUTEUR DU REMBLAI H (EN METRES) ?':
3650 INPUT H
3660 PRINT 'PORTION DE LA BASE A GAUCHE DE L'AXE DES Z A':
3670 INPUT A
3680 PRINT 'PORTION A DROITE DE OZ,B (EN METRES) ?':
3690 INPUT B
3700 RETURN
3710 END
```

```

0010 : BASIC-TASS. PAR FICHIER
0020 : PROGRAMMEUR MASSAMBA DIENE
0030 : PROJET 5.11 EPT 1980-81
0040 REM CE PROGRAMME CALCULE
0050 REM LE TASSEMENT POUR DES
0060 REM FONDATIONS DE DIFFERENTES FORMES
0070 REM IL PERMET EGALEMENT DE TRAITER
0080 REM LES MESURES D'ESSAIS OEDOMETRIQUES
0090 REM CETTE PREMIERE PARTIE ASSURE
0100 REM L'ORIENTATION DE L'UTILISATEUR
0110 REM VERS LES SOUS-PROGRAMMES QU'IL
0120 REM DOIT UTILISER POUR FAIRE SES CALCULS
0130 REM X ET Y SONT DES VARIABLES D'ORIENTATION
0140 DIM P(20),L(20),C(20),E(20),F(20),K(20),N(20)
0150 DIM H(20),S(20),Z(20),O(20),R(20),T(20),V(20),Q(20)
0160 DIM U(20),W(20),G(20),D(20),B(20),X(20),Y(20),A(20),M(20)
0170 FOR I=1 TO 50
0180 PRINT 'BASIC-TASS. PAR FICHIER **':
0190 FOR J=1 TO 50
0200 NEXT J
0210 NEXT I
0220 PRINT
0230 PRINT
0240 PRINT 'TABLE DES MATIERES'
0250 PRINT
0260 PRINT USING 0320
0270 PRINT
0280 PRINT USING 0330
0290 PRINT
0300 PRINT USING 0340
0310 PRINT
0320 : PARTIE          DESCRIPTION
0330 : 1              ESSAI DE CONSOLIDATION
0340 : 2              CALCUL DU TASSEMENT
0350 PRINT 'SELON LE CALCUL QUE VOUS VOULEZ ':
0360 PRINT 'FAIRE ,INTRODUIRE'
0370 PRINT 'LE NUMERO DE LA PARTIE CORRESPONDANTE'
0380 PRINT 'PAR EXEMPLE:POUR LE CALCUL DU TASSEMENT'
0390 PRINT 'ENTRER LE CHIFFRE 2 AU CLAVIER'
0400 PRINT 'ENTRER LE CHIFFRE 0 POUR ARRETER'
0410 INPUT X
0420 IF X=0 GOTO 8150
0430 IF X-INT(X)≠0 GOTO 0240
0440 IF X<1|X>2 GOTO 0240
0450 GOSUB 0470,1970 ON X
0460 GOTO 0240
0470 REM SOUS-PROGRAMME #1
0480 REM CETTE PARTIE PERMET DE
0490 REM TRAITER LES DONNEES OBTENUES DE
0500 REM L'ESSAI OEDOMETRIQUE EN VUE DE

```

```
0510 REM TRACER LES COURBES ET EVALUER
0520 REM DIFFERENTES CARACTERISTIQUES DU SOL
0530 REM A=NOMBRE D'ESSAIS OEDOMETRIQUES
0540 PRINT 'ENTREZ AU CLAVIER LE NOMBRE ' :
0550 PRINT 'D'ESSAIS OEDOMETRIQUES QUE '
0560 PRINT 'VOUS AUREZ A TRAITER'
0570 INPUT A
0580 OPEN FLO, 'E80', 001, IN
0590 FOR J=1 TO A
0600 PRINT FLP, 'ESSAI # ' : J
0610 GET FLO, Z1, Z2
0620 PRINT USING FLP, 0630, Z1, Z2
0630 : PROFONDEUR: ENTRE ###.## ET ###.##
0640 REM S$ EST LE NOM DU SONDAGE
0650 GET FLO, S$
0660 PRINT FLP, S$
0670 REM NOM DES TABLEAUX
0680 REM P=TABLEAU DES PRESSIONS
0690 REM L=TABLEAU DES DEFORMATIONS
0700 REM C=TABLEAU DES CORRECTIONS DE L
0710 REM E= TABLEAU DES INDICES DES VTDES
0720 REM F= VARIATIONS DES INDICES DE VTDES
0730 REM K=TABLEAU DES DEFORMATIONS CORRIGEEES
0740 REM CARACTERISTIQUES DE L'ECHANTILLON
0750 GET FLO, G
0760 IF G<1&G>3 GOTO 0800
0770 PRINT '*** ERREUR: 1 < DENSITE RELATIVE < 3'
0780 PRINT 'REVOIR LE FICHIER DE DONNEES'
0790 STOP
0800 GET FLO, W
0810 IF W<0&W>100 GOTO 0900
0820 PRINT '***ERREUR: TENEUR EN EAU >100 %/0'
0830 PRINT '***ETES-VOUS SUR QUE C'EST LA BONNE VALEUR ?'
0840 PRINT 'REPONDEZ 1 POUR QUI ET TOUT AUTRE NOMBRE '
0850 PRINT 'POUR NON '
0860 INPUT S
0870 IF S=1 GOTO 0900
0880 PRINT 'REVOIR LE FICHIER DE DONNEES'
0890 STOP
0900 GET FLO, P1
0910 GET FLO, P2
0920 IF P2<P1 GOTO 0960
0930 PRINT '***ERREUR: POIDS SEC < POIDS INITIAL '
0940 PRINT 'REVOIR LE FICHIER DE DONNEES'
0950 STOP
0960 GET FLO, H1
0970 GET FLO, D
0980 PRINT FLP,
0990 REM IMPRESSION DES DONNEES DE DEPART
1000 PRINT FLP, 'DENSITE DU SOL G= ' : G
```

```

1010 PRINT FLP,
1020 PRINT FLP, 'TENEUR EN EAU W(O/O)= ':W
1030 PRINT FLP,
1040 PRINT FLP, 'POIDS INITIAL DE L'ECHANTILLON P1= ':P1
1050 PRINT FLP,
1060 PRINT FLP, 'POIDS DE L'ECHANTILLON SEC P2= ':P2
1070 PRINT FLP,
1080 PRINT FLP, 'DIAMETRE DE L'ECHANTILLON D= ':D
1090 PRINT FLP,
1100 PRINT FLP, 'HAUTEUR INITIALE DE L'ECHANTILLON H1= ':H1
1110 REM CALCUL ET AFFICHAGE DE QUELQUES ELEMENTS
1120 LET H2=P2/((&PI*D↑2)/4*G)
1130 PRINT FLP,
1140 PRINT FLP, 'HAUTEUR DU SOL SEC H2= ':H2
1150 LET E0=(H1-H2)/H2
1160 PRINT FLP,
1170 PRINT FLP, 'INDICE DES VIDES INITIAL E0= ':E0
1180 LET S0=G*W/E0
1190 PRINT FLP,
1200 PRINT FLP, 'DEGRE DE SATURATION INITIAL S0= ':S0
1210 REM CALCUL DES ELEMENTS DE LA COURBE
1220 GET FLO,N
1230 MAT P(N)=P
1240 MAT C(N)=C
1250 MAT L(N)=L
1260 MAT K(N)=K
1270 MAT E(N)=E
1280 MAT F(N)=F
1290 FOR I=1 TO N
1300 GET FLO,P(I),L(I),C(I)
1310 K(I)=L(I)-C(I)
1320 F(I)=K(I)*(&PI*D↑2)/4*(G/P2)*.1
1330 E(I)=E0-F(I)
1340 NEXT I
1350 REM IMPRESSION DU TABLEAU DES RESULTATS
1360 PRINT FLP,
1370 PRINT USING FLP,1460,;
1380 PRINT USING FLP,1470
1390 PRINT FLP,
1400 FOR I=1 TO N
1410 PRINT USING FLP,1480,P(I),L(I),C(I),;
1420 PRINT USING FLP,1490,K(I),F(I),E(I)
1430 NEXT I
1440 PRINT USING FLP,1480,0,0,0,;
1450 PRINT USING FLP,1490,0,0,E0
1460 :PRESSION LECTURE CORRECTION
1470 : LECT. CORR. VAR. VIDES IND. VIDES
1480 :###.## ###.### #.###
1490 : ###.### #.### #.###
1500 REM CALCUL DES ELEMENTS DE LA COURBE E-LOG P

```

```

1510 PRINT FLP, 'INDICE DES VIDES VERSUS PRESSION '
1520 PRINT FLP,
1530 PRINT FLP, 'IND. DES VIDES', 'PRESSION', 'LOG P'
1540 FOR I=1 TO N
1550 PRINT FLP,
1560 PRINT FLP, E(I), P(I), LGT(P(I))
1570 NEXT I
1580 NEXT J
1590 REM CALCUL DES ELEMENTS DES COURBES L VERSUS LOG T ET
1600 PRINT 'LA PARTIE QUI SUIT PERMET DE CALCULER ET AFFICHER'
1610 PRINT 'LES ELEMENTS DES COURBES '
1620 PRINT '-DEFORMATIONS (L) VERSUS LOG DU TEMPS (T)'
1630 PRINT '-DEFORMATIONS (L) VERSUS RACINE CARREE DU TEMPS '
1640 PRINT 'SI VOUS NE FAITES PAS CE CALCUL, ':
1650 PRINT 'ENTREZ LE CHIFFRE 0 AU CLAVIER'
1660 PRINT 'AUTREMENT, ENTREZ UN CHIFFRE QUELCONQUE'
1670 PRINT 'POUR CONTINUER'.
1680 INPUT R
1690 IF R=0 GOTO 1930
1700 FOR J=1 TO A
1710 GET FLO, P0
1720 GET FLO, C
1730 GET FLO, M
1740 PRINT FLP, 'COURBE DEFORMATION VERSUS TEMPS'
1750 PRINT FLP,
1760 PRINT FLP, 'PRESSION= ': P0: 'CORRECTION= ': C
1770 PRINT FLP,
1780 PRINT USING FLP, 1870, :
1790 PRINT USING FLP, 1880
1800 FOR I=1 TO M
1810 GET FLO, L, T
1820 L1=L-C
1830 T1=LGT(T)
1840 T2=SQR(T)
1850 PRINT USING FLP, 1890, L, L1, T, :
1860 PRINT USING FLP, 1900, T1, T2
1870 :LECTURE   LECT. CORR.   TEMPS
1880 :   LOG T   RACINE DE T
1890 :###.###   ###.###   #####
1900 :  ##.###   ####.###
1910 NEXT I
1920 NEXT J
1930 PRINT 'LE TRAITEMENT DES DONNEES DE L'ESSAI SE '
1940 PRINT 'TERMINE ICI'
1950 CLOSE FLO
1960 RETURN
1970 REM SOUS-PROGRAMME #2: TASSEMENT
1980 REM CETTE PARTIE PERMET DE CALCULER LE
1990 REM TASSEMENT EN DIVERS POINTS DE CONTROLE
2000 REM SELON LES CARACTERISTIQUES DE LA FONDATION

```

```

2010 REM DEFINITION DES TABLEAUX
2020 REM H=EPAISSEUR DES COUCHES
2030 REM S= PROFONDEUR P/R A LA SURFACE DU TERRAIN
2040 REM Z= PROFONDEUR P/R A LA BASE DE LA FONDATION
2050 REM O= CONTRAINTES INITIALES DANS LE SOL
2060 REM R= AUGMENTATION DE CONTRAINTES (SURCHARGE)
2070 REM T= CONTRAINTES TOTALES :O+R
2080 REM V= INDICE DES VIDES INITIAL
2090 REM Q= INDICE DE COMPRESSIBILITE
2100 REM U= VARIATION DE L'INDICE DES VIDES
2110 REM W= TASSEMENT DES COUCHES
2120 REM G= POIDS SPECIFIQUE APPARENT HUMIDE
2130 REM D= POIDS SPECIFIQUE APPARENT SEC
2140 REM CHOIX D'UN TYPE DE FONDATION
2150 PRINT 'TABLE DES MATIERES'
2160 PRINT
2170 PRINT USING 2270
2180 PRINT
2190 PRINT USING 2280
2200 PRINT
2210 PRINT USING 2290
2220 PRINT
2230 PRINT USING 2300
2240 PRINT
2250 PRINT USING 2310
2260 PRINT
2270 :PARTIE                DESCRIPTION
2280 : 1                    FONDATIONS CIRCULAIRES
2290 : 2                    FONDATIONS RECTANGULAIRES
2300 : 3                    FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR
2310 : 4                    FONDATIONS DE FORME QUELCONQUE
2320 PRINT 'SELON LA FORME DE VOTRE FONDATION,':
2330 PRINT 'ENTREZ AU CLAVIER '
2340 PRINT 'LE NUMERO DE LA PARTIE CORRESPONDANTE'
2350 PRINT 'PAR EXEMPLE: POUR UN RECTANGLE,ENTREZ 2'
2360 PRINT 'ENTREZ UN 0(ZERO) POUR ARRETER'
2370 INPUT X1
2380 IF X1=0 GOTO 5360
2390 IF X1-INT(X1)≠0 GOTO 2150
2400 IF X1<1|X1>4 GOTO 2150
2410 IF X1=3 GOTO 8040
2420 GOSUB 4080,5380,8040.7530 ON X1
2430 RETURN
2440 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE #1
2450 REM CARACTERISTIQUES DES COUCHES
2460 REM A1=NOMBRE DE COUCHES
2470 GET FL1,A1
2480 REM REDIMENSIONNEMENT DES TABLEAUX
2490 MAT H(A1)=H
2500 MAT S(A1)=S

```

```
2510 MAT Z(A1)=Z
2520 MAT D(A1)=D
2530 MAT R(A1)=R
2540 MAT T(A1)=T
2550 MAT V(A1)=V
2560 MAT Q(A1)=Q
2570 MAT U(A1)=U
2580 MAT W(A1)=W
2590 MAT G(A1)=G
2600 MAT D(A1)=D
2610 MAT E(A1)=E
2620 MAT P(A1)=P
2630 MAT F(A1)=F
2640 MAT N(A1)=N
2650 REM INTRODUCTION DES DONNEES
2660 FOR I=1 TO A1
2670 GET FL1,H(I),G(I),D(I),E(I),P(I),Q(I),N(I),V(I)
2680 NEXT I
2690 FOR I=1 TO A1
2700 F(I)=D(I)*(1+E(I)/100)
2710 NEXT I
2720 REM CALCUL DES CONTRAINTES INITIALES
2730 GET FL1,Z3
2740 FOR I=1 TO A1
2750 IF I>1 GOTO 2790
2760 Z(I)=H(I)/2
2770 S(I)=H(I)/2+D1
2780 GOTO 2810
2790 Z(I)=Z(I-1)+H(I)/2+H(I-1)/2
2800 S(I)=S(I-1)+H(I-1)/2+H(I)/2
2810 IF I>1 GOTO 2880
2820 IF S(I)≤Z3 GOTO 2860
2830 O(I)=(Z3*G(I)+(S(I)-Z3)*F(I))*9.81E-02
2840 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
2850 GOTO 3110
2860 O(I)=(G(I)*S(I))*9.81E-02
2870 GOTO 3110
2880 IF S(I)≤Z3 GOTO 3080
2890 IF S(I-1)≥Z3 GOTO 2970
2900 IF S(I-1)+H(I-1)/2≤Z3 GOTO 3020
2910 O3=(Z3-S(I-1))*G(I-1)
2920 O4=(S(I)-Z3-H(I)/2)*F(I-1)
2930 O5=H(I)/2*F(I)
2940 O(I)=O(I-1)+(O3+O4+O5)*9.81E-02
2950 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
2960 GOTO 3110
2970 O3=H(I-1)/2*F(I-1)
2980 O4=H(I)/2*F(I)
2990 O(I)=O(I-1)+(O3+O4)*9.81E-02
3000 O(I)=O(I)-(S(I)-S(I-1))*9.81E-02
```

```

3010 GOTO 3110
3020 O6=H(I-1)/2*G(I-1)
3030 O7=(Z3-S(I-1)-H(I-1)/2)*G(I)
3040 O8=(S(I)-Z3)*F(I)
3050 O(I)=O(I-1)+(O6+O7+O8)*9.81E-02
3060 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
3070 GOTO 3110
3080 O9=H(I-1)/2*G(I-1)
3090 O0=H(I)/2*G(I)
3100 O(I)=O(I-1)+(O9+O0)*9.81E-02
3110 NEXT I
3120 RETURN
3130 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S2
3140 MAT GET FL1,R
3150 RETURN
3160 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S3
3170 REM CALCUL CLASSIQUE DU TASSEMENT
3180 REM LECTURE DE DONNEES
3190 REM VARIATION DES VIDES ET TASSEMENTS
3200 W0=0
3210 FOR I=1 TO A1
3220 T(I)=O(I)+R(I)
3230 IF O(I)≥P(I) GOTO 3300
3240 IF T(I)>P(I) GOTO 3270
3250 U(I)=N(I)*LGT(T(I)/O(I))
3260 GOTO 3310
3270 U(I)=Q(I)*LGT(T(I)/P(I))
3280 U(I)=U(I)+N(I)*LGT(P(I)/O(I))
3290 GOTO 3310
3300 U(I)=Q(I)*LGT(1+R(I)/O(I))
3310 W(I)=100*H(I)*U(I)/(1+V(I))
3320 W0=W0+W(I)
3330 NEXT I
3340 RETURN
3350 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S4
3360 REM IMPRESSION DES TABLEAU DE RESULTATS
3370 PRINT USING FLP,3460,;
3380 PRINT USING FLP,3490,;
3390 PRINT USING FLP,3520
3400 PRINT USING FLP,3470,;
3410 PRINT USING FLP,3500,;
3420 PRINT USING FLP,3530
3430 PRINT USING FLP,3480,;
3440 PRINT USING FLP,3510,;
3450 PRINT USING FLP,3540
3460 :-----
3470 : | COUCHE | H | Z0 | 00 |
3480 : | | M | M | BARS |
3490 :-----
3500 : Z | Δ0 | 00+Δ0 | CC |

```

```

3510 : M | BARS | BARS | |
3520 : -----
3530 : E0 | ΔE | ΔH |
3540 : | | CM |
3550 : | ## |##.##|###.##|###.###|
3560 :###.##|###.##|###.###| #.## |
3570 : #.### | #.### | ###.#|
3580 GOSUB 3760
3590 FOR I=1 TO A1
3600 PRINT USING FLP,3550,I,H(I),S(I),O(I),;
3610 PRINT USING FLP,3560,Z(I),R(I),T(I),Q(I),;
3620 PRINT USING FLP,3570;V(I),U(I),W(I)
3630 GOSUB 3760
3640 NEXT I
3650 PRINT USING FLP,3680,;
3660 PRINT USING FLP,3690,;
3670 PRINT USING FLP,3700,W0
3680 :
3690 :
3700 : | TOTAL |###.##|
3710 PRINT USING FLP,3680,;
3720 PRINT USING FLP,3690,;
3730 PRINT USING FLP,3740
3740 : |-----|-----|
3750 RETURN
3760 PRINT USING FLP,3790,;
3770 PRINT USING FLP,3800,;
3780 PRINT USING FLP,3810
3790 :|-----|-----|-----|-----|
3800 :-----|-----|-----|-----|
3810 :-----|-----|-----|
3820 RETURN
3830 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S5
3840 REM CHOIX D'UNE OPTION
3850 PRINT 'SELON LE CAS A TRAITER,ENTREZ LE NUMERO ':
3860 PRINT 'CORRESPONDANT'
3870 PRINT
3880 PRINT 'ENTREZ UN 0 (ZERO) SI VOUS VOULEZ CHANGER ':
3890 PRINT 'D''OPTION':
3900 INPUT X2
3910 RETURN
3920 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S6
3930 REM NOMBRE DE POINTS DE CONTROLE
3940 PRINT 'EN COMBIEN DE POINTS CONTROLEZ-VOUS LE ':
3950 PRINT 'TASSEMENT?':
3960 INPUT N1
3970 RETURN
3980 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S7
3990 REM CAS DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
4000 PRINT 'REPONDEZ PAR 1 SI VOUS AVEZ DEJA CALCULE'

```

```
4010 PRINT
4020 PRINT 'LES CONTRAINTES DANS LES COUCHES '
4030 PRINT
4040 PRINT 'SINON ENTREZ TOUT AUTRE CHIFFRE POUR EFFECTUER'
4050 PRINT 'CE CALCUL'
4060 INPUT X3
4070 RETURN
4080 REM OPTION #1:FONDATIONS CIRCULAIRES
4090 PRINT 'FONDATION CIRCULAIRE'
4100 PRINT
4110 PRINT USING 4170
4120 PRINT USING 4180
4130 PRINT
4140 PRINT USING 4190
4150 PRINT USING 4200
4160 PRINT
4170 : 1      RADIER SOUPLE (OU RESERVOIR )
4180 :      CHARGE NORMALE UNIFORME
4190 : 2      FOND. RIGIDE (SEMELLE, PLAQUE D'ESSAI )
4200 :      AVEC CHARGE NORMALE CENTREE
4210 GOSUB 3830
4220 IF X2=0 GOTO 2150
4230 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 4090
4240 IF X2<1|X2>2 GOTO 4090
4250 GOSUB 4480,5040 ON X2
4260 RETURN
4270 REM SOUS-ROUTINE SC1
4280 REM LECTURE DES DIMENSIONS
4290 GET FL1,R0
4300 GET FL1,D1
4310 RETURN
4320 REM SOUS-ROUTINE SC2
4330 REM LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
4340 GET FL1,R
4350 RETURN
4360 REM SOUS-ROUTINE SC3
4370 REM LECTURE DES ABAQUES
4380 PRINT 'LES VALEURS DE R/R0 ET Z/R0 VONT VOUS ETRE ' :
4390 PRINT 'DONNEES.'
4400 PRINT
4410 PRINT 'VOUS ENTREEREZ A LA SUITE LES VALEURS DE KZ '
4420 PRINT 'CORRESPONDANTES'
4430 RETURN
4440 REM SOUS-ROUTINE SC4
4450 REM CONTRAINTES DE SURCHARGE
4460 R(I)=Q1*K0
4470 RETURN
4480 REM CAS #1:FONDATION SOUPLE
4490 OPEN FL1,'E80',002,IN
4500 GET FL1,Q0
```

```

4510 REM DIMENSIONS
4520 GOSUB 4270
4530 GOSUB 3920
4540 GOSUB 3980
4550 FOR J=1 TO N1
4560 PRINT 'POINT #':J
4570 REM CARACTÉRISTIQUES DES COUCHES
4580 GOSUB 2450
4590 REM CONTRAINTES
4600 Q1=(Q0-G(1)*D1)*9.81E-02
4610 IF X3=1 GOTO 4840
4620 GOSUB 4320
4630 IF R=0 GOTO 4790
4640 PRINT 'PRENEZ L''ABAQUE (OU LA TABLE) C1 DU MANUEL'
4650 PRINT 'D''UTILISATION'
4660 PRINT
4670 GOSUB 4370
4680 R1=R/R0
4690 PRINT USING 4700,R1
4700 :PRENEZ LA COURBE DEFINIE PAR R/R0=##.#
4710 PRINT 'INTERPOLEZ S''IL Y A LIEU'
4720 FOR I=1 TO A1
4730 PRINT USING 4740,Z(I)/R0
4740 :Z/R0=##.#→→→→COEFFICIENT KZ= ?
4750 INPUT K0
4760 GOSUB 4450
4770 NEXT I
4780 GOTO 4850
4790 FOR I=1 TO A1
4800 K0=1-(Z(I)3)/(R2+Z(I)2)(3/2)
4810 GOSUB 4450
4820 NEXT I
4830 GOTO 4850
4840 GOSUB 3130
4850 REM CALCUL DU TASSEMENT
4860 GOSUB 3160
4870 GOSUB 4910
4880 NEXT J
4890 CLOSE FL1
4900 RETURN
4910 REM SOUS-ROUTINE SC5
4920 REM IMPRESSION DES RESULTATS
4930 PRINT USING FLP,4940,J,R
4940 :POINT NO # A ##.## M DU CENTRE DE LA FONDATION
4950 PRINT FLP,
4960 PRINT USING FLP,4970,R0
4970 :RAYON DE LA FONDATION R0=##.# METRES
4980 PRINT FLP,
4990 PRINT USING FLP,5000,D1
5000 :PROFONDEUR D'ANCRAGE D1=##.# METRES

```

```
5010 PRINT FLP,
5020 GOSUB 3350
5030 RETURN
5040 REM CAS #2: FONDATION RIGIDE
5050 OPEN FL1, 'E80', 002, IN
5060 GET FL1, N
5070 REM DIMENSIONS
5080 GOSUB 4270
5090 GOSUB 3920
5100 GOSUB 3980
5110 FOR J=1 TO N1
5120 PRINT 'POINT #': J
5130 REM CARACTERISTIQUES DES COUCHES
5140 GOSUB 2450
5150 REM CONTRAINTES
5160 IF X3=1 GOTO 5300
5170 GOSUB 4320
5180 R1=R/R0
5190 FOR I=1 TO A1
5200 Z4=Z(I)/R0
5210 I1=ATN((2*Z4)/(R1↑2+Z4↑2-1))
5220 I2=ATN(1/Z4)
5230 A=(R1↑2+Z4↑2-1)+4*(Z4↑2)
5240 K1=-((Z4*(1+Z4↑2)↑.5*SIN(3*I1/2-I2)))/(2*A↑.75)
5250 K2=SIN(I1/2)/(2*A↑(1/4))
5260 K0=K2-K1
5270 R(I)=K0*(N/(2*&PI*(R0↑2))-D(1)*D1*9.81E-02)
5280 NEXT I
5290 GOTO 5310
5300 GOSUB 3130
5310 REM CALCUL DU TASSEMENT
5320 GOSUB 3160
5330 GOSUB 4910
5340 NEXT J
5350 CLOSE FL1
5360 RETURN
5370 REM FONDATIONS RECTANGULAIRES
5380 PRINT 'FONDATIONS RECTANGULAIRES'
5390 PRINT
5400 PRINT USING 5460
5410 PRINT USING 5470
5420 PRINT
5430 PRINT USING 5480
5440 PRINT USING 5490
5450 PRINT
5460 : 1 SEMELLES, RADIERS SOUPLES
5470 : CHARGE NORMALE UNIFORME
5480 : 2 SEMELLES, RADIERS RIGIDES
5490 : CHARGE NORMALE CENTREE
5500 GOSUB 3830
```

```
5510 IF X2=0 GOTO 2150
5520 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 5380
5530 IF X2<1|X2>2 GOTO 5380
5540 GOSUB 6470,6880 ON X2
5550 RETURN
5560 REM DIMENSIONS DE LA FONDATION
5570 GET FL1,L0
5580 GET FL1,B0
5590 GET FL1,D1
5600 RETURN
5610 REM LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
5620 GET FL1,X4
5630 IF X4-INT(X4)≠0 GOTO 5660
5640 IF X4<1|X4>2 GOTO 5660
5650 GOTO 5720
5660 PRINT ' →→→→→ERREUR DANS LES DONNEES'
5670 PRINT '***INDICATION DE LA POSITION DES AXES NON CONFORME'
5680 PRINT '***AUX CONVENTIONS FIXEES'
5690 PRINT
5700 PRINT ' →→→→→REVOIR LE FICHER DE DONNEES '
5710 STOP
5720 RETURN
5730 A2=B0/2
5740 B2=L0/2
5750 GOTO 5780
5760 A2=L0/2
5770 B2=B0/2
5780 RETURN
5790 GET FL1,X0,Y0
5800 RETURN
5810 REM SOUS-ROUTINE SR3
5820 REM SUPERPOSITION
5830 REM CASH 1:POINT EXTERIEUR
5840 K1=0
5850 A3=X5/2
5860 B3=Y5/2
5870 GOSUB 6390
5880 K1=K1+K0
5890 A3=(X5-2*A2)/2
5900 B3=Y5/2
5910 GOSUB 6390
5920 K1=K1-K0
5930 A3=X5/2
5940 B3=(Y5-2*B2)/2
5950 GOSUB 6390
5960 K1=K1-K0
5970 A3=(X5-2*A2)/2
5980 B3=(Y5-2*B2)/2
5990 GOSUB 6390
6000 K1=K1+K0
```

```
6010 RETURN
6020 REM CAS #2: POINT EXTERIEUR
6030 K1=0
6040 A3=X5/2
6050 B3=Y5/2
6060 GOSUB 6390
6070 K1=K1+K0
6080 A3=(2*A2-X5)/2
6090 B3=Y5/2
6100 GOSUB 6390
6110 K1=K1+K0
6120 A3=X5/2
6130 B3=(Y5-2*B2)/2
6140 GOSUB 6390
6150 K1=K1-K0
6160 A3=(2*A2-X5)/2
6170 B3=(Y5-2*B2)/2
6180 K1=K1-K0
6190 RETURN
6200 REM CAS #3: POINT INTERIEUR
6210 K1=0
6220 A3=X5/2
6230 B3=Y5/2
6240 GOSUB 6390
6250 K1=K1+K0
6260 A3=(2*A2-X5)/2
6270 B3=Y5/2
6280 GOSUB 6390
6290 K1=K1+K0
6300 A3=X5/2
6310 B3=(2*B2-Y5)/2
6320 GOSUB 6390
6330 K1=K1+K0
6340 A3=(2*A2-X5)/2
6350 B3=(2*B2-Y5)/2
6360 GOSUB 6390
6370 K1=K1+K0
6380 RETURN
6390 REM COEFFICIENT D'INFLUENCE
6400 A0=B3/A3
6410 Z0=Z(I)/(2*A3)
6420 Z5=(A0*Z0)/(1+A0^2+Z0^2)^.5
6430 Z6=1/(1+Z0^2)+1/(A0^2+Z0^2)
6440 Z7=ATN(A0/(Z0*(1+A0^2+Z0^2)^.5))
6450 K0=(1/(2*PI))*(Z5*Z6+Z7)
6460 RETURN
6470 REM CAS#1 FONDATION SOUPLE
6480 OPEN FL1, 'E80', 002, IN
6490 GET FL1, Q0
6500 GOSUB 5560
```

```
6510 GOSUB 3920
6520 GOSUB 3980
6530 FOR J=1 TO N1
6540 PRINT 'POINT # ':J
6550 GOSUB 2450
6560 Q1=(Q0-G(I)*D1)*9.81E-02
6570 IF X3=1 GOTO 6640
6580 GOSUB 5610
6590 GOSUB 5730,5760 ON X4
6600 GOSUB 5790
6610 GOSUB 6970
6620 GOSUB 7470
6630 GOTO 6650
6640 GOSUB 3130
6650 REM CALCUL DU TASSEMENT
6660 GOSUB 3160
6670 GOSUB 6710
6680 NEXT J
6690 CLOSE FL1
6700 RETURN
6710 REM SOUS-ROUTINE SR4
6720 REM IMPRESSION DES RESULTATS
6730 PRINT USING FLP,6740,J
6740 : POINT NO #
6750 PRINT FLP,
6760 PRINT USING FLP,6770,X0,Y0
6770 :ABSCISSE X0= ### METRES   ORDONNEE Y0= ### METRES
6780 PRINT FLP,
6790 PRINT USING FLP,6800,L0
6800 :LONGUEUR L0= ###.# METRES
6810 PRINT USING FLP,6820,B0
6820 :LARGEUR B0= ###.# METRES
6830 PRINT USING FLP,6840,D1
6840 :PROFONDEUR D'ANCRAGE D1= ###.# METRE
6850 PRINT FLP,
6860 GOSUB 3350
6870 RETURN
6880 REM CAS # 2 :FONDATION RIGIDE
6890 OPEN FL1,'E80',002,IN
6900 GET FL1,N
6910 GOSUB 5560
6920 Q0=N/(L0*B0)
6930 GOSUB 6500
6940 CLOSE FL1
6950 RETURN
6960 REM SOUS-ROUTINE SR5: PRE-SUPERPOSITION
6970 IF X0>0&X0<(2*A2) GOTO 7160
6980 IF X0>0&X0>(2*A2) GOTO 7300
6990 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 7050
7000 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 7120
```

```
7010 X5=2*A2+ABS(X0)
7020 Y5=2*B2+ABS(Y0)
7030 W1=1
7040 GOTO 7460
7050 X5=Y0
7060 Y5=ABS(X0)+2*A2
7070 A4=A2
7080 A2=B2
7090 B2=A4
7100 W1=2
7110 GOTO 7460
7120 X5=ABS(X0)+2*A2
7130 Y5=Y0
7140 W1=1
7150 GOTO 7460
7160 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 7220
7170 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 7260
7180 X5=X0
7190 Y5=ABS(Y0)+2*B2
7200 W1=2
7210 GOTO 7460
7220 X5=X0
7230 Y5=Y0
7240 W1=3
7250 GOTO 7460
7260 X5=X0
7270 Y5=Y0
7280 W1=2
7290 GOTO 7460
7300 IF Y0>0&Y0<(2*B2) GOTO 7360
7310 IF Y0>0&Y0>(2*B2) GOTO 7430
7320 X5=X0
7330 Y5=ABS(Y0)+2*B2
7340 W1=1
7350 GOTO 7460
7360 X5=Y0
7370 Y5=X0
7380 A4=A2
7390 A2=B2
7400 B2=A4
7410 W2=2
7420 GOTO 7460
7430 X5=X0
7440 Y5=Y0
7450 W1=1
7460 RETURN
7470 REM CALCUL DES CONTRAINTES
7480 FOR I=1 TO A1
7490 GOSUB 5830,6020,6200 ON W1
7500 R(I)=K1*Q1
```

```
7510 NEXT I
7520 RETURN
7530 REM FONDATIONS DE FORME QUELCONQUE DIVISIBLES
7540 OPEN FL1,'E80',002,IN
7550 REM M1 EST LE NOMBRE DE RECTANGLE ELEMENTAIRES
7560 GET FL1,M1
7570 MAT L(M1)=L
7580 MAT B(M1)=B
7590 MAT C(M1)=C
7600 MAT K(M1)=K
7610 MAT X(M1)=X
7620 MAT Y(M1)=Y
7630 MAT A(M1)=A
7640 MAT M(M1)=M
7650 FOR I=1 TO M1
7660 GET FL1,L(I),B(I),K(I),C(I)
7670 GOSUB 5610
7680 A(I)=X4
7690 NEXT I
7700 GOSUB 3920
7710 GOSUB 3980
7720 FOR J=1 TO N1
7730 PRINT 'POINT # ':J
7740 GOSUB 2450
7750 IF X3=1 GOTO 7950
7760 FOR I=1 TO A1
7770 R1=0
7780 FOR K=1 TO M1
7790 B0=B(K)
7800 L0=L(K)
7810 Q1=(C(K)-G(1)*K(K))*9.81E-02
7820 IF I>1 GOTO 7890
7830 GOSUB 5730,5760 ON A(K)
7840 GOSUB 5790
7850 X(K)=X0
7860 Y(K)=Y0
7870 GOSUB 6970
7880 M(K)=W1
7890 GOSUB 5830,6020,6200 ON M(K)
7900 R1=R1+K1*Q1
7910 NEXT K
7920 R(I)=R1
7930 NEXT I
7940 GOTO 7960
7950 GOSUB 3130
7960 GOSUB 3160
7970 PRINT USING FLP,7980,J
7980 : POINT NO ##
7990 PRINT FLP,
8000 GOSUB 3350
```

```
8010 NEXT J
8020 CLOSE FL1
8030 RETURN
8040 PRINT 'POUR CE QUI EST DES FONDATIONS DE GRANDE LONGUEUR'
8050 PRINT 'NOUS VOUS PRIONS DE VOUS REPORTER AU PROGRAMME QUI'
8060 PRINT 'SE TROUVE DANS LE FICHIER NO 4'
8070 PRINT
8080 PRINT 'POUR CE FAIRE, IL VOUS FAUT ARRETER CE PROGRAMME-CI'
8090 PRINT 'ET CHARGER EN MEMOIRE LE FICHIER NO 4'
8100 PRINT
8110 PRINT
8120 PRINT
8130 PRINT
8140 PRINT
8150 END
```

```
0010 : PROJET 5.11 EPT 1980-81
0020 : PROGRAMMEUR MASSAMBA DIENE
0030 : BASIC-TASS. PAR FICHER
0040 : FONDATEMENTS DE GRANDE LONGUEUR
0050 DIM H(20),S(20),Z(20),O(20),R(20),T(20),N(20)
0060 DIM V(20),Q(20),U(20),W(20),G(20),D(20),E(20),P(20),F(20)
0070 FOR I=1 TO 50
0080 PRINT 'TASSEMENT PAR FICHER ** F. DE GRANDE LONGUEUR ***':
0090 FOR J=1 TO 50
0100 NEXT J
0110 NEXT I
0120 PRINT
0130 PRINT
0140 PRINT 'FONDATEMENTS DE GRANDE LONGUEUR'
0150 PRINT
0160 PRINT USING 0250
0170 PRINT USING 0260
0180 PRINT
0190 PRINT USING 0270
0200 PRINT USING 0280
0210 PRINT
0220 PRINT USING 0290
0230 PRINT USING 0300
0240 PRINT
0250 : 1 SEMELLE FILANTE, MUR DE SOUTÈNEMENT
0260 : CHARGE NORMALE UNIFORME
0270 : 2 DIGUES, REMLAIS
0280 : SECTION TRIANGULAIRE
0290 : 3 DIGUES, REMLAIS ROUTIERS
0300 : SECTION TRAPEZOIDALE
0310 GOSUB 1770
0320 IF X2=0 GOTO 3400
0330 IF X2-INT(X2)≠0 GOTO 0140
0340 IF X2<1|X2>3 GOTO 0140
0350 GOSUB 2040,2520,2910 ON X2
0360 GOTO 0140
0370 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S1
0380 REM CONTRAINTES GEOSTATIQUES
0390 REM A1=NOMBRE DE COUCHES
0400 GET FLO,A1
0410 REM REDIMENSIONNEMENT DES TABLEAUX
0420 MAT H(A1)=H
0430 MAT S(A1)=S
0440 MAT Z(A1)=Z
0450 MAT O(A1)=O
0460 MAT R(A1)=R
0470 MAT T(A1)=T
0480 MAT V(A1)=V
0490 MAT Q(A1)=Q
0500 MAT U(A1)=U
```

```

0510 MAT W(A1)=W
0520 MAT G(A1)=G
0530 MAT D(A1)=D
0540 MAT E(A1)=E
0550 MAT P(A1)=P
0560 MAT F(A1)=F
0570 MAT N(A1)=N
0580 REM INTRODUCTION DES DONNEES
0590 FOR I=1 TO A1
0600 GET FL0,H(I),G(I),D(I),E(I),P(I),Q(I),N(I),V(I)
0610 NEXT I
0620 FOR I=1 TO A1
0630 F(I)=D(I)*(1+E(I)/100)
0640 NEXT I
0650 REM CALCUL DES CONTRAINTES INITIALES
0660 GET FL0,Z3
0670 FOR I=1 TO A1
0680 IF I>1 GOTO 0720
0690 Z(I)=H(I)/2
0700 S(I)=H(I)/2+D1
0710 GOTO 0740
0720 Z(I)=Z(I-1)+H(I)/2+H(I-1)/2
0730 S(I)=S(I-1)+H(I-1)/2+H(I)/2
0740 IF I>1 GOTO 0810
0750 IF S(I)≤Z3 GOTO 0790
0760 O(I)=(Z3*G(I)+(S(I)-Z3)*F(I))*9.81E-02
0770 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
0780 GOTO 1040
0790 O(I)=(G(I)*S(I))*9.81E-02
0800 GOTO 1040
0810 IF S(I)≤Z3 GOTO 1010
0820 IF S(I-1)≥Z3 GOTO 0900
0830 IF S(I-1)+H(I-1)/2≤Z3 GOTO 0950
0840 O3=(Z3-S(I-1))*G(I-1)
0850 O4=(S(I)-Z3-H(I)/2)*F(I-1)
0860 O5=H(I)/2*F(I)
0870 O(I)=O(I-1)+(O3+O4+O5)*9.81E-02
0880 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
0890 GOTO 1040
0900 O3=H(I-1)/2*F(I-1)
0910 O4=H(I)/2*F(I)
0920 O(I)=O(I-1)+(O3+O4)*9.81E-02
0930 O(I)=O(I)-(S(I)-S(I-1))*9.81E-02
0940 GOTO 1040
0950 O6=H(I-1)/2*G(I-1)
0960 O7=(Z3-S(I-1)-H(I-1)/2)*G(I)
0970 O8=(S(I)-Z3)*F(I)
0980 O(I)=O(I-1)+(O6+O7+O8)*9.81E-02
0990 O(I)=O(I)-(S(I)-Z3)*9.81E-02
1000 GOTO 1040

```

```

1010 O9=H(I-1)/2*G(I-1)
1020 O0=H(I)/2*G(I)
1030 O(I)=O(I-1)+(O9+O0)*9.81E-02
1040 NEXT I
1050 RETURN
1060 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S2
1070 REM LECTURE DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
1080 MAT GET FLO,R
1090 RETURN
1100 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S3
1110 REM CALCUL CLASSIQUE DU TASSEMENT
1120 REM LECTURE DE DONNEES
1130 REM VARIATION DES VIDES ET TASSEMENTS
1140 W0=0
1150 FOR I=1 TO A1
1160 T(I)=O(I)+R(I)
1170 IF O(I)>P(I) GOTO 1240
1180 IF T(I)>P(I) GOTO 1210
1190 U(I)=N(I)*LGT(T(I)/O(I))
1200 GOTO 1250
1210 U(I)=Q(I)*LGT(T(I)/P(I))
1220 U(I)=U(I)+N(I)*LGT(P(I)/O(I))
1230 GOTO 1250
1240 U(I)=Q(I)*LGT(1+R(I)/O(I))
1250 W(I)=100*H(I)*U(I)/(1+V(I))
1260 W0=W0+W(I)
1270 NEXT I
1280 RETURN
1290 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S4
1300 REM IMPRESSION DES TABLEAU DE RESULTATS
1310 PRINT USING FLP,1400,;
1320 PRINT USING FLP,1430,;
1330 PRINT USING FLP,1460
1340 PRINT USING FLP,1410,;
1350 PRINT USING FLP,1440,;
1360 PRINT USING FLP,1470
1370 PRINT USING FLP,1420,;
1380 PRINT USING FLP,1450,;
1390 PRINT USING FLP,1480
1400 :-----
1410 :| COUCHE | H | Z0 | @0 |
1420 :| | M | M | BARS |
1430 :-----
1440 :| Z | Δ@ | @0+Δ@ | CC |
1450 :| M | BARS | BARS | |
1460 :-----
1470 :| E0 | ΔE | ΔH |
1480 :| | | CM |
1490 :| ## |##,##|###,##|###,###|
1500 :###,##|###,##|###,###| #,## |

```

```

1510 : #.### I #.### I ###.#I
1520 GOSUB 1700
1530 FOR I=1 TO A1
1540 PRINT USING FLP,1490,I,H(I),S(I),O(I),;
1550 PRINT USING FLP,1500,Z(I),R(I),T(I),Q(T),;
1560 PRINT USING FLP,1510,V(I),U(I),W(I)
1570 GOSUB 1700
1580 NEXT I
1590 PRINT USING FLP,1620,;
1600 PRINT USING FLP,1630,;
1610 PRINT USING FLP,1640,W0
1620 :
1630 :
1640 : I TOTAL I###.##I
1650 PRINT USING FLP,1620,;
1660 PRINT USING FLP,1630,;
1670 PRINT USING FLP,1680
1680 : |-----|-----|
1690 RETURN
1700 PRINT USING FLP,1730,;
1710 PRINT USING FLP,1740,;
1720 PRINT USING FLP,1750
1730 : |-----|-----|-----|-----|
1740 : |-----|-----|-----|-----|
1750 : |-----|-----|-----|
1760 RETURN
1770 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S5
1780 REM CHOIX D'UNE OPTION
1790 PRINT 'SELON LE CAS A TRAITER,ENTREZ LE NUMERO ';
1800 PRINT 'CORRESPONDANT'
1810 PRINT
1820 PRINT 'ENTREZ UN 0 (ZERO) SI VOUS VOULEZ ARRETER ';
1830 INPUT X2
1840 RETURN
1850 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S6
1860 REM NOMBRE DE POINTS DE CONTROLE
1870 PRINT 'EN COMBIEN DE POINTS CONTROLEZ-VOUS LE ';
1880 PRINT 'TASSEMENT ?';
1890 INPUT N1
1900 RETURN
1910 REM SOUS-PROGRAMME DE SERVICE S7
1920 REM CAS DE CONTRAINTES DEJA CALCULEES
1930 PRINT 'REPONDEZ PAR 1 SI VOUS AVEZ DEJA CALCULE'
1940 PRINT
1950 PRINT 'LES CONTRAINTES DANS LES COUCHES '
1960 PRINT
1970 PRINT 'SINON ENTREZ TOUT AUTRE CHIFFRE POUR EFFECTUER'
1980 PRINT 'CE CALCUL'
1990 INPUT X3
2000 RETURN

```

```

2010 : SOUS-ROUTINE SGL1 LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE
2020 GET FLO,X0
2030 RETURN
2040 : CAS # 1 CHARGE NORMALE UNIFORME
2050 OPEN FLO,'E80'.002,IN
2060 GET FLO,Q
2070 GET FLO,B0
2080 GET FLO,D1
2090 GOSUB 1850
2100 GOSUB 1910
2110 FOR J=1 TO N1
2120 PRINT 'POINT # ';J
2130 GOSUB 0380
2140 Q1=(Q-G(1)*D1)*9.81E-02
2150 IF X3=1 GOTO 2270
2160 GOSUB 2010
2170 A0=B0/2
2180 FOR I=1 TO A1
2190 Z4=ATN((A0+X)/Z(I))
2200 Z5=ATN((A0-X)/Z(I))
2210 Z6=2*A0*Z(I)*(A0↑2+(Z(I))↑2-X↑2)
2220 Z7=(X↑2+(Z(I))↑2-A0↑2)↑2+4*A0↑2*(Z(I))↑2
2230 K0=(1/8PI)*(Z4+Z5+Z6/Z7)
2240 R(I)=Q1*K0
2250 NEXT I
2260 GOTO 2280
2270 GOSUB 1060
2280 : CALCUL DU TASSEMENT
2290 GOSUB 1100
2300 PRINT USING FLP,2320,Q
2310 PRINT FLP,
2320 :  PRESSIONS      Q  = ###.## BARS
2330 GOSUB 2370
2340 NEXT J
2350 CLOSE FLO
2360 RETURN
2370 : SOUS-ROUTINE SGL2
2380 : IMPRESSION DES RESULTATS
2390 PRINT USING FLP,2400,J
2400 :  POINT NO.##
2410 PRINT FLP,
2420 PRINT USING FLP,2430,X
2430 :  ABSCISSE X = ###.## METRES
2440 PRINT FLP,
2450 PRINT USING FLP,2460,B0
2460 :  LARGEUR DE LA FONDATION  B0 = ## METRES
2470 PRINT USING FLP,2480,D1
2480 :  PROFONDEUR D'ANCRAGE D1 = ##.# METRE
2490 PRINT FLP,
2500 GOSUB 1290

```

```
2510 RETURN
2520 : CAS NO 2 REBLAI TRIANGULAIRE
2530 OPEN FLO,'E80',002,IN
2540 GOSUB 3340
2550 GOSUB 1850
2560 GOSUB 1910
2570 FOR J=1 TO N1
2580 PRINT 'POINT # ' ;J
2590 GOSUB 0380
2600 IF X3=1 GOTO 2760
2610 GOSUB 2010
2620 FOR I=1 TO A1
2630 X6=-X/A
2640 Z6=Z(I)/A
2650 D2=ATN(X6/Z6)-ATN((X6-1)/Z6)
2660 D3=(1/&PI)*((1-X6)*D2+X6*Z6/(X6↑2+Z6↑2))
2670 X7=X/B
2680 Z7=Z(I)/B
2690 D4=ATN(X7/Z7)-ATN((X7-1)/Z7)
2700 D5=(1/&PI)*((1-X7)*D4+X7*Z7/(X7↑2+Z7↑2))
2710 D0=D3+D5
2720 R(I)=G*H*D0
2730 NEXT I
2740 GOTO 2760
2750 GOSUB 1060
2760 GOSUB 1100
2770 PRINT USING FLP,2790,G
2780 PRINT
2790 : POIDS SPECIFIQUE DU REBLAI G = ##.## GR/CM3
2800 PRINT FLP,
2810 PRINT USING FLP,2820,H
2820 : HAUTEUR H = ##.## METRES
2830 PRINT FLP,
2840 PRINT USING FLP,2850,A+B
2850 : BASE DU REBLAI = ##.##
2860 PRINT FLP,
2870 GOSUB 1290
2880 NEXT J
2890 CLOSE FLO
2900 RETURN
2910 : CAS NO 3 REBLAI TRAPEZOIDAL
2920 OPEN FLO,'E80',002,IN
2930 GOSUB 3340
2940 GET FLO,A2
2950 GET FLO,B2
2960 GOSUB 1850
2970 GOSUB 1910
2980 FOR J=1 TO N1
2990 PRINT 'POINT # ' ;J
3000 GOSUB 0380
```

```
3010 IF X3=1 GOTO 3230
3020 GOSUB 2010
3030 FOR I=1 TO A1
3040 X6=-X/A
3050 Z6=Z(I)/A
3060 D2=ATN(X6/Z6)-ATN((X6-1)/Z6)
3070 D3=(1/&PI)*((1-X6)*D2+X6*Z6/(X6↑2+Z6↑2))
3080 X7=X/B
3090 Z7=Z(I)/B
3100 D4=ATN(X7/Z7)-ATN((X7-1)/Z7)
3110 D5=(1/&PI)*((1-X7)*D3+X7*Z7/(X7↑2+Z7↑2))
3120 X8=-X/A2
3130 Z8=Z(I)/A2
3140 D6=ATN(X8/Z8)-ATN((X8-1)/Z8)
3150 D7=(1/&PI)*((1-X8)*D6+X8*Z8/(X8↑2+Z8↑2))
3160 X9=X/B2
3170 Z9=Z(I)/B2
3180 D8=ATN(X9/Z9)-ATN((X9-1)/Z9)
3190 D9=(1/&PI)*((1-X9)*D8+X9*Z9/(X9↑2+Z9↑2))
3200 R(I)=G*H/(A-A2)*(A*(D3+D5)-A2*(D7+D9))
3210 NEXT I
3220 GOTO 3240
3230 GOSUB 1060
3240 GOSUB 1100
3250 PRINT USING FLP,2790,G
3260 PRINT USING FLP,2850,A+B
3270 PRINT USING FLP,3280,A2+B2
3280 : PETITE BASE = ##.## METRES
3290 PRINT FLP,
3300 GOSUB 1290
3310 NEXT J
3320 CLOSE FLO
3330 RETURN
3340 : SOUS-ROUTINE SGL3
3350 GET FLO,G
3360 GET FLO,H
3370 GET FLO,A
3380 GET FLO,B
3390 RETURN
3400 END
```